

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

№ 11

Черкаси - 2025 - Cherkasy

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ БІОРЕСУРСІВ

Науковий журнал
“ЕФЕКТИВНЕ
КРОЛІВНИЦТВО І
ЗВІРІВНИЦТВО”

№ 11

Черкаси 2025

УДК 636.619.92.93

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11>

Науковий журнал “Ефективне кролівництво і звірівництво”, Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН. 2025. Вип. № 11 – 256 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 технологій 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 технологій кормів ім. П.Д. Пшеничного, Національний університет біоресурсів і природокористування України, (Україна).

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

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

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

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

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

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 № 7 від 16 липня 2025 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/10.37617/2708-0617.2025.11>

Scientific journal "Effective Rabbit Breeding and Animal Husbandry", Cherkasy: Cherkasy Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences. 2025. No. 11 – 256 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. 7 dated July 16, 2025

© 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

<i>Havrysh O. M., Nebulytsia M. S., Tkach E. F., Osokina T. G., Bashhenko V.M., Bilan A.P.</i> Reproductive qualities of rabbits depending on paratyptic factors during their maintenance.....	7
<i>Shevchenko E. A., Honchar O. F., Dzitsiuk V. V.</i> Genetic potential of Poltava silver rabbits: G-BLUP evaluation based on polymorphism of MSTN and PGR genes.....	19
<i>Бащенко М. І., Бойко О. В., Сотніченко Ю. М.</i> Вплив породної належності кролів на їх м'ясу продуктивність.....	28
<i>Бойко О. В., Періг Б. П., Лучин І. С.</i> Продуктивні та генетично-селекційні особливості кролематок порід кролів, придатних до інтенсивного промислового використання в умовах України.....	38
<i>Гавриш О. М., Бойко О. В., Гончар О. Ф., Яремич Н. В., Невесенко А. В.</i> Аналіз стану галузі хутрового звірівництва в світі та Україні за період 2020-2025 рр.....	47
<i>Гончар О. Ф., Гавриш О. М., Мезенцева Л. М., Яремич Н. В. Шаповал О. І., Осокіна Т. Г.</i> Удосконалення технології годівлі американської норки за використання мінеральних сорбентів цеоліт та вермикуліт.....	58
<i>Гончар О. Ф., Небилиця М. С., Гавриш О. М., Осокіна Т. Г.</i> Сучасні виклики безпечного утримання кролів.....	74
<i>Зламанюк Л. М., Уманець Р. М., Уманець Д. П.</i> Вплив промислового кролівництва на навколишнє середовище.....	89
<i>Уманець Д. П., Зламанюк Л. М., Уманець Р. М.</i> Тридцять років прогресу штучного осіменіння в кролівництві.....	116
<i>Уманець Р. М., Зламанюк Л. М., Уманець Д. П.</i> Благополуччя кролів в умовах фермерського господарства.....	141
<i>Шабля В. П., Корх О. В., Шабля П. В., Сябро А. С.</i> Динаміка і тенденції розвитку галузі кролівництва в Україні та світі.....	168
<i>Якубець Т. В., Бочков В. М.</i> Аналіз росту і продуктивності кроленят, отриманих від самців різної породності за використання їх у схемі кросу.....	185
ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА	
<i>Дуда Ю. В., Прус М. П., Корейба Л. В.</i> Морфологічні, гістологічні та ферментативні зміни у кролів (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) за стронгілоїдозу, спричиненого <i>Strongyloides papillosus</i>	197
<i>Ковальчук І. І., Проданчук О. В., Лесик Я. В.</i> Вплив нанотехнологічного селену цитрату на клінічні показники організму та продуктивність кролів.....	217
<i>Лесик Я. В., Бойко О. В., Гончар О. Ф., Юзьвяк М. О., Денис Г. Г., Хомин М. М., Кисців В. О.</i> Вплив органічної добавки на параметри крові кролів за умов теплового стресу.....	224
<i>Сачук Р. М., Велесик Т. А., Стравський Я. С., Пономаренко В. Ю., Жигалюк С. В., Кацараба О. А., Баріло Б. С.</i> Токсико-екологічна характеристика комплексу токоферолу і селену на кролях у контексті шкільного викладання біології та хімії.....	239

CONTENT
ANIMAL BREEDING

Havrysh O. M., Nebylytsia M. S., Tkach E. F., Osokina T. G., Bashhenko V. M., Bilan A. P. Reproductive qualities of rabbits depending on paratyptic factors during their maintenance.....	7
Shevchenko E. A., Honchar O. F., Dzitsiuk V. Genetic potential of Poltava silver rabbits: G-BLUP evaluation based on polymorphism of MSTN and PGR genes.....	19
Bashchenko M. I., Boiko O. V., Sotnichenko Y. M. The influence of rabbit breeding on their meat productivity.....	28
Boiko O. V., Perig B. P., Luchyn I. S. Productive and genetic-selection features of rabbit dogs of rabbit breed suitable for intensive industrial use in Ukrainian conditions.....	38
Havrysh O. M., Boiko O. V., Honchar O. F., Yaremych N. V., Nevesenko A. V. Analysis of the state of the fur animal breeding industry in the world and Ukraine for the period 2020-2025.....	47
Honchar O. F., Havrysh O. M., Mezenceva L. M., Yaremych N. V., Shapoval O. I., Osokina T. G. Improving the technology of feeding American mink using mineral sorbents zeolite and vermiculite.....	58
Honchar O., Nebylytsia M., Havrysh O., Osokina T. Current challenges of safe keeping of rabbits.....	74
Zlamaniuk L., Umanets R., Umanets D. The impact of industrial rabbit breeding on the environment.....	89
Umanets D. P., Zlamanyuk L. M., Umanets R. M. Thirty years of progress of artificial insemination in rabbit breeding.....	116
Umanets R., Zlamaniuk L., Umanets D. Measuring on-farm welfare in rabbits.....	141
Shablya V. P., Korx O. V., Shablya P. V., Syabro A. S. Dynamics and trends of the development of the rabbit breeding industry in Ukraine and the world.....	168
Yakubets T., Bochkov V. Analysis of the growth and productivity of rabbits obtained from males of different breeds used in a crossbreeding scheme.....	185

VETERINARY

Duda Yu., Prus M., Koreyba L. Morphological, histological and enzymatic changes in rabbits (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) with strongyloidiasis caused by <i>Strongyloides papillosus</i>	197
Kovalchuk I. I., Prodanchuk O. V., Lesyk Y. V. Influence of nanotechnological selenium citrate on clinical parameters of the organism and productivity of rabbits.....	217
Lesyk Y., Boiko O., Honchar O., Yuzviak M., Denys G., Khomyn M., Kystsiv V. Influence of organic additive on rabbit blood parameters under heat stress.....	224
Sachuk R. M., Velesy'k T. A., Stravs'ky' Ya. S., Ponomarenko V. Yu., Zhy'galyuk S. V., Kaczaraba O. A., Bary'lo B. S. Toxico-ecological characteristics of tocopherol and selenium complex on rabbits in the context of school teaching of biology and chemistry.....	239

UDC 636.083.92.082.4:631.225

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.7-18>**REPRODUCTIVE QUALITIES OF RABBITS DEPENDING ON
PARATYPIC FACTORS DURING THEIR MAINTENANCE**Havrysh O. M., *candidate of agricultural sciences, senior researcher,*Nebylytsia M. S., *candidate of agricultural sciences,*Tkach E. F., *candidate of agricultural sciences,*Osokina T. G., *research fellow,*Bashchenko V. M., *candidate of agricultural sciences,*Bilan A. P., *research fellow**Cherkassy Experimental Station of Bioresources of NAAS
bioresurs.ck@ukr.net*

Experimental studies were conducted on the population of rabbits of the Poltava Silver breed on the basis of the experimental rabbit farm of the Cherkasy Research Station of Bioresources of NAAS. The fertilization ability of rabbit sperm and the features of embryonic and postembryonic development of young animals depending on the season were studied. To assess the main indicators of the microclimate, an Electronic microclimate analyzer “EMA-5” was used. It was established that the concentration of carbon dioxide in the room was within the permissible limits - 970 ppm in winter, 982 ppm - in spring and 1210 ppm - in summer. Atmospheric pressure in all seasons was at the level of 751-754 mm Hg. st. The average daily illumination in the room was 47.5 Lx in winter, 81.5 Lx in spring and 87.8 Lx - in summer, that is, it corresponded to the permissible parameters. The exception was the winter season, during which the average daily light levels were 26.9% lower than the minimum permissible value. The reproductive qualities of rabbits using artificial insemination technology were experimentally studied. In addition, the individual development of the resulting offspring under conditions of maintenance in a capital production facility. Studies of sperm productivity indicators of males and reproductive ability of females depending on paratypic factors showed their seasonal variability. In particular, according to these indicators, the highest sperm productivity of males was observed in the winter period, and the reproductive ability of females was in the spring. The lowest sperm productivity of males was in the summer - during the period of high air temperatures, and the lowest reproductive ability of females - in winter when kept in a capital rabbits without heating. In the process of research, a clear pattern was revealed regarding the gradual decrease in the vast majority of sperm productivity indicators of males and an increase in the reproductive ability of females from winter to summer. The analysis of variance showed a significant influence of the season on the vast majority of the studied indicators – both on the sperm productivity of males and on the reproductive ability of females. Therefore, to increase the production

efficiency of industrial farms with a flow system of meat production, it is necessary to plan the reproduction of the herd, taking into account the seasonal variability of the indicators of the reproductive qualities of animals. This applies to the sperm productivity of males in the summer, in particular, it is recommended to increase the volume of insemination of rabbits by at least 10%. In addition, to improve the reproductive ability of females in winter, it is necessary to provide equipment for heating the queen cell of the required power, according to the calculation of the heat balance. To improve the industrial technology of keeping rabbits, it is necessary to additionally study the reproductive qualities of males and females, depending on the season, taking into account the regulatory parameters of the microclimate when kept in cages in a closed room and fed with complete granular feed.

Keywords: rabbits, microclimate, season, sperm productivity, reproductive ability.

Introduction. Modern rabbit farming is increasingly adopting innovative technologies for meat production, largely due to the intensification of young animal growth. At the same time, new early-maturing rabbit genotypes are being introduced and kept in metal cages made of galvanized mesh under controlled microclimatic conditions within closed facilities [1, 13].

Currently, 39 industrial-type rabbit farms are operating in Ukraine, all with a full production cycle and equipped with modern animal husbandry technologies [5]. Under such intensive conditions, the profitability of rabbit farming relies on maintaining optimal feeding regimes and achieving high reproductive performance in breeding stock [6, 10].

Improving the reproductive traits of both males and females positively influences the production cost and market competitiveness of rabbit meat. Artificial insemination plays a key role in this process, as it reduces the spread of venereal diseases and enables more efficient use of the genetic potential of top-performing male breeders [2].

To gain a deeper understanding of reproductive performance under artificial insemination, researchers also examine the individual development of offspring. According to G.A. Schmidt, one of the most critical periods of animal ontogenesis is the embryonic stage, which in rabbits is divided into three subperiods: the early (embryonic) stage (1 – 12 days after fertilization), the pre-fetal (middle) stage (13 – 18 days), and the fetal (late) stage (19 – 30 days). At 13.5 days of gestation, the average weight of pre-fetuses is about 0.12 g, and by 19.5 days, fetuses weigh around 2.8 g and measure approximately 0.7 cm in length. A distinctive feature of rabbits is their exceptionally rapid intrauterine growth, which surpasses that of most other livestock species.

In recent years, under industrial conditions involving artificial insemination, the influence of seasonality on reproductive function has become increasingly significant, directly affecting the rhythm and volume of rabbit meat production [16, 18].

A preliminary analysis of the literature reveals insufficient and often contradictory information regarding reproductive performance in rabbit farming,

particularly concerning the influence of individual paratypic factors such as seasonal variation.

In this context, further investigation into the reproductive performance of male and female rabbits across different seasons is necessary, taking into account microclimatic factors under cage housing in enclosed facilities and feeding with complete pelleted feed.

Objective of the study - To evaluate sperm fertilizing capacity as well as the embryonic and post-embryonic development of young rabbits depending on the season.

The purpose of the study is to study the fertilizing ability of sperm, embryonic and postembryonic development of young animals depending on the season.

Materials and methods. The research was conducted on a population of Poltava Silver rabbits breed on the basis of an experimental rabbit farm of the Cherkasy Experimental Station of Bioresources, as well as using special equipment SpermVision (Minitube) of SPE "Progress" taking into account world experience and using generally accepted methods. The research methods and deadlines were strictly adhered to. When conducting experimental work, the current DSTU and instructions for conducting research were adhered to, as well as technological regulations and regulatory documentation [8, 14].

The final requirements were specified in the process of work.

Indicators of economically useful traits of rabbits were calculated according to the data of primary zootechnical accounting – according to generally accepted methods of biometric analysis analyzer "EMA-5" was used, developed by employees of the Cherkasy Experimental Station of Bioresources of NAAS [15, 19].

In particular, the following were measured monthly: temperature, relative humidity and atmospheric pressure, as well as illumination and carbon dioxide concentration. Measurements were carried out in an automated mode every 10 minutes throughout the day using measuring units.

The obtained microclimate indicators were compared with the standards and hygienic requirements stipulated by the relevant Departmental standards for technological design (VNTP-APK 05.07), and were further systematized by seasons of the year - winter, spring, summer.

When studying the reproductive performance [2, 9] of male rabbits during the season of the year, before insemination of female rabbits, sperm was collected, mainly from the second ejaculate during the first month of the next season (with the exception of winter - in December of the previous year) from 5 fertile males, after which, after dilution with a diluent, 10 females were artificially artificially inseminated (after the first calving and older).

At the same time, sperm was evaluated: by ejaculate volume, sperm motility and their concentration in the ejaculate, and the total number of active sperm in the ejaculate was also calculated.

The degree of dilution was also taken into account - based on 50-70 million motile sperm in a sperm dose. The volume of the ejaculate was measured using a graduated sperm receiver, the the concentration of sperm - using standard methods in a counting chamber.

Greasier motility and sperm motility were assessed using Sperm Vision (Minitube) special equipment. In addition, males were also evaluated for sperm fertilizing ability [3, 10, 20].

The study of embryogenesis of female fetuses was carried out at the beginning of the fertile period at 20 days of age using a special ultrasound scanner "Ultrascan 45" by counting the number of "fetuses". Based on this, the survival of the newborn litter was determined (number of diagnosed fetuses/number of viable newborn rabbits).

The technical capabilities of the scanner did not allow for the study of embryogenesis at the age of 10 days of the embryonic period.

The litter of young animals was weighed in the nest at birth, at 10 and 20 days of age, and at weaning at 30 days, taking into account the number of rabbits in the nest, and the average live weight of rabbits was determined. At the same time, the survival of the litter during the suckling period was also taken into account (number of rabbits in the nest at weaning/number of viable litters born in the nest) [12].

The research materials were processed by biometric methods on a computer using the "Statistica 8" software. Based on the results of data processing, the arithmetic mean M , its error (m), coefficient of variation (Cv), and probability level (p) were determined.

Results of research. Analysis of the data on the average air temperature in the room for keeping rabbits without heating in winter shows that it was 4.8°C above zero (with an external temperature of 2.3°C). This indicator is significantly below the permissible norm (Table 1).

Table 1. Main indicators of the microclimate of the rabbitry by season

Indicator	Normative value ¹	Winter		Spring		Summer	
		outside	in the middle	outside	in the middle	outside	in the middle
Air temperature, °C	12-25	2,3	4,8	10,4	12,9	23,0	22,4
Relative air humidity, %	45-75	83,1	86,9	67,0	78,0	64,0	60,2
Atmospheric pressure, mm Hg.	760,0	753,0	753,0	754,0	754,0	751,0	751,0
Carbon dioxide (CO ₂) level, ppm	till 2500	-	970	-	982		1210
	no less 65	-	47,5	-	81,5		87,8

With the arrival of spring, the temperature accordingly increased and was within 12.9°C in the rabbit's cage and 10.4°C outside. In summer, this indicator indoors averaged 22.4°C.

In 2020, the average monthly outdoor temperature in the summer period was more stable than in the past: in June, 23.4°C; in July, 22.9°C; and in August, 22.6°C.

As in the previous year, during this period, the experimental males and females, as well as the rest of the livestock, were in a somewhat depressed state, during which the overall need for water for drinking increased and the amount of feed consumed

Studies of the air microclimate in the rabbit hutch also showed that the maximum permissible parameters of relative humidity were exceeded both in winter by 11.9% and in spring by 3.0%, which indicates some shortcomings in the operation of the supply and exhaust ventilation system. Carbon dioxide in the room was within the permissible limits – 970 ppm in winter, 982 ppm in spring, and 1210 ppm in summer. about some shortcomings in the operation of the supply and exhaust ventilation system. However, with warming in summer, there was a tendency for this indicator to decrease and stabilize at the level of 60.2%.

Concentration: when analyzing atmospheric pressure, it was found that in all seasons it was actually at the level of 751-754 mm Hg. Analysis of the illumination index of the rabbitry showed that its average daily value was 47.5 Lk in winter, 81.5 Lk in spring, and 87.8 Lk in summer; that is, in most cases it met the permissible standards, except for winter.

Analysis of sperm productivity indicators of males showed its variability by season (Table 2).

Table 2. Male sperm productivity indicators depending on the season, (n=15)

Indicator	Winter		Spring		Summer	
	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
Ejaculate, ml	1,3 ± 0,07	21,15	1,3 ± 0,02	7,13	1,2 ± 0,03	9,40
Sperm concentration, million/ml	448,0± 14,55	12,58	398,7± 13,16*	12,79	351,3± 8,67***	9,55
Sperm motility, scores	7,6 ± 0,13	6,67	7,4 ± 0,13	6,85	7,3 ± 0,13	6,65
Total number of active sperm in ejaculate, million	438,6± 26,54	23,43	393,1± 16,59	16,34	313,5± 4,87***	6,02
Degree of dilution of sperm	7,0±0,37	20,20	6,5±0,31	18,17	5,3±0,12***	8,69
Fertilizing ability, %	82,0	x	88,0	x	78,0	x

Note: Here and below the probability level* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

However, when measuring the volume of ejaculate sperm, no significant difference was found, although there was a tendency for its slight decrease in the summer. When determining the concentration of sperm in the ejaculate, it was significantly highest ($p < 0.001$) in the winter (448.0 million/ml) and the lowest in the summer (351.3 million/ml); the difference was 21.58% (the winter period was taken as 100%). A seasonal pattern of a gradual decrease in this indicator from winter to summer was observed.

When assessing sperm motility in ejaculate, in the vast majority of cases, the highest indicator was observed in winter (7.6 points) and the lowest in summer (6.8 points), although the difference was not significant (10.53%). A tendency of a gradual seasonal decrease in this indicator from winter to summer was revealed.

When determining the total number of active sperm in the ejaculate, seasonal variability was also found (gradual decrease from winter to summer). This indicator was probably highest ($p<0.001$) in winter (438.6 million) and lowest in summer (313.5 million); the difference was 28.52%.

Considering the quality of the sperm, the degree of dilution was also changed before insemination of the females, seasonally decreasing it from winter to summer. This indicator was probably the highest ($p<0.001$) in winter (7.0) and the lowest in summer (5.3); the difference was 24.29%.

A study of the fertilizing ability of male sperm by season showed that this indicator was highest in spring (88%) and lowest in summer (78%); the difference reached 10%. In winter, 82% of females were fertilized. Thus, the conducted studies were on females. Thus, studies of male sperm productivity have mainly shown probable seasonal variability in most indicators.

The indicators of the reproductive ability of females depending on the season are given in Table 3.

Ultrasound research of embryogenesis of fetuses at the age of 20 days showed that the number of newborn viable rabbits from the number of detected fetuses (embryo preservation of the litter) was 95.2% in winter, 98.6% in spring, and 97.2% in summer; that is, it was highest in spring and lowest in winter, although the range of variability was insignificant – at the level of 1.4-3.4%.

Analysis of the multi-fertility of female rabbits showed that this indicator was probably the highest ($p<0.001$) in spring and summer (7.1 and 7.0 heads, respectively), and the lowest in winter (5.9 heads); the largest difference was 20.34% (the winter period was taken as 100%). In a similar comparison, it was larger in spring (61.8 g), smaller in summer (61.2 g), and the lowest in winter (59.9 g); the largest difference was 3.17%. As for the mass of the nest, the indicator of large-fruitedness was probably the highest ($p<0.05$) in spring (61.8 g), smaller in summer (61.2 g), and the lowest in winter (59.9 g); the largest difference was 3.17%. As for the mass of the nest, it was the lowest in winter (350.4 g) and the highest in spring (434.6 g); in summer, it was 425.6 g. The largest probable difference was 24.03% ($p<0.001$).

At 10 days of age, the largest number of rabbits in the nest was in spring (6.9 heads), and the smallest in winter (5.8 heads). In summer, this figure was at the level of 6.7 heads; the largest probable difference was 18.97% ($p<0.001$). The highest average live weight of 1 head of young was observed in spring (134.6 g), somewhat lower in summer (134.5 g), and the lowest in winter (131.3 g) the largest unexpected difference was 2.51%.

Table 3. Reproductive ability of females by season, (n=39-44)

Indicator	Winter (n=41)		Spring (n=44)		Summer (n=39)	
	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
Ultrasound of fetuses	6,2±0,10	10,61	7,2±0,11***	9,74	7,2±0,08***	6,83
Embryo preservation, %	95,2	x	98,6	x	97,2	x
Multiplication, head.	5,9±0,15	16,43	7,1±0,14***	13,09	7,0±0,11***	9,58
Large-fruited, g	59,9±0,63	6,73	61,8± 0,54*	5,79	61,2±0,59	5,98
Nest mass, g	350,4±6,35	11,60	434,6±7,08***	10,81	425,6±5,32***	7,81
At the age of 10 days:						
number of rabbits, head.	5,8± 0,14	15,03	6,9± 0,13***	12,22	6,7± 0,09***	8,50
average live weight of 1 head, g	131,3±1,16	5,68	134,6±1,32	6,51	134,5±1,26	5,84
mass of the nest, g	760,6±17,40	14,65	923,5±15,51**	11,14	898,2±10,78***	7,49
At the age of 20 days:						
number of rabbits, head.	5,7±0,14	15,46	6,7±0,12***	11,54	6,6±0,10***	9,02
average live weight of 1 head, g	288,8±4,87	10,80	301,8±5,05	11,10	306,3±5,63*	11,49
mass of the nest, g	1648,7±54,72	21,25	2010,9±44,24***	14,59	2019,7±49,38***	15,27
At the age of 30 days:						
number of rabbits	5,6±0,13	15,25	6,6±0,12***	11,76	6,5±0,10***	9,29
average live weight of 1 head, g	531,5±5,93	7,14	533,9±12,23	15,19	560,3±4,89***	5,45
mass of the nest, g	2998,8±84,16	17,97	3532,3±97,69***	18,35	3615,6±55,21***	9,54
Milkiness, g	2596,6±84,16	17,97	3152,5±81,76***	17,20	3188,1±96,96***	18,59
Survival of off spring, %	94,9	x	93,0	x	92,9	x

In this case, the largest living mass of the nest was preserved in the spring (923.5 g), and the smallest was the nest (760.6 g); the small one was 898.2 g (the highest potential difference was 21.42%).

Similar investigations were carried out in the 20th century. Thus, in general, the greatest number of rabbits at the nest is in the spring (6.7 heads), and the fewest in the winter (5.7 heads). In the summer, this show was on the level of 6.6 heads. The greatest difference was 17.54% ($p<0.001$). Young animals were growing –

306.3 g, smaller in spring (301.8 g), and smaller in winter (288.8 g); a significant difference was due to the increase of -6.06% ($p < 0.05$).

With the same number of important indicators at the age of 30 days (after weaning from the female), the largest number of rabbits in the nest was in spring (6.6 heads), and the smallest was in winter (5.6 heads). The entry point for this indicator was 6.5 heads; the largest difference was 17.86% ($p < 0.001$). In this world, the average live weight is 1 head. For young animals, this figure was 560.3 g, for young animals in spring (533.9 g), and for smaller animals – 3615.6 g. In spring, this indicator was 3532.3 g, and in winter – the lowest (2998.8 g); the largest probable difference was 20.56% ($p < 0.001$).

As experience has shown, one of the most important factors in a rabbit female's productivity is her milk production. Our research has shown that this indicator is most likely to be found in the summer (3188.1 g) and lowest in winter (2596.6 g); the difference was 22.78% ($p < 0.001$). In the spring, the milk yield of the female was 3152.5 g.

Analysis of the saving of young animals during the period from breeding is clear that this indicator has an insignificant increase in longevity at the time of birth (1.9-2.0%) and is equal to: autumn - 94.9%, spring - 93.0%, and summer - 92.9%.

Thus, during the research, the females mainly identified the seasonal abundance for most of the most important indicators. As a rule, the highest productivity of the rabbit was especially in the winter and significantly lower in the spring and summer periods.

A one-way analysis of variance was carried out to determine the frequency of the indicators of sperm productivity in males due to the emergence of the period of death (Table 4), which indicated that the effect was likely to manifest itself on sperm concentration in the ejaculate (42%, $p < 0.001$), the number of active sperm in the ejaculate (36%, $p < 0.001$), and the level of sperm diluted (32%, $p < 0.001$).

Table 4. Partially based on indicators of sperm productivity of males

Indicator	Impact shar	F	p
Ejaculate volume	0,06	1,35	0,271
Sperm concentration in ejaculate	0,42	15,24	0,001
Sperm motility in ejaculate	0,05	1,15	0,326
Total number of active sperm in the ejaculate	0,36	11,99	0,001
Degree of dilution family	0,32	10,00	0,001

A one-way analysis of variance was conducted to determine the proportion of variability in the indicators of female reproductive ability due to the influence of the season, which showed that the effect on the vast majority of its indicators was likely to be manifested: multiparity – 27% ($p < 0.001$); nest weight at birth – 47% ($p < 0.001$); at the age of 10 days: number of heads in the nest – 27% ($p < 0.001$); nest weight – 36% ($p < 0.001$); at the age of 30 days (weaning of rabbits): number of heads in the

nest – 26% ($p < 0.001$); average live weight of rabbits – 5% ($p < 0.05$); nest weight – 21% ($p < 0.001$); milkiness – 18% ($p < 0.001$), table 5.

Table 5. The proportion of the influence of the season on the reproductive ability of females

Indicator	Share of influence	F	p
Multi Fertility	0,27	22,52	0,001
Number of rabbits, heads	0,05	2,97	0,072
Nest weight at birth	0,47	52,68	0,001
At the age of 10 days:			
the number of heads	0,27	22,59	0,001
average live weight of 1 head.	0,03	2,09	0,034
mass of the nest	0,36	33,71	0,001
At the age of 20 days:			
the number of heads	0,27	21,71	0,001
average live weight of 1 head.	0,05	3,19	0,045
mass of the nest	0,24	18,45	0,001
At the age of 30 days:			
the number of heads	0,26	20,74	0,001
average live weight of 1 head.	0,05	3,31	0,040
mass of the nest	0,21	16,29	0,001
Milkiness	0,18	12,83	0,001

Conclusions. The study of indicators of sperm productivity of males and reproductive ability of females depending on paratypic factors showed their seasonal variability. According to the studied indicators, the highest sperm productivity of males was observed in the winter period, and the reproductive ability of females – in the spring.

The lowest sperm productivity of males was in the summer period – during the period of high air temperatures – and the lowest reproductive ability of females was in the winter, when animals were kept in a capital unheated rabbit.

A clear trend towards a gradual decrease in the vast majority of the studied indicators of sperm productivity of males and an increase in the reproductive ability of females from winter to the onset of summer was revealed

In industrial farms with a flow system of meat production, herd reproduction planning must be carried out, taking into account seasonal variability of indicators.

In industrial farms with a flow system of meat production, herd reproduction planning must be carried out, taking into account seasonal variability of indicators. For the sperm productivity of males – especially in summer (it is recommended to

increase the volume of insemination of rabbits by at least 10%) – and the reproductive ability of females in winter (providing a heating system for the female cell).

REFERENCES

1. Bashchenko M., Honchar O., Boiko O. Krolivnytstvo v Ukraini. Monohrafiia. – Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN, 2020. – 219 s.
2. Bashchenko M.I., Boiko O.V., Honchar O.F., Havrysh O.M., Luchyn I.S., Usenko V.O., Sotnichenko Yu.M. (2021) Udoskonalennia kroliv porody poltavske sriblo za oznakamy produktyvnosti ta eksterieru. Metodychni rekomendatsii. – Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN. 17 s.
3. Boiko O.V. Suchasni tendentsii rozvytku krolivnytstva v Ukraini. Teoretychni ta praktychni aspekty intensyfikatsii haluzi krolivnytstva Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi onlain-konferentsii (19 travnia 2022 roku). Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN – Cherkasy 2022. S. 5-8.
4. Boiko O.V., Havrysh O.M., Honchar O.F., Osokina T.H., Orel S.A., Vintoniv O.A. (2024) Udoskonalennia metodiv pidvyshchennia vidtvoriuvanoi zdatnosti kroliv za riznykh umov utrymannia. Metodychni rekomendatsii. – Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN. 29 s.
5. Vakulenko I. (2006). Efektyvnist krolivnytstva na riznykh fermakh / I. Vakulenko, Z. Poladian // Tvarynnytstvo Ukrainy. — №5. — S. 27-29.
6. Honchar O.F. (2011). Perspektyvy rozvytku krolivnytstva v Ukraini / O. Honchar, Ye. Shevchenko // Tvarynnytstvo Ukrainy. - №6. – S. 2-6.
7. Honchar O., Boiko O., Havrysh O. (2020). Suchasni tendentsii rozvytku krolivnytstva v Ukraini // Tvarynnytstvo. - №1 (sichen). S. 74-79.
8. Honchar O.F. Pidvyshchennia produktyvnosti kroliv pry skhreshchuvanni riznykh porid. Teoretychni ta praktychni aspekty intensyfikatsii haluzi krolivnytstva Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi onlain-konferentsii (19 travnia 2022 roku). Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN – Cherkasy 2022. S. 23 – 25.
9. Honchar O.F., Boiko O.V., Havrysh O.M., Luchyn I.S., Shevchenko Ye.A. Metodychni rekomendatsii shchodo pidvyshchennia pokaznykiv produktyvnosti kroliv radianska shynshyla zalezchno vid metodiv yii skhreshchuvannia z miasnymy porodamy. Metodychni rekomendatsii. – Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv Natsionalnoi akademii ahrarnykh nauk Ukrainy – 2024. – 39 s.
10. Havrysh O.M. Minlyvist pokaznykiv produktyvnosti ta stupin fenotipovoho dominuvannia u kroliv pry skhreshchuvanni porid riznoho napriamu produktyvnosti. Teoretychni ta praktychni aspekty intensyfikatsii haluzi krolivnytstva Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi onlain-konferentsii (19 travnia 2022 roku). Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN – Cherkasy 2022. S. 25-27.
11. Sotnichenko Yu.M. Efektyvne vedennia selektsiino-pleminnoi roboty u krolivnytstvi. Teoretychni ta praktychni aspekty intensyfikatsii haluzi krolivnytstva Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi onlain-konferentsii (19 travnia 2022 roku). Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN – Cherkasy 2022. S. 12-15.

12. Sotnichenko. Yu. M. (2020). Osoblyvosti formuvannia miasnoi produktyvnosti kroliv miaso – shkurkovoho napriamku produktyvnosti. /Zbirnyk naukovykh prats. Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo Vyp. 6. S. 113-125.

13. Svechyn K.B. Yndyvdydualnoe razvytye selskokhoziaistvennykh zhyvotnykh /– K.: Urozhai, 1976. – 288 s.

14. Instrukttsiia z bonituvannia norok, lysyts, pestsiv, tkhoriv, yenotovynykh sobak, nutrii z klitkovoho rozvedennia. Instrukttsiia z bonituvannia kroliv. Instrukttsiia z vedennia plemynnoho obliku u zvirivnytstvi ta krolivnytstvi. – K.: Blank–Servis: 2003. – 87 s.

15. Kotsiubenko H. T. Karelina (2004). Perspektyva stvorennia vysokoproduktyvnykh kroleferm Tvarynnytstvo Ukrainy. №4. – S. 5-6.

16. Kotsiubenko H.A. (2011). Vidtvorni ta produktyvni yakosti kroliv v zalezhnosti vid sezonu okrolu / H.A. Kotsiubenko, O.I. Petrova // Naukovyi visnyk Lvivskoho NUVMB im. S.Z. Hzhyskoho: zb. nauk. prats / Lvivskyi NUVMB. – Lviv. T. 13, - №4 (50), - Ch. 3. – S. 150-154.

17. Kotsiubenko H.A. Naukovo-praktychni metody pidvyshchennia produktyvnosti kroliv: Monohrafiia / H.A. Kotsiubenko. – M. Mykolaiv: MNAU. – 2013. - S. 48-65.12

18. Nebylytsia M. S., Zubenko O.V., Onyshchenko R.O. Prystirii dlia vymyriuvannia parametriv mikroklimatu prymishchen. Patent na korysnu model № 99874. Biul. №12 vid 25.06.2015. – 3 s.

19. Luchyn I.S. Menedzhment hodivli za promyslovoho vyrobnytstva kroliatyny Teoretychni ta praktychni aspekty intensyfikatsii haluzi krolivnytstva Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi onlain-konferentsii (19 travnia 2022 roku). Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN – Cherkasy 2022. S. 8-12.

20. Kotsiubenko H.A. Obhruntuvannia efektyvnoi systemy selektsiinykh metodyk ta tekhnolohichnykh pidkhodiv pidvyshchennia produktyvnosti v haluzi krolivnytstva: avtoref. dys. na zdob. nauk. stupenia d-ra s.-h. nauk: spets. 06.02.01 «Rozvedennia ta selektsiia tvaryn» / H.A. Kotsiubenko; NAAN Ukrainy, Instytut rozvedennia i henetyky tvaryn. – Chubynske: MNAU, 2014. – 40 s.

УДК 636.083.92.082.4:631.225

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.7-18>

ВІДТВОРНІ ЯКОСТІ КРОЛІВ У ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПАРАТИПОВИХ ФАКТОРІВ ПРИ ЇХ УТРИМАННІ

Гавриш О. М., кандидат с.-г. наук, старший дослідник,

Небилиця М. С., кандидат с.-г. наук,

Ткач Є. Ф., кандидат с.-г. наук,

Осокіна Т. Г., науковий співробітник,

Башченко В. М., кандидат с.-г. наук,

Білан А. П., науковий співробітник

*Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН
bioresurs.ck@ukr.net*

Експериментальні дослідження проводились на поголів'ї кролів породи полтавське срібло на базі експериментальної кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів. Досліджено запліднювальну здатність сперми кролів, особливості ембріонального та постембріонального розвитку молодянку, залежно від пори року. Для оцінки основних показників мікроклімату використовували електронний аналізатор мікроклімату «ЕМА-5». Встановлено, що концентрація вуглекислого газу в приміщенні знаходилася в допустимих нормах меж – 970 ppm взимку, 982 ppm – весною та 1210 ppm – влітку. Атмосферний тиск в усі пори року знаходився на рівні 751-754 мм рт. ст. Середньодобовий показник освітленості в приміщенні дорівнював 47,5 Лк взимку, 81,5 Лк – весною та 87,8 Лк – влітку, тобто, відповідав допустимим параметрам. Виняток становила зимова пора року, впродовж якої середньодобові показники освітленості були меншими від мінімально допустимого значення на 26,9 %. Експериментально досліджено відтворні якості кролів за технології штучного осіменіння. Крім цього, індивідуальний розвиток отриманого приплоду за умов утримання в капітальному виробничому приміщенні. Дослідження показників спермопродуктивності самців та відтворної здатності самиць залежно від паратипових факторів засвідчили їхню сезонну мінливість. Зокрема, за цими показниками найвища спермопродуктивність самців спостерігалась у зимовий період, а відтворна здатність самиць – весною. Найнижча спермопродуктивність самців була влітку – упродовж періоду високих температур повітря, а найнижча відтворна здатність самиць – взимку за утримання в капітальному крільчатнику без опалювання. У процесі досліджень виявлена чітка закономірність щодо поступового зниження переважної більшості показників спермопродуктивності самців і підвищення відтворної здатності самиць від зимової до літньої пори року. Проведений дисперсійний аналіз засвідчив вірогідний вплив пори року на переважну більшість досліджуваних показників - як на спермопродуктивність самців, так і на відтворну здатність самиць. Тому для підвищення ефективності виробництва промислових господарств з потоковою системою виробництва м'яса, потрібно планувати відтворення стада з урахуванням сезонної мінливості показників відтворних якостей тварин. Це стосується спермопродуктивності самців влітку, зокрема, рекомендується збільшити обсяги осіменіння кролиць щонайменше на 10%. Крім того, для покращення відтворної здатності самиць взимку, потрібно забезпечити нормативні показники освітленості приміщення та обладнання для опалювання маточника необхідної потужності, згідно розрахунку нульового теплового балансу. Для удосконалення промислової технології утримання кролів необхідно додатково дослідити відтворні якості самців і самиць, залежно від пори року, з урахуванням нормативних параметрів мікроклімату, за кліткового утримання в закритому приміщенні та годівлі повнораціонним гранульованим комбікормом.

Ключові слова: кролі, мікроклімат, пора року, спермопродуктивність, відтворна здатність.

UDC 636.92.087

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.19-27>

GENETIC POTENTIAL OF POLTAVA SILVER RABBITS: G-BLUP EVALUATION BASED ON POLYMORPHISM OF MSTN AND PGR GENES

Shevchenko E. A., *candidate of agricultural sciences,*

Honchar O. F., *candidate of agricultural sciences, research associate,*

Dzitsiuk V. V., *doctor of agricultural sciences, professor*

Cherkassy Experimental Station of Bioresources of NAAS

bioresurs.ck@ukr.net

The article presents the results of the assessment of rabbits of different lines of the Poltava Silver breed using the G-BLUP method with the analysis of the influence of polymorphic variants of the myostatin (MSTN) genes on live weight and progesterone receptor (PGR) on reproductive ability.

The indicators of gene diversity in different lines of the Poltava Silver breed for these polymorphisms showed a positive value of the Wright fixation index (Fis), indicating the predominance of heterozygotes for the C and T alleles. Based on the obtained heterozygosity data, Wright fixation indices were calculated.

The inbreeding coefficient (Fis) for the genes – MSTN and PGR – showed different distributions between rabbit lines. A higher value of Fis for the MSTN gene indicates a greater deficit of heterozygosity, potentially indicating higher inbreeding effects. On the other hand, a lower value of Fis for the PGR gene means smaller inbreeding effects or that the population is closer to panmixia.

Analysis of the influence of the SNP C34T polymorphism in the MSTN gene on the average daily gain of rabbits revealed the following patterns. Heterozygous rabbits with the ST genotype demonstrated higher average daily gains. Their gains were 2.3% higher than those of homozygotes for the C allele (39.0 ± 0.3 g vs. 38.2 ± 0.2 g, $p < 0.05$). At the same time, the average daily gains of homozygotes for the T allele were 2.6% lower than those of heterozygotes for the ST (38.2 ± 0.2 g vs. 39.0 ± 0.3 g, $p < 0.05$).

It was found that line 1871817 is the most promising in terms of meat productivity, showing the highest values of BLUP-index (1358), estimated breeding value (EBV, 1.412) and reliability (REL, 1.827), which confirms its high genetic potential. Lines 1847213 and 1832221, on the contrary, have small negative EBV and low REL, which indicates their lower productivity. The G-BLUP method also confirmed the influence of the PGR gene on reproductive traits. Lines 1871817 and 1811231 showed the highest BLUP-index (5.57) for these indicators, which indicates their high potential for transmitting reproductive potential to offspring. In general, the line 1871817 demonstrates high genetic potential both in terms of live weight and the number of weaned rabbits, which makes it a priority in the selection of the best individuals for future breeding programs in rabbit breeding.

Keywords: rabbits, G-BLUP, genes, myostatin, progesterone receptor, Poltavskaya Silver breed.

Introduction. Enhancing the genetic potential of livestock populations, particularly rabbits, is a key objective in modern breeding programs. This is primarily achieved through the strategic selection and use of animals with high genetic value. However, accurately predicting the true genetic characteristics of quantitative and qualitative traits – especially those influenced by complex polygenic effects – remains a significant challenge for breeders [1, 2].

Traditionally, the Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) method – often referred to as pedigree-BLUP – has been widely used to evaluate the breeding value of animals. This method utilizes genealogical data (pedigree information) to construct a relationship matrix [3]. Although pedigree-BLUP is effective, it has limitations, as it considers only the expected relatedness based on pedigree rather than the actual genetic similarity realized in the inherited genes.

Modern genetic evaluation is evolving with the introduction of the Genomic Best Linear Unbiased Prediction (G-BLUP) method [4]. Unlike traditional BLUP, G-BLUP uses a G-matrix, which is calculated based on DNA similarity between animals using a large number of genetic markers (e.g., SNPs). This provides a more accurate representation of actual genetic relatedness and allows for the estimation of breeding value at early stages of ontogeny, even before the traits are expressed [5]. Today, these methods are widely applied to assess various types of livestock species [6, 7].

In rabbit breeding, the G-BLUP method has recently been actively developed, particularly through the integration of information on the effects of quantitative trait loci (QTL) associated with economically important traits [8 – 16]. This comprehensive genetic evaluation aims to improve breeding efficiency by accounting for both QTL effects and additive polygenic effects [17]. In G-BLUP models, the parameters typically include the overall value of fixed effects (such as the influence of a genotype at a specific locus) and the random additive genetic effect from polygenic loci, enabling the consideration of marker-associated effects.

The integration of gene polymorphism data, particularly for genes associated with key economic traits, significantly enhances the capabilities of G-BLUP evaluation. This approach enables a more comprehensive assessment of animals by taking into account not only genetic polymorphism and gene expression, but also non-genetic factors such as environmental or paratypic influences.

In the context of improving rabbit productivity, particular attention is given to genes influencing meat and reproductive traits, specifically the myostatin and progesterone receptor genes.

The myostatin gene (MSTN) plays a key role in shaping meat productivity traits in rabbits. It is located on chromosome 7, belongs to the transforming growth factor beta (β -TGF) family, and is involved in the acceleration of skeletal muscle development and differentiation [18].

The progesterone receptor gene (PGR) is important for the reproductive capacity of rabbits. This gene encodes a protein that is part of the superfamily of intracellular receptors and plays a crucial role in mediating the effects of steroid hormones, particularly progesterone. The rabbit PGR gene is located on chromosome 1 and spans 71,875 base pairs (GenBank NC_013669). A substitution

of A→G in the promoter region of the PGR gene (position 2464) has been identified and is associated with reproductive traits in female rabbits [19].

Considering the limited number of studies in Ukrainian rabbit breeding on G-BLUP evaluations using molecular genetic markers, the aim of our research is to assess different lines of Poltava Silver rabbits with an analysis of the influence of polymorphic variants of the myostatin (MSTN) and progesterone receptor (PGR) genes on economically important traits.

Materials and methods. For the study, blood samples were collected from the ear vein of Poltava Silver rabbits (n=500). EDTA or sodium citrate were used as anticoagulants. DNA extraction was performed using the commercial DNA-sorb-B nucleic acid extraction kit (AmpliSens).

Genotyping of individuals was carried out using the PCR-RFLP method (polymerase chain reaction with restriction fragment length polymorphism analysis).

For amplification, specific primers were used for each locus (table 1).

Table 1. Sequences of used primers for genotyped rabbits by PCR-RFLP

Locus	Primer	Nucleotide structure	Source
MSTN (C34T)	F	AATTTTGCTTGCCATTACTGA	Fontanesi et al., 2008 [15]
	R	TCAGCAGAACTGTTGACATACAC	
PGR (G2464A)	F	GAAGCAGGTCATGTCGATTGGAG	Peiró et al., 2010 [14]
	R	CGCCTCTGGTGCCAAAGTCTC	

Amplification was carried out using protocols specific to each locus. The following amplification protocol was used: one initial cycle of denaturation at 95°C for 5 minutes; 34 cycles of denaturation at 95°C for 30 seconds, annealing at 66°C for 60 seconds, and elongation at 60°C for 60 seconds; followed by a final elongation step at 72°C for 5 minutes. The total reaction volume for amplification of both genes was 20 µL, with a primer concentration of 0.2 µM.

Restriction of the MSTN gene fragments was performed using the AluI restriction endonuclease (Fermentas, Lithuania), while for the PGR gene, Eco31I (Thermo Fisher Scientific, USA) was used. The restriction products were separated in a 2.5% agarose gel stained with ethidium bromide at 110 V for 60 minutes. Visualization of DNA fragments in the gel was carried out under ultraviolet light. To determine the size of the restriction fragments, the GeneRuler 100 bp molecular weight marker (Thermo Fisher Scientific) was used. The structure of the BLUP evaluation for male rabbits was based on the following mixed model equation:

$$y = Xb + Zu + e$$

y – vector of observations of dimension N ;

b – vector of fixed effects of dimension p ;

u – vector of random effects of dimension q ;

e – vector of residual (random) errors of dimension N ;

X – design matrix for fixed effects;

Z – design matrix for random effects.

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

$$REL = \frac{n}{n + \frac{4}{h^2} - 1}$$

where:

n – number of offspring of the male rabbit;

h² – heritability coefficient.

To assess the genetic potential of the animals, Estimated Breeding Values (EBV) were used. EBVs were calculated using the BLUP method, taking into account pedigree and phenotypic data for traits such as live weight and the number of weaned kits.

Statistical analysis of the data was performed using Statistica v.10, GenStat v.11, and the BLUPF90 software package [18, 19]. Population-genetic parameters were calculated using the Popgene v.1.32 software [20].

Results of research. The analysis of the population-genetic structure of the Poltava Silver rabbit herd based on polymorphic variants of the MSTN and PGR genes revealed the following. Genetic diversity indicators across different lines of the Poltava Silver breed for these polymorphisms showed a positive value of Wright's fixation index (Fis), indicating a predominance of heterozygotes for the C and T alleles (Table 2).

Table 2. Gene diversity indicators of rabbits from different lines of the Poltava Silver breed for polymorphisms C34T of the MSTN gene and G2464A of the PGR gene (n=500)

Gene	Line							
	Indicator	187181 7	184721 3	181123 1	189413 6	183222 1	181123 1	194152 4
MSTN	Ho	0,481	0,472	0,474	0,480	0,473	0,481	0,476
	He	0,519	0,528	0,526	0,520	0,527	0,519	0,524
PGR	Ho	0,495	0,494	0,489	0,495	0,494	0,490	0,493
	He	0,505	0,506	0,511	0,505	0,506	0,510	0,507
Count of animals		120	89	94	104	114	117	108

Based on the obtained heterozygosity data, Wright's fixation indices were calculated. Their distribution in the Poltava Silver rabbit population for the MSTN and PGR genes is presented below (Figure 1).

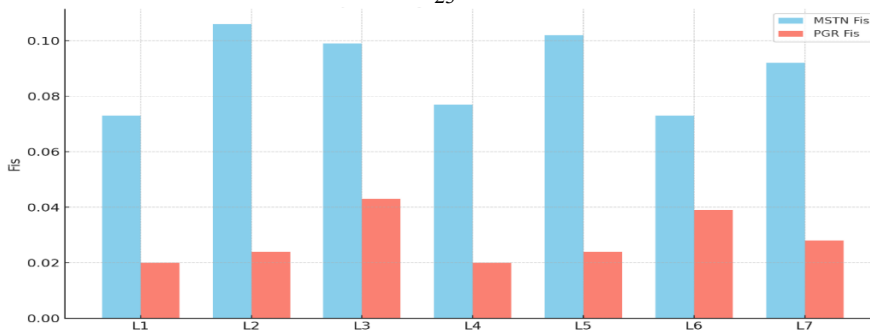


Fig. 1. Distribution of Wright's fixation index based on heterozygosity indicators of polymorphic variants of the *MSTN* and *PGR* genes in Poltava Silver rabbits

The inbreeding coefficient (Fis) for both genes – *MSTN* and *PGR* – showed different distributions across rabbit lines. A higher Fis value for the *MSTN* gene indicates a greater deficiency of heterozygosity, potentially pointing to stronger inbreeding effects. In contrast, a lower Fis value for the *PGR* gene suggests weaker inbreeding effects or that the population is closer to panmixia.

The analysis of the impact of SNP C34T polymorphism in the *MSTN* gene on the average daily gain in rabbits revealed the following patterns. Heterozygous rabbits with the CT genotype exhibited higher average daily gain values. Their gains were 2.3% greater than those of homozygous individuals for the C allele (39.0 ± 0.3 g vs. 38.2 ± 0.2 g, $p < 0.05$). Meanwhile, the average daily gain in homozygous individuals for the T allele was 2.6% lower compared to heterozygotes (38.2 ± 0.2 g vs. 39.0 ± 0.3 g, $p < 0.05$).

Subsequently, in the G-BLUP evaluation, polymorphism data for rabbits were taken into account for SNP C34T of the *MSTN* gene (allelic variants CT, CC, TT) and SNP G2464A of the *PGR* gene (allelic variants GA, GG, AA).

It was established that, according to the G-BLUP evaluation for the *MSTN* gene, the rabbit line 1871817 had the highest BLUP index value (1358), EBV (1.412), and REL (1.827), indicating its high breeding value and accuracy of estimation (Table 3). In contrast, the rabbit lines 1847213 and 1832221 showed negative EBV values and low REL, suggesting lower productivity and less reliable evaluations. Lines 1811231 and 1894136 demonstrated variable results, which may indicate within-line variability or reflect repeated evaluations of different individuals within the same lineage.

According to the G-BLUP evaluation of Poltava Silver rabbits based on polymorphic variants of the progesterone receptor gene and the number of weaned kits, lines 1871817 and 1811231 demonstrated the highest BLUP index (5.57), indicating potentially high reproductive efficiency (Table 4).

Table 3. BLUP evaluation of male rabbits of different lineages based on polymorphic variants of the myostatin gene and live weight (n=330)

Line	BLUP index	EBV	REL
1871817	1358	1.412	1.827
1847213	1282	-0.827	-1.070
1811231	1210	0.398	0.514
1894136	1210	0.645	0.834
1832221	1282	-0.629	-0.814
1811231	1356	-0.369	-0.477
1941524	1282	-0.629	-0.814

Table 4. BLUP evaluation of female rabbits of different lineages based on polymorphic variants of the progesterone receptor gene and number of weaned kits (n = 170).

Line	BLUP index	EBV	REL
1871817	5.57	0.0042	0.588
1847213	4.55	-0.015	-2.157
1811231	3.57	0.0042	0.588
1894136	3.57	0.645	0.588
1832221	4.58	0.0042	0.588
1811231	5.57	0.0042	0.588
1941524	4.56	-0.0056	-0.78

EBV values for most rabbit lines showed low variability, which may indicate a weak or unstable correlation between genotype and litter size. REL for the majority of lines was 0.588, representing a moderate level of reliability. At the same time, lines 1847213 and 1941524 exhibited negative REL values, likely due to the small number of animals studied.

Conclusions. A population-genetic analysis of molecular polymorphisms in the *MSTN* (C34T) and *PGR* (G2464A) genes was conducted in rabbits from different lines of the Poltava Silver breed. The application of the G-BLUP method demonstrates genetic variability among lines for traits such as live weight and the number of weaned kits. This creates opportunities for selecting animals with superior genetic characteristics for further breeding.

References

1. 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>
2. 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>.
3. 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>.

4. 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.

5. 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>

6. 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>

7. 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>

8. Honchar O.F., Gavry'sh O.M., Shevchenko Ye.A. (2015) Metody`chni rekomendaciyi z ocinky` pleminnoyi cinnosti kroliv za metodom BLUP. Cherkasy`: Cherkas`ka doslidna stanciya bioresursiv NAAN 2015. – 12 s.

9. Bojko O.V., Honchar O.F., Gavry'sh O.M., Shevchenko Ye.A. (2021) Ocinka pleminnoyi cinnosti samciv kroliv porody` poltavs`ke sriblo za metodom BLUP. Metody`chni rekomendaciyi. – Cherkasy`:Cherkas`ka doslidna stanciya bioresursiv NAAN – 2021 – 20 s.

10. Bashhenko M.I., Bojko O.V., Honchar O.F., Gavry'sh O.M., Luchy`n I.S., Usenko V.O., Sotnichenko Yu.M. (2021) Udoskonalennya kroliv porody` poltavs`ke sriblo za oznakamy` produkty`vnosti ta ekster`yeru. Metody`chni rekomendaciyi. – Cherkasy`: Cherkas`ka doslidna stanciya bioresursiv NAAN. – 2021. – 17 s.

11. Honchar O.F., Bojko O.V., Gavry'sh O.M., Luchy`n I.S., Shevchenko Ye.A. (2024). Metody`chni rekomendaciyi shhodo pidvy`shhennya pokazny`kiv produkty`vnosti kroliv radyans`ka shy`nshy`la zalezho vid metodiv yiyi sxreshhuvannya z m`yasny`my` porodamy`. Metody`chni rekomendaciyi. – Cherkasy`: Cherkas`ka doslidna stanciya bioresursiv Nacional`noyi akademiya agrarny`x nauk Ukrayiny` – 2024. – 39 s.

12. Bojko O.V., Gonchar O.F., Gavry'sh O.M., Luchy`n I.S., Terty`chny`j B.V., Yaremy`ch N.V. (2021) Vy`kory`stannya promy`slovogo sxreshhuvannya dlya pidvy`shhennya m`yasnoyi produkty`vnosti. Metody`chni rekomendaciyi. – Cherkasy`: Cherkas`ka doslidna stanciya bioresursiv Nacional`noyi akademiya agrarny`x nauk Ukrayiny` – 2021. – 24 s.

13. Shevchenko, E. A. (2011). Perspektivi vikoristannya DNK markeriv v krolivnictvi. Tezi dopovidey molodih vchenih ta aspirantiv Kyiv. 10 s.

14. Gavrish, O. M. (2020). Efektivnist vikoristannya indeksnoi ocinki v sistemi dobery ta vikoristanni pleminnogo pogolivya kroliv porodi poltavske sriblo. Efektivnekrolivnictvo ta zvirivnictvo. V. 6. 38-46 p.

15. Instrukciya z bonituvannya kroliv – Ofiz. vyd., chinniyvid 25.09.2003 № 351 – K., 2003. 86 s

16. Gonchar, O. F., Shevchenko, E.A. (2018). Zastosyvanntya metodiv genomnoi selekcii pri doslidzenni kroliv novozelandskoi biloi porody. Efektivne krolivnictvo I zvirivnictvo. Cherkasy: V. 4. 46-55 p.
17. Arvind, S., Chetan, V., Avinash, M. (2011). molecular cloning and characterization of rabbit myostatin gene. IOVB journal. N 5: 1 – 6 p.
18. 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>
19. 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, 79 – 84 p.
20. Yeh, F. C., Rongcai, Y., Boyle, T. (1999) popGENE. Version 1.31. – Edmonton: Univ. Alberta., URL: http://www.ualberta.ca/~fyeh/popgene_download.html

УДК 636.92.087

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.19-27>

ГЕНЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ КРОЛІВ ПОЛТАВСЬКЕ СРІБЛО: G-BLUP ОЦІНКА НА ОСНОВІ ПОЛІМОРФІЗМУ ГЕНІВ *MSTN* ТА *PGR*

Шевченко Є. А., Гончар О. Ф., Дзіцюк В. В.
Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН

У статті представлені результати оцінки кролів різних ліній породи полтавське срібло методом G-BLUP з аналізом впливу поліморфних варіантів генів міостатину (MSTN) на живу масу та прогестеронового рецептора (PGR) на відтворну здатність.

Показники генного різноманіття в різних лініях породи полтавське срібло за цими поліморфізмами показали позитивне значення індексу фіксації Райта (Fis), що вказує на переважання гетерозигот за алелями С і Т. На основі отриманих даних гетерозиготності розраховані індекси фіксації Райта.

Коефіцієнт інбридингу (Fis) для генів – MSTN та PGR – показав різні розподіли між лініями кролів. Вище значення Fis для гена MSTN свідчить про більший дефіцит гетерозиготності, потенційно вказуючи на вищі ефекти інбридингу. Натомість, нижче значення Fis для гена PGR означає менші ефекти інбридингу або те, що популяція ближча до панміксії.

Аналіз впливу поліморфізму SNP C34T у гені MSTN на середньодобовий приріст кролів виявив такі закономірності. Гетерозиготні кролі з генотипом СТ демонстрували вищі показники середньодобових приростів. Їхні прирости були на 2,3% більшими, ніж у гомозигот за алелем С ($39,0 \pm 0,3$ г проти $38,2 \pm 0,2$ г, $p < 0,05$). Водночас, значення середньодобових приростів у гомозигот за алелем Т було на 2,6% нижчим, ніж у гетерозигот СТ ($38,2 \pm 0,2$ г проти $39,0 \pm 0,3$ г, $p < 0,05$).

Встановлено, що лінія 1871817 є найперспективнішою за м'ясною продуктивністю, показуючи найвищі значення BLUP-індексу (1358), оціненої племінної цінності (EBV, 1.412) та надійності (REL, 1.827), що підтверджує

її високий генетичний потенціал. Лінії 1847213 та 1832221, навпаки, мали негативні *EBV* та низький *REL*, що свідчить про їхню нижчу продуктивність. Методом *G-BLUP* також підтверджено вплив гена *PGR* на репродуктивні ознаки. Лінії 1871817 та 1811231 показали найвищий *BLUP*-індекс (5.57) для цих показників, що свідчить про їхній високий потенціал передачі потомкам потенціалу репродуктивної здатності. Загалом, лінія 1871817 демонструє високий генетичний потенціал як за живою масою, так і за кількістю відлучених кроленят, що робить її пріоритетною у доборі кращих особин для майбутніх селекційних програм у кролівництві.

Ключові слова: кролі, *G-BLUP*, гени, міостатин, прогестероновий рецептор, порода полтавське срібло.

УДК 636.92.033.087.8

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.28-37>

ВПЛИВ ПОРОДНОЇ НАЛЕЖНОСТІ КРОЛІВ НА ЇХ М'ЯСНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ

Бащенко М. І., доктор с-г наук, академік НААН,

Бойко О. В., кандидат с-г наук, с.д.,

Сотніченко Ю. М., кандидат с-г наук

Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, sotnichenko.yulya@gmail.com

В статті представлено результати порівняльного аналізу забійних показників та дегустаційної оцінки м'яса кроликів різних порід, що поширені в Україні. Метою досліджень було провести порівняльну оцінку якості кролятини досліджуваних порід. Під час виконання досліджень застосовано методики: теоретичний аналіз, формулювання гіпотез, біометричні та статистичні методи, оцінка передзабійних та забійних якостей, дегустаційна оцінка. Всі тушки кролів відібрані для оцінки за вгодованістю належали до першої категорії. Встановлено, що найбільший забійний вихід визначено у 4-ох місячних кролів порід новозеландська біла ($56,9 \pm 0,96$ г) та полтавське срібло ($56,4 \pm 0,67$ г). Найбільшу абсолютну масу м'якоті мають кролики породи новозеландська біла - $1604 \pm 4,28$ г. Децю їм поступалися за абсолютними значеннями кролики породи полтавське срібло - $1459 \pm 9,6$ г. За величиною виходу м'яса кролики породи полтавське срібло не мали вірогідної різниці порівняно з ровесниками породи новозеландська біла: $82,9 \pm 0,77$ % проти $83,5 \pm 0,45$ %. Однак, після забою кроликів породи полтавське срібло отримували найменшу частку відходів – лише 12,8% від живої маси. Дегустаційною оцінкою проб м'яса кролів 4-ох місячного віку порід новозеландська біла (НБ), каліфорнійська (К) та полтавське срібло (ПС) визначено, що воно має високі, практично рівноцінні, органолептичні і дегустаційні характеристики. Ніжним, соковитим та найбільш смачним за величиною балів після кулінарної обробки було м'ясо від кроленят порід новозеландська біла (4,7-4,9 бали з 5-ти) та полтавське срібло (4,6-4,7 бали з 5-ти). При оцінці бульйону найменшу оцінку мала така ознака, як аромат – 3,6-4,1 бали, хоча весь бульйон з м'яса піддослідних кролів мав ніжний, витончений аромат та смак і добру прозорість. Отже, розведення кролів порід новозеландська біла та полтавське срібло забезпечують високі м'ясні якості. У тушках кроленят цієї групи виявлено найменшу масу кісток, а за виходом м'якоті та коефіцієнтом м'ясності вони переважали кроленят каліфорнійської породи на 2,7-3,3%. На перспективу доцільно провести дослідження спрямовані на вивчення м'ясних якостей промислових гібридів отриманих від схрещування досліджуваних порід, оцінку економічної ефективності промислового схрещування у господарствах різної форми власності.

Ключові слова: м'ясна продуктивність, забійна маса, забійний вихід, каліфорнійська, новозеландська біла, полтавське срібло.

Актуальність. Службою харчових продуктів та ветеринарії Європейської комісії останнім часом згадується «постійне зниження» споживання м'яса кролів Європейським союзом, що пов'язано зі змінами у споживчих звичках щодо напівфабрикатів та посиленням сприйняття кроликів як домашніх тварин [1]. Разом з тим Італія разом з Іспанією та Францією забезпечує 83% загального обсягу виробництва професійного кролівництва в ЄС у 2025 році [2]. В Італії північно-східні регіони країни є лідерами з виробництва кролятини (66% національного виробництва, майже 11 мільйонів забитих тварин) [3]. Для забезпечення потреб у м'ясі кролика, останнім часом широко використовують синтетичні породи, що виникли в результаті схрещування двох або більше інтенсивних порід з метою отримання вищих репродуктивних та продуктивних характеристик, більшої адаптивності до різних умов навколишнього середовища або ознак, які віддають перевагу певним групам споживачів [4].

У промисловому виробництві кролятини в Україні використовуються породи кролів: каліфорнійська, новозеландська біла, сірий і білий велетні, радянська шиншила, сріблястий метелик та ін. Продуктивність кожної з цих порід проявляється в промисловому кролівництві лише на 60 – 70 % [5]. 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 [6]. У зв'язку з цим важливого значення набуває свідоме управління науково-виробничим процесом на підставі знань особливостей селекційно-технологічних процесів [7].

Для прискорення отримання бажаних продуктивних показників, часто використовують схрещування, яке переслідує кілька цілей – збагатити спадковість однієї з порід, та на базі двох і більше порід створити новий генотип, що узагальнить всі позитивні сторони взятих для схрещування порід [8, 9]. 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 [10, 11].

Розвиток галузі спеціалізованого м'ясного кролівництва для українського сьогодення має великі економічні переваги, порівнюючи з іншими напрямками м'ясного тваринництва [12]. Це піднесе цю галузь на високий рівень розвитку та дасть на ринок тисячі тон високопоживного, екологічно чистого, дієтичного м'яса і хутрової сировини [13]. Однак, кролик, як продуктивна тварина, ще дуже мало досліджений. Зокрема, не вирішена проблема комплексної порівняльної оцінки якості м'яса кролів різних порід.

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 генотипи кролів, пристосовані до утримання на металевій сітчастій підлозі, високої концентрації погोलів'я, умов мікроклімату приміщень. Головна умова: кролі стійкі до пододерматитів, не стресочутливі, плідучі [10].

Мета дослідження – провести порівняльну оцінку якості кролятини досліджуваних порід.

Матеріали та методи дослідження. Об'єктом виробничих досліджень були кролики порід новозеландська біла (НБ), каліфорнійська (К) (кролеферма СГПП «Марчук Н. В.», с. Ташлик Черкаського району, Черкаської області) та кролики породи полтавське срібло (ПС) (експериментальна кролеферма Черкаської ДСБ НААН м. Черкаси) віком 4 місяці. Для дослідження було сформовано за принципом аналогів три групи кролів по шість голів. Перед забоєм визначали індекс збитості (обхват за лопатками, поділений на довжину тулуба і помножений на 100%) [14]. Забій тварин проводився із дотриманням ветеринарно-санітарних вимог. Після забою тушки підлягали ветеринарно-санітарному огляду згідно з «Правилами передзабійного ветеринарного огляду тварин та ветеринарно-санітарної експертизи м'яса і м'ясних продуктів» (2002) [15].

Основне завдання досліджень - визначити колір, аромат, текстуру кролятини, а також надання дегустаційної оцінки вареного м'яса та бульйону. Якість м'яса оцінювали за такими показниками: зовнішній вигляд, аромат, смак, консистенція (жорсткість, ніжність), соковитість. Визначення органолептичних показників м'яса кролів і бульйону проводили через 12 годин після забою при зберіганні м'яса за температури від 0 до +2 °С [16].

Для варіння використовували цілі тушки кролів без зачистки від поверхневого жиру. При оцінці якості вареного м'яса та бульйону тушки поміщали в каструлю з холодною водою (співвідношення води і м'яса 1:3), закривали кришкою, доводили до кипіння і варили 1,5 год. Після закінчення варіння м'ясо виймали з бульйону і охолоджували до 30-40°. Остигле м'ясо нарізали на шматочки по 50 г для кожного дегустатора. Оцінювали м'ясо за наступними показниками: зовнішній вигляд, аромат, смак, консистенція (жорсткість, ніжність), соковитість.

В роботі застосовані теоретичний аналіз, формулювання гіпотез, генеалогічні, біометричні та статистичні методи, оцінювання генотипу тварин з використанням комп'ютерної програми «Statistica». Біометричне опрацювання експериментальних даних – статистичний, кореляційний та дисперсійний аналізи проводили за загальноприйнятими методиками [17] на «ПК».

Результати дослідження 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 досліджуваних порід, встановлено масу і виходи окремих морфологічних частин тушки кролів (табл. 1)

Таблиця 1. Міжпородні особливості забійних показників та морфологічного складу туші кролів залежно від породи, n=6

Показник	Порода		
	новозеландська біла	каліфорнійська	полтавське срібло
	M±m	M±m	M±m
Жива маса перед забоєм, г	3375±7,0	2956±6,7	3120±4,02
Забійна маса тушки, г	1922±6,8	1503±5,8	1760±3,1
Маса: шкура, г	451±6,6	499±12,2	522±3,9
голова, г	152,7±0,78	147,0±0,96	168,9±0,85
печінка, г	76,4±0,99	91,3±1,02	88,6±0,07
серце, г	8,4±0,26	7,4±0,08	7,8±0,11
легені, г	9,4±0,31	9,1±0,03	8,9±0,05
нирки, г	19,6±0,09	19,8±0,11	17,8±0,21
внутрішній жир, г	158,6±0,96	124,8±0,88	146,3±0,96
плече-лопаткова частина, г	246±7,1	224±1,6	265±1,6
тазо-стегнова частина, г	573±10,1	511±2,2	554±2,8
шийно-грудна частина, г	550±2,6	416±3,06	462±2,2
попереково-крижова частина, г	553±1,1	352±3,54	479±3,7
Забійний вихід, %	56,9±0,96	50,8±1,93	56,4±0,67
Маса м'яса та жиру без кісток, г	1604±4,28	1205±1,2	1459±9,6
Вихід м'яса, %	83,5±0,45	80,2±0,68	82,9±0,77
Відходи забою, г	576,9	554,6±0,25	399,7±1,52
Частка відходів забою, %	17,1±0,93	18,8±0,68	12,8±1,89

Аналізуючи забійні якості тушок, після нутрування нами були виділені найбільш цінні частини: м'язи, жир, шкіра, легені, серце, селезінка, печінка, нирки. В середньому по групах від кроликів отримали: передзабійну масу від 2,9 кг до 3,3 кг, печінку вагою від 76,4 г до 91,3 г, легені від 8,9 г до 9,4 г, нирки від 17,8 до 19,8 г, серце від 7,4 до 8,4 г. Тушки кролів розділяли на чотири анатомічні частини (розруби): шийно-грудну (маса розрубу залежно від породи становила від 416±3,06 г у кроликів каліфорнійської породи до 550±2,6 г у кроликів новозеландська біла), плече-лопаткову (від 224±1,6 г до 265±1,6 г), попереково-крижову (від 352±3,54 г до 553±1,1 г), тазо-стегнову (від 511±2,2 г до 573±10,1 г).

Найбільший забійний вихід визначено у 4-ох місячних кролів порід новозеландська біла (56,9±0,96 %) та полтавське срібло (56,4±0,67 %).

Важливим для оцінки м'ясної продуктивності кролів є показник абсолютної маси м'якоті, яка включає в собі вагу м'язів та жиру. Серед 4-ох місячних кролів найбільшу абсолютну масу м'якоті мають кролики породи новозеландська біла - $1604 \pm 4,28$ г. Дещо їм поступалися за абсолютними значеннями кролики породи полтавське срібло - $1459 \pm 9,6$ г. Перш за все менше значення абсолютного показника зумовлено меншою початковою живою масою у забійному віці кролів полтавське срібло. За величиною виходу м'яса кролики породи полтавське срібло не мали вірогідної різниці порівняно з ровесниками породи новозеландська біла: $82,9 \pm 0,77$ % проти $83,5 \pm 0,45$ %. Після забою кроликів породи полтавське срібло отримували найменшу частку відходів – лише 12,8% від живої маси.

За результатами наших досліджень, найбільш придатною для використання в промислових умовах є кролятина отримана від кроликів порід новозеландська біла та полтавське срібло. Забійний вихід, вихід м'язової тканини, обмускуленість тушок, вихід кісток у тушках кролів неоднакові і залежать від породних особливостей тварин.

Органолептичні показники вареного м'яса кроликів та бульйону проводили після органолептичної оцінки тушок з урахуванням зовнішнього вигляду тушки та жирового прошарку, серозних оболонок, м'язів на розрізі та його аромат. Встановлено, що у тушках кролів досліджуваних порід патологоанатомічні зміни відсутні, видалені всі внутрішні органи, за винятком нирок, голова відокремлена на рівні першого шийного хребця, передні кінцівки відокремлені по зап'ясному, задні – по скакальному суглобу. Всі тушки кролів за вгодованістю належали до першої категорії (табл. 2).

Таблиця 2. Органолептичні показники тушок кролів досліджуваних порід

Ознака	Порода		
	новозеландська біла	каліфорнійська	полтавське срібло
<i>Зовнішній вигляд та колір:</i> – поверхня тушки	скоринка підсихання блідо-рожева	скоринка підсихання блідо-рожева	скоринка підсихання блідо-рожева
– підшкірна та внутрішня жирова тканини	жовто-біла	жовто-біла	біла
– серозні оболонки грудної та черевної порожнини	вологі, блискучі	вологі, блискучі	вологі, блискучі
<i>М'язи на розрізі</i>	злегка вологі, блідо-рожеві з червоним відтінком	злегка вологі, блідо-рожеві з червоним відтінком	вологі, блідо-рожеві
<i>Консистенція</i>	м'язи щільні, пружні; жир щільний	м'язи щільні, пружні; жир щільний	м'язи щільні, злегка пружні; жир щільний
<i>Аромат</i>	специфічний для свіжого м'яса	специфічний для свіжого м'яса	специфічний для свіжого м'яса

М'язи на тушках добре розвинені, відкладення жиру на загривку і у вигляді товстих смуг у паховій порожнині, нирки покриті жиром до половини, є невеликі міжм'язові жирові прошарки, що зумовлюють ніжну мрамуровість м'яса. Зад і стегна добре виповнені та округлені.

Дегустаційною оцінкою проб м'яса кролів 4-ох місячного віку порід новозеландська біла (НБ), каліфорнійська (К) та полтавське срібло (ПС) визначено, що воно має високі, практично рівноцінні, органолептичні і дегустаційні характеристики. На поверхні тушок кролів усіх дослідних груп після дозрівання своєчасно утворюється скоринка підсихання блідо-рожевого кольору, серозна оболонка грудної та черевної порожнини зберігається вологою та блискучою. Тушки кролів породи полтавське срібло були більш вологі та менш пружні, ніж тушки кролів порід новозеландська біла і каліфорнійська.

Більш повну інформацію про органолептичні якості кролятини отримали після кулінарної обробки (табл. 3). За смаком, ніжністю, соковитістю, кольором та ароматом загальний середній бал по м'ясу у досліджуваних порід відповідно становив: каліфорнійська – 4,3; новозеландська біла – 4,6 та полтавське срібло – 4,5 балів.

Таблиця 3. Дегустаційна оцінка м'яса та бульйону

Показник	Порода		
	новозеландська біла	каліфорнійська	полтавське срібло
	M±m	M±m	M±m
М'ясо			
Зовнішній вигляд	4,4±0,22	4,4±0,31	4,5 ±0,25
Аромат	4,3±0,18	4,0±0,21	4,1±0,24
Смак	4,9±0,19	4,5±0,23	4,7±0,14
Консистенція	4,8±0,28	4,2±0,11	4,5±0,28
Соковитість	4,7±0,15	4,3±0,24	4,6±0,23
Загальна оцінка	4,6±0,19	4,3±0,26	4,5±0,25
Бульйон			
Зовнішній вигляд	4,5±0,24	4,1±0,34	4,8 ±0,25
Аромат	4,0±0,28	3,6±0,26	4,1±0,24
Смак	4,4±0,22	3,5±0,25	4,5±0,14
Наваристість	4,9±0,21	4,5±0,21	5,0±0,28
Загальна оцінка	4,5±0,24	3,9±0,29	4,6±0,21

Ніжним, соковитим та найбільш смачним за величиною балів після кулінарної обробки було м'ясо від кроленят породи новозеландська біла (4,7-4,9 бали з 5-ти). Дещо нижчі бали отримано від оцінки м'яса кроликів породи

полтавське срібло. Вони теж отримали високу оцінку за смак та соковитість м'яса. Найвищу оцінку по м'ясу отримала така ознака, як смак – від 3,5 до 4,9 бали, а по бульйону – наваристість (від 4,5 до 5,0 балів). Було відмічено, що за зовнішнім виглядом кролятина нагадує м'ясо курки. Консистенція м'яса усіх зразків характеризувалася як ніжна.

При оцінці бульйону найменшу оцінку мала така ознака, як аромат – 3,6-4,1 бали, хоча весь бульйон з м'яса піддослідних кролів мав ніжний, витончений аромат та смак і добру прозорість.

Висновки та перспективи досліджень: Кролики, отримані від порід новозеландська біла та полтавське срібло мали найбільші показники передзабійної та забійної маси. Разом з тим, у тушках кроликів цієї групи виявлено найменшу масу кісток, а за виходом м'якоті та коефіцієнтом м'ясності вони переважали кроликів каліфорнійської породи на 2,7-3,3%. У тушках кроликів цих порід було виявлено вищу частку жиру, що забезпечувало ніжність, соковитість та смак м'ясної продукції під час дегустаційної оцінки.

На перспективу доцільно провести дослідження спрямовані на вивчення м'ясних якостей промислових гібридів отриманих від схрещування досліджуваних порід, оцінку економічної ефективності промислового схрещування у господарствах різної форми власності.

Література

1. 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>
2. 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>
3. 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>
4. 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>
5. Shevchenko, E., Honchar, O. (2020). Selection-genetic characteristics of rabbits poltavka silver breed by polymorphism of progesterone receptor gene. *Збірник наукових праць «Ефективне кролівництво і звірівництво»*, 6, 6 – 13. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.6-13>
6. Гончар, О.Ф., Бойко, О.В., Гавриш, О.М. (2020) Аналіз стану галузі кролівництва в Україні. *Збірник наукових праць. Ефективне кролівництво і звірівництво*. 6, 47 – 58. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.47-58>
7. Коцюбенко, Г.А. (2013) Науково-практичні методи підвищення продуктивності кролів : монографія. Миколаїв: МНАУ. 191 с.
8. Бойко, О.В., Гавриш О.М., Лучин І.С. (2023). Ефективність схрещування кролів різних порід для покращення показників м'ясної

продуктивності в умовах інтенсивного виробництва: Gestionarea fondului genetic animalier: «Print-Caro» SRL, 31-37. DOI: <https://doi.org/10.61562/mgfa2023.04>

9. 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>

10. 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>

11. Сотніченко, Ю.М. (2020). Особливості формування м'ясної продуктивності за м'ясно-шкірними програмами продуктивності. *Збірник наукових праць Ефективне кролівництво і звірівництво*. 6, 117 – 128. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.117-125>

12. Гончар, О.Ф., Михно. В.В. (2021). Алгоритм застосування повнораціонного комбікорму за умов інтенсивного виробництва кролятини. *Збірник наукових праць Ефективне кролівництво і звірівництво*. Вип. 7, 60-71. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2021.7.60-70>

13. Вінтонів, О.А., Гавриш, О.М. (2022). Репродуктивна здатність кроликів-самців залежно від впливу паратипових та генотипових факторів. *Розведення тварин і генетика*, 64, 147 – 153. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.64.13>

14. Бойко О.В. та ін. (2024). *Технологія виробництва продукції кролівництва та звірівництва: навчальний посібник* Київ: НУБІП України, Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН. 488 с

15. «Правила передзабійного ветеринарного огляду тварин та ветеринарно-санітарної експертизи м'яса і м'ясних продуктів» N 524/6812 від 21.06.2002. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-02#Text> (дата звернення: 03.07.2025).

16. Ібатуллін, І., Жукорський, О. (2017). *Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві* Київ: Аграрна наука. 328с.

17. Калінін, М.І., Єлісєєв, В.В. (2000). *Біометрія*. Миколаїв.: ВИДАВНИЦТВО МФ НАУКМА. 201 с.

References

1. 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>

2. 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>

3. 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>

4. 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>

5. Shevchenko, E., Honchar, O. (2020). Selection-genetic characteristics of rabbits poltavska silver breed by polymorphism of progesterone receptor gene. *Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo»*, 6, 6 – 13. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.6-13>

6. Honchar, O.F., Boiko, O.V., Havrysh, O.M. (2020) Analiz stanu haluzi krolivnytstva v Ukraini. *Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo»*, 6, 47 – 58. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.47-58>

7. Kotsiubenko H.A. (2013) *Naukovo-praktychni metody pidvyshchennia produktyvnosti kroliv : monohrafiia*. Mykolaiv: MNAU, 2013. 191 s.

8. Boiko O., Havrysh O., Luchyn I. (2023). Efektyvnist skhreshchuvannia kroliv riznykh porid dlia pokrashchennia pokaznykiv miasnoi produktyvnosti v umovakh intensyvnoho vyrobnytstva: Gestionarea fondului genetic animalier: «Print-Caro» SRL, 31-37. DOI: <https://doi.org/10.61562/mgfa2023.04>

9. 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>

10. Luchyn, I. S., Perih, D. P., Lunyk, Y. M., Smyrnov, V. V., Tsyupka, S. R., & Kalamitra, V. A. (2025). REPRODUCTIVE TRAITS OF CHINCHILLA 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>

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

12. Honchar O.F., Mykhno V.V. (2021) Alhorytm zastosuvannia povnoratsionnoho kombikormu za umov intensyvnoho vyrobnytstva kroliatyny. *Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo»*. Vyp. 7, 60-71. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2021.7.60-70>

13. Vintoniv O.A., Havrysh O.M. (2022). Reproduktyvna zdatsnist krolykiv-samtsiv zalezho vid vplyvu paratypovykh ta henotypovykh faktoriv. *Rozvedennia tvaryn i henetyka*, 64, 147 – 153. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.64.13>

14. Tekhnolohiia vyrobnytstva produktsii krolivnytstva ta zvirivnytstva: navchalnyi posibnyk / O.V. Boiko ta in. (2024). Kyiv: NUBIP Ukrainy, Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN. 488 s

15. «Pravyla peredzabiinoho veterynarnoho ohliadu tvaryn ta veterynarno-sanitarnoi ekspertyzy miasa i miasnykh produktiv»» N 524/6812 vid 21.06.2002. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-02#Text> (data zvernennia: 03.07.2025).

16. Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi/ red.: I. Ibatullin, O. Zhukorskyi. Kyiv: Ahrarna nauka, 2017. 328s

17. Kalinin M.I., Yelisieiev V.V. (2000). Biometriia. Mykolaiv.: VYDAVNYTsTVO MF NAUKMA, 201 s.

UDC 636.92.033.087.8

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.28-37>

THE INFLUENCE OF RABBIT BREEDING ON THEIR MEAT PRODUCTIVITY

Bashchenko M. I., Boiko O. V., Sotnichenko Y. M.

Cherkassy Experimental Station of Bioresources of the National Academy of Sciences, Cherkassy, Ukraine, sotnichenko.yulya@gmail.com

The article presents the results of a comparative analysis of slaughter indicators and tasting evaluation of meat of rabbits of different breeds common in Ukraine. The aim of the research was to conduct a comparative assessment of the quality of rabbit meat of the studied breeds. The following methods were used during the research: theoretical analysis, formulation of hypotheses, biometric and statistical methods, assessment of pre-slaughter and slaughter qualities, tasting evaluation. All rabbit carcasses selected for fattening assessment belonged to the first category. It was established that the highest slaughter yield was determined in 4-month-old rabbits of the New Zealand White (56.9 ± 0.96) and Poltava Silver (56.4 ± 0.67) breeds. The largest absolute mass of flesh is possessed by rabbits of the New Zealand White breed - 1604 ± 4.28 g. The Poltava Silver rabbits were somewhat inferior in absolute values - 1459 ± 9.6 g. In terms of meat yield, rabbits of the Poltava Silver breed did not have a significant difference compared to their peers of the New Zealand White breed: $82.9 \pm 0.77\%$ versus $83.5 \pm 0.45\%$. However, after slaughter, Poltava Silver rabbits received the smallest share of waste – only 12.8% of live weight. The tasting evaluation of meat samples from 4-month-old rabbits of the New Zealand White, Californian, and Poltava Silver breeds determined that it has high, practically equivalent, organoleptic and tasting characteristics. The meat from rabbits of the New Zealand White (4.7-4.9 points out of 5) and Poltava Silver (4.6-4.7 points out of 5) breeds was tender, juicy, and the most delicious in terms of the highest score after cooking. When evaluating the broth, the lowest score was given to the characteristic such as aroma – 3.6-4.1 points, although all broth from the meat of experimental rabbits had a delicate, refined aroma and taste and good transparency. Therefore, breeding rabbits of the New Zealand White and Poltava Silver breeds ensures high meat quality. The carcasses of rabbits of this group contained the smallest bone mass, and in terms of meat yield and meatiness coefficient, they were superior to rabbits of the Californian breed by 2.7-3.3%. In the future, it is advisable to conduct research aimed at studying the meat qualities of industrial hybrids obtained from crossing the studied breeds, and to assess the economic efficiency of industrial crossing in farms of various forms of ownership.

Keywords: meat productivity, slaughter weight, slaughter yield, Californian, New Zealand white, Poltava silver.

УДК 636.92:575.222.2

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.38-46>

ПРОДУКТИВНІ ТА ГЕНЕТИЧНО-СЕЛЕКЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ КРОЛЕМАТОК ПОРІД КРОЛІВ, ПРИДАТНИХ ДО ІНТЕНСИВНОГО ПРОМИСЛОВОГО ВИКОРИСТАННЯ В УМОВАХ УКРАЇНИ

Бойко О. В.¹, кандидат с-г наук,

Періг Б. П.², кандидат с-г наук,

Лучин І. С.¹, доктор с. г. наук

¹Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, м. Черкаси, Україна

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

Дослідження проводились на базі експериментальної кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН на поголів'ї - по 15 голів кролематок та 3 голів самців у кожній з порід радянської шиниши (РШ), сірого велетня (СВ), новозеландської білої (НБ).

Встановлено, що за показником багатоплідності переважали кролематки 1-ої групи чистопородного поєднання радянська шиниши (РШ)-12,1±0,59, що на 1,2 та 1,4 голови більше як у чистопородного поєднання кролематок сірого велетня (СВ) та новозеландської білої (НБ) (10,9±0,71; 10,7±0,6).

За великоплідністю виділялась 3-а група кролематок новозеландської білої породи - 58±2,17 г, різниця до інших груп становила 2 г.

Узагальнює попередні показники маса гнізда при народженні. Вищою вона була в кролематок 1-ої групи (РШ) – 623 ± 11,35 г ($p < 0,05$), що більше від наступних груп на 55 і 69 г.

Вища молочність була у кролематок 1 (РШ) і 3-ї (НБ) груп в поєднанні з чистопородними самцями та становила 2,75; 2,74 кг, вони переважали цей показник 2-ої (СВ) групи на 80 і 90 г.

Показник, кількість кролят у відлученні, в дослідженнях вищим був також у кролематок 1-ої групи (РШ) 10,0 ± 0,45 гол, що більше на 0,3 гол як у 2-ої групи (9,7 ± 0,56; $p < 0,05$) і на 2,0 гол. як у 3-ої (8,0 ± 0,39; $p < 0,01$).

Маса гнізда при відлученні була вищою в кролематок сірого велетня (2-а група) – 5,06 ± 0,17 кг ($p < 0,05$), це більше на 555 і 570 г від 1-ої і 3-ої груп.

В процесі досліджень виявлено високий рівень окремих показників продуктивності кролематок, що дає можливість розробити селекційні заходи при поєднанні цих порід та отримати максимальний ефект гетерозису за умов інтенсивного виробництва кролятини в Україні.

Породи кролів: радянська шиниши, сірий велетень, новозеландська біла в умовах промислового інтенсивного виробництва кролятини позитивно проявляють відтворювальні якості. Завдяки спадковості та пристосованості до умов утримання в господарстві Черкаської дослідної станції, за більшістю показників, переважали кролематки породи радянська шиниши, за багатоплідністю на 10,0; 11,6%, за масою гнізда при народженні

на 8,8 ($p < 0,05$); 11,1%, кількістю кроленят у 20 добовому віці на 5,8; 14,6% ($p < 0,05$), кількістю кроленят у 28 добовому віці на 3,0 ($p < 0,05$); 20% ($p < 0,01$).

Кролематки породи сірого велетня переважали аналогів двох інших порід за показником мертвонароджені кроленята – 0,7 голів, що на 12,5 та 30% менше. Також кролематки (СВ) мали вищий відсоток збереження кроленят до 20 і 28 доби лактації.

Самки новозеландської білої породи переважали інші групи за масою однієї голови при відлученні гнізда в 28 добовому віці – 600 г, що більше на 24% від кролематок першої групи (СВ) і на 11,7 % від другої.

Резюмуючи результати дослідження - в умовах промислового інтенсивного виробництва кролятини породи кролів: радянська шиншила, сірий велетень і новозеландська біла володіють високими відтворювальними властивостями. В процесі досліджень виявлено рівень окремих показників продуктивності, що дає можливість розробити селекційні заходи при поєднанні цих порід та отримати максимальний ефект гетерозису, для підвищення конкурентоспроможності галузі кролівництва в нашій країні.

Ключові слова: кролематки, репродуктивні властивості, багатоплідність, великоплідність, молочність, маса гнізда, збереженість, інтенсивність виробництва.

Актуальність. Досвід селекційних досягнень і світова тенденція інноваційного прогресу вимагають постійного покращення існуючих генотипів та створення нових, більш продуктивних. Для досягнення поставленої мети необхідно викликати бажані зміни в спадковості і нагромаджувати їх у ряді поколінь вибраною системою технологій селекції, годівлі та утримання [1, 2].

За даними вітчизняних вчених, основними показниками, від яких залежить інтенсифікація виробництва кролятини, є кількість і жива маса кроленят при народженні, збереженість гнізд, швидкість росту та оплата корму приростами [5-7, 9].

Відомо, що чим більше враховується ознак при відборі в кролівництві, тим менший ефект може бути досягнутий по кожній із них. Тому, починаючи селекційну роботу увагу слід зосередити на одній – двох ознаках, не нехтуючи іншими, які повинні бути на середньому рівні. На першому етапі звертають увагу на материнські якості: жива маса при народженні, жива маса при відлученні (35 діб), збереженість [12].

Використання в промислових технологіях схрещування переслідує кілька цілей – збагатити спадковість однієї з порід, на базі двох і більше порід створити нову породу (генотип), яка б узагальнила всі позитивні сторони взятих для схрещування порід, а за основними з них і значно їх перевищувала [19]. Метою такої роботи є комбінування різних порід таким чином, щоб ефективність виробництва в цілому була максимальною [18].

Дослідження існуючих генотипів на комбінаційну їх здатність (поєднуваність) можна проводити при прямому і зворотному (реципральному) схрещуванні. За результатами схрещування відбирати кращих, високопродуктивних міжпородних нащадків, яких доцільно використовувати

в подальшій промисловій роботі (гібридизації) в якості батьківських і материнських форм [4].

Для досягнення цієї 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. Ефект гетерозису повинен бути вищим, особливо коли породи значно відрізняються одна від одної генетично, або спадково віддалені [8, 13].

Коли обрані ознаки позитивно корелюють між собою – такі як вага при народженні, молочність і збереженість, селекція одночасно за цими трьома показниками не знижуватиме інтенсивність прояву відгодівельних ознак молодянку кролів [15, 16].

Для отримання максимального ефекту гетерозису потрібно створити генотипи, нащадки яких при схрещуванні можуть найкраще поєднуватись за основними кількісними показниками. Для цього потрібно створити материнську форму, в якій переважають (фокусують) репродуктивні властивості кролематок і дві або більше батьківських форм, у нащадків яких переважають відгодівельні і м'ясні показники [3, 11]. Вдале поєднання цих генотипів забезпечить максимальний ріст продуктивності [4, 10, 17].

Мета дослідження визначити продуктивність та генетично-селекційні особливості кролематок порід кролів, придатних до інтенсивного промислового використання в умовах України.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводились у Черкаській сільськогосподарській дослідній станції біоресурсів НААН. В господарстві застосовується технологія інтенсивного виробництва кролятини. Генотип кролів, що розводять в господарстві: радянська шиншила, сірий велетень, новозеландець білий. Середньомісячна чисельність кролів 300 голів, з них основних кролематок 60.

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 м'ясної продуктивності кролів радянська шиншила в процесі роботи її використовують як материнську (РШ), цей генотип найбільше 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.

Оцінку відтворювальної здатності кролематок визначали за індексом відтворювальної якості кролематок (ІВЯК) [14]:

$$ІВЯК = B + 10m + 5z,$$

де: В - середня маса одного кроленяти при народженні, г;

m - молочність кролематок (жива маса гнізда в 20 добовому віці), кг;

z - кількість кроленят при відлученні в 28-добовому віці, гол.;

10 і 5 – цифри, корегуючі коефіцієнти.

Схема досліджень репродуктивних властивостей кролематок табл. 1.

Таблиця 1. Схема дослідів

Групи	Генотип		Нащадки, F ₁
	самок ♀	самця ♂	
I контрольна	РШ	РШ	РШ
II дослідна	СВ	СВ	СВ
III дослідна	НБ	НБ	НБ

Критерій оцінки: багатоплідність, кількість мертвонароджених кроленят, великоплідність, молочність, показники гнізда при відлученні в 28 добовому віці, індекс відтворювальних якостей кролематок – ІВЯК.

Результати досліджень та їх обговорення. Дослідження проводились на базі експериментальної кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН. В господарстві застосовується технологія промислового інтенсивного виробництва кролятини.

Для дослідів використовували породи кролів: радянська шиншила (РШ), сірий велетень (СВ), новозеландська біла (НБ), по 15 самок і 3 самці від кожної породи.

З метою покращення м'ясної продуктивності кролів породи радянська шиншила, в процесі подальшої селекційної роботи, її використовують як материнську (РШ), цей генотип найбільше пристосований до виробничих і кліматичних умов центральної України. Батьківські породи – сірий велетень (СВ) і новозеландська біла (НБ), у них більше виражені відгодівельні і м'ясні показники.

Для створення в подальшому схем схрещування в 2021 році вивчали продуктивні особливості цих трьох порід за умов промислового інтенсивного виробництва.

Відтворювальні якості кролематок. На першому етапі дана оцінка відтворювальних властивостей кролематок за чистопородного поєднання порід радянська шиншила, сірий велетень і біла новозеландська (табл. 2).

Таблиця 2. Відтворювальні якості кролематок, n=15, M±m

Групи	Поєднання		Багато-плідність, гол.	В т. числі мертвонароджених, гол.	Велико-плідність, г	Маса гнізда, г
	♀	♂				
I	РШ	РШ	12,1±0,59	0,8±0,25	56±2,63	623±11,35*
II	СВ	СВ	10,9±0,71	0,7±0,26	56±3,00	568±36,68
III	НБ	НБ	10,7±0,60	1,0±0,42	58±2,17	554±21,44

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

Встановлено, що за багатоплідністю переважали кролематки 1-ої групи чистопородного поєднання радянська шиншила (РШ) - $12,1 \pm 0,59$, що на 1,2

та 1,4 голови більше, як у чистопородного поєднання кролематок сірого велетня (СВ) та новозеландської білої (НБ) ($10,9 \pm 0,71$ та $10,7 \pm 0,6$).

Встановлено, що кількість мертвонароджених кроленят з невірогідною різницею була меншою у кролематок першої групи (РШ) $0,8 \pm 0,25$. Хоча в другій групі (СВ) цей показник становив $0,7 \pm 0,26$ при багатоплідності $10,9 \pm 0,71$. Вища кількість мертвонароджених кроленят спостерігалась у третій групі кролематок (НБ) - $1,0 \pm 0,42$.

Великоплідність по групах була на рівні: 1-а група $56 \pm 2,63$ г, 2-а група $56 \pm 3,00$ г, дещо виділялась 3-а група кролематок новозеландської білої – $58 \pm 2,17$ г, різниця з іншими групами становила 2 г.

Узагальнює три попередні показники маса гнізда при народженні. Вищою вона була в кролематок 1-ої групи (РШ) – $623 \pm 11,35$ г, що більше від наступних груп на 55 і 69 г з вірогідністю $p < 0,05$.

Показники молочності кролематок. Одним із важливих показників при визначенні молочності кролематок є кількість кроленят у гнізді в 20 добовому віці (табл. 3). В кролематок походження радянська шиншила в середньому по групі було $10,3 \pm 0,37$ голови (вірогідно $p < 0,05$ до 3-ї групи), це на 0,6 і 1,5 голів більше. Хоча відсоток збереження гнізда по групах був кращим у другій групі кролематок сірого велетня – 95,1%, відповідно у 1-ій 91,15% і в 3-ій 90,72%.

Таблиця 3. Показники молочності кролематок на 20 добу лактації, $n=15$, $M \pm m$

Групи	Поєднання		Молочність (20 доба лактації)		
	♀	♂	голів	маса гнізда, кг	збереженість, %
I	РШ	РШ	$10,3 \pm 0,37^*$	$2,75 \pm 0,1$	91,15
II	СВ	СВ	$9,7 \pm 0,56$	$2,66 \pm 0,08$	95,1
III	НБ	НБ	$8,8 \pm 0,39$	$2,74 \pm 0,08$	90,72

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

Другий материнський показник, який безпосередньо впливає на подальшу відгодівельну спроможність молодянку кролів – молочність (жива маса гнізда в 20 добовому віці). Найвищим він був у кролематок 1 (РШ) і 3-ї (НБ) груп в поєднанні з чистопородними самцями та становив 2,75 кг; 2,74 кг і переважав цей показник 2-ої (СВ) групи на 80 і 90 г.

Показники гнізда в 28 добовому віці. Кількість голів у гнізді при відлученні вказує на материнські якості кролематок по збереженню приплоду і впливає на показник ІВЯК. Цей показник в дослідженнях вищим був знову у кролематок 1-ої групи (РШ) $10,0 \pm 0,45$ гол, що більше на 0,3 гол. як у 2-ої групи ($9,7 \pm 0,56$; $p < 0,05$) і на 2,0 гол. як у 3-ої ($8,0 \pm 0,39$; $p < 0,01$) (табл. 4).

Середня маса кроленяти при відлученні гнізда в 28 добовому віці, дає оцінку не лише відтворювальним показникам кролематок, але вказує і на фенотипові задатки – майбутню відгодівельну та м'ясну продуктивність. За

цим показником вірогідно ($p<0,001$) кращими були кролематки новозеландської білої породи – $600 \pm 23,93$ г.

Таблиця 4. Показники гнізда кроленят в 28 добовому віці, $n=15$, $M \pm m$

Групи	Поєднання		Показники гнізда в 28 добовому віці				ІВЯК
			кількість голів	середня маса тіла 1 голови, г	маса гнізда, кг	збереженість, %	
	♀	♂					
I	РШ	РШ	10,0±0,45**	456±16,48	4,505±0,12	88,5	133,5
II	СВ	СВ	9,7±0,56*	530±19,65	5,06±0,17*	95,1	131,1
III	НБ	НБ	8,0±0,39	600±23,93***	4,49±0,19	82,5	125,4

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

Маса гнізда при відлученні була вірогідно ($p<0,05$) вищою в кролематок сірого велетня (2-а група) – $5,06 \pm 0,17$ кг, це більше на 555 і 570 г від 1-ої і 3-ої груп.

Встановлено, що вищий відсоток збереження кроленят до відлучення в 28-добовому віці спостерігався у кролематок другої групи – 95,1%. На збереження гнізда до відлучення значною мірою впливало походження, в кролематок породи сірий велетень, за інтенсивного промислового утримання, цей показник проявився як сукупність продуктивних особливостей.

Враховуючи різний рівень показників продуктивності кролематок, особливо тих, які можуть безпосередньо впливати на подальший розвиток молодянку кролів і для об'єктивної оцінки самих кролематок застосовували індекс ІВЯК. Найвищий показник ІВЯК був у кролематок першої – 133,5 (РШ) та другої – 133,1 (СВ) груп, третя на рівні 125,4.

Дослідження продемонстрували, що за умов інтенсивного виробництва кролятини відтворювальні якості кролематок при чистопородному поєднанні порід радянська шиншила, сірий велетень, новозеландська біла є високими. Кролі цих порід пристосовані до відтворення в умовах промислового інтенсивного виробництва.

Висновки і перспективи. Дослідження продемонстрували, що породи кролів: радянська шиншила, сірий велетень, новозеландська біла в умовах промислового інтенсивного виробництва кролятини позитивно проявляють відтворювальні якості. Завдяки спадковості та пристосованості до умов утримання в господарстві Черкаської дослідної станції, за більшістю показників, переважали кролематки породи радянська шиншила, за багатоплідністю на 10,0; 11,6%, за масою гнізда при народженні на 8,8 ($p<0,05$); 11,1% , кількістю кроленят у 20 добовому віці на 5,8; 14,6% ($p<0,05$), кількістю кроленят у 28 добовому віці на 3,0 ($p<0,05$); 20% ($p<0,01$).

Кролематки породи сірого велетня переважали аналогів двох інших порід за показником мертвонароджені кроленята – 0,7 голів, що на 12,5 та 30% менше. Також кролематки (СВ) мали вищий відсоток збереження кроленят до 20 і 28 доби лактації.

Самки новозеландської білої породи переважали інші групи за масою однієї голови при відлученні гнізда в 28 добовому віці – 600 г, що більше на 24% від кролематок першої групи (СВ) і на 11,7 % від другої.

Резюмуючи результати дослідження - в умовах промислового інтенсивного виробництва кролятини породи кролів: радянська шиншила, сірий велетень і новозеландська біла володіють високими відтворювальними властивостями. В процесі досліджень виявлено рівень окремих показників продуктивності, що дає можливість розробити селекційні заходи при поєднанні цих порід та отримати максимальний ефект гетерозису, для підвищення конкурентоспроможності галузі кролівництва в нашій країні.

Література

1. Бащенко, М. І., Гончар, О. Ф., Шевченко Є. А. (2017). Кролівництво. Нац. акад. аграр. наук України, Черкас. дослід. станція біоресурсів. Вид. 2-ге, допов. смт Чорнобай (Черкас. обл.): ЧКПП, 308 с.: іл., табл.; 21 см. Бібліогр. 293-304с. (198 назв). 300 пр. ISBN 978-966-2499-20-9
2. Бащенко, М.І. та ін. (2019). Монографія. Проектування інтенсивного виробництва кролятини в Україні. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН,. – 212 с. – 1000 пр. – ISBN 978-966-2499-35-3.
3. Вакуленко, І. С., Петраш, В. С. (2016). Формування м'ясної продуктивності кролів у віковій динаміці. Науково-технічний бюлетень ІТ НААН. №116. 21-26с.
4. Гончар, О.Ф., Шевченко, Є.А. (2020). Особливості селекційно-генетичного моніторингу в кролівництві за ДНК-маркерами. Effective rabbit breeding and fur farming. No5. 36 – 51с. URL:<https://doi.org/10.37617/2708-0617.2019.5.36-51>.
5. Гончар, О.Ф. (2011). Перспективи розвитку кролівництва в Україні Тваринництво України. №6. 2-6с.
6. Гончар, О.Ф., Бойко, О.В., Гавриш, О.М. (2020). Сучасні тенденції розвитку кролівництва в Україні. Тваринництво. №1 (січень). 74-79с.
7. Гончар, О.Ф., Бойко, О.В., Гавриш, О.М. (2020). Аналіз стану галузі кролівництва в Україні. Effective rabbit breeding and fur farming. No6. 47 – 58с. URL:<https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.47-58>.
8. Гончаренко, І.В. Вінничук, Д.Т. (2012). Кролівництво: селекційно-технологічні аспекти Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. : Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Вип. 179. 54 – 59с.
9. Ковальчук, І. І., Яшук, І. В. (2016). Сучасний стан та перспективи розвитку галузі кролівництва в Україні. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва : зб. наук. пр. / Житомир. нац. агрокол. ун-т. Житомир : ЖНАЕУ, Вип. 5. 24–29с.
10. Коцюбенко, Г.А. (2009). Ефективність застосування ввідного схрещування при покращенні продуктивних якостей кролів. Розведення і генетика тварин : міжвід. темат. наук. зб. №43. 192 – 196с.
11. Коцюбенко, Г.А. (2011). Ефективність прилиття крові порід бельгійський велетень та новозеландська біла при покращенні продуктивних якостей кролів породи сірий велетень Ефективне тваринництво. № 8. 44 – 45с.
12. Коцюбенко, Г.А. (2012). Відтворні та продуктивні якості кролів за різних технологій вирощування .Вісник аграрної науки. № 2. 35 – 37с.

13. Коцюбенко, Г. А. (2013). Науково-практичні методи підвищення продуктивності кролів : монографія. Миколаїв : МНАУ, 191с.

14. Лучин, І.С., Вакуленко, І.С. (2004). Метод оцінки відтворювальної здатності кролематок різних генотипів. Наук.-техн. бюл. Ін-т тваринництва. Харків. Вип. 87. 38 – 41с.

15. Гавриш, О.М. (2015). Рівень продуктивності кролів різних порід та ефективність використання селекційних індексів в кролівництві. *Animal Breeding and Genetics*. Т.55. 38 – 46с. URL:<https://doi.org/10.31073/abg.55.05>.

16. Boiko, O., Honchar, O., Luchyn, I. (2020). Productive characteristics of rabbits at industrial crossbreeding of Poltava Silver, Soviet Chinchilla and New Zealand White breeds/ , *Biol. Tvarin.*; 22(1): 41 – 45p. DOI: 10.15407/animbiol22.01.041

17. Carneiro, M. (2015). The Genetic Structure of Domestic Rabbits .*Molecular Biology and Evolution* Retrieved July 23. Vol. 28 (6). 1801 – 1816p.

18. García, M., Argente, M. (2020). The genetic improvement in meat rabbits. *Lagomorpha Charact. IntechOpen*; London, UK, Volume 5. 1 – 13p.

19. Vintoniv, O. A., Havrysh, O. M. (2022). The reproductive ability of male rabbits depending on the influence of paratypical and genotypical factors. *Animal Breeding and Genetics*. No. 64. 147 – 153p. <https://doi.org/10.31073/abg.64.13>.

UDC 636.92:575.222.2

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.38-46>

PRODUCTIVE AND GENETIC-SELECTION FEATURES OF RABBIT DOGS OF RABBIT BREED SUITABLE FOR INTENSIVE INDUSTRIAL USE IN UKRAINIAN CONDITIONS

Boiko O. V., Perig B. P., Luchyn I. S.

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

Z. Gzhytsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology, Lviv, Ukraine

The research was conducted on the basis of an experimental rabbit farm Cherkassy Experimental Station of Bioresources of the National Academy of Sciences the livestock consists of 15 female rabbits and 3 males of each of the breeds: Soviet Chinchilla (Sch), Gray Giant (GG), and New Zealand White (NZW). It was established that in terms of multiparity, the rabbits of the 1st group of purebred combination Soviet chinchilla prevailed. (Sch)- 12.1 ± 0.59 , which is 1.2 and 1.4 heads more than in a purebred combination of Grey Giant (GG) and New Zealand White (NZW) queens (10.9 ± 0.71 ; 10.7 ± 0.6).

The 3rd group of New Zealand White breed female rabbits stood out for their high fertility - 58 ± 2.17 g, the difference from other groups was 2 g.

Summarizes previous indicators of nest mass at birth. It was highest in female rabbits of the 1st group (Sch) – 623 ± 11.35 g ($p < 0.05$), which is 55 and 69 g more than in the following groups.

The highest milk yield was in female rabbits of the 1st (RCh) and 3rd (NZW) groups in combination with purebred males and amounted to 2.75; 2.74 kg, they exceeded this indicator of the 2nd (GG) group by 80 and 90 g.

The indicator, the number of rabbits at weaning, in the studies was again higher in the female rabbits of the 1st group (RCh) 10.0 ± 0.45 heads, which is 0.3 heads higher than in the 2nd group (9.7 ± 0.56 ; $p < 0.05$) and 2.0 heads higher than in the 3rd group (8.0 ± 0.39 ; $p < 0.01$).

The mass of the nest at weaning was higher in the gray giant female rabbits (group 2) – 5.06 ± 0.17 kg ($p < 0.05$), which is 555 and 570 g more than in the 1st and 3rd groups.

During the research, a high level of individual indicators of rabbit productivity was revealed, which makes it possible to develop breeding measures when combining these breeds and obtain the maximum effect of heterosis under conditions of intensive rabbit meat production in Ukraine.

Rabbit breeds: Soviet Chinchilla, Grey Giant, New Zealand White in conditions of industrial intensive production of rabbit meat positively show reproductive qualities. Due to heredity and adaptability to the conditions of keeping in the farm of Cherkasy Research Station, according to most indicators, female rabbits of the Soviet Chinchilla breed prevailed, in terms of multiplicity by 10.0; 11.6%, in terms of mass of the nest at birth by 8.8 ($p < 0.05$); 11.1%, in terms of the number of rabbits at 20 days of age by 5.8; 14.6% ($p < 0.05$), in terms of the number of rabbits at 28 days of age by 3.0 ($p < 0.05$); 20% ($p < 0.01$).

Female rabbits of the gray giant breed were superior to counterparts of the other two breeds in terms of stillborn rabbits – 0.7 heads, which is 12.5 and 30% less. Also, female rabbits (SB) had a higher percentage of survival of rabbits up to 20 and 28 days of lactation.

Females of the New Zealand white breed were superior to other groups in terms of the weight of one head when weaning the nest at 28 days of age – 600 g, which is 24% more than female rabbits of the first group (SB) and 11.7% more than the second.

Summarizing the results of the study - in conditions of industrial intensive production of rabbit meat, the breeds of rabbits: Soviet chinchilla, gray giant and New Zealand white have high reproductive properties. In the process of research, the level of individual productivity indicators was identified, which makes it possible to develop breeding measures when combining these breeds and obtain the maximum effect of heterosis to increase the competitiveness of the rabbit breeding industry in our country.

Keywords: queen rabbits, reproductive properties, multi-fertility, high fertility, milk yield, nest mass, survival, production intensity.

УДК 636.93

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.47-57>**АНАЛІЗ СТАНУ ГАЛУЗІ ХУТРОВОГО ЗВІРІВНИЦТВА
В СВІТІ ТА УКРАЇНІ ЗА ПЕРІОД 2020-2025 рр.**

Гавриш О. М., кандидат с.-г. наук, с.д.,
Бойко О. В., кандидат с.-г. наук, с.д.,
Гончар О. Ф., кандидат с.-г. наук, с.н.с.,
Яремич Н. В., кандидат с.-г. наук,
Невесенко А. В., кандидат екон. наук

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

Проаналізовано стан галузі хутрового звірівництва в світі та Україні за період 2020-2025 роки. Встановлено, що світове виробництво хутра за період 2020-2025 рр зазнало значних змін і під дією ряду факторів (зниження попиту на продукцію, пандемія спричинена COVID 19, природоохоронні ініціативи в ряді європейських країн) знизило обсяги виробництва в двічі з 33 мільйонів (2020 р) до 17 у 2022 р. та ще нижче до 15 мільйонів шкурок в 2023 році, відтак перебуває в стані занепаду. Найбільший у світі виробник хутра до 2020 року – Китай, також зазнав падіння обсягів виробництва на цьому тлі, що є ще одним фактором, що суттєво впливає на світове виробництво.

Аналіз світового ринку хутра свідчить що серед хутрових звірів кліткового утримання основним видом вже традиційно є різні кольорові типи американської норки – 95 %, часка хутра сріблясто-чорної лисиці складає лише 2% та хутро інших видів, таких як шиншила, нутрія, соболь та ін. складає лише 3%

Найбільшими виробниками хутра норки залишаються Данія (близько 30 % глобального обсягу), Польща (близько 5 млн шкурок/рік), Нідерланди (4 млн), Фінляндія (2 млн), США (3,9 млн). Оцінки свідчать, що Китай у 2024 – 2025 виробляв 3 – 4 млн шкурок норки на рік, що дорівнює 6 – 8 % світового обсягу, але імпортує понад 10 млн шкурок. Частка України в довоєнний період складала 1-1,5 %.

Станом на 2025 р. в Україні працює близько 10 сучасних підприємств; ці основні ферми зосереджені в Київській, Дніпропетровській, Харківській, Житомирській та Львівській областях саме вони забезпечують ~ 95 % експорту. Основним видом хутрових звірів також є американська норка – 98%.

Діючі звірогосподарства є орієнтованими в більший мірі на європейський ринок, відтак в господарствах вирощуються норки, хутро яких має попит у споживачів ЄС – короткошерсті норки скандинавської селекції різного типу забарвлення (scanbrown, scanglow, scanblack, pearl, sapphire, тощо). У 2022 – 2025 роках сфера хутрового звірівництва фокусувалася на відповідності стандартам WelFur для можливості реалізувати продукцію на міжнародних аукціонах (Saga Furs, Copenhagen Fur).

Ключові слова: хутрове звірівництво, чисельність, виробництво, динаміка розвитку галузі, норка, лисиця, песець, шиншила, нутрія.

Актуальність. У сучасних умовах нестабільності світових ринків та дедалі жорсткішого екологічного й етичного регулювання хутрове звірівництво постає як складна багатовимірна система, що поєднує економічні, соціальні й біоетичні аспекти [6, 7, 9, 10]. За період 2020 – 2025 років галузь зазнала суттєвих трансформацій: глобальне виробництво норкових шкурок скоротилося більш ніж удвічі, що зумовлено поєднанням пандемійних обмежень, військовими діями на значній території нашої країни, падінням споживчого попиту та посиленням регуляції у провідних європейських країнах. У той же час Європа стабільно утримує близько 55 % світового обсягу виробництва, при цьому Данія, Польща та Нідерланди залишаються лідерами, забезпечуючи понад 60 % європейського та 30 % світового ринку [6, 10].

В Україні цей сектор сільського господарства попри складнощі наразі демонструє протилежну динаміку: незважаючи на скромні обсяги – близько 1 млн норкових шкурок щороку, що відповідає близько 1,0-1,5 % світового виробництва – українські виробники навіть в умовах військового стану активно впроваджують європейські стандарти добробуту тварин (Welfare), модернізують інфраструктуру та збільшують свій експортний потенціал [6, 7]. При цьому наростають внутрішні дискусії щодо екологічних ризиків, ветеринарного контролю та законодавчих ініціатив з часткової або тотальної заборони хутрового сектору в Україні [1, 2, 4, 5].

Метою статті є комплексний аналіз стану та тенденцій хутрового звірівництва в світі й Україні за період 2020 – 2025 роки, що включає кількісну оцінку виробництва, реалізації продукції на провідних аукціонах, конкурентні позиції ключових гравців, а також соціально-економічні й регуляторні чинники розвитку галузі.

Матеріали і методи досліджень. Використано методи порівняльного аналізу статистичних звітів світових аукціонів (Saga Furs, Copenhagen Fur), дані національних Асоціацій звірівників України (АЗУ) та офіційної статистики Держстату України за період 2020-2025 рр. Такий підхід дозволить окреслити реальні можливості та виклики сировинного та переробного сегментів хутрового бізнесу, оцінити перспективи стійкого розвитку й формулювати практичні рекомендації для зацікавлених сторін.

Результати досліджень та їх обговорення. Аналіз світового ринку хутра свідчить що серед хутрових звірів кліткового утримання основним видом вже традиційно є різні кольорові типи американської норки – 95 %, часка хутра сріблясто-чорної лисиці складає лише 2% та хутро інших видів, таких як шиншила, нутрія, соболь та ін. складає лише 3% (рис. 1) [6, 7, 9, 10].

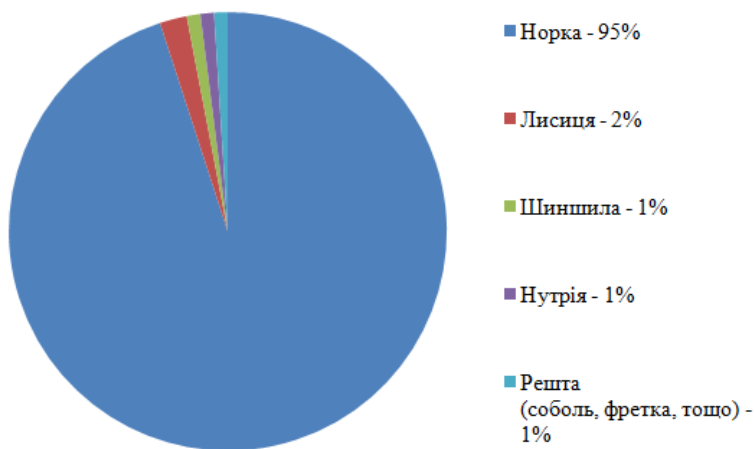


Рис. 1. Світове виробництво хутра різних видів тварини, %

Встановлено, що у 2022 – 2023 роках глобальне виробництво норкових шкурок скоротилося вдвічі з 33 млн (2020) до 17 млн у 2022 р. та ще нижче до 15 млн в 2023 р. [6, 7, 9, 10].

Станом на 2024-2025 рр. низка країн Європейського Союзу офіційно заборонили промислове хутрове звірівництво (тобто вирощування тварин із метою отримання хутра). Деякі держави запровадили повну заборону, інші – часткову (зокрема, на утримання певних видів звірів або без повного припинення експлуатації діючих ферм) (табл. 1.).

Таблиця 1. Країни ЄС, які повністю заборонили хутрове звірівництво

Країна	Рік введення заборони	Коментар
Австрія	2005	Повна заборона всіх видів кліткового утримання хутрових тварин.
Мальта	2011	Заборона де-факто – хутрових ферм немає, підтримано на рівні законодавства.
Словенія	2015	Заборонено вирощування хутрових звірів із етичних міркувань.
Хорватія	2017	Заборона після перехідного періоду у 10 років.
Люксембург	2018	Повна законодавча заборона.
Бельгія	2019	Заборона вирощування норки, лисиці, єнотовидного собаки.
Чехія	2019	Вирощування хутрових тварин заборонено повністю.
Нідерланди	2021	Повна заборона на утримання норки; закрито понад 120 ферм.

Словаччина	2021	Заборона вирощування норки та інших хутрових звірів.
Німеччина	2022	Фактично заборонено – внаслідок жорстких умов добробуту тварин.
Італія	2022	Остаточно припинено виробництво хутра; всі ферми закриті.
Ірландія	2022	Уряд оголосив повну заборону, що завершилася ліквідацією трьох останніх ферм.
Естонія	2026 (набуває чинності)	Закон ухвалено у 2021, з відтермінованим набуттям чинності.
Латвія	2028 (ухвалено в 2023)	Закон передбачає поступове припинення звірівництва.

Станом на 2025 р.: повну заборону хутрового звірівництва ухвалили щонайменше 14 країн ЄС до 2022 р., ще 3 країни (Литва, Латвія, Румунія) приєдналися у 2022 – 2024 рр. Крім того, Німеччина і Швейцарія, хоча й не вводили формальної заборони, фактично виключили промисловість через законодавчі умови (рис. 2) [8, 11].

За кількістю виробленої хутрової сировини Європа (забезпечує близько 50 – 58 % світового обсягу хутра загалом, до 63 % від виробництва хутра норки та 70 % хутра лисиці [6, 7, 11, 12].



Рис. 2. Наявність звіроферм в країнах ЄС станом на 2020 рік [8]

Найбільшими виробниками хутра норки залишаються Данія (близько 30 % глобального обсягу), Польща (≈ 5 млн шкурок/рік), Нідерланди (4 млн), Фінляндія (2 млн), США (3,9 млн) (табл. 2) [8, 9, 10, 11, 12-15].

Таблиця 2. Розподіл світового виробництва хутра норок у 2020-2024 роки

Країна	Річне виробництво, млн шкурок	Частка світового ринку
Данія	≈ 17	25-30 %
Польща	≈ 5	12-15 %
Нідерланди	≈ 4	10-12 %
США	$\approx 3,9$	10-11 %
Китай	$\approx 3-4$	6-8
Фінляндія	≈ 2	5 – 6 %
Україна	≈ 1	≈ 1 %

Варто також зазначити, що Китай був основним виробником до 2020 року, щорічне виробництво складало 20 – 30 млн шкурок норки.

Проте через падіння попиту, закриття ферм і зміни у внутрішній політиці після 2020 року виробництво стрімко скоротилось до 5 млн або менше, у 2022 – 2023 роках в 4-6 раз. В цей період Китай значно знизив виробництво хутра і переорієнтувався на імпорт, особливо з Європи (Saga Furs, Fur Harvesters). Оцінки свідчать, що у 2024 – 2025 Китай виробляє 3 – 4 млн шкурок норки на рік, що дорівнює 6 – 8 % світового обсягу, але імпортує понад 10 млн шкурок [10, 11].

В Україні в довоєнний період виробляли близько 1-1,5 % світового обсягу норкового хутра, що менше, ніж у Данії, Польщі, Нідерландів чи США, проте завдяки сертифікації український експорт зростав, та за рахунок інвестиційного потенціалу міг збільшити частку до 5 – 10 % [6, 7].

Україна хоч і має невелику частку світового виробництва хутра, проте зростає в якості виробника завдяки модернізації ферм і міжнародній сертифікації. Станом на сьогодні в Україні працює близько 10 сучасних підприємств; ці основні ферми зосереджені в Київській, Дніпропетровській, Харківській, Житомирській та Львівській областях. (рис. 3). Основним видом хутрових звірів також є американська норка – 98%, інші види (лисиця, нутрія, шиншила) займають незначну частку ринку [6, 7].

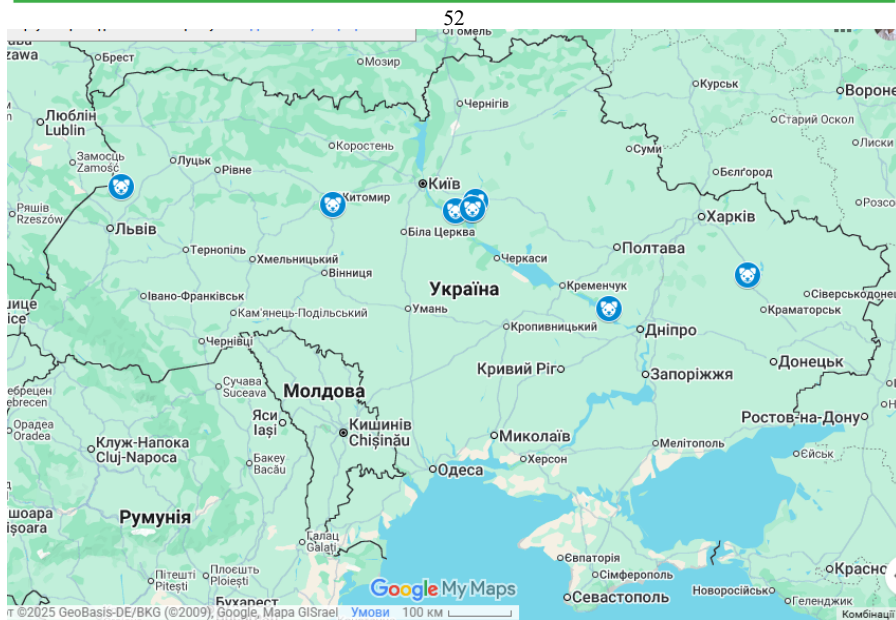


Рис. 3. Географічне розташування звірогосподарств України в 2020 році [4]

Динаміка чисельності хутрових звірів за досліджуваний період свідчить, що чисельність хутрових звірів, що вирощувалися в господарствах різної форми власності знаходилася в межах 199,7-293,0 тис. голів (рис. 4).

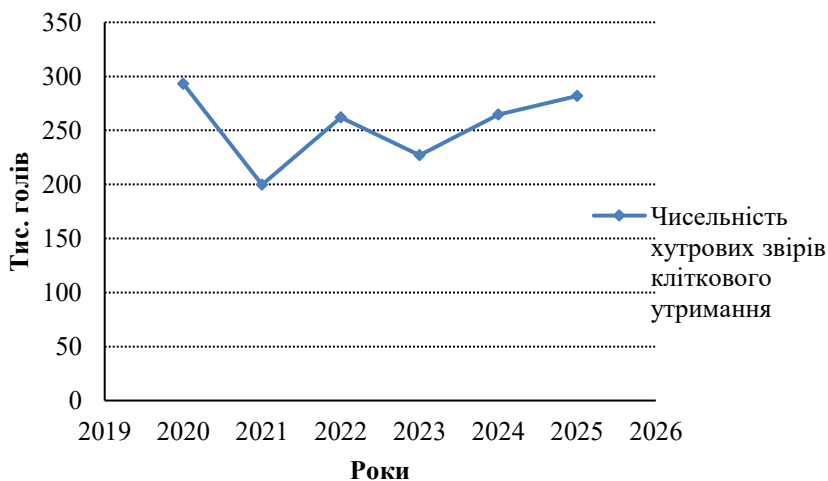


Рис. 4. Динаміка чисельності хутрових звірів кліткового утримання в Україні (2020-2025 рр.)

Наведені дані свідчать, про різке скорочення чисельності поголів'я хутрових тварин в 2021 році на фоні пандемії COVID 19 та карантинних обмежень, пов'язаних з експортом-імпортом продукції – на 31,9%. В подальшому на початок 2022 року відмічено нарощення поголів'я до 262 тис. голів, проте внаслідок початку військових дій, чисельність хутрових звірів в 2023 році знову знизилася на 38,4 % відносно попереднього року. В наступні роки зареєстровано поступове нарощення поголів'я, що, на нашу думку, є свідченням адаптації виробників хутра до роботи в умовах війни. Так, станом на початок 2025 року чисельність хутрових звірів в господарствах склала 281,8 тис. голів [3]. Варто зазначити, що діючі на сьогодні звірогосподарства є орієнтованими на вітчизняний та європейський ринки, відтак в господарствах вирощуються норки, хутро яких має попит у споживачів – короткошерсті норки скандинавської селекції різного типу забарвлення (scanbrown, scanglow, scanblack, pearl, sapphire, тощо) [6, 7] .

Таким чином, можна стверджувати, що даний сектор сільського господарства попри кризу продовжує свою роботу. Згідно даних Асоціації звірівників України за останній наведений період у норкові ферми інвестували понад \$100 млн; ферми створили приблизно 1500 робочих місць зі зарплатами 12 – 16 тис. \$ і експортує продукції до \$70 млн щороку через аукціони в Данії, Фінляндії та Канаді [6, 7, 12].

Діючі на сьогодні звірогосподарства в основній своїй кількості пройшли або ж на етапі проходження сертифікації за програмою WelFur (яка оцінює умови утримання тварин за суровими євростандартами) та входять до складу Асоціації звірівників України: ТОВ «Норкова ферма «Вікінг» (Київська область), ТОВ «Пелском» (Київська область), ТОВ «Агропромінвест» (Дніпропетровська обл.), ТОВ «Тіволі Фюр» (Київська область) [7].

Таким чином хутрове звірівництво в Україні є економічно ефективна, експортноорієнтована галузь із значним інвестиційним потенціалом, сучасними технологіями, екологічними перевагами і створенням нових робочих місць. Водночас вона перебуває під загрозою через потенційну законодавчу заборону, тиск екологічних норм і ризик відтоку бізнесу.

Для стабілізації і зростання галузі необхідні:

- Впровадження ліцензування та чітких регуляторних правил замість повної заборони.
- Підтримка стандартів ЄС через фінансові й технічні стимули.
- Розподіл ризику через підтримку малих і середніх виробників.
- Розбудова моделі стійкого розвитку, яка поєднує екологію, економіку й законодавство.

Висновки і перспективи. Світове виробництво хутра за період 2020-2025 рр. зазнало значних змін і під дією ряду факторів знизило об'єми виробництва в 2 рази з 33 млн (2020) до 15 млн шкурок в 2023 році.

Найбільшими виробниками хутра норки залишаються Данія (близько 30 % глобального обсягу), Польща (≈5 млн шкурок/рік), Нідерланди (4 млн), Фінляндія (2 млн), США (3,9 млн). Частка України в довоєнний період становила 1-1,5 %.

Станом на 2025 р. в Україні працює близько 10 сучасних підприємств; ці основні ферми зосереджені в Київській, Дніпропетровській, Харківській, Житомирській та Львівській областях, саме вони забезпечують 95 % експорту. Основним видом хутрових звірів залишається американська норка – 98%, решта – лисиця, шиншила та нутрія.

Діючі звірогосподарства є орієнтованими на вітчизняний та в більшій мірі європейський ринки, відтак в господарствах вирощуються норки, хутро яких має попит у споживачів ЄС – короткошерсті норки скандинавської селекції різного типу забарвлення (scanbrown, scanglow, scanblack, pearl, sapphire, тощо).

У 2022 – 2025 роках сфера хутрового звірівництва фокусувалася на відповідності стандартам WelFur для виходу на міжнародні аукціони (KopengagenFur, SAGA).

Література

1. Агроновини. Виробництво хутра на розгляді у верховній раді: результати першого обговорення - agroportal.ua. *AgroPortal.ua*. URL: <https://agroportal.ua/publishing/lichnyi-vzglyad/proizvodstvo-mekha-na-rassmotrenii-v-verkhovnoi-rade-rezultaty-pervogo-obsuzhdeniya> (дата звернення: 16.07.2025).

2. Агроновини. Step by step: як українські тваринники поєднують виживання галузі та євроінтеграційні процеси – agroportal.ua. *AgroPortal.ua*. URL: <https://agroportal.ua/publishing/analitika/step-by-step-yak-ukrajinski-tvarinniki-poyednuyut-vizhivannya-galuzi-ta-yevrointegraciyni-procesi> (дата звернення: 16.07.2025).

3. Кількість сільськогосподарських тварин. архів. <https://www.ukrstat.gov.ua/>. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 16.07.2025).

4. Норкові ферми в Україні - google my maps. *Google My Maps*. URL: <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1qDVagtadLGyF9KrYwE7U48EkkBPesFAj&femb=1&ll=48.75887578962715,30.964535474218735&z=6> (дата звернення: 16.07.2025).

5. Про затвердження Методичних рекомендацій з утримання хутрових тварин. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0379555-08> (дата звернення: 16.07.2025).

6. Світове виробництво – UFFA. *UFFA – Асоціація звірівників України*. URL: <https://uffa.org.ua/mirovye-proizvodstvo/> (дата звернення: 16.07.2025).

7. Українських виробників хутра випихають зі світового ринку руками зоозахисників: хто замовник. *UFFA*. URL: <https://uffa.org.ua/ukrainskih-proizvoditelej-pushniny-vyipihayut-zoozashhitniki> (дата звернення: 16.07.2025).

8. Autoren der Wikimedia-Projekte. Kopenhagen fur – wikipedia. *Wikipedia – Die freie Enzyklopädie*. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Kopenhagen_Fur (date of access: 16.07.2025).

9. Global mink fur production halved in two years - Fur Free Alliance. *Fur Free Alliance*. URL: <https://www.furfreealliance.com/global-mink-fur-production-halved-in-two-years> (date of access: 16.07.2025).

10. Global mink fur production halved in two years - Fur Free Alliance. *Fur Free Alliance*. URL: <https://www.furfreealliance.com/global-mink-fur-production-halved-in-two-years> (date of access: 16.07.2025).

11. Infographic: global fur production in drastic decline. *Statista Daily Data*. URL: <https://www.statista.com/chart/33876/supply-volumes-of-mink-fox-pelts-on-the-world-market> (date of access: 16.07.2025).

12. News - sagafurs. *Sagafurs*. URL: <https://www.sagafurs.com/our-company/news/> (date of access: 16.07.2025).

13. Romania bans fur farming while FOUR PAWS keeps calling for an eu-wide ban. *FOUR PAWS International - Animal Welfare Organisation*. URL: https://www.four-paws.org/our-stories/press-releases/october-2024/romania-bans-fur-farming-while-four-paws-keeps-calling-for-an-eu-wide-ban?utm_source=chatgpt.com (date of access: 18.07.2025).

14. Activities & achievements. *FOUR PAWS International - Animal Welfare Organisation*. URL: https://www.four-paws.org/campaigns-topics/topics/animals-abused-for-fashion/activities-achievements-fur?utm_source=chatgpt.com (date of access: 18.07.2025).

15. Ukraine exports of furskins and artificial fur, manufactures - 2025 data 2026 forecast 1996-2024 historical. *TRADING ECONOMICS | 20 million INDICATORS FROM 196 COUNTRIES*. URL: <https://tradingeconomics.com/ukraine/exports/furskins-artificial-fur-manufactures-thereof> (date of access: 18.07.2025).

References

1. Ahronovyny. Vyrobnystvo khutra na rozgliadi u verkhovnii radi: rezultaty persho ho obhovorennia - agroportal.ua. *AgroPortal.ua*. URL: <https://agroportal.ua/publishing/lichnyi-vzglyad/proizvodstvo-mekha-na-rassmotrenii-v-verkhovnoi-rade-rezultaty-pervogo-obsuzhdeniya> (data zvernennia: 16.07.2025).

2. Ahronovyny. Step by step: yak ukrainski tvarynnyky poiednuiut vyzhyvannia haluzi ta yevrointehratsiini protsesy – agroportal.ua. *AgroPortal.ua*. URL: <https://agroportal.ua/publishing/analitika/step-by-step-yak-ukrajinski-tvarinniki-poyednuyut-vizhivannya-galuzi-ta-yevrointegraciyni-procesi> (data zvernennia: 16.07.2025).

3. Kilkist silskohospodarskykh tvaryn. arkhiv. <https://www.ukrstat.gov.ua/>. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (data zvernennia: 16.07.2025).

4. Norkovi fermi v Ukraini - google my maps. *Google My Maps*. URL: <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1qDVagtadLGyF9KrYwE7U48EkkBPesFAj&femb=1&ll=48.75887578962715,30.964535474218735&z=6> (data zvernennia: 16.07.2025).

5. Pro zatverdzhennia Metodychnykh rekomendatsii z utrymannia khutrovykh tvaryn. Ofitsiyni vebportal parlamentu Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0379555-08> (data zvernennia: 16.07.2025).

6. Svitove vyrobnytstvo – UFFA. UFFA – Asotsiatsiia zvirivnykiv Ukrainy. URL: <https://uffa.org.ua/mirovoe-proizvodstvo/> (data zvernennia: 16.07.2025).

7. Ukrainskykh vyrobnykiv khutra vypykhaiut zi svitovoho rynku rukamy zoozakhysnykiv: khto zamovnyk. UFFA. URL: <https://uffa.org.ua/ukrainskih-proizvoditelej-pushniny-vypihivayut-zoozashhitniki> (data zvernennia: 16.07.2025).

8. Autoren der Wikimedia-Projekte. Kopenhagen fur – wikipedia. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Kopenhagen_Fur (date of access: 16.07.2025).

9. Global mink fur production halved in two years - Fur Free Alliance. Fur Free Alliance. URL: <https://www.furfreealliance.com/global-mink-fur-production-halved-in-two-years> (date of access: 16.07.2025).

10. Global mink fur production halved in two years - Fur Free Alliance. Fur Free Alliance. URL: <https://www.furfreealliance.com/global-mink-fur-production-halved-in-two-years> (date of access: 16.07.2025).

11. Infographic: global fur production in drastic decline. Statista Daily Data. URL: <https://www.statista.com/chart/33876/supply-volumes-of-mink-fox-pelts-on-the-world-market> (date of access: 16.07.2025).

12. News - sagafurs. Sagafurs. URL: <https://www.sagafurs.com/our-company/news/> (date of access: 16.07.2025).

13. Romania bans fur farming while FOUR PAWS keeps calling for an eu-wide ban. *FOUR PAWS International - Animal Welfare Organisation*. URL: https://www.four-paws.org/our-stories/press-releases/october-2024/romania-bans-fur-farming-while-four-paws-keeps-calling-for-an-eu-wide-ban?utm_source=chatgpt.com (date of access: 18.07.2025).

14. Activities & achievements. *FOUR PAWS International - Animal Welfare Organisation*. URL: https://www.four-paws.org/campaigns-topics/topics/animals-abused-for-fashion/activities-achievements-fur?utm_source=chatgpt.com (date of access: 18.07.2025).

15. Ukraine exports of furskins and artificial fur, manufactures - 2025 data 2026 forecast 1996-2024 historical. *TRADING ECONOMICS | 20 million INDICATORS FROM 196 COUNTRIES*. URL: <https://tradingeconomics.com/ukraine/exports/furskins-artificial-fur-manufactures-thereof> (date of access: 18.07.2025).

UDC 636.93

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.47-57>

ANALYSIS OF THE STATE OF THE FUR ANIMAL BREEDING INDUSTRY IN THE WORLD AND UKRAINE FOR THE PERIOD 2020-2025

Havrysh O. M., Boiko O. V., Honchar O. F., Yaremych N. V., Nevesenko A. V.
Cherkasy Experimental Station of Bioresources NAAS, bioresurs.ch@ukr.net

The state of the fur farming industry in Ukraine for the period 2020-2025 was analyzed. It was found that global fur production for the period 2020-2025 underwent significant changes and, under the influence of a number of factors

(decreased demand for products, the COVID-19 pandemic, and environmental initiatives in a number of European countries) has halved production from 33 million (2020) to 17 million in 2022 and even lower to 15 million skins in 2023, and is therefore in decline. China, the world's largest fur producer until 2020, has also seen a decline in production against this backdrop, which is another factor that significantly affects global production.

An analysis of the global fur market shows that among cage-raised fur animals, the main species are traditionally various color types of American mink – 95%, silver-black fox fur accounts for only 2%, and fur of other species, such as chinchilla, nutria, sable, etc., accounts for only 3%.

The largest producers of mink fur remain Denmark (about 30% of the global volume), Poland (about 5 million skins/year), the Netherlands (4 million), Finland (2 million), and the United States (3.9 million). Estimates show that in 2024 – 2025, China produced 3 – 4 million mink skins per year, which is equal to 6 – 8% of the global volume, but imports more than 10 million skins. Ukraine's share in the pre-war period was 1 – 1.5%.

As of 2025, there are about 10 modern enterprises operating in Ukraine; these main farms are concentrated in the Kyiv, Dnipropetrovsk, Kharkiv, Zhytomyr, and Lviv regions, and they account for ~95% of exports. The main type of fur animal is also the American mink – 98%.

Existing fur farms are oriented more towards European markets, so they breed minks whose fur is in demand among EU consumers – short-haired minks of Scandinavian selection of various colors (scanbrown, scanglow, scanblack, pearl, sapphire, etc.). In 2022 – 2025, the fur farming sector focused on compliance with WelFur standards in order to be able to sell products at international auctions (Saga Furs, Copenhagen Fur).

Keywords: fur farming, population, production, industry development dynamics, mink, fox, arctic fox, chinchilla, nutria.

УДК 636.084.93

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.58-73>

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГОДІВЛІ АМЕРИКАНСЬКОЇ НОРКИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ СОРБЕНТІВ ЦЕОЛІТ ТА ВЕРМИКУЛІТ

Гончар О. Ф., с.н.с., кандидат с.-г. наук,
Гавриш О. М., с.н.с., кандидат с.-г. наук,
Мезенцева Л. М., кандидат біологічних наук,
Яремич Н. В., кандидат с.-г. наук,
Шаповал О. І., кандидат пед. наук,
Осокіна Т. Г., науковий співробітник

Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН України, м. Черкаси
bioresurs.cl@ukr.net

Досліджено вплив мінеральних сорбентів вермикуліт та цеоліт на рівень реалізації відтворювальної здатності самців та самок норок за нестійкої годівлі в умовах сучасних звірогосподарств, динаміку росту і розвитку та збереженість молодняку і якісні характеристики хутра норок молодняку американської норки.

Самки дослідних груп характеризувались високою статевою активністю, про що свідчить 100% покриття. Також по двом дослідним групам – Д1 та Д3 встановлено нижчий в порівнянні з контролем відсоток прохолостілих самок – 33 та 66% відповідно. Підвищення плодючості спостерігалось лише у самок, яким додатково в раціон вводився мінеральний сорбент цеоліт. Вірогідне збільшення плодючості на 13,4% встановлено у самок норок групи Д1, яким перед проведенням сезону парування вводився в раціон цеоліт в розрахунку 0,5г/гол.

Аналіз плодючості самців, який вираховується за загальною кількістю отриманого від них потомства вказує, що максимальне значення виходу щенят на одного самця спостерігалось у плідників третьої дослідної групи, яким додатково вводився в раціон мінеральний сорбент цеоліт 0,9 г/голову. Від самок, покритих самцями даної групи, отримали 28,4 гол. новонароджених.

Також про позитивний вплив препарату саме в такій дозі свідчить і більша кількість отриманого приплоду на самку, що щенилась. Порівняно із аналогічним показником самок контрольної групи перевага склала 17,4%, проте при порівнянні середніх значень різниця виявилась не вірогідною. По інших дослідних групах різниця була не суттєвою і не достовірною.

Дослідження росту та розвитку молодняку норок свідчить, що щенята дослідних груп переважали у вазі над щенятами контрольної групи, проте найбільш результативним на даному етапі дослідження виявилось додаткове введення в раціон мінерального сорбенту цеоліту в дозуванні 0,5 г/гол.

Додавання до основного корму мінеральних сорбентів сприяло покращенню збереженості молодняку. Максимальні показники живої маси у віці 90 днів мали норки групи Д3 – 1157 г, який переважав аналогів на 16-137г.

Максимальне значення різниці зареєстроване при порівнянні з контрольною групою ($P > 0,99$). У віці 120 днів значення досліджуваного показнику відмічено у молодняку групи Д5, який переважав своїх ровесників на 11-79 г, вірогідною різниця виявилася при порівнянні з контролем ($P > 0,99$). У віці 150 днів зареєстровано у тварин групи Д6, з добавкою до раціону вермикуліту, а мінімальне у тварин групи Д1, різниця у яких склала 80 г, при чому виявилася невірогідною ($P < 0,95$). Використання мінеральних сорбентів в годівлі хутрових звірів не мало істотного впливу на морфологічні показники крові досліджуваних груп.

Ключові слова: американська норка, мінеральні сорбенти, цеоліт, вермикуліт, годівля, відтворна здатність, динаміка росту.

Актуальність. Природні мінеральні сорбенти знаходять дедалі ширше застосування в тваринництві. Перевага полягає у великих запасах їх, та порівняно невисокій вартості. Основна фізико-хімічна здатність полягає в зв'язуванні токсичних речовин, а саме: токсичних мікробів, мікотоксинів, важких металів, внаслідок їх високої сорбційної здатності, - є важливим фактором підвищення біологічної повноцінності кормів при згодовуванні їх тваринам [1, 2, 3].

Одним з перспективних видів нерудної сировини, придатним для використання в сільському господарстві є вермикуліт (гідрослюда, водний силікат магнію і заліза змінного складу). Встановлено, що вермикуліт володіє жироемністю, що склала 200 - 300% від своєї маси. Також його використовують в якості носія вітамінів, меляси, холін - хлориду та інших лікарських речовин на рідкій основі. Абсорбційна спроможність вермикуліту складає 1:4 - 1:5 [4, 5]. Висока ефективність досягається при застосуванні вермикуліту в птахівництві. Встановлено, що годівля курей - несучок раціонами, в яких 4 - 6% комбікорму замінювалося вермикулітом, не чинить негативного впливу на їх продуктивність. Досліди, проведені на коровах, які отримували вермикуліт в дозі 0,3 г на кг живої маси, показали зниження кількості випадків шлунково - кишкових захворювань у тварин на 6,6%, підвищення маси тіла при народженні на 3,2%.

Досвід широкого використання цеолітів у різних господарствах США, Японії, Німеччини та інших країн показує, що включення їх в харчовий раціон тварин підвищує засвоюваність поживних речовин кормів, скорочує смертність молодняку, особливо в ранньому віці, попереджає появу диспепсії, виводить з організму токсичні і шкідливі продукти метаболізму, запобігає захворюванням, пов'язаних з дефіцитом мікроелементів. Вважають, що він стабілізує амінокислоти завдяки поглинанню азотного «хвоста» що призводить до зменшення витрат калорій на приріст маси тіла [6 - 12].

Проте на сьогодні недостатньо інформації щодо впливу різних мінеральних сорбентів на продуктивність хутрових звірів, в тому числі і американської норки. Також слід враховувати, що норми годівлі не є постійними і їх необхідно періодично уточнювати в зв'язку зі зміною кормової бази, введенням в раціон нових не традиційних кормів і кормових добавок, які збагачують раціон відсутніми елементами. Тому для одержання стабільного

оптимального позитивного ефекту при використанні мінеральних сорбентів необхідні знання і дотримання відповідних умов застосування, що і зумовлює актуальність даної теми.

Мета дослідження – дослідити вплив мінеральних сорбентів на рівень реалізації відтворювальної здатності самців та самок норок за нестійкої годівлі в умовах сучасних звірогосподарств, динаміку росту і розвитку та збереженість молодняку і якісні характеристики хутра американської норки.

Матеріали та методи дослідження. Для дослідів використані два типи мінеральних сорбентів. Цеоліт природній подрібнений фракцією 0,5 мм Сокириницького родовища Хустського району, Закарпатської області. Емпірична формула цеоліту складає: $M_2n Al_2O_2 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$ або $Mx/n (AlO_2) \cdot x(SiO_2)y \cdot zH_2O$, де М – катіони з валентністю n (зазвичай це Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+} та ін.), z - число молекул води, а відношення y/x може змінюватися від 1 до 5 для різних видів цеолітів. Вермикуліт фракція 0,5 мм з родовища Болгарії та збагачений в умовах підприємства НПП "Укрвермикулит" (м. Васильків, Київська область). Хімічний склад вермикуліту відповідає приблизно формулі $(Mg^{+2}, Fe^{+2}, Fe^{+3})_3[(AlSi)_4O_{10}] \cdot (OH)_2 \cdot 4H_2O$ [13 – 16].

Для проведення дослідження відтворювальної здатності тварин методом аналогів використано електронну базу даних показників відтворювальної здатності норок звірогосподарства Черкаської облспоживспілки. Сформовано контрольну та шість дослідних груп самців та самок норок (по 25 голів самок та по 5 голів самців в кожній групі) (табл. 1). Дослідні і контрольна група формувались з клінічно здорових тварин, із врахуванням походження, статі і віку. Всі тварини були першого року використання. Для експерименту було відібрано 210 тварин (175 самок і 35 самців норок) кольорового типу Pearl. Перша група була контрольною і отримувала основний раціон (ОР) прийнятий на звірогосподарстві відповідно до технологічного періоду. Тварини першої дослідної групи (Д1) отримували додатково до основного раціону – 0,5 г/гол., другої дослідної групи (Д2) – 0,7 г/гол., третьої дослідної групи (Д3) – 0,9 г/гол. цеоліту. Тварини четвертої дослідної групи (Д4) отримували додатково до основного раціону – 1,0 г/гол., п'ятої дослідної групи (Д5) – 1,5 г/гол., шостої дослідної групи (Д6) – 2 г/гол. вермикуліту. Утримання і годівля піддослідних звірів відповідала зоотехнічним нормам. Мінеральні сорбенти змішували з кормом при годівлі.

Реалізація відтворювальної здатності самок визначалась за показниками перебігу гону (час прояву статевої охоти, періодичність, кратність покриття) та результатами щеніння. Кількісні та якісні показники гнізд характеризувались кількістю народженого живого та мертвого молодняку. Показники статевої активності самців вивчались за фактичною кількістю зафіксованих коїтусів, а рівень запліднюючої здатності за кількістю отриманого молодняку в розрахунку на одного самця.

Таблиця 1. Схема проведення дослідів по визначенню впливу мінеральних сорбентів на відтворну здатність самок і самців норок

Групи тварин	самка	самець	Умови годівлі
К	25	5	О.Р*
Д1	25	5	О.Р*+ цеоліт (0,5 г/гол.)
Д2	25	5	О.Р*+ цеоліт (0,7 г/гол.)
Д3	25	5	О.Р*+ цеоліт (0,9 г/гол.)
Д4	25	5	О.Р*+ вермикуліт (1,0 г/гол.)
Д5	25	5	О.Р*+ вермикуліт (1,5 г/гол.)
Д6	25	5	О.Р*+ вермикуліт (2,0 г/гол.)

Примітка: * - основний раціон

Для вивчення показників росту та розвитку молодняку сформовано шість дослідних груп молодняку норок (по 30 голів в кожній групі) (табл. 2). Відібрано 210 тварин кольорового типу Pearl. Перша група контрольна і отримувала основний раціон (ОР) прийнятий на звірогосподарстві відповідно до технологічного періоду (Додаток А). Тварини першої дослідної групи (Д1) отримували додатково до основного раціону – 0,5 г/гол., другої дослідної групи (Д2) – 0,7 г/гол., третьої дослідної групи (Д3) – 0,9 г/гол. цеоліту біо. Тварини четвертої дослідної групи (Д4) отримували додатково до основного раціону – 1,0 г/гол., п'ятої дослідної групи (Д5) – 1,5 г/гол., шостої дослідної групи (Д6) – 2,0 г/гол. вермикуліту вспученого. Мінеральні сорбенти при годівлі змішувались з кормом. Тривалість дослідів склав 100 днів.

Динаміка росту і розвиток молодняку вивчалась шляхом індивідуальних зважувань норчень у віці: 30, 60, 90, 120, 150 днів. Абсолютний приріст живої маси визначався за наступною формулою:

$$A = W_1 - W_0$$

де, А – абсолютний приріст живої маси, г; W₁ – жива маса у кінці періоду, г; W₀ – жива маса на початку періоду, г.

Таблиця 2. Схема проведення дослідів по вивченню впливу ефективності використання мінеральних сорбентів в якості кормової добавки в годівлі молодняку

Групи тварин	Кількість тварин	Умови годівлі
К	30	О.Р*
Д1	30	О.Р*+ цеоліт біо (0,2 г/гол.)
Д2	30	О.Р*+ цеоліт біо (0,3 г/гол.)
Д3	30	О.Р*+ цеоліт біо (0,5 г/гол.)
Д4	30	О.Р*+ вермикуліт вспучений (0,2 г/гол.)
Д5	30	О.Р*+ вермикуліт вспучений (0,3 г/гол.)
Д6	30	О.Р*+ вермикуліт вспучений (0,5 г/гол.)

Примітка: * - основний раціон

Середньодобовий приріст живої маси розраховано за формулою 2.2:

$$C = \frac{W_1 - W_0}{t}$$

Розрахунки виконувалися за допомогою статистичного системного аналізу програмного пакету «STATISTICA 13.1» [17].

Результати досліджень та їх обговорення. Отримані дані проведення гону вказують, що самки дослідних та контрольної груп однаково активно почали покриватись вже в останню декаду лютого. По всіх досліджуваних групах спостерігався чітко виражений пік статевої активності з 25 лютого по 5 березня. Останні поодинокі випадки результативних покриттів в перший період статевої охоти зареєстровано 16 березня.

Результати показників проведення сезону парування самок, які брали участь в дослідженні (табл. 3), вказують на 100% покриття. Отримані дані свідчать, що більшість самок (84-96%) було покрито в два періоди статевої охоти. Максимальну кількість таких самок зареєстровано по групі Д₅ – 96%. Мінімальний відсоток покриття самок в два періоди статевої охоти спостерігався у контрольній групі – 84%.

Показник кратності покриття не мав вірогідної різниці і коливався в межах 2,7 – 3,0 підсадження самок до самця по всіх групах тварин. Періодичність прояву статевої охоти також не мала значного варіювання і знаходилась в межах 8,1-8,8 днів.

Таблиця 3. Показники перебігу гону самок норок

Показники	Групи норок						
	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6	К
Кількість самок, гол.	25	25	25	25	25	25	25
Спаровано до загальної кількості, %	100	100	100	100	100	100	100
Спаровано в один період статевої охоти, %	22	22	8	22	4	8	26
Спаровано в два періоди статевої охоти, %	88	88	92	88	96	92	84
Кількість зареєстрованих копуляцій на самку	2,7± 0,12	2,8± 0,12	2,7± 0,14	7,5± 0,12	3,0± 0,07	3,0± 0,08	2,8± 0,13
Інтервал між періодами статевої охоти, днів	8,7± 0,46	8,7± 0,45	8,1± 0,42	7,5± 0,33	8,1± 0,40	8,8± 0,45	8,6± 0,51

При вивченні даного періоду відмічалися відмінності за термінами початку і тривалості щенінь самок. Як видно з діаграми, найбільш ранні щеніння спостерігались по групі Д1, перші випадки розродження самок були

зареєстровані 12 квітня. Пік щеніння досліджуваних самок припав на період з 22 квітня по 6 травня. Поодинокі випадки пізніх щенінь спостерігали до 12 травня включно.

Максимально щільно щеніння проходили у самок групи Д3 і тривали 10 днів, хоча в цій групі також було зареєстровано найбільш пізнє щеніння. Дещо розтягнутий даний фізіологічний період спостерігався у самок групи Д3 та Д4, який тривав 21 та 24 дні відповідно, оскільки у самок цих груп спостерігались як ранні (12 квітня) та і пізні щеніння (11 травня).

Середні значення показника тривалості вагітності самок досліджуваних груп характеризувались досить широким варіюванням від 37 до 63 днів. Вірогідно менший період вагітності встановлено у самок групи Д₁ на 4 дні ($P>0,95$).

Аналіз результатів щеніння вказує, що відсоток безплідних самок максимальним був по групі Д6 – 18%. У самок контрольної групи даний показник був меншим на 33%. Мінімальний рівень безпліддя самок зареєстровано по групі Д₁, що на 66% менше в порівнянні з контрольною групою. Під час проведення дослідження не зареєстровано випадків абортів самок (табл. 4).

Таблиця 4. Результати щеніння самок норок

Показники	Групи норок						
	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6	К
Кількість самок, гол.	25	25	25	25	25	25	25
Абортувало, % до покритих	-	-	-	-	-	-	-
Прохолостіло, % до покритих	4	12	8	14	15	18	12
Щенилось, % до покритих	96	88	92	86	85	82	88
Тривалість вагітності, днів	48,1±1,39*	49,0±1,51	51,2±1,29	53,7±1,16	52,2±1,35	50,7±1,18	52,0±1,32
Плодючість на самку, що щенилась, гол.	6,9±*0,48	6,4±0,56	6,1±0,53	5,4±0,53	5,2±0,53	5,6±0,44	6,0±0,50
Плодючість на штатну самку, гол.	6,1±0,69	5,8±0,71	5,6±0,59	4,8±0,58	4,6±0,60	5,4±0,48	5,3±0,59
В т.ч. народжено: живих, гол.	5,9±0,62	5,5±0,58	5,2±0,54	4,4±0,56	4,1±0,58	5,2±0,46	5,1±0,57
мертвих, гол.	0,2±0,17	0,3±0,22	0,4±0,16	0,4±0,17	0,5±0,19	0,2±0,12	0,2±0,12
Загинуло щенят до реєстрації, % до отриманих	12,2	19,1	20,2	22,9	24,3	21,1	19,7
Реєстраційний вихід, гол.	5,3*	4,6	4,8	3,8	3,6	4,5	4,0

Максимальний середній вихід щенят отримали від самок першої дослідної групи – 6,9 гол. Це в свою чергу на 0,9 гол. більше в порівнянні з

аналогічним показником контрольної групи ($P>0,95$). В гніздах піддослідних самок також спостерігалась різна кількість мертвонароджених щенят – від 1 до 7 голів.

Проте максимальним даний показник був у самок групи Д5 – 0,5 щеняти, мінімальним – у самок контрольної групи і групи Д1 та Д6 – 0,2 гол., проте встановлена різниця була не вірогідною ($P<0,95$).

Максимальний до реєстраційний відхід молодняку спостерігався у самок п'ятої дослідної групи – 24,3%. Самки першої дослідної групи відзначалися мінімальним рівнем загиблих до реєстрації щенят – 12,2%, що в свою чергу сприяло високому рівню реєстраційного виходу молодняку.

Результати реєстрації молодняку на самку, що брала участь у розмноженні, вказують, що максимальний вихід мали самки групи Д1, що на 1,3 голови більше в порівнянні з аналогічним показником самок контрольної групи, та на 1,7 гол. вище реєстраційного виходу по самках п'ятої дослідної групи. Різниця при порівнянні середніх значень даного показника між самками групи Д1 та групи К виявилась вірогідною ($P>0,95$).

Таким чином, в результаті проведених досліджень з'ясовано, що запропоновані схеми використання досліджуваних мінеральних сорбентів мали не однаковий ефект. Самки дослідних груп характеризувались високою статевою активністю, про що свідчить 100% покриття. Також по двом дослідним групам – Д1 та Д3 встановлено нижчий в порівнянні з контролем відсоток прохолостілих самок – 33 та 66% відповідно. Підвищення плодючості спостерігалось лише у самок, яким додатково в раціон вводився мінеральний сорбент цеоліт. Вірогідне збільшення плодючості на 13,4% встановлено у самок норок групи Д1, яким перед проведенням сезону парування вводився в раціон цеоліт в розрахунку 0,5г/гол.

В рамках даного дослідження також проведений порівняльний аналіз впливу різних доз мінеральних сорбентів на статеву активність і реалізацію репродуктивної здатності самців норок.

Під час проведення сезону паруваль зареєстровано 267 випадків покриття самок піддослідними самцями. Кількість зареєстрованих коїтусів із розрахунку на одного самця варіювала в межах 1-18 випадків (табл. 5).

Таблиця 5. Статева активність самців норок

Групи	Кількість коїтусів на одного самця			Кількість покритих самок одним самцем, гол.		
	M±m	lim	C.V, %	M±m	lim	C.V, %
К	10,0±3,54	0-18	79,06	9,0±3,15	0-18	76,63
Д1	8,4±2,01	4-16	53,64	6,2±1,39	3-11	50,23
Д2	7,2±2,27	2-14	70,41	5,8±2,20	0-13	84,82
Д3	11,0±1,05	3-15	43,32	9,6±1,93	3-15	47,00
Д4	9,2±1,24	6-13	30,16	8,0±1,14	5-11	31,87
Д5	10,4±2,01	8-13	21,32	8,2±1,69	2-12	45,95
Д6	7,2±1,36	3-11	42,13	5,6±0,68	3-7	27,08

За цим показником спостерігалась значна мінливість ($C.V. = 21,3-79,1\%$), що підтверджує різну статеву активність піддослідних самців. Плідники всіх груп проявляли високу статеву активність, проте максимальне значення цього показника спостерігалось у самців третьої дослідної групи, і в середньому дорівнювало 11 коїтусів на одного самця. Кількість покритих самок на одного самця цієї ж групи також була максимальною і більшою на 6,3% порівняно з контролем.

Після щеніння самок була проаналізована запліднювальна здатність самців (табл. 6). Згідно з отриманими даними, самці дослідних груп характеризувались вищою запліднювальною здатністю ніж самці контрольної групи.

Максимальну кількість самок, що щенились у розрахунку на одного самця зареєстровано по групі ДЗ - 4,9 голів, це в свою чергу більше 20% від контролю.

Відсоток неплідних самок, які в період сезону розмноження були покритими, але не дали приплоду, в середньому становив 10,2%. Мінімальні значення цього показнику спостерігали по дослідним групам, яким додатково вводився цеоліт. Відсоток самок з патологічними пологами в середньому становив 2,2% від загальної кількості самок, що щенились.

Таблиця 6. Запліднювальна здатність самців норок

Групи	Щенилось самок на 1 самця, $M \pm m$	% вагітних самок	% неплідних самок	% самок із патологічними пологами
К	$4,0 \pm 1,26$	84,7	12,2	3,1
Д1	$4,5 \pm 0,55$	87,9	9,6	2,5
Д2	$4,6 \pm 1,02$	88,6	9,2	2,2
ДЗ	$4,9 \pm 0,41$	90,5	8,0	1,5
Д4	$4,6 \pm 0,68$	87,7	10,6	1,7
Д5	$4,2 \pm 0,97$	85,9	11,2	2,9
Д6	$4,3 \pm 0,40$	85,0	11,8	3,2

Аналіз плодючості самців вираховується за загальною кількістю отриманих від них нащадків, та наведений в таблиці 7. Згідно з представленими даними, максимальне значення виходу щенят на одного самця спостерігалось у плідників третьої дослідної групи, яким додатково вводився в раціон мінеральний сорбент цеоліт в розрахунку 0,9 г/голову.

Від самок, покритих самцями даної групи, отримали 28,4 гол. новонароджених. Також про позитивний вплив препарату саме в такій дозі свідчить і більша кількість отриманого приплоду на самку, що щенилась. Порівняно із аналогічним показником самок контрольної групи перевага складала 17,4%, проте при порівнянні середніх значень різниця виявилась не вірогідною. По інших дослідних групах різниця була не суттєвою і не достовірною.

Таблиця 7. Вихід щенят у розрахунку на 1 плідника за сезон парування

Групи	Кількість щенят на 1 самця, гол.		
	всього	на кожну покриту самку	на самку, що щенилась
К	20,4±7,57	5,8±1,60	5,8±1,60
Д ₁	19,4±3,50	4,3±2,24	6,6±2,65
Д ₂	17,4±8,00	4,2±1,80	6,2±1,0
Д ₃	28,4±3,54	6,6±0,93	7,0±0,93
Д ₄	21,6±4,27	3,4±0,93	4,3±0,48
Д ₅	23,0±4,57	5,4±1,75	6,4±1,44
Д ₆	14,4±5,58	2,6±1,60	6,5±0,50

Результати зважувань норок досліджуваних груп в наступні періоди онтогенезу свідчать про переважання за показником живої маси молодняку дослідних груп над контролем (табл. 8). У віці 90 днів максимальним середній показник живої маси зареєстровано по групі норок Д₃ – 1157 г, який переважав аналогів на 16-137 г. Максимальне значення різниці зареєстроване при порівнянні з контрольною групою ($P>0,99$). Серед груп, яким додатково вводилися мінеральні сорбенти мінімальне значення середнього показнику живої маси зареєстровано по групі тварин, яким додатково вводився цеоліт біо в дозуванні 0,2 г/гол. – 1134 ($P<0,95$).

Таблиця 8. Динаміка живої маси молодняку, г

Показники живої маси у віці	Групи						
	К	Д ₁	Д ₂	Д ₃	Д ₄	Д ₅	Д ₆
30 днів	135,7 ±2,04	130,3 ±1,78	132,3 ±2,31	137,5 ±1,95	135,2±2,02	137,2 ±1,82	135,5 ±2,21
60 днів	742,5 ±6,74	756,4 ±5,35	760,8 ±3,22*	782,0 ±4,15**	749,2±4,12	752,5 ±6,40	765,8 ±3,85*
90 днів	1095 ±21,17	1134 ±19,85	1129 ±20,87	1157± 22,12**	1130±21,78	1141 ±24,12	1126 ±24,51
120 днів	1482 ±31,5	1497 ±28,16	1532 ±27,33	1550± 26,47	1520±28,47	1561 ±25,33**	1540 ±27,53
150 днів	2205 ±30,24	2180 ±33,18	2230 ±32,87	2242± 33,76	2250±33,15	2230±30,91	2260 ±34,10

У віці 120 днів середнє значення показника живої маси звірів знаходилося в межах 1447-1561 г. Відмічено, що в даний віковий період максимальне значення досліджуваного показника відмічено у молодняку групи Д₅, який переважав своїх ровесників на 11-79 г, вірогідною різниця виявилася при порівнянні з контролем ($P>0,99$). При порівнянні живої маси молодняку, яким додатково додавалися мінеральні сорбенти вірогідної різниці не було виявлено.

Максимальне значення показнику живої маси у віці 150 днів зареєстровано у тварин групи Д₆, а мінімальне у тварин групи Д₁, різниця у яких склала 80 г, при чому виявилася невірогідною ($P<0,95$). Загалом у даний

віковий період досліджуваній молодняк норок характеризувався максимальною вирівняністю за даною ознакою, що є свідченням припинення інтенсивного росту тварин.

Значення абсолютних та середньодобових приростів відображає інтенсивність росту молодняку досліджуваних груп (табл. 9).

Таблиця 9. Інтенсивність росту молодняку норок досліджуваних груп

Показники	Групи						
	К	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6
30-60 днів							
Абсолютний приріст живої маси, г	606,8	626,1	628,5	644,5	614,0	615,3	630,3
+/- до контролю, г	0	19,3	21,7	37,7	7,2	8,5	23,5
Середньодобовий приріст живої маси, г	20,2	20,9	21,0	21,5	20,5	20,5	21,0
+/- до контролю, г	0	0,7	0,8	1,3	0,3	0,3	0,8
60-90 днів							
Абсолютний приріст живої маси, г	352,5	377,6	368,2	375,0	380,8	388,5	360,2
+/- до контролю, г	0	25,1	15,7	22,5	28,3	36,0	7,7
Середньодобовий приріст живої маси, г	11,8	12,6	12,3	12,5	12,7	13,0	12,0
+/- до контролю, г	0	0,8	0,5	0,7	0,9	1,2	0,2
90-120 днів							
Абсолютний приріст живої маси, г	387,0	363,0	403,0	393,0	390,0	420,0	414,0
+/- до контролю, г		-24,0	16,0	6,0	3,0	33,0	27,0
Середньодобовий приріст живої маси, г	12,9	12,1	13,4	13,1	13,0	14,0	13,8
+/- до контролю, г	0	-0,8	0,5	0,2	0,1	1,1	0,9
120-150 днів							
Абсолютний приріст живої маси, г	723,0	683,0	698,0	692,0	730,0	669,0	720,0
+/- до контролю, г	0	-40	-25	-31	7	-54	-3
Середньодобовий приріст живої маси, г	24,1	22,8	23,3	23,1	24,3	22,3	24,0
+/- до контролю, г	0	-1,3	-0,8	-1,0	0,2	-1,8	-0,1

Встановлено, що в період 60-90 днів максимальне значення приросту відмічено у тварин з максимальним показником живої маси. Приріст маси тіла

тварин по цій групі переважав ровесників на 7,7-36,0 г, а середньодобовий приріст був вищим на 1,2 г мінімального значення зареєстрованого по контрольній групі.

В наступний віковий період (90-120 днів) перевага за показниками приросту живої маси також спостерігалася у тварин групи Д5, а мінімальний – у тварин групи Д1, різниця за середньодобовими приростами склала 1,9 г.

У віці 120-150 днів показники середньодобового приросту знаходилися в межах 22,3-24,3, що є підтвердженням думки про припинення росту звірів в цей період.

Варто зазначити, що в практиці звірівництва загибель молодняку в процесі вирощування може сягати 30-40 %, що є наслідком дії згодовування неякісних кормів тваринам, особливо у весняно-літній період. Використання ж мінеральних сорбентів, на нашу думку, має знизити негативну дію можливих токсинів на організм звірів. Результати дослідження за цим питанням наведено в табл. 10.

Таблиця 10. Рівень збереженості молодняку норок досліджуваних груп

Показники	Групи						
	К	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6
Рівень збереження молодняку до віку 150 днів	92,3	91,7	95,1	94,4	95,5	93,7	93,4
в т. ч. $\pm$ до контрольної групи, %	$\times$	-0,6	2,8	2,1	3,2	1,4	1,1

Наведені дані свідчать, про досить високий рівень збереженості молодняку до 150-денного віку (91,2-95,5 %). При цьому варто відмітити, що максимальні значення за цим показником відмічено у тварин груп Д2 та Д4 (95,1-95,5 %), а мінімальний у тварин групи Д1, у яких рівень збереження молодняку на 0,6 % виявився нижчим порівняно з контролем. Різниця за рештою груп і контролем склала 1,1-3,2 %.

Згодовування мінеральних сорбентів в якості кормової добавки та мінливість морфометричних показників волоссяного покриву тварин на різних етапах онтогенезу зумовило необхідність встановлення кореляційних зв'язків між дозами згодовування препаратів та досліджуваними ознаками.

Результати кореляційного аналізу засвідчили наявність кореляційного зв'язку між довжиною остьового волосся та дозою згодовуваних препаратів у віці 60 днів – $r=0,51$ ($P>0,99$). Також встановлено наявність вірогідного позитивного зв'язку між показником дати початку линьки та дозою препарату, що згодовується – $r=0,39$ ($P>0,95$). Наведені дані дають змогу стверджувати, що зі збільшенням дози мінеральних сорбентів зростає показник довжини волосся у норок у віці 60 днів та дещо пізніше настає линька.

За рештою скорельованих ознак встановлені коефіцієнти знаходилися в межах -0,33...+0,28, проте виявилися не вірогідними ($P<0,95$).

Проведення одно факторного дисперсійного аналізу навпаки засвідчило наявність вірогідного впливу згодовування препарату на процес формування

волосяного покриву (довжину та товщину волосся різної категорії) в усі вікові періоди після відлучення ($F=2,79-22,77$, $P>0,99\dots0,999$). Також вірогідним виявився вплив даного фактору на перебіг осінньої линьки тварин ($F=2,18-3,50$, $P>0,99$). Не встановлено вірогідного впливу досліджуваного фактору на прижиттєві дефекти хутра норок, що засвідчує наявність інших більш вагомих факторів, які спричиняють дане явище.

Висновки та перспективи. Встановлено підвищення плодючості на 13,4% у самок норок групи Д1, яким додатково в раціон вводився мінеральний сорбент цеоліт в розрахунку 0,5 г/гол.

Покращення запліднювальної здатності та збільшення кількості отриманого молодняку на 17,4%, спостерігалось у самців норок групи Д3, яким додатково вводився в раціон мінеральний сорбент цеоліт в розрахунку 0,9 г/голову.

За досліджуваний період щенята дослідних груп переважали у вазі над щенятами контрольної групи, проте найбільш результативним на даному етапі дослідження виявилось додаткове введення в раціон мінерального сорбенту цеоліту в дозуванні 0,5 г/гол.

Додавання до основного корму мінеральних сорбентів сприяло покращенню збереженості молодняку.

Максимальні показники живої маси у віці 90 днів мали норки групи Д3 – 1157 г, якій переважали аналогів на 16-137 г. Максимальне значення різниці зареєстроване при порівнянні з контрольною групою ($P>0,99$).

У віці 120 днів значення досліджуваного показнику відмічено у молодняку групи Д5, який переважав своїх ровесників на 11-79 г, вірогідною різниця виявилася при порівнянні з контролем ($P>0,99$).

Література

1. Марінцова, Н. Г., Половкович, С. В. Новіков, В. П. (2013). Біологічна хімія. Львів: Видавництво Львівської політехніки. 336 с. ISBN 978-617-607-460-1
2. Засуха, Т. В. (1997). Нові дисперсні мінерали у тваринництві. Вінниця: Арбат. 224 с.
3. Білецький, В. С., Суярко, В. Г., Іщенко, Л. В. (2018). Вермикуліт // Мінералого-петрографічний словник .X. : НТУ «ХП», – Т. 1. Мінералогічний словник. 444 с. ISBN 978-617-7565-14-6.
4. Гончар, О. Ф., Шевченко, Є. А. (2010). Підвищення продуктивних якостей кролів шляхом застосування пробіотичного препарату *Bacillus subtilis*. Вісник АПВ НААНУ. №10. 24-29с.
5. Honchar, O., Myhno, V., Usenko, O. (2023). Determination of the productive effect of a complete ration compound feed, balance daccording to individual available aminoacids, on the growth, development and reproductive qualities of rabbits Scientific journal "Effective Rabbit Breeding and Animal Husbandry", Cherkasy: Cherkasy Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences. № 9. 6 – 18 p DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2023.9.6-18>

6. Башенко, М. І., Гончар, О.Ф., Шевченко, Є. А. (2017). Кролівництво: монографія. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН. 305 с.
7. Гончар, О.Ф., Гавриш, О.М., Усенко, В.О., Михно, В.В., Яремич, Н.В., Шевченко, Є.А., Осокіна, Т.Г. (2021). Удосконалення технології годівлі американської норки з використанням біологічно – активних добавок (Методичні рекомендації) Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН України. 28 с.
8. За ред. Білецького В.С. (2013). Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. Д. : Східний видавничий дім. Т. 3 : С – Я. 644 с.
9. Лучин, І. (2023). Продуктивна дія стартерного комбікорму на відтворювальні якості кролематок. Науковий журнал «Ефективне кролівництво і звірівництво», Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН. Вип. 9. 45 – 60с. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2023.9.45-59>
10. Tombarkiewicz, B., Łapiński, S.(2024). The influence of zoohygienic conditions on fertility and fur quality off armed chinchillas. Scientific journal "Effective Rabbit Breeding and Animal Husbandry", Cherkasy: Cherkasy Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences. No. 10. 31 - 41 p DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.31-41>
11. Завгородній, М.П., Яремич, Н.В., Гавриш, О.М., Гончар, О.Ф. (2019). Ефективність використання сірковмісних біореґуляторів в годівлі американської норки (Методичні рекомендації) Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН. 21 с.
12. Бойко, О.В., Уманець, Р.М., Гончар, О.Ф. та ін. (2024). Технологія виробництва продукції кролівництва та звірівництва: навчальний посібник / Київ: НУБіП України, ЧДСБ НААН. 484 с.
13. Мироненко О. І., Булавкіна Т. П (2013) Вплив мінеральних нетрадиційних кормових добавок на обмін макроелементів в організмі свиней Вісник Полтавської державної аграрної академії № 2 С. 73 – 75
14. Ракитська Т. Л., Кіосе Т. О., Труба А. С., Раскола Л. А. (2018) Фізико-хімічні властивості природних сорбентів та металокомплексних каталізаторів на їх основі: навчальний посібник Одеса Одеський національний університет імені І. І. Мечникова 152 с.
15. Tombarkiewicz B., Łapiński S. The influence of zoohygienic conditions on fertility and fur quality of farmed chinchillas Scientific journal "Effective Rabbit Breeding and Animal Husbandry", Cherkasy: Cherkasy Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences. № 10. 31 – 41 r. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.31-41>
16. Вермикуліт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: vermiculitecom.ua.
17. Петровська І., Салига Ю., Вудмаска І., (2022). Статистичні методи в біологічних дослідженнях: навчально-методичний посібник. Київ, 172 с.

References

1. Marintsova, N. H., Polovkovych, S. V. Novikov, V. P. (2013). Biologichna khimiia. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki. 336 s. ISBN 978-617-607-460-1
2. Zasukha, T. V. (1997). Novi dyspersni mineraly u tvarynnytstvi. Vinnytsia: Arbat. 224 s.
3. Biletskyi, V. S., Suiarko, V. H., Ishchenko, L. V. (2018). Vermykulit // Mineraloho-petrografichnyislovyk. Kh.: NTU «KhPI», – T. 1. Mineralohichnyi slovyk. 444 s. ISBN 978-617-7565-14-6.
4. Honchar, O. F., Shevchenko, Ye. A. (2010). Pidvyshchennia produktyvnykh yakosti kroliv shliakhom zastosuvannia probiotychnoho preparatu *Bacillus subtilis*. Visnyk APV NAANU. №10. 24-29c.
5. Honchar, O., Myhno, V., Usenko, O. (2023). Determination of the productive effect of a complete ration compound feed, balance daccording to individual available aminoacids, on the growth, development and reproductive qualities of rabbits Scientific journal "Effective Rabbit Breeding and Animal Husbandry", Cherkasy: Cherkasy Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences. № 9. 6 – 18 r DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2023.9.6-18>
6. Bashchenko, M. I., Honchar, O.F., Shevchenko, Ye. A. (2017). Krolivnytstvo: monohrafiia. Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN. 305 s.
7. Honchar, O.F., Havrysh, O.M., Usenko, V.O., Mykhno, V.V., Yaremych, N.V., Shevchenko, Ye.A., Osokina, T.H. (2021). Udoshkonalennia tekhnolohii hodivli amerykanskoï norky z vykorystanniam biolohichno – aktyvnykh dobavok (Metodychni rekomendatsii) Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN Ukrainy. 28 s.
8. Za red. Biletskoho V.S. (2013). Mala hirnycha entsyklopediia : u 3 t. D. : Skhidnyi vydavnychy dim. T. 3 : S – Ya. 644 s.
9. Luchyn, I.(2023). Produktivna diia starternoho kombikormu na vidtvoriuvalni yakosti krolematok .Naukovyi zhurnal“ Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo”, Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN. Vyp. 9. 45 – 60s. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2023.9.45-59>
10. Tombarkiewicz, B., Łapiński, S.(2024). The influence of zoohygienic conditions on fertility and fur quality off armed chinchillas. Scientific journal "Effective Rabbit Breeding and Animal Husbandry", Cherkasy: Cherkasy Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences. No. 10. 31 - 41 r DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.31-41>
11. Zavhorodnii, M.P., Yaremych, N.V., Havrysh, O.M., Honchar, O.F. (2019). Efektyvnist vykorystannia sirkovmisnykh biorehulatoriv v hodivli amerykanskoï norky (Metodychni rekomendatsii) Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN. 21 s.
- 12., Boiko, O.V., Umanets, R.M., Honchar, O.F. ta in. (2024). Tekhnolohiia vyrobnytstva produktsii krolivnytstva ta zvirivnytstva: navchalnyi posibnyk / Kyiv: NUBiP Ukrainy, ChDSB NAAN.484 s.

13. Myronenko O. I., Bulavkina T. P. (2013) Vplyv mineral'nykh netradytsiynykh kormovykh dobavok na obmin makroelementiv v orhanizmi svynei Visnyk Poltavs'koyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi № 2 S. 73 – 75

14. Rakytska T. L., Kiose T. O., Truba A. S., Raskola L. A. (2018) Fizykokhimichni vlastyvoli pryrodnykh sorbentiv ta metalokompleksnykh katalizatoriv na yikh osnovi: navchalnyi posibnyk Odesa Odeskyi natsionalnyi universytet imeni I. I. Mechnykova 152 s.

15. Tombarkiewicz B., Łapiński S. The influence of zoohygienic conditions on fertility and fur quality of farmed chinchillas Scientific journal "Effective Rabbit Breeding and Animal Husbandry", Cherkasy: Cherkasy Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences. № 10. 31 – 41 r. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.31-41>

16. Vermykulit [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: vermiculitecom.ua.

17. Petrovska I., Salyha Yu., Vudmaska I., (2022). Statystychni metody v biolohichnykh doslidzhenniakh: navchalno-metodychnyi posibnyk. Kyiv, 172 s.

UDC: 636.084.93

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.58-73>

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF FEEDING AMERICAN MINK USING MINERAL SORBENTS ZEOLITE AND VERMICULITE

Honchar O. F., Havrysh O.M., Mezenceva L. M.,

Yaremych N.V., Shapoval O.I., Osokina T. G.

Cherkassy experimental station bioresources Academy of agricultural sciences of Ukraine, bioresurs.ck@ukr.net

The influence of mineral sorbents vermiculite and zeolite on the level of realization of reproductive ability of male and female minks under unstable feeding in conditions of modern animal husbandry, dynamics of growth and development and survival of young animals and qualitative characteristics of mink fur of young American mink was studied.

Females of the experimental groups were characterized by high sexual activity, as evidenced by 100% coverage. Also, in two experimental groups - D1 and D3, a lower percentage of emasculated females was established compared to the control - 33 and 66%, respectively. An increase in fertility was observed only in females that were additionally fed the mineral sorbent zeolite in their diet. A probable increase in fertility by 13.4% was established in female minks of group D1, which were fed zeolite in the diet at the rate of 0.5 g/head before the mating season.

The analysis of male fertility, which is calculated by the total number of offspring obtained from them, indicates that the maximum value of the output of puppies per male was observed in the breeders of the third experimental group, which were additionally fed the mineral sorbent zeolite 0.9 g/head. From the females covered with males of this group, 28.4 heads of newborns were obtained.

Also, the positive effect of the drug in this dose is evidenced by the greater number of offspring obtained per female that gave birth. Compared with the similar indicator of females of the control group, the advantage was 17.4%, but when

comparing the average values, the difference was not significant. In other experimental groups, the difference was not significant and not reliable.

The study of the growth and development of young mink shows that the puppies of the experimental groups outweighed the puppies of the control group in weight, but the most effective at this stage of the study was the additional introduction of the mineral sorbent zeolite into the diet at a dosage of 0.5 g/head.

Adding mineral sorbents to the main feed contributed to improving the safety of the young. The maximum live weight indicators at the age of 90 days were mink of group D3 - 1157 g, which outweighed their counterparts by 16-137 g. The maximum difference value was recorded when compared with the control group ($P>0.99$). At the age of 120 days, the value of the studied indicator was noted in the young of group D5, which outweighed their peers by 11-79 g, the difference was significant when compared with the control ($P>0.99$). At the age of 150 days, it was registered in animals of group D6, with an addition to the vermiculite diet, and the minimum in animals of group D1, the difference in which was 80 g, which turned out to be insignificant ($P<0.95$). The use of mineral sorbents in the feeding of fur animals did not have a significant effect on the morphological indicators of the blood of the studied groups.

Keywords: *American mink, mineral sorbents, zeolite, vermiculite, feeding, reproductive capacity, growth dynamics.*

УДК 636.92:631.223.6:628.8

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.74-88>**СУЧАСНІ ВИКЛИКИ БЕЗПЕЧНОГО УТРИМАННЯ КРОЛІВ**

Гончар О. Ф., к. с.-г. н., с.н.с.,

Небилиця М. С., к. с.-г. н.,

Гавриш О. М., к. с.-г. н., с.д.,

Осокіна Т. Г., н.с.

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

У даній роботі проведено аналіз існуючих методів утримання кролів, ефективність їх використання, а також вплив на навколишнє середовище. Використано власні напрацювання та міжнародний досвід. Дослідження проводились на експериментальній кролефермі Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН.

Сучасне кролівництво - це не лише перспективна галузь тваринництва, а й виклик з точки зору безпеки, етики та екології. В умовах зростання попиту на м'ясо, хутро та біологічні продукти, питання безпечного утримання кролів стає дедалі важливішим як для малих фермерських господарств, так і для промислових підприємств.

З розвитком кролівництва змінювались і методи утримання кролів. У XVIII – на початку XX століття існували кілька типів утримання, серед яких: утримання в ямах, гарени. Сучасне кролівництво використовує переважно три основні типи утримання: зовнішнє (відкрите), комбіноване, закрите (в шедах, крільчатниках). Розглядались також застарілі методи утримання: напіввільне, траншейне та вольєрне, які практикувались у минулому, проте з часом були визнані неефективними через високі ризики захворювань і неможливість проведення селекційної роботи. Аналіз досвіду провідних господарств і наукових досліджень доводить ефективність кліткової технології утримання кролів. Кліткове утримання дозволяє досягти високих показників у м'ясному і шкурковому напрямках, а також забезпечує економічну ефективність за рахунок оптимізації ресурсів.

Встановлено також, що при підготовці проектної документації та здійсненні будівництва приміщень для утримання кролів необхідно враховувати особливості біології та поведінки тварин. Для утримання кролів важливе забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату приміщень. Зокрема для нормального розвитку і самопочуття кролів комфортною вважається температура середовища утримання 14-16°C. Значні коливання температури повітря сприяють підвищенню витрати кормів, помітному зниженню темпів росту тварин. Температуру в робочій зоні приміщення вимірюють у місцях віддалених від засобів опалювання, а також, на віддалі не менше 1,5 м від стін, дверей, вікон.

Ключові слова: кролі, методи утримання, технологія, біологічний захист, навколишнє середовище, тепловий стрес.

Актуальність. Аграрний сектор України ефективно інтегрувався у світову продовольчу систему і відіграє важливу роль для покращення соціально-економічної ситуації та забезпечення продовольчої безпеки держави і глобальних продовольчих ринків. В умовах військової агресії від сусідньої держави, аграрний сектор України є вагомим фактором забезпечення національної безпеки, збереження державності і суверенітету України та стабільності на основних світових ринках продовольства. Тваринництво є одним із найважливіших сегментів аграрного сектору та відіграє критичну роль у формуванні продовольчої безпеки країни, зокрема у забезпеченні населення необхідними продуктами тваринництва та можливості експорту таких продуктів. Сьогодні актуальність теми зумовлена кількома ключовими факторами це:

- діяльність в умовах військового стану, а також необхідність збільшення інтенсивності виробництва, - супроводжуються підвищеним ризиком захворювань, стресів у тварин та поширення інфекцій, що потребує вдосконалення умов утримання, вентиляції, годівлі та ветеринарного контролю;

- біологічна безпека тварин, у випадках спалаху вірусних захворювань, виробники мають впроваджувати ефективні системи дезінфекції, карантину та імунопрофілактики;

- екологічні та етичні вимоги, підвищення уваги до благополуччя тварин та зменшення впливу тваринництва на навколишнє середовище викликає потребу у переході до більш сталих та гуманних методів утримання, що відповідають стандартам добробуту тварин;

- нормативно-правове регулювання, в Україні та країнах ЄС поступово запроваджуються жорсткіші вимоги до тваринницьких господарств щодо гігієни, контролю за здоров'ям тварин і ведення документації;

- споживчі очікування, сучасний споживач віддає перевагу екологічно чистій, сертифікованій продукції, отриманій без жорстокого поводження з тваринами, це вимагає від виробників прозорості у веденні господарської діяльності.

Разом із зростанням обсягів виробництва кролячого м'яса та хутра, посилюються вимоги до умов утримання тварин, біологічного захисту, ветеринарного контролю та добробуту. Безпечне утримання кролів є ключовим фактором не лише для запобігання хворобам, а й для забезпечення продуктивності та екологічної стійкості фермерських господарств.

Мета досліджень. Порівняльна характеристика способів і типів утримання кролів, ефективність та вплив на навколишнє середовище.

Матеріали та методи досліджень. Для досліджень застосовано камеральний метод (аналіз літературних, наукових, фондових матеріалів) експериментальний, статистичний та оцінювання, для узагальнення напрацьованих даних. Також використано формально-логічний метод, за допомогою якого досліджувались результати напрацьовань у галузі кролівництва за кордоном і порівняльного аналізу, при дослідженні методів утримання кролів.

Результати дослідження та обговорення. Методи утримання кролів історично розвивались, як невід’ємна частина домашнього тваринництва. Упродовж століть основні методи утримання кролів залишались примітивними. У сільських господарствах кролів часто тримали у викопних ямах глибиною близько одного метра, куди кидали рослинні корми – гілки, траву, листя, а кролі вже самі самостійно облаштовували нори. Через деякий час кролі проривали ходи на поверхню ґрунту та випасалися поблизу, а за будь-якої загрози швидко ховалися по своїх ходах у яму. Щоб забити тварину, кролів виловлювали за допомогою спеціальних пристроїв. Такий спосіб утримання забезпечував виживання тварин у умовах загрози, однак мав багато недоліків [1, 2, 6, 18].

Перші породи кролів, створені в результаті селекційної роботи, з’явилися ще в XV столітті. Зокрема, патагонська порода вважається однією з перших, але вона згодом зникла [1, 2, 6, 18]. Історичні джерела, також вказують на появу породи кролів сріблястий, завезеної з території сучасних Індії, Сіаму і Бірми. У XIX столітті з’являються так звані кролі породи «барани»: в 1822 р. – англійський, в 1853 р. – французький і в 1868 р. – німецький. Дещо пізніше з’явилися породи блакитний кролик у 1895 р., а в 1913р. – російський гігант, в 1915р. – аляска, в 1919-1924 рр. – рекс. В період радянських часів вчені активно займалися виведенням нових порід кролів, зокрема таких як: радянський мардер, сріблястий, сірий велетень, полтавське срібло, радянська шиншила та інші. Ці породи стали основою для сучасного промислового кролівництва. Варто зазначити, що всі ці зазначені вище породи ведуть своє походження від семи порід, зокрема: фландр, білий велетень, віденський блакитний, шиншила, шампань, рекс, ангорська [1, 2, 3]. На даний час проводиться робота зі створення промислового міжпородного типу кролів на експериментальних кролефермах Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН та Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції ІСГ Карпатського регіону НААН. Метою досліджень є створення нового типу кролів на основі трипородних помісей для умов інтенсивного промислового виробництва кролятини в Україні [14].

Із розвитком кролівництва, розроблялись різноманітні способи утримання кролів, які застосовувались у XVIII та на початку XX століть:

1) утримання в норах (ямах) кролів не набуло широкого поширення, за виключенням селянських господарств через високу ймовірність захворювань, відсутності візуальної оцінки розвитку і розмноження тварин;

2) утримання в гаренах (від слова «гарантія»), яке було поширене в Англії в XVIII столітті. Для облаштування гарен вибирали ділянки з глиняно – піщаним ґрунтом, обносили огорожею, робили фундамент із каменю або металеві решітки [1].

Упродовж тривалого часу практикувався напіввільний, траншейний і вольтерний типи утримання кролів. Однак ці способи мали негативні наслідки, оскільки за цих умов поширювались різноманітні захворювання тварин, після чого вони гинули. Крім того, неможливо було проводити племінну і лікувально-профілактичну роботу [1, 15, 16].

Натепер є декілька типів утримання кролів:

- зовнішнє утримання, за якого тварини цілодобово знаходяться в клітках на відкритому повітрі, воно не лише підвищує резистентність організму, але й покращує племінні та продуктивні якості тварин, позитивно впливає на стан волосяного покриву;

- комбіноване утримання, за якого весною, влітку або восени клітки розміщують на відкритому повітрі, а в зимову пору дорослих кролів в період окролів утримують в приміщенні, використовуючи стаціонарні та переносні клітки;

- утримання в шедах або закритих крільчатниках.

Внаслідок аналізу багаторічного досвіду кролівників і наукових досліджень було доведено, що найкращим способом утримання кролів є кліткове. Серед його переваг слід зазначити:

- годівля кролів регулюється за потребою;
- парування відбувається за чітким планом;
- покращуються умови проведення племінної роботи;
- хворі тварини легко помічаються, ізолюються і піддаються лікуванню;
- можливість регулярно виконувати необхідні профілактичні заходи.

Клітковий спосіб утримання сприяє максимальному прояву продуктивних якостей кролів, отриманню високої якості продукції у тварин м'ясних і шкуркових порід та зниженню її собівартості. Завдяки цим перевагам у порівнянні з існуючими в минулому способами утримання кролів (вільне, огорожене, в ямах, вольєрах) клітковий метод набув широкого поширення, як в Україні, так і за кордоном.

На практиці відомі деякі способи кліткового утримання: на відкритому повітрі, в закритих приміщеннях і в шедах. Вони відрізняються один від одного за особливостями кліматичних умов ведення кролівництва, породами кролів (дрібні, середні, великі) і групами тварин (племінні, товарні, дорослі, молодняк) [1].

Дослідження показали, що при підготовці проектної документації та здійсненні будівництва приміщень для утримання кролів необхідно враховувати особливості біології та поведінки тварин. Для кролів важливо забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату приміщень. Зокрема для нормального розвитку і самопочуття кролів комфортно вважається температура середовища утримання 14-16°C. Значні коливання температури повітря сприяють підвищенню витрати кормів, помітному зниженню темпів росту тварин. Температуру в робочій зоні приміщення вимірюють у місцях віддалених від засобів опалювання а також на віддалі не менше 1,5 м від стін, дверей, вікон [11, 12, 22, 43].

Матеріали наукових досліджень [33, 35, 37, 39, 41] та наукові висновки значною мірою направлені на вивчення безпечного утримання кролів за комфортних умов з посиленою увагою на результатах та наслідках з негативними результатами (поведінка, розвиток, розмноження), вплив систем утримання на ефективність, стійкість, енергозбереження).

Сучасні підходи до утримання кролів базуються не лише на продуктивності, а й на етичних стандартах добробуту:

цільність посадки - скупченість спричиняє стрес, агресію, погіршення імунітету;

світловий і температурний режим - кролі погано переносять перегрів або протяги;

типи кліток - у багатьох країнах забороняються виключно металеві сітчасті підлоги, які спричиняють травмування лап [2, 36, 37, 48, 53].

Сучасні кролівничі ферми впроваджують:

- системи автоматизованої годівлі та моніторингу,
- інноваційні засоби для підстилки та біофільтри,
- програми цифрового обліку здоров'я тварин.

Утримання кролів, має екологічні наслідки, що залежать від масштабів виробництва, технології утримання, типу годівлі та способів утилізації відходів. Хоча кролівництво менш забруднює довкілля, ніж велике тваринництво, проте воно все ж створює навантаження на екосистеми через утворення гною, споживання кормів та використання води. Інтенсивне ведення кролівництва створює такі екологічні проблеми:

- накопичення гною та стоків, що потребує оптимального утилізаційного процесу,

- використання антибіотиків створює ризик формування резистентних штамів мікроорганізмів,

- потреба в надійних джерелах кормів без ГМО та інших шкідливих добавок [36, 37, 48, 53].

Забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщеннях для утримання сільськогосподарських тварин, зокрема кролів, є ключовим чинником у підтриманні їхнього здоров'я, продуктивності та добробуту [1, 13, 14]. Результати дослідження свідчать про сезонну варіабельність показників мікроклімату в умовах кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН (табл.).

У холодний період температура повітря в приміщенні була на рівні 5,6°C, що суттєво нижче рекомендованих/нормативних значень 12 – 25°C [1, 3, 22]. Такі умови можуть спричинити переохолодження, зниження приростів живої маси та підвищення витрат кормів через посилену терморегуляцію [1, 15]. Одночасно спостерігається перевищення нормативів відносної вологості (до 87,2%) за допустимого інтервалу 40 – 75%, що створює умови для розвитку патогенних мікроорганізмів і появи захворювань дихальної системи.

У теплий період температура в приміщеннях досягала 25,0°C, що знаходиться на верхній межі допустимого діапазону, а отже, в умовах спекотного клімату є доцільним використання вентиляційного та затіняючого обладнання з метою профілактики теплового стресу.

Концентрація вуглекислого газу (CO₂) у всі періоди не перевищувала 1210 ppm, що свідчить про наявність та ефективність роботи механічної системи вентиляції. Це відповідає нормам (<2500 ppm), рекомендованим для тваринницьких приміщень [10, 15].

Недостатній рівень освітленості взимку (47,5 Лк при нормі >65 Лк) може мати негативні наслідки для фізіологічної активності та репродуктивної функції кролів, знижуючи загальну продуктивність стада [8].

Таблиця. Зміна показників мікроклімату в залежності від пори року у приміщенні для утримання кролів кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН

Показник	Холодний період (зима)		Перехідний (весна)		Теплий період (літо)		Перехідний (осінь)		Норматив
	I*	II*	I	II	I	II	I	II	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Атмосферний тиск, мм рт. ст.	753	753	754	754	751	751	753,3	753,3	-
Температура повітря, °С	-3,9	5,6	8,1	15,4	23,0	25,0	7,5	16,0	12-25
Відносна вологість повітря, %	85,0	87,2	70,0	75,0	68,0	71,0	69,4	70,1	40-75
Рівень вуглекислого газу (CO ₂), ppm	-	970	-	982	-	1210	-	1072	<2000
Освітленість, Лк	-	47,5	-	81,5	-	87,8	-	83,3	>65

Примітка*: I – навколишнє середовище; II – всередині приміщення.

Аналіз мікрокліматичних показників у приміщенні для утримання кролів засвідчив, що найбільш несприятливим сезоном є холодний період року (зима), коли порушуються норми температури, вологості та освітленості. Для підтримання зоогігієнічних умов у цей період доцільно впроваджувати додаткові джерела обігріву, системи осушення повітря, а також штучне освітлення з урахуванням біоритмів тварин. Раціональне управління мікрокліматом є невід’ємною умовою для ефективного кролівництва та підвищення біобезпеки виробництва.

Висновки і перспективи. За умови дотримання природоохоронних практик, досвід утримання кролів показує, що негативний вплив на довкілля буде мінімальним. Популяризація невеликих ферм з екологічним утриманням тварин сприятиме зменшенню навантаження на довкілля.

Безпечне утримання кролів потребує комплексного підходу: ветеринарного контролю, гуманного ставлення до тварин, сучасного обладнання і дотримання санітарно-гігієнічних стандартів.

Перспектива розвитку за сталими, екологічними та біозахисними системами виробництва м’ясної продукції, які будуть враховувати, як потреби тварин, так і споживачів.

Список використаних джерел

1. Башенко, М. І., Гончар, О. Ф., Шевченко, Є. А. (2017). Кролівництво. Видання третє перероблене: Монографія. - Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН. 305 с.
2. Башенко, М. І., Гончар, О. Ф., Бойко, О.В.(2020). Кролівництво в Україні. Монографія. - Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН. 219 с.
3. Башенко, М.І. та ін. (2021). Методика мульти-параметричної оцінки мікроклімату тваринницьких приміщень методом безперервної автоматичної реєстрації. Методичні рекомендації. 24с.
4. Бойко, О.В., Гончар, О.Ф., Гавриш, О.М., Небилиця, М.С., Осокіна, Т.Г. (2022). Шляхи зменшення впливу об'єктів тваринництва на довкілля. Агроєкологічний журнал. №1. С. 13-22. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.257118>
5. Бойко, О.В., Небилиця, М.С., Гавриш, О. М., Гончар, О.Ф., Осокіна, Т.Г. (2023). Рекомендації щодо зменшення негативного впливу забруднюючих речовин на довкілля від невеликих об'єктів тваринництва. (Тимчасові методичні рекомендації). Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН. 20 с.
6. Гончар, О. Ф., Бойко, О. В., Гавриш, О. М. (2020). Аналіз стану галузі кролівництва в Україні. Ефективне кролівництво і хутрове звірівництво, Вип. 6, С. 47 – 58.
7. Небилиця, М. С. (2019). Техніко-економічне обґрунтування теплоізоляції огорожувальних конструкцій свинарських приміщень. Свинарство. Міжвідомчий збірник наукових праць Інституту свинарства і АПВ НААН. Іс. 73: 48-57 с.
8. Небилиця, М.С., Бойко, О.В. (2019). Обґрунтувати використання розподіленої системи контролю повітряного середовища тваринницьких приміщень. ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво. Вип. 5. С. 99-117.
9. Небилиця, М.С., Осокіна, Т.Г. (2021). Порівняльна оцінка санітарно-гігієнічних норм утримання кролів за різних паратипових факторів. ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво. Вип. 7., С. 71-80.
10. Небилиця, М.С., Гавриш, О.М., Осокіна, Т.Г. (2023). Порівняльна оцінка санітарно-гігієнічних норм утримання кролів за різних паратипових факторів. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Вплив змін клімату на здоров'я, добробут і продуктивність сільськогосподарських тварин». Одеса: Олді. С. 33-39.
11. Небилиця, М.С., Бойко, О. В., Осокіна, Т. Г. (2023). Оцінити потенціал використання електрофізичного хімічного та кормового факторів для зменшення емісії забруднюючих речовин з крілячатника в атмосферу. ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво. Вип. 9. С. 60-77.
12. Небилиця, М.С., Гавриш, О.М., Гончар, О. Ф., Осокіна, Т.Г. (2024). Оцінка стану добробуту кролів у цегляному крілячатнику за періодами року. ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво. Вип. 10. С. 113-130. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.113-130>

13. Іванюта, С.П., Коломієць, О. О., Малиновська, О. А., Якушенко, Л. М. (2020). Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації. аналіт. доповідь за ред. С. П. Іванюти. К.: НІСД. 110 с.
14. Лучин І. (2025). Обґрунтування створення міжпородного типу кролів для інтенсивного виробництва кролятини в Україні. Матеріали міжнародної науково-практичної онлайн-конференції. Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН – Черкаси . С. 94.
15. Зубець, М. В. (2015). Основи годівлі та утримання тварин. К.: Аграрна освіта. 288 с.
16. Ємець, А. І., Гурєєв, В. М. (2020). Вплив мікроклімату на продуктивність сільськогосподарських тварин. Вісник аграрної науки. № 7. С. 34 – 38.
17. Теслюк, О. С. (2021). Біоенергетика кролів: терморегуляція в умовах змін мікроклімату. Тваринництво України. №4. С. 22 – 25.
18. 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.
19. Симоненко, Н.М. (2022). Екологічні аспекти кролівництва. – Аграрна наука. С. 39-45.
20. Шевченко, В.І. (2020). Інфекційні хвороби кролів. Харків: Ветеринарна медицина. С. 40-43.
21. Макогін, В.В. (2017). Вплив показників мікроклімату приміщень закритого типу на відтворювальні якості кролів у літньо-осінній період. ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво. Вип. 3. Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН. С. 70-81.
22. ДСТУ ISO 14644-4:2016. Чисті приміщення. Проектування та конструкція.
23. Nebylitsa M. S., Boiko O. V., Usenko V.O., Osokina T.G. (2022). Determination of the emission of pollutant substances from the flying house to the atmospheric air depending on the effect of some paratypical factors. *ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво*. 2022. Вип. 8. С. 6-16. .DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2022.8>
24. Council of Europe (2018). Welfare of animals kept for fur production: recommendations on rabbit farming.
25. Lebas, F., Coudert, P. (2019). The rabbit: husbandry, health and production. FAO Animal Production and Health Series.
26. EMEP. (2022). Modern Rabbit Farming Technologies and Biosecurity Measures. European Agricultural Review, 17(2), 59 – 73.
27. Kearney, N. et al. (2019). Environmental Control in Rabbit Production. Animal Welfare, 28(3), 277 – 285.
28. Szendrő, Zs., Trocino, A., Hoy, S., Xiccato, G., Villagrà, A., & Maertens, L. (2019). A review of recent research outcomes on the housing of farmed domestic rabbits: reproducing does. World Rabbit Science, 27(1), 1 – 14. <https://doi.org/10.4995/wrs.2019.10599>.

29. Trocino A., Majolini D., Tazzoli M., Filiou E., Xiccato G. (2013). Housing of growing rabbits in individual, bicellular and collective cages: fear level and behavioural patterns. *Animal*, 7: 633-639. <https://doi.org/10.1017/S1751731112002029>
30. Trocino, A., Filiou, E., Zomeño, C., Birolo, M., Bertotto, D., Negrato, E., & Xiccato, G. (2018). Behaviour and reactivity of female and male rabbits housed in collective pens: effects of floor type and stocking density at different ages. *World Rabbit Science*, 26, 135 – 147. <https://doi.org/10.4995/wrs.2018.7747>.
31. Turner P.V. (2019). Moving beyond the absence of pain and distress: focusing on positive animal welfare. *ILAR J.*, 60: 366-372. <https://doi.org/10.1093/ilar/ilaa017>
32. Trocino, A., Zomeño, C., Filiou, E., Birolo, M., White, P., & Xiccato, G. (2019). The use of environmental enrichments affects performance and behavior of growing rabbits housed in collective pens. *Animals*, 9(8), 537. <https://doi.org/10.3390/ani9080537>.
33. Trocino, A., & Xiccato, G. (2021). Sustainable rabbit production systems: State of knowledge and future perspectives. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), 944 – 960. DOI: 10.1080/1828051X.2021.1960042.
34. Trocino, A., Menegon, F., Zomeño, C., Pasqualin, D., Cunial, G., Pirrone, F., ... Di Martino, G. (2022). A pilot study about on-farm assessment of health and welfare in rabbits kept in different housing systems. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 936643. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.936643>.
35. Trocino A., Tolini C. (2024). Measuring on-farm welfare in rabbits: a review with emphasis on animal-based indicators. *World Rabbit Sci.*, 32: 225-240. <https://doi.org/10.4995/wrs.2024.22647>
36. Verga, M., Luzi, F., & Carenzi, C. (2007). Effects of husbandry and management systems on physiology and behaviour of farmed and laboratory rabbits. *Hormones and Behavior*, 52, 122 – 129. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.024>.
37. Zotte, A. D., & Szendrő, Zs. (2021) The role of rabbit farming in a sustainable future: insights and challenges. *Animal*, 15(S1), 100302. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100302
38. Paci, G., & Dalle Zotte, A. (2020). Rabbit farming for meat purposes. In: *Sustainable Animal Agriculture*. Springer.
39. Mellor D.J. (2016). Updating animal welfare thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “a Life Worth Living”. *Animals*, 6: 21. <https://doi.org/10.3390/ani6030021>
40. Martínez-Paredes, E. et al. (2021). Effects of housing system on the behavior, performance and welfare of rabbit does. *Animals*, 11(4), 1023. DOI: 10.3390/ani11041023.
41. Combes, S. et al. (2020). Innovations in rabbit farming: Breeding, feeding and welfare. *World Rabbit Science*, 28(4), 219 – 231. DOI: 10.4995/wrs.2020.13729.
42. Capra, G. et al. (2022). Welfare assessment in rabbit farms: a protocol based on animal-based measures. *Animals*, 12(5), 603. DOI: 10.3390/ani12050603.

43. Bonanno, A. et al. (2023). Comparison of conventional vs enriched cages for growing rabbits: welfare and performance. *Livestock Science*, 268, 105160. DOI: 10.1016/j.livsci.2023.105160.
44. Rödel H.G. (2022). Aspects of social behaviour and reproduction in the wild rabbit - Implications for rabbit breeding? *World Rabbit Sci.*, 30: 47-59. <https://doi.org/10.4995/wrs.2022.15954>
45. Rödel H.G., Monclús R., von Holst D. (2006). Behavioral styles in European rabbits: social interactions and responses to experimental stressors. *Physiol. Behav.*, 89: 180-188. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.05.042>
46. Szendrő Zs., McNitt J.I. (2012). Housing of rabbit does: Group and individual systems: A review. *Livest. Sci.*, 150: 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.09.017>
47. Szendrő Zs., Trocino A., Hoy S., Xiccato G., Villagrà A., Maertens L. (2019). A review of recent research outcomes on the housing of farmed domestic rabbits: reproducing does. *World Rabbit Sci.*, 27: 1-14. <https://doi.org/10.4995/wrs.2019.10599>
48. Trocino A., Tolini C. (2024). Measuring on-farm welfare in rabbits: a review with emphasis on animal-based indicators. *World Rabbit Sci.*, 32: 225-240. <https://doi.org/10.4995/wrs.2024.22647>
49. Verga M., Luzi F., Carenzi C. (2007). Effects of husbandry and management systems on physiology and behaviour of farmed and laboratory rabbits. *Hormones and Behavior, Reproductive Behavior in Farm and Laboratory Animals*, 52: 122-129. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.024>
50. Verga M., Luzi F., Petracci M., Cavani C. (2009). Welfare aspects in rabbit rearing and transport. *It. J. Anim. Sci.*, 8: 191-204. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s1.191>
51. Villafuerte R., Moreno S. (1997). Predation risk, cover type, and group size in European rabbits in Donana (SW Spain). *Acta Theriologica*, 42: 225-230. <https://doi.org/10.4098/AT.arch.97-23>
52. Warin L., Mika A., Souchet C., Bouvarel I. (2021). Feasibility and repeatability of the EBENE® Welfare Assessment measures for rabbits. In *Proc.: 12th World Rabbit Congress*, 3-5 November 2021, Nantes, France, Communication E-17. Available at: <http://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2021-Nantes/Nantes-2021-01.htm#etho> Accessed June 2024.

References

1. Bashchenko M. I., Honchar O. F., Shevchenko Ye. A. *Krolivnytstvo. Vydannia tretie pereroblene: Monohrafiia*. - Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN, 2017. – 305 s.
2. Bashchenko M. I., Honchar O. F., Boiko O.V. (2020). *Krolivnytstvo v Ukraini. Monohrafiia*. - Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN, 2020. – 219 s.
3. Bashchenko M.I., Voloshchuk V.M., Ivanov V.O., Nebylytsia M.S., Boiko O.V., Sotnichenko Yu.M., Tkach Ye.F. (2021). *Metodyka multy-parametrychnoi otsinky mikroklimatu tvarynnytskykh prymishchen metodom bezperervnoi avtomatychnoi reiestratsii. Metodychni rekomendatsii*. 24.

4. Boiko O.V., Honchar O.F., Havrysh O.M., Nebylytsia M.S., Osokina T.H. (2022). Shliakhy zmnshennia vplyvu obektiv tvarynnystva na dovkillia. Ahroekolohichniy zhurnal. №1. S. 13-22.
5. Boiko O.V., Nebylytsia M.S., Havrysh O. M., Honchar O.F., Osokina T.H. (2023). Rekomendatsii shchodo zmnshennia nehatyvnoho vplyvu zabrudniuiuchykh rehovyn na dovkillia vid nevelykykh obektiv tvarynnystva. (Tymchasovi metodychni rekomendatsii). Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN. 2023. 20 s.
6. O. F. Honchar, O. V. Boiko, O. M. Havrysh (2020). Analiz stanu haluzi krolivnystva v Ukraini. Efektyvne krolivnystvo i khutrove zvirivnystvo, 6, 2020, S. 47 – 58.
7. Nebylytsia M. S. (2019). Tekhniko-ekonomichne obgruntuvannia teploizolatsii ohorodzhualnykh konstruksii svynarskykh prymishchen. Svinarstvo. Mizhvidomchyi zbirnyk naukovykh prats Instytutu svynarstva i APV NAAN. Is. 73:48-57.
8. Nebylytsia M.S., Boiko O.V. (2019). Obgruntuvaty vykorystannia rozpodilenoï systemy kontroliu povitrianoho seredovysheha tvarynnyskykh prymishchen. ZNP Efektyvne krolivnystvo i zvirivnystvo. 2019. Vyp. 5. S. 99-117.
9. Nebylytsia M.S., Osokina T.H. (2021). Porivnialna otsinka sanitarno-hihiiienichnykh norm utrymannia kroliv za riznykh paratypovykh faktoriv. ZNP Efektyvne krolivnystvo i zvirivnystvo. 2021, Vyp. 7., S. 71-80.
10. Nebylytsia M.S., Havrysh O.M., Osokina T.H. (2023). Porivnialna otsinka sanitarno-hihiiienichnykh norm utrymannia kroliv za riznykh paratypovykh faktoriv. Materialy Mizhnarodnoi nauково-praktychnoi konferentsii «Vplyv zmin klimatu na zdorovia, dobrobut i produktyvnist silskohospodarskykh tvaryn» 18.05.2023. Odesa: Oldi. S. 33-39.
11. Nebylytsia M., Boiko O., Osokina T. (2023). Otsinyty potentsial vykorystannia elektrofizychnoho khimichnoho ta kormovoho faktoriv dlia zmnshennia emisii zabrudniuiuchykh rehovyn z krilchatnyka v atmosferu ZNP Efektyvne krolivnystvo i zvirivnystvo. 2023, Vyp. 9.- S. 60-77.
12. Nebylytsia M.S., Havrysh O.M., Honchar O. F., Osokina T.H. (2024). Otsinka stanu dobrobutu kroliv u tshlianomu krilchatnyku za periodamy roku. ZNP Efektyvne krolivnystvo i zvirivnystvo. 2024, Vyp. 10.- S. 113-130.
13. Ivaniuta S.P., Kolomiets O. O., Malynovska O. A., Yakushenko L. M. (2020). Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsii./ analit. dopovid za red. S. P. Ivaniuty. K.: NISD, 2020. 110 s.
14. Ihor LUCHYN (2025). Obgruntuvannia stvorennia mizhporodnoho typu kroliv dlia intensyvnoho vyrobnystva kroliatyny v Ukraini. Materialy mizhnarodnoi nauково-praktychnoi onlain - konferentsii (04 kvitnia 2025 roku). Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN – Cherkasy 2025. - 94 s.
15. Zubets M. V. Osnovy hodivli ta utrymannia tvaryn. – K.: Ahrarna osvita, 2015. – 288 s.
16. Yemets A. I., Hurieiev V. M. (2020). Vplyv mikroklimatu na produktyvnist silskohospodarskykh tvaryn. // Visnyk ahrarnoi nauky. – 2020. – №7. – S. 34 – 38.
17. Tesliuk O. S. Bioenerhetyka kroliv: termorehulatsiia v umovakh zmin mikroklimatu. // Tvarynnystvo Ukrainy. – 2021. – №4. – S. 22 – 25.

18. Analizator povitrianooho seredovysshcha elektronnyi: pat. na vynakhid 127047 Ukraina: MPK G01N 27/416 (2006.01), G01N 27/27 (2006.01), G01N 19/10 (2006.01). № а 2017 12586; zaiavl. 18.12.2017; zareies. v Derzhreistri 29.03.2023.
19. Symonenko N.M. (2022). Ekolohichni aspekty krolivnytstva. – Ahrarna nauka, 2022. S. 39-45.
20. Shevchenko V.I. (2020). Infektsiini khvoroby kroliv. Kharkiv: Veterynarna medytsyna. S. 40-43.
21. Makohin V.V. (2017). Vplyv pokaznykiv mikroklimatu prymishchen zakrytoho typu na vidtvoriuvalni yakosti kroliv u litno-osinnii period. Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo». - V.3. - Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN. S. 70-81.
22. DSTU ISO 14644-4:2016. Chysti prymishchennia. Proektuvannia ta konstruktsiia.
23. Nebylitsa M. S., Boiko O. V., Usenko V.O., Osokina T.G. (2022). Determination of the emission of pollutant substances from the flying house to the atmospheric air depending on the effect of some paratypical factors. *ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво*. 2022. Вип. 8. С. 6-16. .DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2022.8>
24. Council of Europe (2018). Welfare of animals kept for fur production: recommendations on rabbit farming.
25. Lebas, F., Coudert, P. (2019). The rabbit: husbandry, health and production. FAO Animal Production and Health Series.
26. EMEP. (2022). Modern Rabbit Farming Technologies and Biosecurity Measures. European Agricultural Review, 17(2), 59 – 73.
27. Kearney, N. et al. (2019). Environmental Control in Rabbit Production. *Animal Welfare*, 28(3), 277 – 285.
28. Szendrő, Zs., Trocino, A., Hoy, S., Xiccato, G., Villagrà, A., & Maertens, L. (2019). A review of recent research outcomes on the housing of farmed domestic rabbits: reproducing does. *World Rabbit Science*, 27(1), 1 – 14. <https://doi.org/10.4995/wrs.2019.10599>.
29. Trocino A., Majolini D., Tazzoli M., Filiou E., Xiccato G. (2013). Housing of growing rabbits in individual, bicellular and collective cages: fear level and behavioural patterns. *Animal*, 7: 633-639. <https://doi.org/10.1017/S1751731112002029>
30. Trocino, A., Filiou, E., Zomeño, C., Birolo, M., Bertotto, D., Negrato, E., & Xiccato, G. (2018). Behaviour and reactivity of female and male rabbits housed in collective pens: effects of floor type and stocking density at different ages. *World Rabbit Science*, 26, 135 – 147. <https://doi.org/10.4995/wrs.2018.7747>.
31. Turner P.V. (2019). Moving beyond the absence of pain and distress: focusing on positive animal welfare. *ILAR J.*, 60: 366-372. <https://doi.org/10.1093/ilar/ilaa017>
32. Trocino, A., Zomeño, C., Filiou, E., Birolo, M., White, P., & Xiccato, G. (2019). The use of environmental enrichments affects performance and behavior of growing rabbits housed in collective pens. *Animals*, 9(8), 537. <https://doi.org/10.3390/ani9080537>.

33. Trocino, A., & Xiccato, G. (2021). Sustainable rabbit production systems: State of knowledge and future perspectives. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), 944 – 960. DOI: 10.1080/1828051X.2021.1960042.
34. Trocino, A., Menegon, F., Zomeño, C., Pasqualin, D., Cunial, G., Pirrone, F., ... Di Martino, G. (2022). A pilot study about on-farm assessment of health and welfare in rabbits kept in different housing systems. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 936643. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.936643>.
35. Trocino A., Tolini C. (2024). Measuring on-farm welfare in rabbits: a review with emphasis on animal-based indicators. *World Rabbit Sci.*, 32: 225-240. <https://doi.org/10.4995/wrs.2024.22647>
36. Verga, M., Luzi, F., & Carenzi, C. (2007). Effects of husbandry and management systems on physiology and behaviour of farmed and laboratory rabbits. *Hormones and Behavior*, 52, 122 – 129. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.024>.
37. Zotte, A. D., & Szendrő, Zs. (2021). The role of rabbit farming in a sustainable future: insights and challenges. *Animal*, 15(S1), 100302. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100302
38. Paci, G., & Dalle Zotte, A. (2020). Rabbit farming for meat purposes. In: *Sustainable Animal Agriculture*. Springer.
39. Mellor D.J. (2016). Updating animal welfare thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “a Life Worth Living”. *Animals*, 6: 21. <https://doi.org/10.3390/ani6030021>
40. Martínez-Paredes, E. et al. (2021). Effects of housing system on the behavior, performance and welfare of rabbit does. *Animals*, 11(4), 1023. DOI: 10.3390/ani11041023.
41. Combes, S. et al. (2020). Innovations in rabbit farming: Breeding, feeding and welfare. *World Rabbit Science*, 28(4), 219 – 231. DOI: 10.4995/wrs.2020.13729.
42. Capra, G. et al. (2022). Welfare assessment in rabbit farms: a protocol based on animal-based measures. *Animals*, 12(5), 603. DOI: 10.3390/ani12050603.
43. Bonanno, A. et al. (2023). Comparison of conventional vs enriched cages for growing rabbits: welfare and performance. *Livestock Science*, 268, 105160. DOI: 10.1016/j.livsci.2023.105160.
44. Rödel H.G. (2022). Aspects of social behaviour and reproduction in the wild rabbit - Implications for rabbit breeding? *World Rabbit Sci.*, 30: 47-59. <https://doi.org/10.4995/wrs.2022.15954>
45. Rödel H.G., Monclús R., von Holst D. (2006). Behavioral styles in European rabbits: social interactions and responses to experimental stressors. *Physiol. Behav.*, 89: 180-188. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.05.042>
46. Szendrő Zs., McNitt J.I. 2012. Housing of rabbit does: Group and individual systems: A review. *Livest. Sci.*, 150: 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.09.017>
47. Szendrő Zs., Trocino A., Hoy S., Xiccato G., Villagrà A., Maertens L. (2019). A review of recent research outcomes on the housing of farmed domestic rabbits: reproducing does. *World Rabbit Sci.*, 27: 1-14. <https://doi.org/10.4995/wrs.2019.10599>

48. Trocino A., Tolini C. (2024). Measuring on-farm welfare in rabbits: a review with emphasis on animal-based indicators. *World Rabbit Sci.*, 32: 225-240. <https://doi.org/10.4995/wrs.2024.22647>
49. Verga M., Luzi F., Carenzi C. (2007). Effects of husbandry and management systems on physiology and behaviour of farmed and laboratory rabbits. *Hormones and Behavior, Reproductive Behavior in Farm and Laboratory Animals*, 52: 122-129. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.024>
50. Verga M., Luzi F., Petracci M., Cavani C. (2009). Welfare aspects in rabbit rearing and transport. *It. J. Anim. Sci.*, 8: 191-204. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s1.191>
51. Villafuerte R., Moreno S. (1997). Predation risk, cover type, and group size in European rabbits in Donana (SW Spain). *Acta Theriologica*, 42: 225-230. <https://doi.org/10.4098/AT.arch.97-23>
52. Warin L., Mika A., Souchet C., Bouvarel I. (2021). Feasibility and repeatability of the EBENE® Welfare Assessment measures for rabbits. In *Proc.: 12th World Rabbit Congress, 3-5 November 2021, Nantes, France, Communication E-17*. Available at: <http://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2021-Nantes/Nantes-2021-01.htm#etho> Accessed June 2024.

UDK 636.92:631.223.6:628.8

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.74-88>

CURRENT CHALLENGES OF SAFE KEEPING OF RABBITS

Oleksiy HONCHAR, Mykola NEBYLYTSYA,

Olexandr HAVRYSH, Tetyana OSOKINA

*Cherkasy Research Station of Bioresources of the NAAS of Ukraine, Cherkasy
bioresurs.ck@ukr.net*

Abstract. This work analyzes existing methods of keeping rabbits, the effectiveness of their use, as well as the impact on the environment. Our own developments and international experience were used. The research was conducted on experimental rabbit farms of the Cherkasy Research Station of Bioresources of the NAAS.

Modern rabbit farming is not only a promising branch of livestock farming, but also a challenge in terms of safety, ethics and ecology. With the growing demand for meat, fur and organic products, the issue of safe rabbit keeping is becoming increasingly important for both small farms and industrial enterprises.

With the development of rabbit breeding, the methods of keeping rabbits changed. In the 18th - early 20th centuries, there were several types of keeping, including: keeping in pits, hares. Modern rabbit breeding mainly uses three main types of keeping: outdoor (open), combined, closed (in sheds, rabbit hutches). Outdated keeping methods were also considered: semi-free, trench and aviary., which were practiced in the past, but over time were recognized as ineffective due to the high risks of diseases and the impossibility of carrying out selection work. Analysis of the experience of leading farms and scientific research proves the effectiveness of cage keeping technology. Cage keeping allows you to achieve high

indicators in the meat and fur directions, and also provides economic efficiency by optimizing resources. It was also established that when preparing project documentation and implementing the construction of premises for keeping rabbits, it is necessary to take into account the peculiarities of the biology and behavior of animals. For keeping rabbits, it is important to ensure optimal microclimate parameters in the premises. In particular, for normal development and well-being of rabbits, a comfortable temperature of the environment of 14-16°C is considered. Significant fluctuations in air temperature contribute to an increase in feed consumption and a noticeable decrease in the growth rate of animals. The temperature in the working area of the premises is measured in places remote from heating devices and at a distance of at least 1.5 m from walls, doors, and windows.

Keywords: rabbits, husbandry methods, technology, biological protection, environment, heat stress.

УДК 636.92:502/504

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.89-115>**ВПЛИВ ПРОМИСЛОВОГО КРОЛІВНИЦТВА
НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**Зламанюк Л. М., канд. с.-г. наук, доцент, zlatanuk@nubip.edu.ua,

Уманець Р. М., канд. с.-г. наук, доцент,

Уманець Д. П., канд. с.-г. наук, доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, вул. Горіхуватський шлях, 19*

У цій оглядовій статті представлені деякі елементи, які дозволяють нам кількісно оцінити основні внески кролівництва у глобальне потепління, забруднення (переважно втрати азоту, тверді частинки в повітрі), водний слід і втрату біорізноманіття. Оскільки переважну більшість м'ясних кролів у світі вирощують у закритих кліткових системах, основна маса досліджень охоплює лише цю систему виробництва.

Була зроблена єдина спроба кількісно оцінити вплив на навколишнє середовище альтернативної системи, заснованої на вирощуванні кролів під фотоелектричними панелями. Хоча вона дає певне уявлення про можливі альтернативи, отримані результати не ґрунтуються на реальних даних.

Щодо внеску кролівництва у глобальне потепління, то оцінки викидів парникових газів коливаються від 3,13 до 3,25 кг CO₂ екв. на одного кроля, що протягом 35 днів (або від 3,78 до 4,04 кг CO₂ екв. на кілограм живої ваги). Забруднення, пов'язане з втратами азоту, становило від 40,1 до 59,1 г азоту на кг живої маси. Забруднення повітря, пов'язане з викидами твердих частинок (10 мкм), варіювало від 0,082 до 0,045 мг на м³, і немає даних про вплив на воду, який, ймовірно, знаходиться між тими, що спостерігаються для птахівництва та свинарства. Щодо втрати біорізноманіття, то досліджень реального впливу кролівництва на дику природу (рослинний і тваринний світ) немає. Що стосується викидів парникових газів, то вони можуть бути пов'язані зі зміною землекористування для вирощування сільськогосподарських культур, в основному сої, яка використовується для виробництва кормів. Диких кролів, однак, можна вважати ключовим видом середземноморських чагарників.

Для кролівництва (в його нинішньому вигляді) альтернативи, які були випробувані в інших видах тваринництва включаючи інтеграцію рослинництва і тваринництва, агролісомеліорації та агроекології, можуть виявитися неможливими. Поточний соціально-економічний та політичний контекст може обмежити еволюцію існуючих систем виробництва продуктів харчування та розвиток альтернативних моделей. Крім того, сектор кролівництва, принаймні в Європі, стикається зі стійким зниженням попиту. І цей факт, безумовно, не допоможе нам знайти альтернативи, якщо не буде впроваджена політика, спрямована на підтримку необхідної еволюції.

Наразі неможливо оцінити вплив альтернативних систем виробництва м'яса кролів на навколишнє середовище. Частково це пов'язано з тим, що вони

все ще є рідкісними або експериментальними. По-друге, еталонні методології, що використовуються для оцінки викидів парникових газів, можуть бути недостатньо адаптованими, що призводить до упереджених оцінок. Відсутність гармонізації поточних методологій, що використовуються для оцінки впливу тваринництва на навколишнє середовище, принаймні для методологій оцінки життєвого циклу, є додатковим обмеженням.

Ключові слова: *Oryctolagus cuniculus, парниковий газ, водний слід, якість повітря, біорізноманіття.*

Актуальність. Літературних джерел щодо впливу тваринництва на навколишнє середовище дуже багато і в них охоплено багато сфер, від технічних рішень до політики. Етика, моральна філософія та критика організації глобальної економіки і суспільства також присутні в дебатах про те, що робити з тваринництвом. Дехто виступає за його ліквідацію [58, 61], тоді як інші чітко демонструють важливість сільськогосподарських тварин для людства [55, 61]. На думку D. Saviotto можна виробляти необхідну кількість високоякісних продуктів тваринного походження для кожної людини на нашій планеті і робити це розумно. Тобто, так, щоб поважати фізичну та психічну цілісність кожної тварини, яка вирощується на фермі, і належним чином цінувати працю людей і тварин, задіяних у нашому ланцюжку виробництва харчових продуктів, і так, щоб зберегти природу і гарантувати продовольчий суверенітет для нинішнього і майбутніх поколінь [61].

На сьогоднішній день ми не маємо чіткого уявлення про те, як досягти цих цілей. Цей короткий огляд впливу саме інтенсивного кролівництва на навколишнє середовище, безумовно, не вирішить цих проблем. Але ми спробуємо узагальнити інформацію щодо думок та перспектив того, на чому ми повинні зосередити нашу діяльність у найближчі роки.

Steinfeld Н. зі співавторами підготували комплексний документ оцінки впливу тваринництва (зокрема і кролівництва) на навколишнє середовище, який отримав назву «Довга тінь тваринництва: екологічні проблеми та варіанти» [63]. У цій книзі автори детально описали глобальний внесок тваринницького сектору в деградацію земель, зміну клімату, використання і забруднення води та втрату біорізноманіття. Вони обговорили технічні стратегії, спрямовані на ефективність тваринницьких операцій, і запропонували деякі політичні альтернативи, такі як правильне ціноутворення на використання землі, води та інших природних ресурсів, щоб пролити «світло на довгу тінь» тваринництва. З моменту публікації цієї книги кількість наукової літератури на цю тему стрімко зросла з 44 до близько 364 рецензованих наукових праць [63, 61].

Ще в 1978 році Hodge І. виділив зовнішні витрати на виробництво продукції тваринництва (забруднення води, жорстоке поводження з тваринами, неприємні запахи, нечистоти, шкідники тощо), а також на негативне сприйняття тваринництва мешканцями міст [39, 40]. Згідно з цими дослідженнями, основні фактори, що викликали скарги, були пов'язані з типом виробництва, кількістю тварин і методами, які використовувалися (або не

використовувалися) для запобігання забрудненню та інших неприємностей. Наприклад, найбільше скарг надходило на інтенсивне молочне тваринництво та птахівництво. Що стосується свинарства, то «традиційні» ферми (до 250 тварин) не отримували жодних скарг, тоді як промислові ферми (понад 1500 свиней) часто критикували [39, 61]. У наступних дослідженнях була відзначена важливість наявності чітких стандартів для вимірювання впливу на навколишнє середовище і аргументів необхідності прийняття політики, спрямованої на запобігання забрудненню і неприємним ефектам [40, 61].

Упродовж десятиліття, що минуло після публікації робіт Hodge I., в літературі було знайдено лише одну статтю, в якій Conway G.R. представив і описав властивості агроєкосистем – «екологічної системи, модифікованої людиною для виробництва продуктів харчування, волокна та іншої сільськогосподарської продукції» [13]. За його визначенням, основними атрибутами агроєкосистем є: продуктивність, стабільність, стійкість і справедливість. Разом ці чотири властивості визначають соціальну цінність агроєкосистеми. Для нього продуктивність – це вихід цінної продукції на одиницю вкладених ресурсів, стабільність – це постійність виробництва в умовах нормальних коливань і циклів у навколишньому середовищі, тоді як стійкість – це здатність агроєкосистеми підтримувати свою продуктивність в умовах значних збурень (ерозія, зниження ринкового попиту тощо). Нарешті, він визначив справедливість як справедливий розподіл продуктивності між бенефіціарами, що у випадку сучасних сільськогосподарських систем, схоже, сприяє зменшенню кількості учасників. В Європі аграрна політика, проголошена в 1957 році під егідою Європейської економічної комісії, надає перевагу великим, багатим і спеціалізованим фермерам через систему субсидій, засновану на обсягах виробництва. Забруднення, інциденти, спричинені стічними водами від худоби чи силосу, втрата благоустрою, рекреаційних і природоохоронних цінностей сільської місцевості, а також деградація стародавніх лісів, пасовищ, багатих травами луків, пустирів тощо є побічними ефектами політики, заснованої лише на продуктивності [13, 61].

Stenholm C.W. і Waggoner D.B. вивчаючи стратегії сталого виробництва продукції птахівництва, вказали на відповідальність науковців за те, щоб допомогти громадськості зрозуміти переваги і ризики всіх методів ведення сільського господарства. Вони закликали до наукового консенсусу і зазначили, що будь-яка виробнича система повинна проходити випробування науковими дослідженнями, економічним аналізом, а також соціальним сприйняттям і впливом. Вони також заявили, що вчені-птиківники повинні поєднувати свій досвід і знання з іншими біологічними та соціальними науками. Те ж саме стосується інформаційних і комунікаційних наук. Сама по собі ця відкритість до співпраці, є ключем до досягнення більш амбітного набору практик, спрямованих на зменшення впливу тваринництва на природні ресурси [64, 61].

Для країн, що розвиваються, сталість може бути досягнута шляхом покращення якості кормів, генетичних ресурсів та управління здоров'ям тварин [42, 61]. Однак, це повинно розвиватися в рамках невеликих за розміром змішаних сільськогосподарських підприємств, які переважають у

країнах, що розвиваються. Повертаючись до Європи, Atkinson and i Watson (1996) визначили азотне навантаження від відходів тваринництва, що утворюються на промислових підприємствах по вирощуванню свиней, птиці і великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності, як основну екологічну проблему в Британській низовині. На думку цих авторів, рішення просте: розробити системи, які дозволяють повторно використовувати відходи на ділянках первинного рослинництва, подібно до того, як це пропонується циркулярною біоекономікою або підходами сталої інтенсифікації [56, 61]. У підсумку вони закликали до створення цілісних сільськогосподарських систем, які інтегрують тваринництво таким чином, щоб зменшити вплив на навколишнє середовище і біорізноманіття дикої природи (рослин і тварин) [61].

Waltner-Toes D. представив концепцію «здоров'я екосистеми», в той час як Faye B. та ін. розширили цю концепцію до «здоров'я агроекосистеми» [69, 26, 61]. На думку Waltner-Toes D., глобальна агропродовольча система в тому вигляді, в якому вона організована, є нестійкою: субсидії на високі обсяги виробництва в країнах з низькою щільністю населення в сільськогосподарських системах, які значною мірою залежать від енергетичних і нафтових ресурсів для свого функціонування. Він дуже критично ставився до використання підходу «жорсткої системи» для оцінки того, чи є виробнича система сталою, чи ні. На його думку, цей метод ризикує вважати виробничу систему сталою лише тому, що так диктує поточний соціально-економічний контекст: наприклад, «робочі місця сільських жителів можуть вважатися менш важливими, ніж дешевизна міських продуктів харчування». Щоб вирішити цю проблему, він дослідив деякі з наявних структур, перш ніж запропонувати нову: «здоров'я екосистеми». Він вважав, що «науки про здоров'я ставлять питання, які повинні ставити працівники агроекосистем». Більше того, мова науки про здоров'я (скринінг, діагностика, фактори ризику та придатність) добре зрозуміла широкому загалу, надаючи «рідкісну можливість громадянам говорити про те, що вони цінують суб'єктивно, і про те, що вони знають об'єктивно». Простіше кажучи, концепція «Єдиного здоров'я», якою ми її знаємо сьогодні (World Health Organization, 2017) ґрунтується на його ідеях, він сказав «визначення здоров'я екосистем і здоров'я людської спільноти, хоча вони все ще розвиваються, підкреслюють два компоненти: елемент рівноваги, або балансу, і елемент потенціалу, або резерву». [69, 61, 72]. Faye B. та ін. вийшли за рамки визначення «здоров'я екосистеми» і розширили поняття до «здоров'я агроекосистеми» [26, 61]. На практиці це лише питання масштабу, де межі системи розширюються, щоб включати численні виміри (біофізичні, соціальні, економічні) у складній ієрархії (від поля до біосфери), де присутні компоненти здоров'я (цілісність та ефективність).

Опрацьована література за період від 2000 до 2010 років, охоплювала кілька тем, від підходу економічного моделювання для пошуку найкращих рішень, уникнення впливу на навколишнє середовище різних методів управління відходами тваринництва до етики в органічному тваринництві [41,

46, 61]. Концепції «спільного використання землі» (дружнього до дикої природи землеробства) та «ощадливого землекористування» (мінімізація використання сільськогосподарських земель шляхом підвищення врожайності) були охарактеризовані у комплексній роботі Green та ін.[36, 61]. У 2006 році Monteny та ін. були проаналізовані викиди парникових газів та стратегії пом'якшення наслідків для виробництва продукції від великої рогатої худоби, свиней та птиці [50, 61]. Вони визначили рубець і гній свиней та птиці як основні джерела викидів метану (NH_4) від тваринництва. Для закису азоту (N_2O) основними джерелами є: азотні добрива та гній, що вноситься в землю, а також сеча, що виділяється тваринами, які випасаються. На думку цих авторів, для зменшення викидів парникових газів слід використовувати технічні рішення, такі як підвищення ефективності кормів або виробництво біогазу на фермі. Зараз почалася ера технічних рішень і прямих порівнянь між органічними та індустріальними системами [61]. На думку Bokkers E.A.M., de Boer I.J.M., хоча органічне виробництво бройлерів мало кращі економічні та соціальні показники (чистий дохід ферми, робоче навантаження, здоров'я та благополуччя тварин і зменшення використання антибіотиків), використання ефективності кормів як єдиного критерію впливу на навколишнє середовище систематично віддавало перевагу промисловим фермам [6]. Verburg R. та ін., також проаналізували вплив лібералізації (пом'якшення умов) торгівлі сільськогосподарською продукцією на викиди парникових газів, пов'язані з землекористуванням. На думку цих авторів, лібералізація повинна збільшити загальні викиди парникових газів на 6% за рахунок розчищення рослинності для вирощування сільськогосподарських культур [68, 61].

Перші роботи, присвячені впливу виробництва м'яса кролів на навколишнє середовище були опубліковані: Calvet S. та ін., які оцінили ефективність використання азоту у кролівництві, Fortun-Lamothe L. та ін. оцінили внесок інтенсивного кролівництва у сталій розвиток, а Kaliste E. та ін. і Cambra-López M. та ін. представили перші результати щодо викидів твердих частинок у повітря від кролівницьких ферм [8, 25, 43, 10, 61]. Estellés F. та ін. розробили новий метод вимірювання викидів парникових газів як від метаболізму кролів, так і від розкладання гною, також вони у 2010 році виміряли добові викиди вуглецю відгодовельних кролів [10]. У 2011 році одні науковці використали інший метод для характеристики внутрішнього середовища і газових викидів як на комерційних, так і на експериментальних фермах по вирощуванню кролів, а інші – кількісно оцінили викиди метану від кролів (і морських свинок), яких годували виключно сіном, спостерігаючи щоденне виробництво метану в обсязі 0,2 л на кроля [9, 27 61].

У період з 2011 по 2024 рр. роботи були присвячені: викидам парникових газів, морфології та характеристиці твердих частинок на кролефермах, викидам парникових газів від гною кролів, впливу кормових добавок на зменшення викидів аміаку та парникових газів від кролів [1, 2, 20, 17, 5, 61]. Прогнозування викидів забруднювальних речовин та впливу кролівництва на навколишнє середовище вивчали за допомогою моделювання та за допомогою аналізу життєвого циклу, а використовуючи метод багатокритеріальної

оцінки, оцінили стійкість двох альтернативних систем розведення кролів [49, 11, 51, 70, 65, 61].

Оскільки більшість вирощуваних кролів утримуються в закритих приміщеннях у клітках, література, присвячена впливу кролівництва на довкілля, обмежується лише цією системою виробництва. Є лише одна стаття, в якій зроблено спробу оцінити вплив на довкілля двох альтернативних систем вирощування кролів [51]. Сама по собі ця робота проливає певне світло на можливі альтернативи, але її наукову та соціальну цінність можна поставити під сумнів. Фактично, досліджувані системи базувалися на перспективній роботі Lytle W. та ін., які запропонували вирощувати кролів під сонячними панелями [47].

Опрацьована література також охоплює питання політики. Розглядалися кілька політичних інструментів (податки, субсидії, торгівля квотами на викиди, добровільні зусилля зі зменшення викидів парникових газів від тваринництва) для зменшення викидів парникових газів від тваринництва, також вивчали вплив глобальної кліматичної політики на тваринництво, зміни у землекористуванні, засоби до існування та продовольчу безпеку.

Поведінка та вподобання споживачів також відіграють важливу роль в ефективності політики. Schulze M. та ін. продемонстрували сильну громадську підтримку сталої трансформації тваринництва та надали докази того, що скорочення поголів'я худоби є прийнятним шляхом з точки зору громадськості. На думку цих авторів, потенціал скорочення поголів'я худоби може бути величезним: він може становити до 45% від усього сектору, включаючи скорочення викидів від зміни землекористування, виробництва та використання добрив і пестицидів, виділення та внесення гною, переробки та транспортування кормів [62]. Ці результати, суперечать тим, які наводять Legoу F. та ін., вони вважають, що скорочення поголів'я худоби на основі твердження – здоровий раціон містить мало червоного м'яса і насичених жирів – є хибним, а в контексті загального впливу західного способу життя значне скорочення споживання м'яса призведе до зменшення вуглецевого сліду на 2-6% (наприклад, на 12 т CO₂екв. на особу щорічно). Вони також поставили під сумнів твердження про вплив тваринництва на здоров'я планети. Згідно з їхнім оглядом, ці твердження не є обґрунтованими. Однак ці автори визнали важливість розуміння того, що вплив тваринництва на навколишнє середовище залежить від регіону, екосистеми та методів ведення господарства [45].

ВИКИДИ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ТА ВТРАТИ АЗОТУ У КРОЛІВНИЦТВІ

Найнові дані щодо викидів парникових газів та втрат азоту в системах виробництва продукції кролівництва узагальнено в табл. Викиди були класифіковані відповідно до джерела – ферма, тварини або гній, методологія, що використовується для оцінки (аналіз життєвого циклу або моделювання) або для вимірювання (інтенсивність викидів газів, баланс азоту у ферментаційній камері) цих викидів відповідно до типу ферми (типова італійська чи французька виробнича система, теоретична ферма з

фотоелектричними установками або без них, а також комерційні або експериментальні ферми) [61].

Таблиця. Викиди парникових газів (ПГ) від виробництва кролівництва

Викиди парникових газів	Одиниці	Основні викиди	Джерело	Методологія	Тип господарства	Посилання
3,78 до 4,04	кг екв. CO ₂ на кг живої маси	Корм 70,0%	Ферма	Життєвий цикл - оцінка	Типова італійська кролеферми	Cesari та ін. 2018
199.7	кг екв. CO ₂ на кг живої маси	Сонячна 99,9%	Ферма	Життєвий цикл - оцінка	Теоретичне – фотоелектричне дослідження на пасовищі	Pascaris та ін. 2021
651.6	кг екв. CO ₂ на кг живої маси	Канал, 69,3%	Ферма	Життєвий цикл - оцінка	Теоретичне – фотоелектричне дослідження в приміщенні	Pascaris та ін. 2021
13 619.9	кг екв. CO ₂ на кг живої маси	Енергетика 96,7%	Ферма	Життєвий цикл - оцінка	Теоретично - в приміщенні немає фотоелектричної енергії	Pascaris та ін. 2021
30,6 до 44,7	кг CO ₂ екв. (загальні викиди)	Понад 85% корму	Ферма	Життєвий цикл - оцінка	Підприємство по виробництву хутра рексів	Wang та ін. 2022
11,3 до 13,7	г NH ₃ на кг живої маси	Не повідомляється	Ферма	Моделювання - оцінка	Типова французька кролеферма	Méda та ін. 2014
Від 0 до 0,17	г N ₂ O на кг живої маси	Не повідомляється	Ферма	Моделювання - оцінка	Типова французька кролеферма	Méda та ін. 2014
17.8	г CH ₄ на кг живої маси	Не повідомляється	Ферма	Моделювання - оцінка	Типова французька кролеферма	Méda та ін. 2014
38,7 до 65,6	мг NH ₃ на год. і тварину	Не повідомляється	Ферма	Обсяги викидів газів	Приватне племінне господарство	Calvet et al. 2011
4004 до 17 820	мг CO ₂ на год. та тварину	Не повідомляється	Ферма	Обсяги викидів газів	Приватне племінне господарство	Calvet et al. 2011
Від 0 до 20,8	мг N ₂ O на год. і тварину	Не повідомляється	Ферма	Обсяги викидів газів	Приватне племінне господарство	Calvet et al. 2011
3,5 до 12,1	мг NH ₃ на год. і тварину	Не повідомляється	Ферма	Обсяги викидів газів	Приватне господарство по вирощуванню кролів	Calvet et al. 2011
1180 до 3880	мг CO ₂ на год. та тварину	Не повідомляється	Ферма	Обсяги викидів газів	Приватне господарство по вирощуванню кролів	Calvet et al. 2011
Від 0 до 2.0	мг N ₂ O на год. і тварину	Не повідомляється	Ферма	Обсяги викидів газів	Приватне господарство по вирощуванню кролів	Calvet et al. 2011
1.12 до 1.40	літрів CO ₂ на год.	Не повідомляється	Тварина	Флосова камера	Експериментальне – вирощування кролів	Estellés та ін. 2009
1,35 до 2,61	літрів CO ₂ на год.	Не повідомляється	Тварина	Флосова камера	Експериментальне – вирощування кролів	Estellés та ін. 2010
від 0,12 до 0,28	літрів CH ₄ на добу	Не повідомляється	Тварина	Флосова камера	Експериментальне – вирощування	Franz та ін. 2011

					карликових кролів	
40.1 до 42.4	г азоту на кг живої маси	Не повідомляється	Тварина	Баланс азоту	Експериментальне – вирощування кролів	Calvet et al. 2008
57.0 до 59.1	г азоту на кг живої маси	Не повідомляється	Тварина	Баланс азоту	Експериментальне – вирощування кролів	Dinuccio та ін. 2019
2,95 до 3,26	мг NH ₃ на год.	Не повідомляється	Гній	Флосова камера	Експериментальне – вирощування кролів	Estellés та ін. 2009
216,9 до 272,4	мг CO ₂ на год.	Не повідомляється	Гній	Флосова камера	Експериментальне – вирощування кролів	Estellés та ін. 2009
17,8 до 26,4	мг NH ₃ на год. та м ²	Не повідомляється	Гній	Флосова камера	Експериментальне – вирощування кролів	Estellés та ін. 2014
1,93 до 2,53	мг N ₂ O на годину та м ²	Не повідомляється	Гній	Флосова камера	Експериментальне – вирощування кролів	Estellés та ін. 2014
від 7,5 до 10,8	мг CO ₂ на год. та м ²	Не повідомляється	Гній	Флосова камера	Експериментальне – вирощування кролів	Estellés та ін. 2014
16,4 до 18,5	мг CH ₄ на год. та м ²	Не повідомляється	Гній	Флосова камера	Експериментальне – вирощування кролів	Estellés та ін. 2014
212 до 257	г екв. CO ₂ на кг гною	Не повідомляється	Гній	Ферментаційна камера	Експериментальне – вирощування кролів	Dinuccio та ін. 2019
2.70	мг CH ₄ на г гною	Не повідомляється	Гній	Ферментаційна камера	Експериментальне – вирощування кролів	Hidayat та ін. 2021
143,7 до 246,7	г NH ₃ на м ²	Не повідомляється	Гній	Ферментаційна камера	Експериментальне – вирощування кролів	Biagini та ін. 2021
1,04 до 1,60	г N ₂ O на м ²	Не повідомляється	Гній	Ферментаційна камера	Експериментальне – вирощування кролів	Biagini та ін. 2021
1779 до 2533	г CO ₂ на м ²	Не повідомляється	Гній	Ферментаційна камера	Експериментальне – вирощування кролів	Biagini та ін. 2021
22,8 до 35,2	г CH ₄ м ²	Не повідомляється	Гній	Ферментаційна камера	Експериментальне – вирощування кролів	Biagini та ін. 2021
3498 до 4226	г CO ₂ екв. на м ²	Не повідомляється	Гній	Ферментаційна камера	Експериментальне – вирощування кролів	Biagini та ін. 2021

Викиди від фермерських господарств. При дослідженнях CesariV. та ін. використали аналіз життєвого циклу для оцінки загальних викидів парникових газів від типової італійської ферми з виробництва м'яса кролів. Вони визначили значення вхідних змінних, використовуючи дані з літератури, і розглянули коефіцієнт конверсії корму як єдину змінну, пов'язану з ефективністю виробництва та впливом на навколишнє середовище. Після моделювання трьох сценаріїв смертності (5%, 10% і 20%) тільки у період відгодівлі, загальний обсяг викидів парникових газів був оцінений в межах від 3,78 до 4,04 кг CO₂ екв. на кг виробленої живої маси. Автори порівняли результати з результатами для інших моногастричних видів (курей і свиней) і дійшли висновку, що вплив типової середньостатистичної італійської ферми з виробництва м'яса кролів на навколишнє середовище можна порівняти з впливом свиноферми. Хоча це позитивний результат, не виключено, що деякі постулати, використані в аналізі, можуть спотворювати реальний вплив виробництва м'яса кролів на навколишнє середовище. У своєму аналізі вони виключили викиди від будівництва та обслуговування інфраструктури (будівель, кліток тощо), а також викиди від антибіотиків і гормонів. Крім того,

викиди, пов'язані з гноєм, були знижені. Припускалося, що весь вироблений гній використовується у вирощуванні кукурудзи на тій самій фермі [11, 61].

Незважаючи на вибір моделювання, який був зроблений, найцікавішим результатом є високий внесок виробництва кормів у зміну клімату (близько 71,2% від загального обсягу викидів CO₂ екв.), в основному пов'язаний з використанням органічних добрив для рослинництва та транспортування кормових інгредієнтів з інших країн (соевого шроту з Бразилії та меляси з цукрової тростини з Таїланду). З різноманітних чинників впливу на навколишнє середовище, зміна землекористування отримала негативну оцінку. Це було пов'язано з використанням люцерни в раціоні, культури, яка поглинає вуглець порівняно з орними культурами. Автори також оцінили землекористування в 12,5 м² на кілограм виробленої живої маси [11, 61].

Єдине дослідження на фермах, в якому представлені фактичні вимірювання викидів парникових газів від комерційних та експериментальних кролеферм, було проведене CalvetS. та ін. у 2011 році [9]. Вони вимірювали викиди аміаку, вуглекислого газу та закису азоту в режимі реального часу на трьох кролефермах на сході Іспанії (дві приватні та одна експериментальна). Викиди метану також вимірювалися, але не могли бути визначені, оскільки показники нижче 10 мг/л сильно впливають на показники вологості повітря. Всі вимірювання проводилися за допомогою мультигазового фотоакустичного аналізатора, а викиди NH₃, CO₂ і N₂O були отримані шляхом розрахунку інтенсивності викидів на одну голову. Викиди від ферми включали викиди від тварин та їхнього гною разом. Крім того, окремо були розраховані викиди від племінних самок та відгодівельного молодняку. Після перерахунку результатів у кг CO₂ екв. на голову за рік (за допомогою калькулятора еквівалентів парникових газів Агентства з охорони навколишнього середовища США: <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator>), загальні викиди парникових газів становили 164 кг CO₂ екв. на голову за рік. Кожна самка кроля виділяє 134 кг CO₂ екв. на рік, тоді як при вирощуванні кролів виділялося близько 30 кг CO₂ екв. на голову за рік (або близько 2,80 кг CO₂ екв. на голову, враховуючи період відгодівлі 35 днів). Хоча значення, отримані для кролів на відгодівлі (приблизна оцінка за умови, що період відгодівлі становить 35 днів), були нижчими за ті, про які повідомляли Cesari V. та ін., ці автори не врахували викиди від інших джерел, а не прямі викиди через метаболізм тварин та розкладання гною [9, 11, 61].

Решта досліджень, що оцінюють вплив на навколишнє середовище на рівні ферм [49, 51, 70, 61] представляють різні значення викидів парникових газів. Méda B. та ін., використовуючи динамічне моделювання, оцінили викиди аміаку, закису азоту та метану від типової французької кролеферми з поголів'ям у 605 кролиць.

Вони також розглянули дві системи зберігання гною: гноївка та гнойова ванна. Значення в таблиці – це діапазон викидів NH₃, N₂O та CH₄ від двох систем використання гною. У перерахунку на еквівалент CO₂ оціночні викиди становили 0,498 та 0,536 кг еквіваленту CO₂ на кг живої маси, виробленої в гноївках та гнойових ваннах, відповідно [49]. Ці показники є нижчими, ніж ті, що були отримані іншими авторами які використовували оцінку життєвого

циклу та прямі вимірювання викидів газів на фермі. Розбіжності між цими дослідженнями можуть бути пов'язані з використаною методологією, припущеннями кожної моделі та межами системи [11, 9, 61].

Pascaris A.S. та ін. порівняли три системи: випасання кролів під сонячними панелями, вирощування кролів у приміщенні, що обігрівається енергією, виробленою на місці з сонячних панелей, і вирощування кролів у приміщенні, що обігрівається енергією з викопного палива [51, 61]. Цю теоретичну фотоелектричну систему, концептуалізовану Lytle W. та ін., не можна порівняти з традиційними системами вирощування кролів, що існують в Європі [47]. Wang H. та ін. для Китаю оцінили вплив на навколишнє середовище мережі з вирощування кролів породи Рекс [70]. У цьому дослідженні автори мали на меті оцінити переваги циклічного промислового ланцюга. Після моделювання двох сценаріїв, один з яких включав біогазову електростанцію для переробки гною, а інший – передає гній на обробку без його переробки, був проведений аналіз життєвого циклу "від початку до кінця". Потенціал глобального потепління, виражений у кг еквівалента CO₂, був оцінений на рівні 30,6 і 44,7 кг еквівалента CO₂ для сценаріїв з переробкою гною на біогаз і без неї, відповідно. Вони спостерігали значний внесок у викиди парникових газів та в інші категорії впливу на навколишнє середовище – вирощування кормів та споживання електроенергії на етапах переробки кормів. Таким чином, на годівлю припадає понад 85% викидів CO₂ екв., що узгоджується з висновками інших дослідників [11, 51, 61, 70].

Крім цього вони також відзначили, що використання біогазової електростанції сприяло зменшенню потенціалу глобального потепління внаслідок скорочення споживання хімічних добрив, пестицидів та зовнішньої електроенергії [61, 70].

Значення викидів парникових газів широко варіюються між дослідженнями на рівні фермерських господарств. Відмінності, що спостерігаються, пов'язані з вибором і точним налаштуванням параметрів, які використовуються в аналізі життєвого циклу, припущеннями моделі та межами системи, що розглядаються в кожному дослідженні. Наприклад, відмінності у масі тушки, видах годівлі (обмежена чи ні) та інших параметрах, таких як репродуктивні показники самок кролів (плодючість, вибракування та/або смертність тощо), впливатимуть на результати оцінки життєвого циклу. З точки зору меж системи, включення або виключення спеціальної обробки гною для отримання частини зернових, що використовуються в кормах для кролів, також впливає на результати, так само як і включення або виключення процесу забою в розрахунки.

Незважаючи на свої обмеження, аналіз життєвого циклу надає інформацію про різні секції, які є основними джерелами викидів парникових газів. У випадку виробництва м'яса кролів цей метод показує, що переважна більшість викидів CO₂ екв. пов'язана з викопним паливом, яке використовується у виробництві кормів [11, 61, 70]. Це можна вдосконалити, розглядаючи дані про прямі викиди від декількох кролеферм в межах однієї (або декількох) країни або використовуючи реальні дані про викиди від кролеферм замість стандартних коефіцієнтів викидів [9, 18, 20, 61]. На думку

Goglio P. та ін., цьому методу все ще бракує точності та надійності у вирішенні питань сталого розвитку тваринницьких систем та продуктів. Для них необхідна гармонізація [34].

Підходи моделювання також корисні. Вони допомагають нам зрозуміти певні явища, але їх використання повинно обмежуватися описом систем, близьких до реальності, як це зробили Méda B. та ін. [49]. Аналіз на основі теоретичних систем також може допомогти нам зрозуміти майбутні та альтернативні системи. Однак брак реальних даних може призвести до невірних оцінок, як у випадку з Pascaris A.S. та ін. [51].

Слід також розглянути можливість використання даних про викиди парникових газів у реальному часі від метаболізму кролів (дихання, асиміляція, екскреція тощо) та від розкладання гною. Цим даним слід надавати перевагу при аналізі потенціалу глобального потепління традиційних та альтернативних систем виробництва продукції кролівництва.

Викиди від тварин. Деякі автори розглядали викиди з точки зору метаболізму кролів. Жодне з проведених досліджень не характеризувало викиди парникових газів від дорослих тварин [8, 18, 19, 27, 17, 61].

Estellés F. та ін., використовуючи камеру для вимірювання газових викидів (флюсову), зафіксували індивідуальні викиди кролів від 1,12 до 2,61 літра CO_2 на годину. Враховуючи період відгодівлі 35 днів і щоденні викиди CO_2 47,5 літрів на одного кроля (припускаючи середній рівень викидів 1,98 літрів CO_2 на годину для кроля вагою 1,24 кг), викиди CO_2 екв. від одного кроля можуть досягати 3,05 кг CO_2 екв. за 35 днів (тому що 1 m^3 CO_2 важить 1,84 кг) [18, 19]. Це узгоджується з оцінками інших авторів [8, 9, 61].

Використовуючи флюсову камеру, Franz R. та ін. виміряли викиди CH_4 від карликових кроликів, яких годували сіном [27]. Ентеральні викиди CH_4 варіювали від 0,12 до 0,28 л CH_4 на добу, що є нижчим показником порівняно з іншими трав'яними видами ссавців [12]. Якщо припустити, що 1 m^3 CH_4 важить 0,72 кг, то один кролик повинен виробляти від 0,003 до 0,007 кг CH_4 за 35 днів, що становить від 0,084 до 0,196 кг CO_2 екв. За розрахунковими даними один кролик, що росте, повинен виробляти від 3,13 до 3,25 кг еквівалента CO_2 за 35 днів [19, 27, 61].

На додаток до викидів парникових газів, виміряних на рівні тварин, вимірювали втрати азоту при вирощуванні кролів. Calvet S. та ін. виявили значення екскреції між 40,1 та 42,4 г азоту на кг живої маси, тоді як Dinuccio E. та ін. спостерігали вищі значення, від 57,0 до 59,1 г азоту на кг живої маси. Вища екскреція азоту, може бути пов'язана з вмістом азоту в кормах для кролів: 28,4 г азоту на кг корму порівняно з 25,9 г азоту на кг корму (в середньому) в кормах [8, 17, 61].

В проведених дослідженнях, різними дослідниками, викиди парникових газів на рівні тварин узгоджуються між собою. Як згадувалося вище, вимірювання в реальному часі є кращими, ніж середні показники та припущення. Однак необхідні подальші дослідження, щодо викидів від дорослих тварин, що розмножуються. Також бракує знань про внесок генетики, годівлі та ветеринарних практик у викиди парникових газів на рівні тварин [8, 11, 17, 19, 27, 51, 61, 70].

Викиди від гною. Викиди від гною кролів визначали двома методами: у флюсовій камері або у ферментаційній камері. Викиди NH_3 та CO_2 , у флюсовій камері, зі свіжого гною становили від 2,95 до 3,26 мг NH_3 на годину та від 216,9 до 272,4 мг CO_2 на годину відповідно [18, 20, 17, 38, 5, 61].

Намагаючись зменшити викиди від гною, до гнойових ям двічі на тиждень у дозі 50 г на m^2 додавали порошок суперфосфату кальцію. Хоча додавання цієї добавки не було статистично вірогідним, воно зменшило викиди CO_2 з 10,81 до 7,45 г на годину на m^2 , а викиди N_2O – з 2,53 до 1,93 мг на годину на m^2 . Викиди CH_4 , навпаки, зросли з 16,37 до 18,45 мг на годину на m^2 . Коли ці значення були переведені в еквівалент CO_2 , щоденні викиди на m^2 становили в середньому 680 г еквівалента CO_2 з додаванням порошку суперфосфату кальцію та 978 г еквівалента CO_2 без добавки [20].

Використовуючи інший метод і метрики, Dinuccio E. та ін. [17] виявили, що викиди від гною становлять від 212 до 257 г CO_2 на кг гною, тоді як Biagini D. та ін. [5] повідомили про щоденні викиди CO_2 з гномом від 194 до 235 г на m^2 . Ці значення були нижчими, ніж ті, про які заявляли Estellés F. та ін. [20]. Різні результати можуть бути пов'язані з різними методологіями: 24-годинні вимірювання у флюсовій камері проти 18 днів поспіль із зразків гною, розміщених у ферментаційній камері, відповідно [5, 17, 20, 61].

Hidayat C. та ін. сконструювали ферментаційну камеру з використанням ПВХ-трубок. Помістивши зразки гною різних видів тварин (буйвола, курки, корови, качки, кози та кролів), вони вимірювали викиди CH_4 упродовж восьми тижнів поспіль. Аеробне перетравлення качинового гною призвело до утворення найбільшої кількості метану (98,0 мг CH_4 на г), далі за ним слідували гній буйвола (21,9 мг CH_4 на г), корови (20,32 мг CH_4 на г), курки (18,0 мг CH_4 на г гною) та кози (6,01 мг CH_4 на г гною). Кролячий гній виробляв найменшу кількість серед усіх вимірюваних видів, близько 2,7 мг CH_4 на г гною [38].

Пряких вимірювань викидів парникових газів від гною кролів небагато. Хоча результати наявних досліджень узгоджуються між собою, вплив генетики, годівлі або практики поводження з гномом може змінювати кількість викидів. Потрібні реальні дані з масиву ферм з різними генотипами, стратегіями годівлі та практиками обробки гною. Незважаючи на цю інформацію, дослідження, спрямовані на потенціал використання посліду від кролів у системах рослинництва і луківництва, потребують подальшого розвитку. Сталі стратегії переробки посліду від кролів повинні розроблятися на рівні всього господарства, як і у випадку з іншими видами тварин [53, 54, 61].

КОНЦЕНТРАЦІЯ ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК ТА ВИКИДИ

На даний час інформації про концентрації твердих частинок та викиди від кролеферм є недостатньо. Було обстежено дві кролеферми: відгодівельну та племінну, на обох з яких гній накопичувався під клітками упродовж трьох-чотирьох тижнів. Через 15 днів вимірювань концентрація твердих частинок у приміщенні відгодівлі становила 0,082 і 0,012 мг на m^3 твердих частинок розміром 10 і 2,5 мкм відповідно. На племінній фермі концентрація твердих частинок розміром 10 і 2,5 мкм у повітрі становила 0,048 і 0,012 мг на m^3 відповідно. Різноманітні види діяльності, включаючи підмітання підлоги,

догляд за тваринами та використання води під тиском для миття кліток, були визначені як основні джерела викидів твердих частинок (переважно 10 мікрон) у відгодівельному комплексі. На племінній фермі основними видами діяльності, що призводять до викидів твердих частинок обох розмірів, були підмітання та спалювання шерсті. Крім того, відгодівельний цех викидав більше твердих частинок за межі ферми (в середньому 0,52 і 0,02 г на годину 10- і 2,5-мікронних частинок відповідно), ніж племінний цех (в середньому 0,33 і 0,06 г на годину 10- і 2,5-мікронних частинок відповідно). Це було пов'язано з дуже високою щільністю тварин у відгодівельному блоці [1, 61].

У порівнянні з іншими видами тварин, загальна концентрація твердих частинок на кролефермах є відносно низькою. Наприклад, на птахофабриках та свинофермах викиди твердих частинок коливаються від 0,05 до 15,3 мг на м³ для вдихуваних і від 0,03 до 1,9 мг на м³ для видихуваних твердих частинок. З точки зору регулювання, викиди, що спостерігаються в кролячниках, є нижчими за встановлені законодавством порогові значення [1, 61].

Незважаючи на знижений рівень твердих частинок у кролячих приміщеннях, вони мають різноманітне походження – хутро, частинки шкіри, фекалії, сеча, підстилка та дезінфікуючі засоби [43]. Крім того, вони можуть переносити аміак, містити важкі метали, поглинати запахи і переносити бактерії (як грампозитивні, так і грамнегативні), грибки, віруси і навіть біологічно активні сполуки, такі як частинки антибіотиків [10, 2]. Поєднання цих факторів може потенційно збільшити ризики для здоров'я як тварин, так і фермерів. Вплив на навколишнє середовище, пов'язаний з викидами твердих частинок від тваринництва (включаючи зниження видимості, стрес для рослинності та зміну екосистем), є додатковим ризиком, який ще не був оцінений [61].

Хоча дослідження, проведені в кролячниках, показали низький рівень викидів твердих частинок, необхідні подальші дослідження для кращої характеристики бактерій і вірусів та антибіотиків, присутніх у цих частинках. Великий інтерес представляє характеристика викидів від різних типологій ферм (призначення, щільність поголів'я тварин, розміри будівель та інші технічні особливості тощо) та виробничих систем (наприклад, системи випасу на відкритому повітрі). Відсутність такої інформації унеможливорює будь-яку повноцінну оцінку впливу на навколишнє середовище, пов'язаного з вирощуванням кролів [61].

ВОДНИЙ СЛІД

У зв'язку з різними джерелами та видами використання води, водний слід поділяється на три категорії: «синя», «зелена» та «сіра» вода [48]. «Синій» водний слід – це обсяг поверхневих і підземних вод, необхідних для виробництва однієї одиниці продукції. «Зелений» водний слід – це обсяг дощової води, втрачений через випаровування. «Сірий» водний слід – це обсяг прісної води, необхідний для асиміляції забруднюючих речовин, виходячи з існуючих стандартів якості води в навколишньому середовищі.

Використовуючи дані Food and Agriculture Organisation of the United Nations та літературні джерела, був оцінений водний слід для кількох продуктів тваринного походження: яловичини, свинини, курятини, баранини,

козлятини, яєць, молока, масла, сухого молока, сиру та шкіри. «Зелений», «синій» та «сірий» водні сліди для деяких з цих продуктів, відповідно до системи виробництва, наведено на рис. А, В та С.

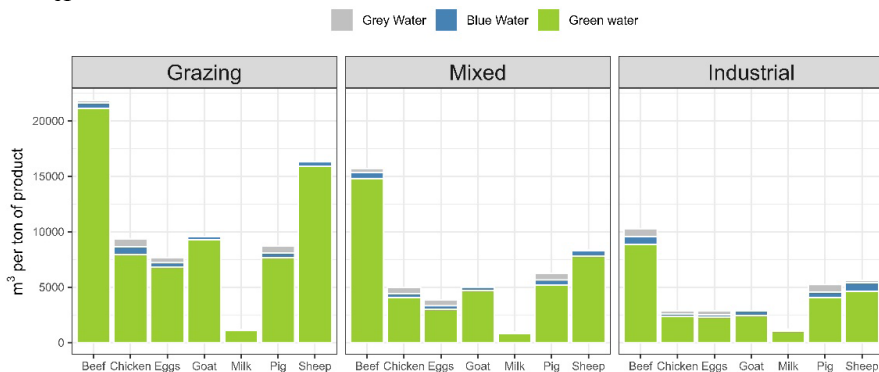
На перший погляд, водний слід систем випасу більший, ніж у змішаних та промислових систем (всі продукти). Картина змінюється, якщо виключити «зелений» (дошовий) водний слід. За винятком продукції птахівництва, «синій» і «сірий» водний слід збільшується від систем випасу до промислових систем (рис. В). У своєму аналізі Mekonnen M.M. та Hoekstra A.Y. виявили, що 98% водного сліду припадає на корми. Питна вода, технічна вода та вода для замішування кормів становлять лише 1,1, 0,8 та 0,03% від загального водного сліду відповідно. Якщо зосередитися на «синьому» водному сліді у системах випасу, то він становить 3,6% від загального водного сліду, причому 33% цього споживання пов'язано з використанням питної та технічної води. На протипагу цьому, «синій» водний слід у промислових системах становить 8% від загального водного сліду [48].

Показники водного сліду, представлені Mekonnen M.M. та Hoekstra A.Y., є дуже вичерпними. Однак слід звернути увагу на деякі суттєві моменти. Відходи тваринництва та забруднення води від виробництва кормових культур, крім азоту не були включені до оцінок «сірого» водного сліду. Окрім недооцінки «сірого» водного сліду, ця категорія часто є більш важливою в системах інтенсивного виробництва [48, 61]. Ran Y. та ін. розглянули методи, що використовуються для оцінки використання водних ресурсів у тваринництві. Для цих авторів концепція «сірої води» є віртуальним показником обсягу води, необхідного для асиміляції забруднюючих речовин та зменшення погіршення якості води, і через природу цього показника його не слід сумувати з показниками використання «зеленої» та «синьої» води [48, 57, 61].

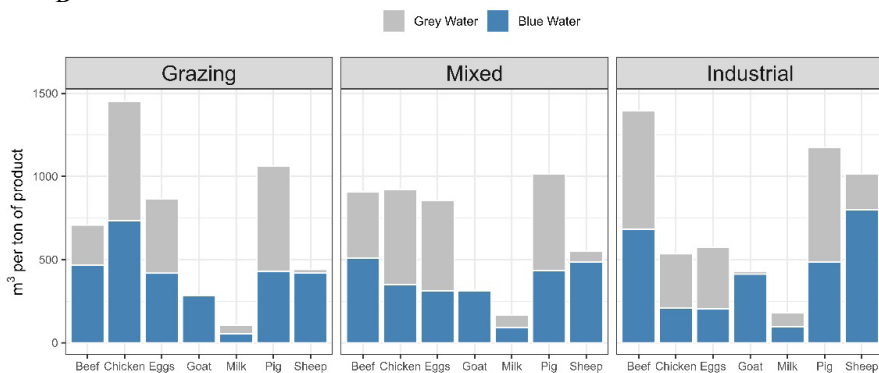
В обох дослідженнях виробництво кормів для тварин згадується як основний фактор, що впливає на використання води. У той час як Mekonnen M.M. та Hoekstra A.Y. зазначають, що тваринництво, засноване на використанні рослинних залишків, відходів і грубих кормів для годівлі тварин, чинить найменший тиск на прісноводні системи, Ran Y. та ін. згадують системи, де тварин випасають на маргінальних землях, які мають мало альтернативних способів використання та низьку соціально-економічну цінність [48, 57, 61].

Незважаючи на те, що дослідження оцінки життєвого циклу не враховують більшу частину споживацького використання «зеленої» води, цей підхід підкреслює важливість зв'язку використання водних ресурсів з місцевими впливами та місцевою нестачею води. Для кролівництва це єдиний доступний підхід. Наприклад, було підраховано, що для виробництва одного кілограма живої маси виснажується $1,13 \text{ м}^3$ водного еквівалента. Ці цифри, однак, не можна порівняти з дослідженнями водного сліду [48, 11, 61].

A



B



C

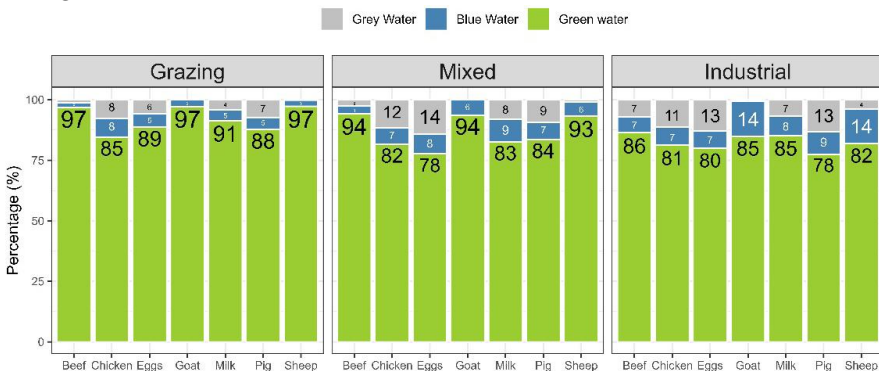


Рис. Обсяг «зеленого», «синього» та «сірого» водного сліду на одиницю виробленої продукції тваринництва (A і B) і у відсотках від загального водного сліду (C) відповідно до системи виробництва (пасовищна, змішана або промислова). Адаптовано з Mekonnen M.M. та Hoekstra A.Y. (2012).

Незважаючи на відсутність даних щодо водного сліду у м'ясному кролівництві, широке використання рослинних залишків (наприклад, соломи зернових), побічних продуктів (наприклад, бурякового жому) та грубих матеріалів (наприклад, соєвого лушпиння) у кормах для кролів має сприяти тому, що водний слід промислового виробництва м'яса кролів знаходиться десь посередині між продукцією птахівництва та свинарства. Необхідні дослідження для заповнення прогалин у знаннях про водний слід як промислових, так і альтернативних систем виробництва м'яса кролів [61].

ВТРАТА БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Зміна землекористування, деградація місць існування, використання пестицидів та забруднення є одними з основних факторів, пов'язаних із впливом тваринництва на біорізноманіття [36, 7, 61]. Green R.E. та ін. запропонували два компромісні методи між виробництвом продуктів харчування для населення та збереженням біорізноманіття: ощадливе використання землі та спільне використання землі. Бережливе ставлення до землі зосереджується на підвищенні врожайності на землях, які вже використовуються для сільського господарства, тим самим зменшуючи потребу в перетворенні нерозораних земель для виробництва продовольства/кормів. Концепція спільного використання земель, з іншого боку, передбачає збереження природних ділянок, екстенсивне виробництво продуктів харчування в напівприродних біотопах і впровадження практик, які мінімізують негативний вплив добрив і пестицидів [36].

Розглядаючи екосистеми пасовищ, Alkemade R. та ін. припустили, що підвищення врожайності в змішаних рослинницько-тваринницьких системах у регіонах, де продуктивність все ще низька, є найкращою альтернативою для збереження землі для природи. Однак у регіонах, де технології розвинені, а продуктивність вже висока, не варто очікувати позитивного впливу підвищення продуктивності на біорізноманіття [3]. Крім того, існують ризики технологічних підходів, оскільки вони можуть призвести до втрати традиційних культур і знань, а також до деградації покинутих земель (якщо не буде розроблена спеціальна програма відновлення) [3, 61].

Хоча це може здатися нелогічним, ефективне тваринництво з високим рівнем біорізноманіття та благополуччя тварин можливе [7]. Цього можна досягти в агролісомеліоративних системах, які поєднують тваринництво з місцевими чагарниками, деревами та їстівними рослинами, де тварини харчуються виключно рослинними ресурсами, які не використовуються для споживання людиною. При правильному плануванні та управлінні ці складні агроекосистеми сприяють розвитку видів, які діють як біоконтроль шкідників і хвороб, фермери отримують більше задоволення від роботи, а біорізноманіття збільшується [7]. При належному управлінні системи агролісомеліорації можуть замінити індустріалізовані, спрощені системи і зменшити сільськогосподарську експансію на природоохоронні території (спільне використання сільськогосподарських угідь з дикими тваринами, зберігаючи землю для природи) [52].

У складній дискусії протилежних світів, де одні виступають за інтенсифікацію виробництва продуктів харчування, щоб зберегти землю для

природи, а інші стверджують, що робота з природою в складних агроєкосистемах є рішенням, Kremen C. and Merenlender A. закликають до глобального управління ландшафтами в матриці, яка працює на біорізноманіття і на людей. На їхню думку, для зменшення вирубки лісів, яка в основному пов'язана з вирощуванням сільськогосподарських культур для годівлі тварин, необхідний цілісний підхід [44].

Витрати на біорізноманіття та навколишнє середовище, пов'язані з інтенсивними методами виробництва продуктів харчування, добре описані в роботі Tilman D. та ін. [66]. Наприклад, системи тваринництва з високою щільністю утримання можуть збільшити захворюваність і сприяти появі нових хвороб, часто стійких до антибіотиків, що робить систему вразливою до катастрофічних втрат тварин від хвороб [66]. Пасовищні системи, навпаки, покладаються на екосистемні послуги і уникають багатьох проблем виробництва в умовах обмеженого простору. Тварини, що випасаються на пасовищах, харчуються рослинами, що ростуть у полі, а росту рослин сприяють відходи тваринництва. Жуйні та інші домашні трав'яні тварини здатні перетворювати низькоякісні грубі корми на високоякісні продукти тваринного походження. Таким чином, добре сплановані і правильно керовані пасовищно-тваринні екосистеми є ефективним і стійким методом виробництва високоякісних продуктів харчування [66, 61].

На даний час, не існує досліджень, які б кількісно оцінювали вплив кролівництва на втрату біорізноманіття. Однак основний вплив європейського кролівництва на біорізноманіття може бути пов'язаний з вирубкою лісів для вирощування білкових культур, якими годують тварин, переважно сої. Цей товар та інші фламанські продукти є дуже суперечливими і підлягають національному регулюванню. Наприклад, у 2018 році уряд Франції ухвалив національний план боротьби з імпортом продукції, отриманої внаслідок несталості вирубки лісів.

За відсутності точних знань про вплив кролівництва на біорізноманіття, кілька дослідників описали внесок диких кролів у біорізноманіття. За даними Gálvez-Bravo L. та ін. поява чотирьох видів ящірок була пов'язана з наявністю кролячих нір, оскільки вони були знайдені тільки на відкритих пасовищах, де були присутні кролячі нори [28]. Інтенсивна діяльність кролів навколо своїх нір, будівництво туалетів і їхня поведінка під час випасу спричиняють флористичні зміни, які сприяють певній гетерогенності трав'янистого угруповання, що сприяє бета-різноманітності екосистеми [29]. Висока якість кролячого гною (високий вміст вуглецю та високе співвідношення азоту до фосфору: 462 і 17,4 відповідно) підтримувала найрізноманітніше рослинне угруповання порівняно з екскрементами інших трав'яних тварин (зубрів, корів, коней і ланей) у рамках експерименту [61, 67].

Дикі кролі також мають тенденцію до збільшення складності та гетерогенності біотопів, сприяючи збільшенню чисельності та/або багатства видів рослин завдяки поїданню рослин, поширенню насіння та удобренню ґрунту [15]. Кролі також є важливим джерелом їжі для кількох видів хижаків, таких як рись, іспанський орел, а також деяких дрібних хижих птахів та інших хижаків. Беручи до уваги численні функціональні ролі та екосистемні процеси,

які забезпечуються присутністю кролів у середземноморських хащах, європейський кроль був представлений як ключовий вид для цієї екосистеми в південно-західній Європі [14, 15, 61].

З огляду на користь диких кролів для біорізноманіття деяких видів рослин і тварин, альтернативне фермерство, що включає кролів як травоядних тварин у пасовищні системи, може становити інтерес. У Франції пасовищні та органічні системи вирощування кролів є перспективним способом ведення сільського господарства, з технічними результатами порівнянними зі звичайними системами утримання в приміщенні [21, 22, 33, 61]. Ця система утримання на відкритому пасовищі також сприяла вираженню специфічної поведінки, яка не спостерігається в клітках, причому найбільш вираженою поведінкою було випасання [23, 61]. Інтеграція кролів в агролісомеліоративну систему, може принести користь як рослинам, так і тваринам, хоча і знаходиться на стадії перспективи [59, 60, 61].

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ АНАЛІЗ

Ще у 1987 році United Nations Brundtland Commission (<https://www.un.org/en/academic-impact/sustainability>) визначила сталий розвиток як «задоволення потреб сьогодення без шкоди для здатності майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби». Інакше кажучи, сталий розвиток – це використання ресурсів у темпах, сумісних із заміщенням природних ресурсів, що використовуються. Простіше кажучи, сталий розвиток – це про споживання і розуміння того, що все взаємопов'язано: споживання потребує продуктів, продукти використовують ресурси, а використання ресурсів впливає на навколишнє середовище. Оскільки все взаємопов'язано, сталий розвиток – це системне мислення в рамках концепції, яка цінує економіку, справедливість і навколишнє середовище у взаємопов'язаному і збалансованому вигляді (<https://www.sustain.ucla.edu/what-is-sustainability/>) [61].

У переплетених системах багатокритеріальний аналіз необхідний для оцінки впливу виробництва на – економіку, справедливість і навколишнє середовище. Fortun-Lamothe L. та ін. і Theau-Clément M. та ін. застосували цей метод для оцінки різних практик розведення кролів. Обговоривши обмеження методу, застосованого до виробництва м'яса кролів, виявили позитивний результат для економічної та соціальної шкал: загальна 1 з 3 балів, але негативний внесок в екологічну шкалу (мінус 2 бали) через високе використання енергії, антибіотиків і зниження біорізноманіття системи [25, 65].

Theau-Clément M. та ін. порівняли три системи вирощування кролів у приміщенні, які відрізнялися головним чином своїм репродуктивним ритмом (інтенсивна, напівінтенсивна та екстенсивна). Після присвоєння балів за 14 критеріями сталості (п'ять для економічних, п'ять для справедливості та чотири для екологічних) вони виявили, що інтенсивна та екстенсивна системи змінили профіль сталості порівняно з напівінтенсивною системою точки зору економічних критеріїв та критеріїв справедливості. Інтенсивна система мала позитивний вплив на два з п'яти економічних критеріїв і негативний вплив на вимір справедливості, пов'язаний з благополуччям тварин, умовами праці та

якістю продукції. На протипагу цьому, екстенсивна система мала позитивний вплив на економічний критерій, пов'язаний з ефективністю процесу, та на екологічний критерій використання біомаси [61, 65].

Висновки. Оскільки більшість м'ясних кролів, що вирощуються в Європі (і в усьому світі), вирощують у закритих кліткових системах, наявні дослідження охоплюють лише цю систему виробництва. Була зроблена єдина спроба кількісно оцінити вплив на навколишнє середовище альтернативної системи, заснованої на випасанні кролів під сонячними панелями. Хоча це дослідження дає певне уявлення про можливі альтернативи, отримані результати слід інтерпретувати з обережністю, оскільки воно не ґрунтується на реальних даних.

Щодо внеску кролівництва у глобальне потепління, то оцінки викидів парникових газів коливаються від 3,13 до 3,25 кг CO₂ екв. на одного кроля, що протягом 35 днів (або від 3,78 до 4,04 кг CO₂ екв. на кілограм живої ваги). Забруднення, пов'язане з втратами азоту, становило від 40,1 до 59,1 г азоту на кг живої маси. Забруднення повітря, пов'язане з викидами твердих частинок (10 мкм), варіювало від 0,082 до 0,045 мг на м³, і немає даних про вплив на воду, який, ймовірно, знаходиться між тими, що спостерігаються для птахівництва та свинарства. Щодо втрати біорізноманіття, то досліджень реального впливу кролівництва на дику природу (рослинний і тваринний світ) немає. Що стосується викидів парникових газів, то вони можуть бути пов'язані зі зміною землекористування для вирощування сільськогосподарських культур, в основному сої, яка використовується для виробництва кормів. Диких кролів, однак, можна вважати ключовим видом середземноморських чагарників.

У нинішніх умовах, і це стосується також інших видів тварин, «довга тінь» тваринництва в основному пов'язана з використанням хімікатів у сільському господарстві, зміною землекористування для виробництва джерел білка для кормів тварин та розкладанням гною. Дослідження, проведені на рівні тварин, надають інформацію про реальні викиди від нормального метаболізму кролів (лише для тварин, що ростуть). Хоча ця інформація має велику цінність, стратегії, спрямовані на скорочення викидів парникових газів, безпосередньо пов'язаних з природними процесами, є обмеженими. Беручи до уваги біологію травлення кролів, зменшення викидів CH₄ з їхнього гною та фактичні практики годівлі (використання побічних продуктів від переробки продукції рослинництва, люцерни та обмеження кормів), очікується, що вплив виробництва м'яса кролів на навколишнє середовище буде нижчим, ніж у інших видів тваринництва.

Деякі дослідники стверджують, що виробництво тваринницької продукції слід скоротити, щоб краще нагодувати світ і «врятувати планету». Більш радикальні погляди закликають до його ліквідації. Для інших це питання просторового розподілу. Але консенсусу щодо того, що слід робити, немає. Дехто стверджує, що найкращою політикою є інтенсифікація виробництва, щоб зберегти землю для природи; інші стверджують, що найкращим варіантом є спільне використання землі з природою. Цей погляд узгоджується з концепцією агроєкосистем, визначеною Conway у 1987 році:

екосистема, де продуктивність, стабільність, стійкість і справедливість є ключовими характеристиками.

Для кролівництва (в його нинішньому вигляді) альтернативи, які були випробувані в інших видах тваринництва включаючи інтеграцію рослинництва і тваринництва, агролісомеліорації та агроєкології, можуть виявитися неможливими. Поточний соціально-економічний та політичний контекст може обмежити еволюцію існуючих систем виробництва продуктів харчування та розвиток альтернативних моделей. Крім того, сектор кролівництва, принаймні в Європі, стикається зі стійким зниженням попиту. І цей факт, безумовно, не допоможе нам знайти альтернативи, якщо не буде впроваджена політика, спрямована на підтримку необхідної еволюції.

Наразі неможливо оцінити вплив альтернативних систем виробництва м'яса кролів на навколишнє середовище. Частково це пов'язано з тим, що вони все ще є рідкісними або експериментальними. По-друге, еталонні методології, що використовуються для оцінки викидів парникових газів, можуть бути недостатньо адаптованими, що призводить до упереджених оцінок. Відсутність гармонізації поточних методологій, що використовуються для оцінки впливу тваринництва на навколишнє середовище, принаймні для методологій оцінки життєвого циклу, є додатковим обмеженням.

Література

1. Adell, E., Calvet, S., Torres, A.G., Cambra-López, M. (2012a). Particulate matter concentrations and emissions in rabbit farms. *World Rabbit Sci.*, 20: 1-12p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2012.1035>
2. Adell, E., Estellés, F., Torres, A.G., Cambra-López, M. (2012b). Morphology, chemical composition, and bacterial concentration of airborne particulate matter in rabbit farms. *World Rabbit Sci.*, 20: 241-252p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2012.1211>
3. Alkemade, R., Reid, R.S., van den Berg, M., de Leeuw, J., Jeuken, M. (2013). Assessing the impacts of livestock production on biodiversity in rangeland ecosystems. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 110: 20900-20905p. <https://doi.org/10.1073/pnas.1011013108>
4. Atkinson, D., Watson, C.A. (1996). The environmental impact of intensive systems of animal production in the lowlands. *Anim. Sci.*, 63: 353-361p. <https://doi.org/10.1017/S135772980001523X>
5. Biagini, D., Montoneri, E., Rosato, R., Lazzaroni, C., Dinuccio, E. (2021). Reducing ammonia and GHG emissions from rabbit rearing through a feed additive produced from green urban residues. *Sustain. Prod. Consum.*, 27: 1-9p. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.003>
6. Bokkers, E.A.M., de Boer, I.J.M. (2009). Economic, ecological, and social performance of conventional and organic broiler production in the Netherlands. *Br. Poult. Sci.*, 50: 546-557p. <https://doi.org/10.1080/00071660903140999>
7. Broom, D.M., Galindo, F.A., Murgueitio, E. (2013). Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.*, 280: 20132025. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2025>

8. Calvet, S., Estellés, F., Hermida, B., Blumetto, O., Torres, A.G. (2008). Experimental balance to estimate efficiency in the use of nitrogen in rabbit breeding. *World Rabbit Sci.*, 16: 205-211p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2008.615>
9. Calvet, S., Cambra-López, M., Estellés, F.E., Torres, A.G. (2011). Characterization of the indoor environment and gas emissions in rabbit farms. *World Rabbit Sci.*, 19: 49-61p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2011.802>
10. Cambra-López, M., Aarnink, A.J.A., Zhao, Y., Calvet, S., Torres, A.G. (2010). Airborne particulate matter from livestock production systems: A review of an air pollution problem. *Environ. Pollut.*, 158: 1-17p. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.07.011>
11. Cesari, V., Zucali, M., Bava, L., Gislon, G., Tamburini, A., Toschi, I. (2018). Environmental impact of rabbit meat: The effect of production efficiency. *Meat Sci.*, 145: 447-454p. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.011>
12. Clauss, M., Dittmann, M.T., Vendl, C., Hagen, K.B., Frei, S., Ortmann, S., Müller, D.W.H., Hammer, S., Munn, A.J., Schwarm, A., Kreuzer, M. (2020). Review: comparative methane production in mammalian herbivores. *Animal*, 14: 113-123p. <https://doi.org/10.1017/S1751731119003161>
13. Conway, G.R. (1987). The properties of agroecosystems. *Agric. Syst.*, 24: 95-117p. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(87\)90056-4](https://doi.org/10.1016/0308-521X(87)90056-4)
14. Delibes-Mateos, M., Redpath, S.M., Angulo, E., Ferreras, P., Villafuerte, R. (2007). Rabbits as a keystone species in southern Europe. *Biol. Conserv.*, 137: 149-156p. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.01.024>
15. Delibes-Mateos, M., Delibes, M., Ferreras, P., Villafuerte, R. (2008). Key role of European rabbits in the conservation of the western Mediterranean basin hotspot. *Conserv. Biol.*, 22: 1106-1117p. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00993.x>
16. Diamond, D., Ashwood, L., Franco, A., Kuehn, L., Imlay, A., Boutwell, C. (2022). Agricultural exceptionalism, environmental injustice, and U.S. right to farm laws. *Envir. Law Report.*, 52: 10727-10748p.
17. Dinuccio, E., Biagini, D., Rosato, R., Balsari, P., Lazzaron, C. (2019). Organic matter and nitrogen balance in rabbit fattening and gaseous emissions during manure storage and simulated land application. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 269: 30-38p. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.09.018>
18. Estellés, F., Calvet, S., Blumetto, O., Rodríguez-Latorre, A.R., Torres, A.G. (2009). Technical note: a flux chamber for measuring gas emissions from rabbits. *World Rabbit Sci.*, 17: 169-179p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2009.657>
19. Estellés, F., Rodríguez-Latorre, A.R., Calvet, S., Villagrà, A., Torres, A.G. (2010). Daily carbon dioxide emission and activity of rabbits during the fattening period. *Biosyst. Eng.*, 106: 338-343p. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2010.02.011>
20. Estellés, F., López, M.C., Belenguer, A.I.J., Calvet, S. (2014). Evaluation of calcium superphosphate as an additive to reduce gas emissions from rabbit manure. *World Rabbit Sci.*, 22: 279-286p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2014.3223>
21. Fiteveau, M., Savietto, D., Gidenne, T., Pujol, S., Aymard, P., Fortun-Lamothe, L. (2021). Effect of access to outdoor grazing and stocking density on

space and pasture use, behaviour, reactivity, and growth traits of weaned rabbits. *Animal*, 15:100334. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100334>

22. Fetiveau, M., Savietto, D., Bannelier, C., Fillon, V., Despeyroux, M., Pujol, S., Fortun-Lamothe, L. (2023a). Effect of outdoor grazing area size and genotype on space and pasture use, behaviour, health, and growth traits of weaned rabbits. *Animal – Open Space*, 2: 100038. <https://doi.org/10.1016/j.anopes.2023.100038>

23. Fetiveau, M., Savietto, D., Janczak, A.M., Bannelier, C., Plagnet, A.S., Tauveron, M., Fortun-Lamothe, L. (2023b). Time budget of two rabbit genotypes having access to different-sized pasture areas. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 260: 105872. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2023.105872>

24. Fetiveau, M., Savietto, D., Janczak, A. M., Fortun-Lamothe, L., Fillon, V. (2024). Thoughtful or distant farmer: Exploring the influence of human-animal relationships on rabbit stress, behaviour, and emotional responses in two distinct living environments. *Animal Welfare*, 33: e47. <https://doi.org/10.1017/awf.2024.54>

25. Fortun-Lamothe, L., Combes, S., Gidenne, T. (2009). Contribution of intensive rabbit breeding to sustainable development. A semiquantitative analysis of the production in France. *World Rabbit Sci.*, 17: 79-85p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2009.661>

26. Faye, B., Waltner-Toews, D., McDermott, J. (1999). From ecopathology to agroecosystem health. *Prev. Vet. Med.*, 39: 111-128p. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(98\)00149-4](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(98)00149-4)

27. Franz, R., Soliva, C.R., Kreuzer, M., Hummel, J., Clauss, M. (2011). Methane output of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) and guinea pigs (*Cavia porcellus*) fed a hay-only diet: implications for the scaling of methane production with body mass in nonruminant mammalian herbivores. *Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol.*, 158: 177-181p. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2010.10.019>

28. Gálvez-Bravo, L., Belliure, J., Rebollo, S. (2009). European rabbits as ecosystem engineers: warrens increase lizard density and diversity. *Biodivers. Conserv.*, 18: 869-885p. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9438-9>

29. Gálvez-Bravo, L., López-Pintor, A., Rebollo, S., Gómez-Sal, A. (2011). European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) engineering effects promote plant heterogeneity in Mediterranean dehesa pastures. *J. Arid Environ.*, 75: 779-786p. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.03.015>

30. Garrett, R., Ryschawy, J., Bell, L., Cortner, O., Ferreira, J., Garik, A.V., Gil, J., Klerkx, L., Moraine, M., Peterson, C., dos Reis, J.C., Valentim, J. (2020). Drivers of decoupling and recoupling of crop and livestock systems at farm and territorial scales. *Ecol. Soc.*, 25: 24. <https://doi.org/10.5751/ES-11412-250124>

31. Gerber, P., Key, N., Portet, F., Steinfeld, H. (2010). Policy options in addressing livestock's contribution to climate change. *Animal*, 4: 393-406p. <https://doi.org/10.1017/S1751731110000133>

32. Gidenne, T., Garreau, H., Drouilhet, L., Aubert, C., Maertens, L. (2017). Improving feed efficiency in rabbit production, a review on nutritional, technico-economical, genetic and environmental aspects. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 225: 109-122p. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.01.016>

33. Gidenne, T., Fortun-Lamothe, L., Huang, Y., Savietto, D. (2024). Pastured rabbit systems and organic certification: European Union regulations and technical

and economic performances in France. *World Rabbit Sci.*, 32: 87-97p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2024.20894>

34. Goglio, P., Knudsen, M.T., Van Mierlo, K., Röhrig, N., Fossey, M., Maresca, A., Hashemi, F., Waqas, M.A., Yngvesson, J., Nassy, G., Broekema, R., Moakes, S., Pfeifer, C., Borek, R., Yanez-Ruiz, D., Cascante, M.Q., Syp, A., Zylowsky, T., Romero-Huelva, M., Smith, L.G. (2023). Defining common criteria for harmonizing life cycle assessments of livestock systems. *Clean Prod Lett.*, 4: 100035. <https://doi.org/10.1016/j.clpl.2023.100035>

35. Golub, A.A., Henderson, B.B., Hertel, T.W., Gerber, P.J., Rose, S.K., Sohngen, B. (2013). Global climate policy impacts on livestock, land use, livelihoods, and food security. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 110: 20894-20899p. <https://doi.org/10.1073/pnas.1108772109>

36. Green, R.E., Cornell, S.J., Scharlemann, J.P.W., Balmford, A. (2005). Farming and the fate of wild nature. *Science*, 307: 550-555p. <https://doi.org/10.1126/science.1106049>

37. Guené-Grand, E., Davoust, C., Launay, C. (2021). A new alternative outdoor housing method (Wellap®) for fattening rabbits: first results. In: *Proc. 12th World Rabbit Congress*. Nantes, France, E-06.

38. Hidayat, C., Widiawati, Y., Tiesnamurti, B., Pramono, A., Krisnan, R., Shiddieqy, M.I. (2021). Comparison of methane production from cattle, buffalo, goat, rabbit, chicken, and duck manure. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, 648: 012112. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/648/1/012112>

39. Hodge, I. (1978a). On the local environmental impact of livestock production. *J. Agric. Econ.*, 29: 279-290p. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.1978.tb02425.x>

40. Hodge, I. (1978b). An application of discriminant analysis for the evaluation of the local environmental impact of livestock production. *Agric. Environ.*, 4: 111-121p. [https://doi.org/10.1016/0304-1131\(78\)90015-2](https://doi.org/10.1016/0304-1131(78)90015-2)

41. Innes, R. (2000). The economics of livestock waste and its regulation. *Am. J. Agric. Econ.*, 82: 97-117p. <https://doi.org/10.1111/0002-9092.00009>

42. Kaasschieter, G.A., de Jong, R., Schiere, J.B., Zwart, D. (1992). Towards a sustainable livestock production in developing countries and the importance of animal health strategy therein. *Vet. Quarterly*, 14: 66-75p. <https://doi.org/10.1080/01652176.1992.9694333>

43. Kaliste, E., Linnainmaa, M., Meklin, T., Nevalainen, A. (2002). Airborne contaminants in conventional laboratory rabbit rooms. *Lab. Anim.*, 36: 43-50p. <https://doi.org/10.1258/0023677021911759>

44. Kremen, C., Merenlender, A.M. (2018). Landscapes that work for biodiversity and people. *Science*, 362: eaau6020. <https://doi.org/10.1126/science.aau6020>

45. Leroy, F., Abraini, F., Beal, T., Dominguez-Salas, P., Gregorini, P., Manzano, P., Rowntree, J., van Vliet, S. (2022). Animal board invited review: Animal source foods in healthy, sustainable, and ethical diets – An argument against drastic limitation of livestock in the food system. *Animal*, 16: 100457. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100457>

46. Lund, V., Anthony, R., Röcklinsberg, H. (2004). The ethical contract as a tool in organic animal husbandry. *J. Agric. Environ. Ethics*, 17: 23-49p. <https://doi.org/10.1023/B:JAGE.0000010843.60352.65>
47. Lytle, W., Meyer, T.K., Tanikella, N.G., Burnham, L., Engel, J., Schelly, C., Pearce, J.M. (2021). Conceptual design and rationale for a new agrivoltaics concept: pasture-raised rabbits and solar farming. *J. Clean. Prod.*, 282: 124476. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124476>
48. Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y. (2012). A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, 15: 401-415p. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8>
49. Méda, B., Fortun-Lamothe, L., Hassouna, M. (2014). Prediction of nutrient flows with potential impacts on the environment in a rabbit farm: a modelling approach. *Anim. Prod. Sci.*, 54: 2042-2051p. <https://doi.org/10.1071/AN14530>
50. Monteny, G.-J., Bannink, A., Chadwick, D. (2006). Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 112: 163-170p. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.08.015>
51. Pascaris, A.S., Handler, R., Schelly, C., Pearce, J.M. (2021). Life cycle assessment of pasture-based agrivoltaic systems: emissions and energy use of integrated rabbit production. *Clean. Responsible Consum.*, 3: 100030. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2021.100030>
52. Pearce, F. (2018). Sparing vs. Sharing: the great debate over how to protect nature. Available at <https://e360.yale.edu/features/sparing-vs-sharing-the-great-debate-over-how-to-protect-nature>. Accessed June 2024.
53. Petersen, S.O., Sommer, S.G., Béline, F., Burton, C., Dach, J., Dourmad, J.Y., Leip, A., Misselbrook, T., Nicholson, F., Poulsen, H.D., Provolo, G., Sørensen, P., Vinnerås, B., Weiske, A., Bernal, M.-P., Böhm, R., Juhász, C., Mihelc, R. (2007). Recycling of livestock manure in a whole-farm perspective. *Livest. Sci.*, 112: 180-191p. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.09.001>
54. Petersen, S.O., Blanchard, M., Chadwick, D., Del Prado, A., Edouard, N., Mosquera, J., Sommer, S.G. (2013). Manure management for greenhouse gas mitigation. *Animal*, 7: 266-282p. <https://doi.org/10.1017/S1751731113000736>
55. Porcher, J. (2011). *Vivre avec les animaux, une utopie pour le XXI^e siècle*. La Découverte, Paris, France. <https://doi.org/10.3917/dec.porch.2011.01>
56. Pretty, J., Bharucha, Z.P. (2014). Sustainable intensification in agricultural systems. *Ann. Bot.*, 114: 1571-1596p. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu205>
57. Ran, Y., Lannestad, M., Herrero, M., Van Middelaar, C.E., De Boer, I.J.M. (2016). Assessing water resource use in livestock production: a review of methods. *Livest. Sci.*, 187: 68-79p. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.02.012>
58. Reese, J. (2018). *The end of animal farming: how scientists, entrepreneurs, and activists are building an animal-free food system*. Beacon Press, Boston U.S.A.
59. Savietto, D., Fillon, V., Temple-Boyer-Dury, A., Derbez, F., Aymard, P., Pujol, S., Rodriguez, A., Borne, S., Simon, S., Grillot, M., Lhoste, E., Dufils, A., Drusch, S. (2023). Design of a functional organic agroforestry system associating rabbits and apple trees. *Animal – Open Space*, 2: 100051. <https://doi.org/10.1016/j.anopes.2023.100051>

60. Savietto, D., Fillon, V., Fétique, M., Bannelier, C., Despeyroux, M., Guillermin, A., Morel, K., Rodriguez, A., Borne, S., Simon, S., Grillot, M., Derbez, F., Drusch, S. (2024). Identification of interspecific benefits (and some limits) in an agroforestry system combining rabbits and apple trees. Available at SSRN 4772533., <https://doi.org/10.2139/ssrn.4772533>
61. Savietto, D. (2024). Descriptive analysis of the environmental impact of intensive rabbit production. *World Rabbit Sci.* 32: 241-258p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2024.22642>
62. Schulze, M., Sonntag, W., von Meyer-Höfer, M. (2023). Is less more? Investigating citizen and consumer preferences for the future redirection of livestock farming policy. *J. Clean. Prod.*, 390:136136. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136136>
63. Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., Haan, C. de, (2006). *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. F.A.O., Rome, Italy. <https://www.fao.org/4/a0701e/a0701e00.htm>
64. Stenholm, C.W., Waggoner, D.B. (1991). Developing future-minded strategies for sustainable poultry production. *Poult. Sci.*, 70:203-210p. <https://doi.org/10.3382/ps.0700203>
65. Theau-Clément, M., Guardia, S., Davoust, C., Galliot, P., Souchet, C., Bignon, L., Fortun-Lamothe, L. (2016). Performance and sustainability of two alternative rabbit breeding systems. *World Rabbit Sci.*, 24: 253-265p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2016.5154>
66. Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R., Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418: 671-677p. <https://doi.org/10.1038/nature01014>
67. Valdés-Correcher, E., Sitters, J., Wassen, M., Brion, N., Olde Venterink, H. (2019). Herbivore dung quality affects plant community diversity. *Sci. Rep.*, 9: 5675. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42249-z>
68. Verburg, R., Stehfest, E., Woltjer, G., Eickhout, B. (2009). The effect of agricultural trade liberalisation on land-use related greenhouse gas emissions. *Glob. Environ. Change*, 19:434-446p. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.06.004>
69. Waltner-Toews, D. (1996). Ecosystem health - a framework for implementing sustainability in agriculture. *BioScience*, 46:686-689p. <https://doi.org/10.2307/1312898>
70. Wang, H., Liu, J., Li, J., Jia, Z., Li, C. (2022). Comparative life cycle assessment of rex rabbit breeding industry chains: benefits of a circular industry chain. *Int. J. Life Cycle Assess.*, 27:366-379p. <https://doi.org/10.1007/s11367-022-02036-x>
71. Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L.J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J.A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., Afshin, A., Chaudhary, A., Herrero, M., Agustina, R., Branca, F., Lartey, A., Fan, S., Crona, B., Fox, E., Bignet, V., Troell, M., Lindahl, T., Singh, S., Cornell, S.E., Srinath Reddy, K., Narain, S., Nishtar, S., Murray, C.J.L. (2019). *Food in the Anthropocene: the EAT – Lancet Commission on healthy diets*

from sustainable food systems. The Lancet, 393: 447-492p.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)

72. World Health Organization. (2017). One Health. Available at <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/one-health>. Accessed on July 2024.

UDC 636.92:502/504

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.89-115>

THE IMPACT OF INDUSTRIAL RABBIT BREEDING ON THE ENVIRONMENT

Zlamaniuk L., Umanets R., Umanets D.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

This review article presents some elements that allow us to quantify the main contributions of rabbit farming to global warming, pollution (mainly nitrogen losses, particulate matter in the air), water footprint and biodiversity loss. Since the vast majority of meat rabbits in the world are raised in closed cage systems, the bulk of research only covers this production system.

The only attempt has been made to quantify the environmental impact of an alternative system based on raising rabbits under photovoltaic panels. Although it gives some idea of possible alternatives, the results obtained are not based on real data.

Regarding the contribution of rabbit farming to global warming, estimates of greenhouse gas emissions range from 3.13 to 3.25 kg CO₂ eq. per rabbit over 35 days (or from 3.78 to 4.04 kg CO₂ eq. per kilogram of live weight). Pollution related to nitrogen losses ranged from 40.1 to 59.1 g nitrogen per kg live weight. Air pollution related to particulate matter (10 µm) emissions ranged from 0.082 to 0.045 mg per m³, and there are no data on the impact on water, which is probably between those observed for poultry and pig farming. Regarding biodiversity loss, there are no studies on the actual impact of rabbit farming on wildlife (flora and fauna). As for greenhouse gas emissions, they may be related to land use change for agricultural crops, mainly soybeans, which are used for feed production. Wild rabbits, however, can be considered a keystone species of Mediterranean scrub.

For rabbit farming (in its current form), alternatives that have been tried in other livestock production systems, including crop-livestock integration, agroforestry and agroecology, may not be possible. The current socio-economic and political context may limit the evolution of existing food production systems and the development of alternative models. Furthermore, the rabbit farming sector, at least in Europe, is facing a steady decline in demand. This fact will certainly not help us find alternatives unless policies are put in place to support the necessary evolution.

It is currently not possible to assess the environmental impact of alternative rabbit meat production systems. This is partly because they are still rare or experimental. Second, the reference methodologies used to estimate greenhouse gas emissions may not be sufficiently adapted, leading to biased estimates. The lack of harmonization of current methodologies used to assess the environmental impacts

of livestock farming, at least for life cycle assessment methodologies, is an additional limitation.

Keywords: *Oryctolagus cuniculus, greenhouse gas, water footprint, air quality, biodiversity.*

УДК 636.92.082.453.5

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.116-140>

ТРИДЦЯТЬ РОКІВ ПРОГРЕСУ ШТУЧНОГО ОСІМЕНІННЯ В КРОЛІВНИЦТВІ

Уманець Д. П., канд. с.-г. наук, доцент, umanetsdima@nubip.edu.ua,

Зламанюк Л. М., канд. с.-г. наук, доцент,

Уманець Р. М., канд. с.-г. наук, доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, вул. Горіхуватський шлях, 19*

Застосування штучного осіменіння в промисловому кролівництві є відносно недавнім, особливо у порівнянні зі скотарством або свинарством, де штучне осіменіння використовується вже понад 60 років. Широкомасштабне використання штучного осіменіння у кролівництві розпочалося наприкінці 80-х років. Однак, не дивлячись на його короткий шлях та незважаючи на численні зміни, можна виділити два важливі напрямки в оптимізації цього методу: впровадження біостимуляції та додавання аналогів гонадотропін-рилізінг гормону (ГнРГ) до спермодози для індукції овуляції. У першому випадку за допомогою різних методів біостимуляції, таких як відповідна годівля і легке почервоніння статевих органів та/або відлучення кроленят в дні, що передують штучному осіменінню, використання гормонів для синхронізації овуляції з моментом штучного осіменіння було практично виключено. Сьогодні досліджується можливість використання феромонів з тією ж метою, навіть для збільшення частоти овуляції або поліпшення спермопродукції. Хоча на ринку є феромони, призначені для інших видів тварин, у випадку з кролями знання про них обмежені. Проте, враховуючи перевірени ефекти, які феромони викликають у інших тварин, очікування високі. В останньому випадку, після кількох спроб використання інших методів, для стимуляції овуляції зазвичай застосовували внутрішньом'язове введення ГнРГ або його синтетичних аналогів. Однак в останні роки було доведено, що можливе введення гонадотропного гормону через піхву, додаючи його до спермодози, дає численні переваги з точки зору здоров'я, добробуту тварин і необхідної робочої сили. Нещодавно Європейське агентство з лікарських засобів (European Medicines Agency – ЕМА) схвалило цю практику, тому в найближчому майбутньому вона, ймовірно, стане найбільш широко використовуваним методом. Але навіть у цьому випадку є місце для вдосконалення, оскільки необхідна доза ГнРГ є вищою, ніж при внутрішньом'язовому введенні. Дослідження на цю тему дозволяють прогнозувати, що ця проблема повинна бути вирішена в найближчі роки. Інші альтернативи, такі як трансформуючий фактор росту β , потребують подальших досліджень, щоб стати реальним варіантом.

Ключові слова: кролик, репродукція, біостимуляція, штучне осіменіння.

Вступ. Першою людиною, яка застосувала штучне осіменіння в кролівництві, був Bonadonna Т. в 1937 році [12], який також розробив першу

штучну вагіну для кролів. У Франції штучне осіменіння використовували з 70-х років у селекційних господарствах, але згодом його застосування було припинено через незадовільні результати. У 80-х роках штучне осіменіння почали використовувати у Німеччині та Угорщині. Facchin та ін. [36] запропонували його використання в поєднанні з управлінськими рішеннями, що викликало великий інтерес. Тому можна сказати, що систематичне використання штучного осіменіння в кролівництві почалося у деяких країнах наприкінці 80-х років. В Іспанії початок його застосування затягнувся до кінця 20-го століття [82].

Впровадження штучного осіменіння в кролівництві забезпечило не лише ті ж переваги, що і для інших видів тварин, але також дозволило розвинути групове управління, яке полегшує роботу на фермі, групуючи всі репродуктивні операції в кілька фіксованих днів [77, 27]. Порівняно з великою рогатою худобою, свинями або вівцями, ця технологія для кролів є відносно новою, і вона помітно еволюціонувала за дуже короткий час. У цій еволюції необхідно виділити деякі важливі напрямки, оскільки вони означали значний прогрес у використанні штучного осіменіння [82].

Напрямки еволюції штучного осіменіння

Впровадження біостимуляції для стимуляції охоти

Кролематка – це самка з провокованою спаровуванням овуляцією. Тому лютеїнова фаза відбувається лише під час статевого акту, тоді як решту часу підтримується фолікулярна фаза [18]. Історично склалося так, що існують дві різні теорії: перша, яка припускає, що самки перебувають у постійній охоті [51], і друга, яка стверджує, що самки чергують стани більшої або меншої статевої охоти [52]. Остання є загальноприйнятою на сьогоднішній день [76, 54, 82].

Чергування поведінки з більшою і меншою статевою охотою, схоже, пов'язане з тим, що в яєчнику кролиці ріст фолікулів відбувається хвилями, які тривають 10-12 днів, з інтервалом 4-6 днів між циклами [3, 5]. Коли в яєчнику є велика кількість преовуляторних фолікулів, виробляється велика кількість 17β -естрадіолу, а самки є чутливими до нього. З іншого боку, на початку хвилі концентрація 17β -естрадіолу менша, тому кролиця демонструє низьку сексуальну активність [18, 82]. Крім того, необхідно враховувати антагонізм між пролактином і гонадотропінами, оскільки штучне осіменіння проводиться приблизно на піку лактації кролематки (7-11 день після окролу) [90, 114, 82].

Тому, незважаючи на раніше згадане твердження про те, що кролематки завжди знаходяться в охоті, їхня активність і кількість доступних фолікулів не є постійними, і існують індивідуальні та важливі варіації, які не дозволяють визначити концентрацію естрадіолу, починаючи з якої самку можна вважати в охоті [120, 82]. Як наслідок, для покращення результатів запліднення рекомендується синхронізувати всіх самок, щоб момент максимальної статевої активності збігався з днем проведення штучного осіменіння, щоб досягти найкращого результату щодо фертильності та плодючості [67, 82].

Найпростішим методом досягнення цих результатів на початку було використання фолікулостимулюючих гормонів. До цієї групи гормонів належать ХГЖК (хоріонічний гонадотропін жеребих кобил) та

фолікулоstimулюючий гормон (ФСГ). Останній має недолік, який робить його непридатним для практичного використання, а саме: занадто короткий період напіврозпаду, тому для досягнення бажаного ефекту необхідно виконати кілька ін'єкцій. Крім того, не слід забувати, що його вартість вища, ніж у ХГЖК. Різні дослідження, присвячені визначенню впливу ХГЖК як методу синхронізації охоти у кролів, показали, що ін'єкція ХГЖК у дозі від 20 до 40 МО, введена за 48-72 години до штучного осіменіння, призводить до належного ступеня синхронізації самок, і що введення цього гормону можна повторювати в декількох послідовних циклах без небажаних наслідків [67, 13], хоча деякі дослідники спостерігали певне зниження його ефективності при повторному застосуванні [66, 94, 82].

У перші роки застосування штучного осіменіння найбільш поширеною схемою було введення 25 МО ХГЖК за 48 год до процедури [93, 74, 94, 82]. Наприкінці 20-го століття, з метою збереження "natural image" м'яса кролів, відбулася важлива дискусія щодо заміни гормонів різними методами біостимуляції для підвищення статеві активності кролиць у момент штучного осіменіння, а отже, їхньої фертильності та плодючості. Запропоновані методи численні, і в деяких випадках їхня ефективність ще не повністю доведена. Деякі методи представлені в таблиці 1.

Відлучення кроленят

Цей метод базується на існуючому протиріччі між лактацією та відтворенням [91, 114, 40]. Різними дослідженнями, проведеними за останні десятиліття 20-го століття, показали позитивний вплив відлучення приплоду (20-40%) на статеву охоту перед штучним осіменінням [66, 14, 15, 115, 131, 111, 16]. Також, деякими дослідниками доведено навіть збільшення кількості кроленят в приплоді [66]. Однак, поряд з цим, було підтверджено, що відбувається зменшення маси приплоду (на 20-70 г), а також зменшення індивідуального росту кроленят, хоча на їхню здатність до виживання це не впливає [66, 4, 14, 15, 115, 111, 16, 82].

Штучне осіменіння, яке відбувається під час лактації кролематки ускладнюється тим, що процес ссання викликає вивільнення пролактину, який пригнічує або зменшує синтез і вивільнення гормону гонадотропін-рилізінг (ГнРГ), лютеїнізуючого гормону (ЛГ) і ФСГ. Це уповільнює ріст фолікулів. Сапо Р. та ін. [25] частково підтвердили цю гіпотезу, оскільки спостерігали, що після відлучення приплоду від кролематок протягом 48 годин рівні ФСГ і ЛГ були вищими порівняно з групою самок, які залишилися з кроленятами. Однак вони не виявили практично ніякої різниці в рівнях пролактину. Тим не менш, результати інших досліджень показали, що рівень пролактину знижується через 24 години після відлучення приплоду, а не через 48 годин (час осіменіння). Одночасно з цим зниженням спостерігалось також підвищення рівня ФСГ, а під час осіменіння – підвищення рівня естрадіолу [121, 94, 82].

**Таблиця 1. Огляд основних методів біостимуляції
для синхронізації охоти у кролематок**

Метод	Основа	Опис	Результат	Підтвердження
Відлучення кроленят	Протиріччя між лактацією і розмноженням	Вільне або контрольоване вигодовування кроленят між стимуляцією охоти за 36-48 годин до штучного осіменіння і подальшим їх відлученням	Зменшується рівень пролактину, що призводить до збільшення ФСГ	Перевірено та апробовано численними дослідженнями
Програма годівлі	Негативний вплив не збалансованої за енергією перед штучним осіменінням	Збалансована годівля за енергією підчас стимуляції охоти та штучним осіменінням	Зменшує вплив негативного енергетичного балансу і збільшується вивільнення гонадотропіну	Перевірено та апробовано численними дослідженнями
Програма освітлення	У диких кролів присутня сезонність окролів. В наших широтах найбільший відсоток окролів припадає на березень – вересень	Збільшення кількості годин денного світла на передодні осіменіння: постійна тривалість світлового дня 8 годин і 16 годин темряви до 7-8 дня перед осіменінням, та збільшення світлового дня до 16 годин за кілька днів до осіменіння	Це відповідає природній тривалості світлового дня	Перевірено та апробовано численними дослідженнями
Поводження з твариною	Викид гормонів стресу через раптові зміни навколишнього середовища	Переміщення самки в іншу клітку або до групи самок за 48 годин до штучного осіменіння	Сприяє вивільненню гонадотропіну під впливом стрес-факторів	Доведений вплив методу на охоту, відсутні дані впливу на запліднюваність. Не часто використовують, головним чином на молодих самках, які ще не кролились
Феромонне спілкування	Хімічний сигнал, який передається тваринами між один одним, що в свою чергу запускає певну реакцію організму (позитивний вплив на репродуктивну функцію самок)	Застосування феромонів в формі аерозолів	Збільшення вироблення гонадотропіну	В стадії дослідження. Необхідно визначити, які феромони більш придатні для застосування на фермах

Отже, відлучення кроленят спочатку призведе до зниження рівня пролактину і розблокує вивільнення ФСГ, що стимулюватиме розвиток фолікулів, виробляючи велику кількість преовуляторних фолікулів, які вивільнять велику кількість естрогену, що підвищить статеву охоту самок. Цей спосіб можна поєднувати з двома методами вигодовування протягом решти періоду лактації: вільне вигодовування (гніздо відкрите, і кроленя та мають доступ до матері в будь-який час), або контрольоване вигодовування (гніздо залишається закритим і відкривається лише раз на день на кілька хвилин) [112, 16]. Через природну поведінку самки, яка годує лише один раз на день протягом 3-5 хвилин і завжди в один і той же час [47], незалежно від наявності постійного доступу до приплоду, результати не відрізняються між методами вигодовування [16, 82].

Програми годівлі

Під час лактації споживання корму кролематкою стрімко зростає. Однак цього збільшення недостатньо для покриття всіх енергетичних потреб, пов'язаних з підтриманням життя та виробництвом молока. Це спричиняє ситуацію негативного енергетичного балансу, що призводить до використання накопиченого жиру [80, 39]. У самок-первісток цей стан є ще більш серйозним. Вони повинні отримувати достатньо енергії для задоволення основних потреб, виробництва молока, а також для росту, тому енергетичний баланс у цих тварин є вкрай негативним у період після окролу [79, 82].

З роками, намагаючись максимізувати продуктивність кролів за скорочення періоду між паруванням і заплідненням у більшості ферм практикують запліднення на 11-й день після окролу [95]. Це означає, що парування/осіменіння збігається з початком лактації, тобто припадає на середину періоду негативного енергетичного балансу [82].

Вплив негативного енергетичного балансу на репродуктивну функцію широко вивчався на інших видах тварин, і можна зробити висновки, що тварини, які набирають масу після пологів (позитивний енергетичний баланс), мають більше шансів завагітніти, ніж ті, що втрачають масу (негативний енергетичний баланс [103]). Подібну тенденцію спостерігали і у кролів. Fortun-Lamothe L. [39] вказує, що дефіцит енергії після окролу має негативний вплив на виробництво ооцитів, тривалість сукрільності та смертність ембріонів. Аналогічно, Brecchia G. та ін. [21] виявили, що у тварин у яких негативний енергетичний баланс був викликаний перед заплідненням через позбавлення корму протягом 48 годин, значно нижчий рівень ЛГ спостерігався після введення аналога GnRH. Крім того, припинення годівлі протягом лише 24 годин значно знижувало охоту і фертильність самок [82].

На основі цього були запропоновані програми годівлі з метою зменшення негативного енергетичного балансу в періоді після окролу і, таким чином, покращення репродуктивних показників. Однією з досліджуваних програм було використання прекурсора енергії, такого як пропіленгліколь (вводиться у воду в концентрації 2%), за кілька днів до штучного осіменіння, що покращує показники сукрільності [65, 49]. Однак, мабуть, найпоширенішим методом на сьогодні є *feed flushing* [112, 39, 113]. Ця система полягає у збільшенні споживання енергії (через годівлю) в дні, що передують штучному

осіменінню. Виходячи з цього та враховуючи систему годівлі, яка зазвичай використовується на фермах (щоденне нормування 140-150 г/добу корму нелактуючим та ремонтним самкам з 12-тижневого віку), *feed flushing* полягає у знятті обмежень на добову даванку та годівлю вволю за тиждень до осіменіння. Загалом *feed flushing* – це термін, який використовується для опису стратегії годівлі, яка використовується перед розведенням для покращення швидкості овуляції, що полягає у збільшенні кількості корму чи енергії або зміні джерела енергії [82].

Для лактуючих кролематок не рекомендується нормування раціону, а можна використовувати пропіленгліколь. Ці програми годівлі дозволяють досягти результатів заплідненості, подібних до тих, що отримують при введенні 20 МО ХГЖК [49, 82].

На початку 21 століття проводилися різні дослідження з розведення кролів шляхом збільшення вмісту клітковини в раціоні, щоб підвищити довготривалу здатність до споживання. Метою було зменшити використання жиру та спробувати покращити фертильність після першого окролу. Arias-Álvarez та ін. [6] і Rebollar та ін. [96] помітили, що така годівля збільшує здатність до споживання під час вирощування і першої сукрільності, з тенденцією до поліпшення фертильності на 11 день після окролу. Однак здатність до споживання корму не збільшується під час лактації, що супроводжується зниженням концентрації лептину під час першого штучного осіменіння (16-тижневий вік) і зниженням виживання ембріонів *in vitro*. Лептин є одним з факторів, що пов'язують метаболізм і репродукцію у ссавців і птахів, діючи як на рівні центральної нервової системи, так і на рівні яєчників. Це довело, що обмеження корму знижує рівень лептину в плазмі крові кролів, що негативно впливає на репродуктивні функції [109, 82].

Програми освітлення

Використання світлових програм для стимуляції охоти та покращення фертильності кролів ґрунтується на сезонності репродуктивної функції цього виду тварин в дикій природі [50]. У наших широтах найвищий відсоток вагітностей припадає на період з лютого до початку серпня, з піком у травні [51, 20]. Очевидно, що найкращі репродуктивні результати досягаються при збільшенні тривалості світлового дня [119]. Як показано в дослідженні Vega et al. [123], ця сезонність спостерігається у фермерських господарствах, де світлові програми не використовуються, найкраща репродуктивна ефективність була досягнута влітку, а найгірша – восени [82].

Маючи таку фізіологічну основу, протягом багатьох років на кролефермах було проведено кілька експериментів з визначення найкращого співвідношення між тривалістю світла і темряви, для досягнення оптимальних репродуктивних результатів. З цих досліджень можна припустити, що, за винятком дослідження, проведеного Schüddemage [106], застосування програми штучного освітлення тривалістю понад 14 годин на добу підвищує продуктивність кролиць [122, 116, 82].

Поряд з цим, деякими науковцями вивчався можливий позитивний вплив збільшення тривалості світлового дня в дні, що передують осіменінню [117, 75]. Однак ці дослідження показали, що маса приплоду при відлученні була

нижчою в групі зі збільшеним світловим періодом (з 8 до 16 годин) у дні, що передували осіменінню [75]. Це може свідчити про те, що зміна тривалості світлового дня може мати негативний вплив на споживання приплоду. Подальші дослідження проведені такими науковцями, як Quintela та ін. [83] або Gerencsér та ін. [43, 44], показали, що збільшення тривалості світлового дня за тиждень до штучного осіменіння дало результати, подібні до тих, що були отримані при застосуванні ХГЖК, без істотного впливу на ріст і смертність кроленят.

Таким чином, використання світлової програми 8 годин світла і 16 годин темряви за 7-8 днів до осіменіння, зі збільшенням до 16 годин світла в дні, що передують осіменінню, призводить до помітного поліпшення продуктивності кролематок (за відсутності введення ХГЖК).

Управління тваринами

Ця система полягає в тому, що за 48 годин до початку штучного осіменіння кролиць переміщують з клітки в клітку або поміщають кількох кролиць в одну клітку до початку штучного осіменіння [112, 113]. Дослідження, проведені Lefevre і Moretв 1978 році [63], припустили, що різка зміна середовища сприяє настанню еструсу у кролиць першого окролу. Вони пояснили це як наслідок гормонального викиду через стрес, спричинений раптовою зміною середовища. Подібне явище раніше було описане в дослідженнях проведених на інших видах тварин [34, 82].

Однак невдовзі, Verita і Finzi [124] виявили, що переміщення самок в іншу клітку спричиняє значний стрес для тварин, змінює їхню поведінку під час годівлі, зменшує споживання корму протягом наступних трьох днів і рухливість самок протягом більш ніж тижня. На основі цих досліджень численні науковці намагалися використати цю модель управління для підвищення продуктивності кролематок. Одним з перших був Rebollar та ін. [92], який продемонстрував, що зміна клітки для кролиць за 48 годин до осіменіння дозволяє підвищити плодючість. Згодом кілька експериментів [28, 14, 15, 33, 46] підтвердили цю гіпотезу, хоча і з деякими нюансами. Так, було виявлено, що ефект був значно вищим у кролиць які ще не народжували, але практично нульовим був у самиць з першим окролом. Цей ефект мав більший вплив на статеву охоту кролиць, але менш помітним на плодючість. Крім того, іноді він проявлявся лише у вигляді збільшення розміру приплоду, а його інтенсивність сильно варіювала між тваринами та породами [82].

Часто цей метод поєднується з відлученням приплоду і в більшості випадків є більш ефективним, ніж зміна клітки. Нещодавнє дослідження [129] показало, що у багатоплідних свиней, для яких застосовують програму feed flushing, збільшення тривалості світлового дня перед осіменінням і відлучення приплоду, групове утримання самок перед осіменінням покращує їхню статеву охоту (за кольором вульви), але суттєво не впливає ні на фертильність, ні на плодючість, що збігається з результатами попередніх досліджень [82].

Враховуючи практичні труднощі в застосуванні цього методу (робоча сила, ідентифікація тварин, санітарні питання тощо), а також те, що результати дуже варіабельні і можуть бути покращені за допомогою більш простих методів, цей метод рідко застосовується на практиці [112, 113, 33].

Вплив феромонів на репродукцію

Позитивний вплив самців на репродуктивну функцію самок вже давно доведений на різних видах сільськогосподарських тварин [64, 24, 60, 99]. Ці ефекти в основному проявляються феромонами, описаними у Karlsson and Lüscher [56], як хімічні сигнали, що передаються між представниками одного виду, які викликають певну реакцію у реципієнта. Ці хімічні сигнали передаються через фізіологічні виділення, такі як сеча і сперма [69], а також екзокринні залози, такі як слізна, молочна та ін. [73]. Кролі є однією з найкращих моделей для дослідження феромонної комунікації у ссавців [48], оскільки це єдиний вид тварин, для якого феромон молочної залози (2-метилбут-2-енал) був ретельно досліджений [105]. Лактуючі самки виробляють феромон молочної залози, який пробуджує новонароджених кроленят і запускає рефлекс смоктання. У кролів є докази того, що присутність самців підвищує статеву охоту самок [62] і їхню плодючість [8], а також викликає статеву зрілість у кролів у препубертатному віці [41]. Деякі дослідження показали, що репродуктивні показники самок кролів підвищуються, коли вони відчують запах самців безпосередньо перед штучним осіменінням [35]. Аналогічний ефект спостерігається при взаємодії між самцем і самкою перед штучним осіменінням, це так званий "ефект самця", що покращує фертильність лактуючих самок під час першої лактації, але поряд з цим не виявлено жодного позитивного впливу на репродуктивні показники лактуючих самок [17]. Попередні дослідження вказували на важливість підборідної, слізної та гардерової залоз у репродуктивній функції кролів [30, 73]. Більшість досліджень, пов'язаних із взаємодією феромонів, ґрунтуються на аналізі поведінки самок під впливом самців, але лише деякі феромони, що застосовуються у сільському господарстві, були повністю охарактеризовані на сьогоднішній день. Таким є феромон кнуря "Boar Mate", який покращує фертильність свиноматок, викликаючи рефлекс нерухомості. Зовсім недавно була винайдена нова суміш феромонів кабана, яка стимулює охоту у свиноматок та сприяє успішному відтворенню [71, 82], що вказує на те, що змішані феромонні сполуки можуть мати більший ефект. Що стосується кролів, то на ринку є два різні феромонні продукти, включаючи феромон молочної залози кролиці 2MB2:

1. Ceva Santé Animale створила перший "Rabbit Appeasing Pheromone" у 2007 році. Згідно з їхніми результатами, самки відчували менший стрес, а виконувати зоотехнічні операції було простіше. Більше того, відсоток окролів, кількість живих кроленят в приплоді і життєздатність кроленят при народженні покращилися [19].

2. Лабораторії Sibpma та SIGNS реалізують SecureRabbit®, синтетичний аналог материнського заспокійливого феромону, який запобігає негативному впливу стресу, покращує продуктивність тварин та підвищує їхнє благополуччя. Однак наукових даних про його ефективність не достатньо.

В останні роки, з метою поглиблення знань про можливе використання феромонів для покращення репродуктивних показників у кролівництві, не тільки з точки зору синхронізації еструсу, але й з точки зору їхнього впливу на овуляцію і навіть на кількість сперматозоїдів, європейські науковці

почали працювати над цією темою, застосовуючи мультидисциплінарний підхід. Цей мультидисциплінарний підхід дозволяє розглядати дослідження з різних точок зору: репродуктивної (вплив присутності самців або самок на репродукцію обох статей), анатомічної (морфологічне та морфофункціональне вивчення феромонів, що виділяються органами та поглинаються рецепторами,) та генетичної/біохімічної (вивчення молекулярного складу феромонів, а також рецепторів, що беруть участь у їх поглинанні). Такий підхід необхідний для розуміння ролі феромона в комунікації та можливості застосування отриманих результатів у практиці тваринництва.

З одного боку, оцінюється репродуктивна ефективність самок кролів (статева охота, фертильність, плодючість, кількість живих і мертвих кроленят в приплоді) під впливом різних чинників: сеча самок, сеча самців, сперма та роздільне утримання самок безпосередньо перед штучним заплідненням, а також взаємодія самок між собою. Роздільне утримання самок полягає в тому, що самки не контактували з іншими особинами до штучного осіменіння, тоді як найбільш поширеною практикою є розміщення двох самок разом за 10 хвилин до штучного осіменіння. Результати цього дослідження показали, що сеча, схоже, не впливає на репродуктивні показники, які пов'язують з феромонами, хоча необхідні додаткові дослідження, щоб відкинути цей факт, враховуючи, що в цьому дослідженні розглядалися лише лактуючі самки з високими загальними показниками народжуваності [129, 82].

Основними системами, відповідальними за виявлення хімічних сигналів, є основна нюхова система (ОНС) та другорядна нюхова система (ДНС), яку також називають вомероназальною системою або орган Якобсона [22]. Як частина ДНС, вомероназальний орган (ВНО) і, зокрема, його вомероназальні рецептори створені для виявлення специфічних лігандів, зокрема, внутрішньовидових феромонних сигналів, а також різноманітних гетероспецифічних сигналів від симпатричних суперників. На противагу цьому, рецептори основного назального епітелію (ОНЕ) еволюціонували для виявлення широкого спектру ароматичних речовин. Недостатність знань з анатомічної та фізіологічної основи сенсорних систем, що беруть участь у хемокомунікації кролів, демонструє той факт, що рецептори, відповідальні за виявлення феромону молочної залози, досі не ідентифіковані. Тому існує потреба в структурних і морфофункціональних дослідженнях хемосенсорних систем кролів, особливо вомероназальної системи, яка має вирішальне значення для розмноження і материнської поведінки у таких близьких видів, як гризуни [58]. Нещодавні дослідження [82] ще більше прояснили структурну та морфофункціональну організацію двох основних компонентів вомероназальної системи кроля, це ВНО та додаткові нюхові цибулини (ДНЦ), визначивши, що дорослий кріль має добре диференційовану ВНО та статеводиморфні ДНЦ, які мають багато специфічних особливостей як на структурному, так і на функціональному рівнях [126, 127]. Крім того, перше комплексне дослідження РНК-секвенування ВНО кролів на різних стадіях статевого дозрівання дозволило визначити кількість та вираженість двох основних родин вомероназальних рецепторів, включаючи 128 V1Rs та 67 V2Rs, та виявити, що кілька шляхів, пов'язаних зі статевими гормонами,

послідовно збагачуються у ВНО, що підкреслює важливість цього органу для репродукції [128]. Нещодавні транскриптомні аналізи також довели пластичну здатність ВНО кролів та припустили важливу роль вомероназальних рецепторів на початку статевого дозрівання [130]. Ці результати сприяли розумінню геномної основи поведінкових реакцій, пов'язаних з ВНО, та відкривають двері майбутнього використання феромонів для підвищення репродуктивної функції кролів [82].

Додавання ГнРГ до спермодози для стимуляції овуляції (Табл. 2) [82]

Таблиця 2. Короткий огляд різних методів стимуляції овуляції у кролематок, що використовувалися або досліджувалися протягом останніх 30 років

Метод	Гормон	Спосіб застосування	Походження	Переваги	Недоліки	Частота використання на сьогодні
Використання вазектомованих самців [59]		Внутрішньо-венно		Природний метод без використання гормонів	Мінливі результати збільшення часу на проведення операції	Не використовується
Використання солей міді [59]				Без використання гормонів	Внутрішньовенне введення	Не використовується
Введення гормонів	ХГЛ [11] ГнРГ			Ефективно	Повторні ін'єкції в наступних репродуктивних циклах викликають імунізацію	Не використовується
		Внутрішньом'язово	Природне [55]	Ефективно. Не викликає імунізації	Високе дозування Затрати часу на підготовку та введення препарату Помилки в дозуванні, забруднення (повторне використання голки) або плутанина (введення інших гормонів)	Рідко
		Внутрішньом'язово	Синтетичні аналоги (Buserelin, Leciorelin, etc.) [118]	Ефективно. Не викликає імунізації	Дозування значно зменшене. Затрати часу на підготовку та введення препарату Помилки в дозуванні, забруднення (повторне використання	Регулярно

					голок) або плутанина (введення інших гормонів)	
		Інтравагінально (додається до спермодози)	Синтетичні аналоги Synthetic analogues (Buserelin, etc.) [84]	Ефективно. Не викликає імунізації. Менше часу за витрачається штучне осіменіння, зменшення ризиків пов'язаних з санітарією та помилками організації	Високі дози. хоча й нижчі за використання природнього GnRH	Поступове збільшення використання
			Синтетичні аналоги плюс хітозан і наночастинки сульфату декстрану та/або специфічні до амінопептидази інгібітор [26]	Ефективно. Не викликає імунізації. Менше часу за витрачається штучне осіменіння, зменшення ризиків пов'язаних з санітарією та помилками організації. Знижена доза гормону.	Потребує подальших досліджень підтвердження ефективності та оцінки витрат	Метод потребує доопрацювання
Трансформуючий фактор росту β (β -Nerve Growth Factor) [102]		Інтравагінально (додається до спермодози)		Без використання гормонів. Такі ж переваги, як і інтравагінальне введення гормонів	Негативні результати (лише 60% тварин спровокована овуляція)	Метод потребує доопрацювання
Механічна стимуляція за допомогою спеціальних канюль [132]				Без використання гормонів. Такі ж переваги, як і інтравагінальне введення гормонів	Негативні результати. Можливо комбінований із трансформуючим фактором росту бета можна отримати кращі результати	Використовується і може бути комбінований із розповсюдженим методом

Кролематки мають певні репродуктивні особливості, які суттєво відрізняють їх від інших видів тварин. Деякі з цих відмінностей пов'язані з відсутністю визначеного і регулярного циклу еструсу [5]. Крім того, у тварин з спровокованою овуляцією, таких як кролі, немає преовуляторних піків ЛГ у відповідь на високі рівні стероїдів, оскільки немає позитивного зворотного зв'язку з гіпофізарним ЛГ [104], на відміну від самок зі спонтанною овуляцією [7, 21]. Таким чином, овуляція відбувається як наслідок коїтального стимулу [82].

У минулому вважалося, що цей стимул є більш фізіологічним, ніж механічним. Fee і Parkes [37] помітили, що анестезія шийки матки не впливає на овуляцію після спаровування. Крім того, Salvetti [101] визначив, що стимуляція спаровування з двома кролематками викликає овуляцію у домінуючої самки. Однак деякі дослідження [97] показали, що для стимуляції овуляції можуть бути необхідні обидва стимули. Ці дослідники помітили що

механічного стимулу без фізіологічного, і навпаки, було недостатньо, щоб викликати пік ЛГ і, відповідно, овуляцію. З іншого боку, застосування обох стимулів викликало підвищення концентрації ЛГ і овуляцію у 75% самок. Тим не менш, подібні відсотки нещодавно були досягнуті шляхом стимуляції овуляції за допомогою короткої та гнучкої канюлі [133].

Отже, спаровування стимулює складні нейроендокринні процеси [110, 87, 7], які через 60-120 хв після нього визначають преовуляторний викид ЛГ [98, 21]. Овуляція відбувається через 10-12 год після спаровування [38, 23]. З цієї причини при застосуванні штучного запліднення у самок обов'язково потрібно використовувати систему для стимуляції овуляції та отримання преовуляторного піку ЛГ. У зв'язку з цим, овуляцію можна стимулювати кількома методами, втручаючись на різних рівнях гіпоталамус – гіпофіз – яєчник [82].

Найпростіший спосіб викликати овуляцію у цього виду – спаровування. З цієї метою в програмах зі штучного осіменіння використовували вазектомованих самців [59]. Однак результати були досить різними і загалом не вірогідними [53]. Крім того, цей метод вимагає значної кількості робочої сили та утримання значної кількості самців на фермі, тому частина переваг штучного осіменіння була втрачена. Отже, цей метод був відкинтий [82].

Ще одна спроба стимулювати овуляцію негормональними методами була запропонована Kishk та ін. [61]. Вона полягала у введенні солей міді на основі досліджень, в яких згадувалося про існуючий синергізм між міддю та гонадотропінами [31]. Хоча результати показали підвищення концентрації ЛГ після введення солей міді, їх необхідно було вводити внутрішньовенно, а негативні наслідки для цілісності судин потребували подальших досліджень [82].

Крім того, були проведені експерименти з хоріонічним гонадотропіном жеребих кобил (ХГЖК) для індукції овуляції [11, 100]. На основі цих досліджень було зроблено висновок, що ХГЖК був ефективним для стимуляції овуляції самок, але повторні ін'єкції в наступних репродуктивних циклах викликають імунізацію і втрату ефективності після 4-го або 5-го введення, на відміну від аналогів ГнРГ[1]. Крім того, виживаність ембріонів також була нижчою [100, 72]. З цих причин його застосування було нечисельним.

Нарешті, найпоширенішим методом стимуляції овуляції у кролематок є внутрішньом'язове введення гонадореліну або його синтетичних аналогів у момент штучного осіменіння [84]. Спочатку кожній самці вводили 250 нг/кг гонадореліну для досягнення овуляції [55]. Взявши за основу цей експеримент, були використані різні аналоги цієї молекули, такі як бусерелін і лецирелін. Перший був ефективним у дозі 0,8 нг/дозу [118, 81], тоді як для другого були необхідні дози 2-4 нг/дозу [135, 134, 82]. Завжди застосовували внутрішньом'язове введення, як згадувалося раніше.

В останні десятиліття було проведено кілька досліджень з вивчення інтравагінального застосування різних аналогів ГнРГ (бусерелін, трипторелін, лецирелін, аларелін, гозерелін і лейпролід) [84, 132, 78, 85, 45]. Ці дослідження вказують про можливість вагінального застосування аналогів ГнРГ, доданих

до спермодози, без зниження фертильності та проліферації. Деякі з них навіть демонстрували покращення обох параметрів порівняно з внутрішньом'язовим введенням [85]. Переваги цього нового шляху введення в основному пов'язані з часом, необхідним для проведення штучного осіменіння, меншими санітарними ризиками та зменшенням кількості помилок при введенні гормонів. Єдиним недоліком з економічної точки зору є те, що для досягнення бажаного ефекту необхідно збільшити дозування аналогів ГнРГ. Це збільшення, ймовірно, пов'язане з тим, що в плазмі сперми присутні протеолітичні ферменти, які знижують доступність гормону, доданого до спермодози, а також зі станом слизової оболонки піхви [125, 32, 82]. Сьогодні в Іспанії на ринку представлений розріджувач сперми, який містить аналог ГнРГ, і його використання на фермах стає все більш поширеним [86, 82].

Нещодавно були проведені експерименти з додаванням різних інгібіторів протеолітичних ферментів до розріджувача або захисту аналога GnRH шляхом інкапсуляції його наночастинками, як це вже робиться в медицині [26]. У цих дослідженнях вчені помітили, що використання неспецифічних інгібіторів негативно впливало на проліферацію. Однак додавання специфічних інгібіторів амінопептидази (бестатин та етилендіамінтетраоцтова кислота) не впливало ні на фертильність, ні на плодючість. Більше того, використання наночастинок хітозану та сульфату декстрану в поєднанні з цими інгібіторами не впливало на репродуктивні показники і дозволило зменшити дозу бусереліну. Хоча ці дослідження є попередніми і потребують подальшого вивчення, вони відкривають шлях до зменшення кількості введення аналога GnRH, що додається до сперми.

У 2005 році Ratto та ін. [88] і Adams та ін. [2] заявили, що внутрішньом'язове введення плазми сперми альпаки та лами викликало овуляцію у понад 90% альпак і лам, які пройшли лікування. Пізніше різні дослідники підтвердили, що плазма сперми бика [89], жеребця, кнура [10] і кроля [107] викликала овуляцію у лам, ~25% при використанні плазми сперми перших трьох видів тварин і 100% при використанні плазми кроля. У 2012 році Kershaw-Young та ін. [57] ідентифікували фактор, присутній у плазмі сперми лам, який відповідає за стимуляцію овуляції, а саме трансформуючий фактор росту β (ТФР- β), білок з масою приблизно $1,4 \times 10^4$ атомної одиниці маси. Цей білок здатний стимулювати утворення ЛГ та овуляцію у 90% самок після внутрішньоматкового введення за відсутності спаровування [9, 108]. Присутність цього білка в плазмі сперми різних видів (хом'як, кролик, кнур і бик) відома з 80-х років [29], але його вплив на самку ще не вивчений. Після досліджень на альпаках і ламах інтерес до ТФР- β як можливого стимулятора овуляції у кролів зріс в геометричній прогресії. Як результат, за останні роки було опубліковано численні дослідження [102, 42, 70]. Однак результати, отримані на сьогоднішній день, не відповідають очікуванням. Введення плазми сперми кролів ламам, як це раніше робили Ratto та ін. [88] і Adams та ін. [2] на ламах, не викликає збільшення концентрації ЛГ або овуляції [102, 68]. З іншого боку, вагінальне введення рекомбінантного ТФР- β , доданого до спермодози, здатне викликати овуляцію, але у меншій кількості самок порівняно з внутрішньом'язовим введенням гонадореліну (60% проти 100%

[102]), що знову приводить до думки, що для стимуляції овуляції у кролематок необхідні як механічні, так і фізіологічні стимули [82].

Висновок. За останні 30 років було проведено багато досліджень щодо синхронізації еструсу та стимуляції овуляції, причому біостимуляція стала основною системою синхронізації еструсу, а нещодавно з'явилося інтравагінальне введення аналогів ГнРГ для стимуляції овуляції. Майбутнє за ідентифікацією феромонів, що беруть участь у розмноженні, за розробкою синтетичних аналогів та їх застосуванням через системи примусової вентиляції, які можна було б використовувати як для синхронізації еструсу, так і в якості доповнення до нових методів стимуляції овуляції. У зв'язку з цим ведеться робота над зменшенням кількості використовуваного гормону і заміною його іншими речовинами або механізмами, що дозволить остаточно відмовитися від використання гормонів при осіменінні в кролівництві.

Література

1. Adams, C.E. (1981). Artificial insemination in the rabbit: The technique and application to practice. *J. Appl. Rabbit Res.*, 4: 10-13p.
2. Adams, G.P., Ratto, M.H., Huanca, W., Singh, J. (2005). Ovulation-inducing factor in the seminal plasma of alpacas and llamas. *Biol. Reprod.*, 73: 452-457p. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.105.040097>
3. Alvarino, J.M.R. (1993). Control de la reproducción en el conejo. Editorial Mundiprensa. Ed. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación – IRYDA. Madrid. Spain. 137p.
4. Alvarino, J.M.R., Del Arco, J.A., Bueno, A. (1998). Effect of mother/ litter separation on reproductive performance of lactating females inseminated on day 4 or 11 postpartum. *World Rabbit Sci.*, 6: 191-194p. <https://doi.org/10.4995/wrs.1998.341>
5. Arias-Álvarez M., García-García R.M., Rebollar P.G., Lorenzo P.L. (2007). Desarrollo folicular en la coneja. *ITEA*, 103: 173-185p.
6. Arias-Álvarez, M., García-García, R.M., Rebollar, P.G., Revuelta, L., Millán P., Lorenzo P.L. (2009). Influence of metabolic status on oocyte quality and follicular characteristics at different postpartum periods in primiparous rabbit does. *Theriogenology*, 72: 612-623. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.04.017>
7. Bakker, J., Baum, M.J. (2000). Neuroendocrine regulation of GnRH release in induced ovulators. *Front. Neuroendocrinol.*, 21: 220-262. <https://doi.org/10.1006/frne.2000.0198>
8. Berepubo, N.A., Nodu, M.B., Monsi, A., Amadi, E.N. (1993). Reproductive response of prepubertal female rabbit to photoperiod and/or male presence. *World Rabbit Sci.*, 2: 83-87p. <https://doi.org/10.4995/wrs.1993.199>
9. Berland, M., Guerra, M., Bogle, O.A., Vio, K., Adams, G.P., Ratto, M. (2012). Detection of biotinylated-ovulation- inducing factor (OIF) in cerebrospinal fluid and its ability to induce ovulation. *Reprod. Fert. Develop.*, 25: 201p. <https://doi.org/10.1071/RDv25n1Ab107>

10. Bogle, O.A., Ratto, M.H., Adams, G.P. (2011). Evidence for the conservation of biological activity of ovulation-inducing factor in seminal plasma. *Reproduction*, 142: 277-283. <https://doi.org/10.1530/REP-11-0042>
11. Bomsel-Helmreich O., Huyen, L.V.N., Durand-Gasselin, I. (1989). Effects of varying doses of HCG on the evolution of preovulatory rabbit follicles and oocytes. *Hum. Reprod.*, 4: 636-642. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.humrep.a136957>
12. Bonadonna, T. (1937). Le basi scientifiche e le possibilite applicative della fecondazione artificiale negli animale domestica. Casa Ed. Vannini. Brescia. Italia.
13. Bonanno, A., Alabiso, M., Alicata, M.L., Leto, G., Todaro, M. (1996). Effetti del trattamento “differenziato” con PMSG sull’efficienza produttiva di coniglie sottoposte ad inseminazione artificiale. *Rivista di coniglicultura*. 1/2: 41-45p.
14. Bonanno, A., Albiso, M., Di Grigoli, A., Alicata, M.L. (1999a). Effect of change of cage and/or 44h mother-litter separation on productivity of non-receptive lactating rabbit does. Preliminary investigation. *World Rabbit Sci.*, 7: 107-111p. <https://doi.org/10.4995/wrs.1999.388>
15. Bonanno, A., Albiso, M., Di Grigoli, A., Alicata, M.L., Leto G. (1999b). Effect of 48h delayed insemination with or without a 48h doe-litter separation on performance of non- receptive rabbit does. *World Rabbit Sci.*, 7: 171-175p. <https://doi.org/10.4995/wrs.1999.397>
16. Bonanno, A., Albiso, M., Di Grigoli, A., Alicata, M.L., Montalbano, L. (2000). Effect of 48-hour doe-litter separation on performance of free or controlled nursing rabbit does. In *Proc.: 7th World Rabbit Congress*, 4-7 July. Valencia. España. Vol. A: 97-103p.
17. Bonanno, A., Mazza, F., Alabiso, M., Grigoli, A., Alicata, M.L. (2003). Effects of bio-stimulation induced by contact with buck on reproductive performance of rabbit does. In *Proc.: 15th Congr. It. J. Anim. Sci.*, 2: 133-135p.
18. Boussit, D. (1989). *Reproduction et insemination artificielle en cuniculture*. Ed. Association Française de Cuniculture. Lempdes. Francia.
19. Bouvier, A.C., Jacquet, C. (2008). Pheromone in rabbits: preliminary technical results on farm use in France. In *Proc: 9th World Rabbit Congress*, 10-13 June, Verona, Italy. 1:10-13p.
20. Boyd I.L. (1986). Effect of daylength on the breeding season in male rabbit. *Mamm. Rev.*, 16: 125-130p. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.1986.tb00032.x>
21. Brecchia, G., Bonanno, A., Galeati, G., Federici, C., Maranesi, M., Gobetti, A., Zerani, M., Boiti, C. (2006). Hormonal and metabolic adaptation to fasting: Effects on the hypothalamic- pituitary-ovarian axis and reproductive performance of rabbit does. *Domest. Anim. Endocrinol.*, 31: 105-122p. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2005.09.006>
22. Brennan, P.A., Zufall, F. (2006). Pheromonal communication in vertebrates. *Nature*, 444: 308-315p. <https://doi.org/10.1038/nature05404>
23. Brewer, N.R. (2006). Biology of the rabbit. *J. Am. Assoc. Lab. Anim.Sci.*, 45: 8-24p.

24. Brooks, P.H., Cole, D.J. (1970). The effect of the presence of boar on the attainment of puberty in gilts. *J. Reprod. Fertil.*, 23: 435-440p. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0230435>
25. Cano, P., Jiménez, V., Álvarez, M.P., Alvarino, M., Cardinali, P., Esquifino, A.I. (2005). Effect of litter separation on 24-hour rhythmicity of plasma prolactin, follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone levels in lactating rabbit does. *J. Circadian Rhythms*, 3: 9-13p. <https://doi.org/10.1186/1740-3391-3-9>.
26. Casares-Crespo, L. (2020). Development of new artificial insemination extenders supplemented with GnRH analogues to induce ovulation and proteomic characterization of rabbit semen. Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València.
27. Castellini, C. (1996). Recent advances in rabbit artificial insemination. In *Proc: 6th World Rabbit Congress. Toulouse, France*. 2:13-26p.
28. Castellini, C., Canali, C., Boiti, C. (1998). Effect of mother-litter separation for 24 hours, by closing the nestbox or change of cage, on rabbit doe reproduction performance. *World Rabbit Sci.*, 6: 199-203p. <https://doi.org/10.4995/wrs.1998.343>
29. Castellini, C., Mattioli, S., Dal Bosco, A., Mancinelli, A.C., Rende, M., Stabile, A.M., Pistilli, A. (2020). Role of NGF on sperm traits: A review. *Theriogenology*, 150: 210-214. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.039>
30. Cerbón, M.A., Camacho-Arroyo, I., Gamboa-Domínguez, A., González-Mariscal, G. (1996). The rabbit submandibular gland: sexual dimorphism, effects of gonadectomy, and variations across the female reproductive cycle. *J. Comp. Physiol. A*, 178: 351-357p. <https://doi.org/10.1007/BF00193973>
31. Cheng, H., Dooley, M.P., Hopkins, S.M., Anderson, L.L., Yibchok-anun, S., Hsu, W.H. (1999). Development of rabbit embryos during a 96-h period of in vitro culture after superovulatory treatment under conditions of elevated ambient temperature. *Anim. Reprod. Sci.*, 56: 279-290p. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(99\)00043-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(99)00043-3)
32. Dal Boscob A., Rebollar, P.G., Boiti, C., Zerani, M., Castellini, C. (2011). Ovulation induction in rabbit does: current knowledge and perspectives. *Anim. Reprod. Sci.*, 129: 106-117p. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.11.007>
33. De Lara, R. (2001). Manejo reproductivo de una empresa cunicola. *Lagomorpha*, 118: 24-34p.
34. Du Mesnil du Buisson, F., Signoret, J.P., Gautier, J. (1962). Influence de facteurs externes sur le déclenchement de la puberté chez la truie. *Ann. Zootech.*, 11: 53-59p. <https://doi.org/10.1051/animres:19620103>
35. El-Azzazi, F.E., Hegab, I.M., Hanafy, A.M. (2017). Biostimulation and reproductive performance of artificially inseminated rabbit does (*Oryctolagus cuniculus*). *World Rabbit Sci.*, 25: 313-321p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2017.7446>
36. Facchin, E., Cancellotti, F.M., Gallazi, D. (1987). Rabbit breeding systems and performances: weekly cycled production. Report EUR 10983 EN. 69-82p.
37. Fee, A.R., Parkes, A.S. (1930). Studies on ovulation: III. Effect of vaginal anaesthesia on ovulation in the rabbit. *J. Physiol.*, 70: 385-388p. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1930.sp002702>

38. Foote, R.H., Carney, E.W. (2000). The rabbit as a model for reproductive and developmental toxicity studies. *Reproductive Toxicology*, 14: 477-493p. [https://doi.org/10.1016/S0890-6238\(00\)00101-5](https://doi.org/10.1016/S0890-6238(00)00101-5)
39. Fortun-Lamothe, L. (2006). Energy balance and reproductive performance in rabbit does. *Anim. Reprod. Sci.*, 93: 1-15p. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.06.009>
40. Fortun-Lamothe, L., Bolet, G. (1995). Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine. *INRA Prod. Anim.*, 8: 49-56p. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.1995.8.1.4105>
41. Frank, H. (1966). Ablation des bulbes olfactifs chez la lapine impubère. Répercussions sur le tractus génital et le comportement sexuel. *Soc. Biol.*, 160: 389-390 p.
42. García-García, R.M., Arias-Álvarez, M., Sánchez-Rodríguez, A., Lorenzo, P.L., Rebollar, P.G. (2020). Role of nerve growth factor in the reproductive physiology of female rabbits: A review. *Theriogenology*, 150: 321-328p. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.070>
43. Gerencsér, Zs., Matics, Zs., Nagy I., Princz Z., Orova Z., Biró- Németh E., Radnai I., Szendrő, Zs. (2008a). Effect of a light stimulation on the reproductive performance of rabbit does. In *Proc.: 9th World Rabbit Congress. Verona. Italy.* 1: 371-374p.
44. Gerencsér, Zs., Matics, Zs., Nagy I., Princz Z., Orova Z., Biró- Németh E., Radnai I., Szendrő, Zs. (2008b). Effect of lighting program on the nursing behaviour of rabbit does. In *Proc.: 9th World Rabbit Congress. Verona, Italy.* 1:1177-1182p.
45. Gogol, P. (2016). Effect of goserelin and leuprolide added to the semen on reproductive performance in rabbits - Short communication. *Acta Vet. Hung.*, 64: 116-119p. <https://doi.org/10.1556/004.2016.012>
46. Gómez-Ramos, B., Becerril-Pérez, C.M., Torres-Hernández, G., Pro-Martínez, A., Rodríguez de Lara, R. (2005). Relación del nivel de alimentación, cambio de jaula y ayuno con el comportamiento reproductivo de conejas nulíparas Nueva Zelanda blanco y californiana. *Agrociencia.*, 39: 491-499p.
47. González-Mariscal, G. (2001). Neuroendocrinology of maternal behavior in the rabbit. *Hormones and Behavior*, 40: 125-132p. <https://doi.org/10.1006/hbeh.2001.1692>
48. González-Mariscal, G., Caba, M., Martínez-Gómez, M., Bautista, A., Hudson R. (2016). Mothers and offspring: the rabbit as a model system in the study of mammalian maternal behavior and sibling interactions. *Hormones and Behavior*, 77: 30-41p. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2015.05.011>
49. González, R. (2005). Bioestimulación en la coneja reproductora. Alternativa a los tratamientos hormonales? *Cunicultura*, Febrero: 7-16 p.
50. Hafez, E.S.E. (1993). Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. In *Proc.: 6th ed. Hafez E.S.E. (Ed), Mexico, DF: Interamericana-McGraw-Hill.*
51. Hammond, J., Marshall, F.H.A. (1925). *Reproduction in the rabbit.* Ed: Oliver and Boyd. Edinburg. Scotland, 210p.

52. Hill, M., White, W.E. (1933). The growth and regression of follicles in the oestrous rabbit. J. Physiol., 80: 174-178 p. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1933.sp003080>
53. Hulot, F., Poujardieu, B. (1976). Induction of ovulation and fertility in the lactating and non-lactating rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 16: 635-643p. <https://doi.org/10.1051/rnd:19760501>
54. Hulot, F., Mariana, J.C., Cattiau, G. (1988). HCG induced ovulation in two rabbits breeds: effects of dose, season and sexual behavior. Livest. Prod. Sci., 20: 635-643p. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(88\)90077-2](https://doi.org/10.1016/0301-6226(88)90077-2)
55. Kanematsu, S., Scaramuzzi, R.J., Hilliard, J., Sawyer, C.H. (1974). Patterns of ovulation-inducing LH release following coitus, electrical stimulation and exogenous LH-RH in the rabbit. Endocrinology., 95: 247-252p. <https://doi.org/10.1210/endo-95-1-247>
56. Karlson, P., Luscher, M. (1959). "Pheromones": a new term for a class of biologically active substances. Nature, 183: 55-56p. <https://doi.org/10.1038/183055a0>
57. Kershaw-Young, C.M., Druart, X., Vaughan, J., Maxwell, W.M.C. (2012). β -Nerve growth factor is a major component of alpaca seminal plasma and induces ovulation in female alpacas. Reprod. Fert. Develop., 24: 1093-1097p. <https://doi.org/10.1071/RD12039>
58. Keverne, E.B. (2002). Pheromones, vomeronasal function, and gender-specific behavior. Cell, 108: 735-8p. [https://doi.org/10.1016/S0092-8674\(02\)00687-6](https://doi.org/10.1016/S0092-8674(02)00687-6)
59. Khalifa, R.M., El-Alamy, M.A., Beshir, M.A. (2000). Vasectomized buck gave better reproductive results in artificial insemination techniques in rabbits than GnRH or HCG. In Proc.: 7th World Rabbit Congress. Valencia. Spain. A: 147-153p.
60. Kirkwood, R.N., Forbes, J.M., Hughes, P.E. (1981). Influence of boar contact on attainment of puberty in gilts after removal of the olfactory bulbs. J. Reprod. Fert., 61: 193-198p. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0610193>
61. Kishk, W., Awad, M., Ayoub, M. (2000). Non-hormonal substances for the induction of ovulation in rabbit does. In Proc.: 7th World Rabbit Congress. Valencia. Spain. A: 155-160 p.
62. Lefevre, B., Martinet, L., Moret, B. (1976). Environnement et comportement d'oestrus. In Proc.: 1er Congrès International Cunicole, Dijon, France. Communication n°61.
63. Lefevre, B., Moret, B. (1978). Influence d'une modification brutale de l'environnement sur l'apparition de l'oestrus chez la lapine nullipare. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 18: 695-698p. <https://doi.org/10.1051/rnd:19780406>
64. Lishman, A.W. (1969). The seasonal pattern of oestrus amongst ewes affected by isolation from and joining with rams. Agroanimalia., 1: 95-101 p.
65. Luzzi, F., Barbieri, S., Lazzaroni, C., Cavani, C., Zecchini, M., Crimella, C. (2001). Effects de l'addition de propylene glycol dans l'eau de boisson sur les performances de reproduction des lapines. World Rabbit Sci., 9: 15-18 p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2001.441>
66. Maertens, L. (1998). Effect of flushing, mother-litter separation and PMSG on the fertility of lactating does and the performance of the litter. Word Rabbit Sci., 6: 185-190p. <https://doi.org/10.4995/wrs.1998.340>

67. Maertens, L., Luzi, F., Grilli, G. (1995). Effects of PMSG induced oestrus on the performances of rabbit does: A review. *World Rabbit Sci.*, 3: 191-199p. <https://doi.org/10.4995/wrs.1995.262>
68. Masdeu, M., Garcia-Garcia, R.M., Millan, P., Revuelta, L., Sakr, O.G., Blanco, P.G., Cortegano, D., Lorenzo, P.L., Rebollar, P.G. (2012). Effect of rabbit seminal plasma in ovulating response. *Reprod. Fert. Develop.*, 25: 243-243p. <https://doi.org/10.1071/RDv25n1Ab188>
69. Mastrogiamaco, R., D'Ambrosio, C., Niccolini, A., Serra, A., Gazzano, A., Scaloni, A., Pelosi, P. (2014). An odorant- binding protein is abundantly expressed in the nose and in the seminal fluid of the rabbit. *PloS one*, 9: e111932. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111932>
70. Mattioli, S., Maranesi, M., Castellini, C., Dal Bosco, A., Lorenzo, P.L., Rebollar, P.G., García-García, R.M. (2021). Physiology and modulation factors of ovulation in rabbit reproduction management. *World Rabbit Sci.*, 29: 221-229p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2021.13184>
71. McGlone, J.J., Devaraj, S., Garcia, A. (2019). A novel boar pheromone mixture induces sow estrus behaviors and reproductive success. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 219: 104832. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.104832>
72. Mehaisen, G.M., Viudes-de-Castro, M.P., Vicente, J.S., Lavara, R. (2006). In vitro and in vivo viability of vitrified and non- vitrified embryos derived from eCG and FSH treatment in rabbit does. *Theriogenology*, 65: 1279-1291p. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.08.007>
73. Melo, A.I., González-Mariscal, G. (2010). Communication by olfactory signals in rabbits: its role in reproduction. *Vitam. Horm.*, 83: 351-371p. [https://doi.org/10.1016/S0083-6729\(10\)83015-8](https://doi.org/10.1016/S0083-6729(10)83015-8)
74. Milanés, A., Pereda, N., Burgos, L., Lorenzo, P.L., Rebollar, P.G. (2004). Parámetros reproductivos de conejas sometidas a diferentes métodos de sincronización de celo. In *Proc.: XXIX Symposium de Cunicultura de ASESU*. Lugo, Spain. 101-105p.
75. Mirabito, L., Galliot, P., Souchet, C. (1994). Effect de l'utilisation de la PMSG et de la modification de la photoperiode sur les performances de reproduction de la lapine. In *Proc.: 6èmes Journees de la Recherche Cunicol*. La Rochelle. France. 1: 169-178p.
76. Moret, B. (1980). Comportement d'oestrus chez la lapine. *Cuniculture*, 33: 159-161p.
77. Morrell, J.M. (1995). Artificial insemination in rabbits. *Brit. Vet. J.*, 151: 477-488p. [https://doi.org/10.1016/S0007-1935\(05\)80022-3](https://doi.org/10.1016/S0007-1935(05)80022-3)
78. Ondruska, L., Parkanyi, V., Rafay, J., Chlebec, I. (2008). Effect of LHRH analogue included in seminal dose on kindling rate and prolificacy of rabbits artificially inseminated. In *Proc.: 9th World Rabbit Congress*. Verona. Italy. A: 423-426 p.
79. Parigi-Bini, R., Xiccato, G. (1993). Recherches sur l'interaction entre alimentation, reproduction et lactation chez la lapine, une revue. *World Rabbit Sci.*, 1: 155-161p. <https://doi.org/10.4995/wrs.1993.209>
80. Parigi-Bini R., Xiccato G., Cinetto M. 1990. Energy and protein retention and partition in rabbit does during first pregnancy. *Cuni. Sci.*, 6: 19-29.

81. Perrier, G., Theau-Clément, M., Jouanno, M., Drouet, J.P. (2000). Reduction of the GnRH dose and inseminated rabbit doe reproductive performance. In Proc.: 7th World Rabbit Congress. Valencia. Spain. A: 225-230p.
82. Quintela, L.A., Becerra, J.J., Peña, A.I., Yáñez, U., Villamayor, P.R., Sánchez-Quinteiro, P., Martínez, P., Herradón, P.G. (2024). Three decades of progress in artificial insemination in rabbit farming: a review. *World Rabbit Sci.* 31: 93-107p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2023.18661>
83. Quintela, L., Peña, A., Barrio, M., Vega, M.D., Diaz, R., Maseda, F., Garcia P. (2001). Reproductive performance of multiparous rabbit lactating does: effect of lighting programs and PMSG use. *Reprod. Nutr. Dev.*, 41: 247-257p. <https://doi.org/10.1051/rnd:2001104>
84. Quintela, L.A., Peña, A.I., Vega, M.D., Gullón, J., Prieto, M.C., Barrio, M., Becerra, J.J., Maseda, F., Herradón, P.G. (2004). Ovulation induction in rabbit does submitted to artificial insemination by adding buserelin to the seminal dose. *Reprod. Nutr. Dev.*, 44: 79-88p. <https://doi.org/10.1051/rnd:2004015>
85. Quintela, L.A. Peña, A.I., Vega, M.D., Gullón, J., Prieto, C., Barrio, M., Becerra, J.J., Herradón, P.G. (2009). Reproductive Performance of Rabbit Does Artificially Inseminated via Intravaginal Administration of [des-Gly 10, D-Ala6]-LHRH Ethylamide as Ovulation Inductor. *Reprod. Dom. Anim.*, 44: 829-833p. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01095>
86. Quintela, L.A., Barrio, M., Prieto, C., Gullón, J., Vega, M.D., Sánchez, M., García, N., Becerra, J.J., Peña, A.I., Herradón, P.G., Hernandez-Gil, R. (2012). Field test of the effectiveness of rabbit semen extender MRA-bit® incorporating GnRH analogue. In Proc.: 10th World Rabbit Congress. Sharm El- Sheikh, Egypt. 431-433p.
87. Ramírez, V.D., Soufi, W.L. (1994). The neuroendocrine control of the rabbit ovarian cycle. In: Knobil E, Neill J. (ed). *The physiology of reproduction*. Raven Press, New York, USA, 595-611p.
88. Ratto, M.H., Huanca, W., Singh, J., Adams, G.P. (2005). Local versus systemic effect of ovulation-inducing factor in the seminal plasma of alpacas. *Rep. Biol. Endocrinol.*, 3: 1-5p. <https://doi.org/10.1186/1477-7827-3-29>
89. Ratto, M.H., Huanca, W., Singh, J., Adams, G.P. (2006). Comparison of the effect of ovulation-inducing factor (OIF) in the seminal plasma of llamas, alpacas, and bulls. *Theriogenology* 66: 1102-1106p. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.02.050>
90. Rebollar, P.G., Ubilla, E., Rodriguez, J.M. (1992a). Influence of the parturition-insemination intervalo in the conception rate in rabbits artificially inseminated with fresh semen. *J. Appl. Rabbit Sci.*, 15: 407-411p.
91. Rebollar, P.G., Ubilla, E., Rodríguez, J.M., Illera, J.C., Silvan, G. (1992b). Influencia del nivel de receptividad sexual sobre el estradiol plasmático y la respuesta ovulatoria durante el postparto en la coneja. *Rev. Esp. Fisiol.*, 48: 13-18p.
92. Rebollar, P.G., Alvaríño, J.M.R., Del Arco, J.A., Bueno, A. (1995). Control del celo en conejas nulíparas: manejo y tratamiento con PMSG. *Inf. Tech. Eco. Agr.*, 16: 455-457 p.
93. Rebollar, P.G., Alvaríño, J.M.R. (2002). Evolución del manejo reproductivo en cunicultura. *Boletín de cunicultura*, 124: 6-15 p.

94. Rebollar, P.G., Milanés, A., Pereda, N., Millán, P., Cano, P., Esquifino, A.I., Villaroel, M., Silvaán, G., Lorenzo, P.L. (2006). Oestrus synchronisation of rabbit does at early post-partum by doe- litter separation or eCG injection: Reproductive parameters and endocrine profiles. *Anim. Reprod. Sci.*, 93: 218-230p. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.06.032>
95. Rebollar, P.G., Pérez-Cabal, M.A., Pereda, N., Lorenzo, P.L., Arias-Álvarez, M., García-Rebollar, P. (2009). Effects of parity order and reproductive management on the efficiency of rabbit productive systems. *Livest.Sci.*, 121: 227-233p. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.06.018>
96. Rebollar, P.G., Pereda, N., Schwarz, B.F., Millán, P., Lorenzo, P.L., Nicodemus, N. (2011). Effect of feed restriction or feeding high-fibre diet during the rearing period on body composition, serum parameters and productive performance of rabbit does. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 163: 67-76p. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.10.005>
97. Rebollar, P.G., Dal Bosco, A., Millán, P., Cardinali, R., Brecchia, G., Sylla, L., Lorenzo, P.L., Castellini, C. (2012). Ovulating induction methods in rabbit does: the pituitary and ovarian responses. *Theriogenology*, 77: 292-298p. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.07.041>
98. Rodríguez, T.M. (2004). Inducción de la ovulación. *Boletín de Cunicultura*, 134: 51-54 p.
99. Roelofs, J.B., Soede, N.M., Dieleman, S.J., Voskamp-Harkema, W., Kemp, B. (2007). The acute effect of bull presence on the plasma profiles of luteinizing hormone in postpartum, anoestrous dairy cows. *Theriogenology*, 68: 902-907p. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.07.003>
100. Romeu, A., Molina, I., Tresguerres, J.A.F., Pla, M., Peinado, J.A. (1995). Effect of recombinant human luteinizing hormone versus human chorionic gonadotrophin: effects on ovulation, embryo quality and transport, steroid balance and implantation in rabbits. *Mol. Hum. Reprod.*, 1: 126-132p. <https://doi.org/10.1093/molehr/1.3.126>
101. Salvetti, P. (2008). Production des embryons et cryoconservation des ovocytes chez la lapine: Application à la gestion des ressources génétiques. Doctoral Thesis. University of Lyon. France.
102. Sanchez-Rodriguez, A., Abad, P., Arias-Álvarez, M., Rebollar, P.G., Bautista, J.M., Lorenzo, P.L., Garcia-Garcia, R.M. (2019). Recombinant rabbit beta nerve growth factor production and its biological effects on sperm and ovulation in rabbits. *PloS one*, 14: e0219780. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219780>
103. Santos, J.E.P., Rutigliano, H.M., Sá Filho, M.F. (2009). Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.*, 110: 207-221p. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.01.014>
104. Sawyer, C.H., Markee, J.E. (1959). Estrogen facilitation of release of pituitary ovulating hormone in the rabbit in response to vaginal stimulation. *Endocrinology*, 65: 614-621p. <https://doi.org/10.1210/endo-65-4-614>
105. Schaal, B., Coureaud, G., Langlois, D., Ginies, C., Sémon, E., Perrier, G. (2003). Chemical and behavioural characterization of the rabbit mammary pheromone. *Nature*, 424: 68-72p. <https://doi.org/10.1038/nature01739>

106. Schüddemage, M. (2000). Untersuchungen zum einfluß von naturlicht im vergleich zu zwei verschiedenen kunstlichtregimen auf die reproduktions parameter weiblicher und männlicher kaninchen (*Orytolagus cuniculus*). Doctoral Thesis. University of Gieben. Germany.

107. Silva, M., Nino, A., Guerra, M., Letelier, C., Valderrama, X.P., Adams, G.P., Ratto, M.H. (2011). Is an ovulation-inducing factor (OIF) present in the seminal plasma of rabbits? *Anim. Reprod. Sci.*, 127: 213-221p. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.08.004>

108. Silva, M., Fernández, A., Ulloa-Leal, C., Adams, G.P., Berland, M.A., Ratto, M.H. (2015) LH release and ovulatory response after intramuscular, intravenous, and intrauterine administration of β -nerve growth factor of seminal plasma origin in female llamas. *Theriogenology*, 84: 1096-1102p. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.06.006>

109. Sirotkin, A.V., Chrenek, P., Kolesarová, A., Parillo, F., Zerani, M., Boiti, C. (2014). Novel regulators of rabbit reproductive functions. *Anim. Reprod. Sci.*, 148: 188-196p. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.06.001>

110. Spies, H.G., Pau, K.Y., Yang, S.P. (1997). Coital and estrogen signals: a contrast in the preovulatory neuroendocrine networks of rabbits and rhesus monkeys. *Biol Reprod.*, 56: 310-319p. <https://doi.org/10.1095/biolreprod56.2.310>

111. Szendrő, Zs., Jovánczai, Zs., Theau-Clément, M., Radnai, I., Bíró-Németh, E., Milisits, G. (1999). The effect of doe- litter separation on production performance in rabbit does and their kits. *World Rabbit Sci.*, 7: 165-169p. <https://doi.org/10.4995/wrs.1999.396>

112. Theau-Clément, M. (2000). Advances in biostimulation methods applied to rabbit reproduction. In Proc.: 7th World Rabbit Congress. Valencia. Spain. 61-79 p.

113. Theau-Clément, M. (2008). Facteurs de réussite de l'insemination chez la lapine et méthodes d'induction de l'oestrus. *INRA Prod. Anim.*, 21: 221-230p. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2008.21.3.3394>

114. Theau-Clément, M., Roustan, A. (1992). A study on relationships between receptivity and lactation in the doe, and their influence on reproductive performances. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15: 412-421p.

115. Theau-Clément, M., Poujardieu, B. (1999). Effect of 24h mother- litter separation on rabbit does reproductive performance and young growth. *World Rabbit Sci.*, 7: 177-179p. <https://doi.org/10.4995/wrs.1999.398>

116. Theau-Clément, M., Mercier, P. (2004). Influence of lighting programmes on the productivity of rabbit does of two genetic types. In Proc.: 8th World Rabbit Congress. Puebla. Mexico. 358-363p.

117. Theau-Clément, M., Poujardieu, B., Bellereaud, J. (1990). Influence des traitements lumineux, modes de reproduction et états physiologiques sur la productivité de lapines multipares. In Proc.: 5èmes Journées de la Recherche Cunicole. Paris. France. Tome 1, comm. 7.

118. Theau-Clément, M., Bolet, G., Roustan, A., Mercier, P. (1990). Comparison de different modes d'induction de l'ovulation chez les lapines multipares en relation avec leur stade physiologique et la receptivite au moment de

la mise a la reproduction. In Proc.: 5èmes Journees de la Recherche Cunicole. Paris, France. Tome 1, comm. 6.

119. Theau-Clément, M., Castellini, C., Maertens, L., Boiti, C. (1998). Biostimulations applied to rabbit reproduction: Theory and practice. *World Rabbit Sci.*, 6: 179-184p. <https://doi.org/10.4995/wrs.1998.339>

120. Ubilla, E., Rebollar, P.G. (1995). Influence of the postpartum day on plasma estradiol-17 β levels, sexual behaviour, and conception rate, in artificially inseminated lactating rabbits. *Anim. Reprod. Sci.*, 38: 337-344p. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(94\)01366-T](https://doi.org/10.1016/0378-4320(94)01366-T)

121. Ubilla, E., Rebollar, P.G., Pazo, D., Esquifino, A.I., Alvarino, J.M.R. (2000). Pituitary and ovarian response to transient doe-litter separation in nursing rabbits. *J. Reprod. Fert.*, 118: 361-366p. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.1180361>

122. Uzategui, M.E., Johnston, N.P. (1992). The effect of 10, 12 and 14 hour continuous and intermittent photoperiods on the reproductive performance of female rabbits. *J. Appl. Rabbit. Res.*, 15: 553-559p.

123. Vega, M.D., Prieto, M.C., Gullón, J., Herradón, P.G., Quintela, L.A. (1999). Resultados de inseminación artificial en explotaciones cunícolas de Galicia. In Proc: II Congreso Ibérico de Reproducción Animal. Lugo, Spain. 509-511p.

124. Verità, P., Finzi, A. (1980). Cage changing as a stressor in rabbit. In Proc.: 2nd World Rabbit Congress. Barcelona. Spain. Vol. 1: 417-423p.

125. Vicente, J.S., Lavara, R., Marco-Jiménez, F., Viudes-de- Castro, M.P. (2011). Detrimental Effect on availability of buserelin acetate administered in seminal doses in rabbits. *Theriogenology*, 76: 1120-1125p. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.05.020>

126. Villamayor, P.R., Cifuentes, J.M., Fdz.-de-Troconiz, P., Sanchez-Quinteiro P. (2018). Morphological and immunohistochemical study of the rabbit vomeronasal organ. *J. Anatomy*, 233: 814- 827p. <https://doi.org/10.1111/joa.12884>

127. Villamayor, P.R., Cifuentes, J.M., Quintela, L., Barcia, R., Sanchez-Quinteiro, P. (2020). Structural, morphometric and immunohistochemical study of the rabbit accessory olfactory bulb. *Brain Structure and Function*, 225: 203-226p. <https://doi.org/10.1007/s00429-019-01997-4>

128. Villamayor, P.R., Robledo, D., Fernández, C., Gullón, J., Quintela, L., Sánchez-Quinteiro, P., Martínez, P. (2021). Analysis of the vomeronasal organ transcriptome reveals variable gene expression depending on age and function in rabbits. *Genomics*, 113: 2240-2252p. <https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2021.05.007>

129. Villamayor, P.R., Gullón, J., Yáñez, U., Sánchez, M., Sánchez- Quinteiro, P., Martínez, P., Quintela, L. (2022a). Assessment of Biostimulation Methods Based on Chemical Communication in Female Doe Reproduction. *Animals*, 12: 308p. <https://doi.org/10.3390/ani12030308>

130. Villamayor, P.R., Gullon, J., Quintela, L., Sanchez-Quinteiro, P., Martinez, P., Robledo, D. (2022b). Sex separation unveils the functional plasticity of the vomeronasal organ in rabbits. *Front. Mol. Neurosci.*, 15: 1034254.

131. Virág, Gy. (1999). Doe-litter separation. Effects upon reproductive traits and discriminant functions on fertility. *World Rabbit Sci.*, 7: 155-159p.

132. Viudes-de-Castro, M.P., Lavara, R., Marco-Jiménez, F., Cortell, C., Vicente, J.S. (2007). Ovulation induced by mucosa vaginal absorption of buserelin

and triptorelin in rabbit. *Theriogenology*, 68: 1031-1036p. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.08.004>

133. Viudes-de-Castro, M.P., Casares-Crespo, L., Marco-Jiménez, F., Vicente, J.S. (2017). Physical effect of insemination cannula on ovulation induction in rabbit doe. In *Proc.: XVII Jornadas sobre Producción Animal*. Zaragoza, Spain. 380-382p.

134. Zapletal, D., Pavlik, A. (2008). The effect of lecirelin (GnRH) dosage on the reproductive performance of nulliparous and lactating rabbit does. *Anim. Reprod. Sci.*, 104: 306-315p. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2007.02.008>

135. Zapletal, D., Adamec, V., Klecker, D. (2003). Effect of GnRH hormones application on performance of artificial inseminated rabbits (*Oryctogalus cuniculus*) during year. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun.*, 5: 123-132p.

UDC 636.92.082.453.5

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.116-140>

THIRTY YEARS OF PROGRESS OF ARTIFICIAL INSEMINATION IN RABBIT BREEDING

Umanets D.P., Zlamanyuk L.M., Umanets R.M.

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv
19 Horikhuvatskyi Shlyakh St.*

The use of artificial insemination in industrial rabbit breeding is relatively recent, especially in comparison with cattle breeding or pig breeding, where artificial insemination has been used for over 60 years. The large-scale use of artificial insemination in rabbit breeding began in the late 1980s. However, despite its short history, it continues to develop. Despite numerous modifications, two important directions in the optimization of this method can be distinguished: the introduction of biostimulation and the addition of gonadotropin-releasing hormone (GnRH) analogues to the sperm dose for ovulation induction. In the first case, by means of various biostimulation methods, such as appropriate feeding and slight reddening of the genitals and/or weaning of the rabbits in the days preceding artificial insemination, the use of hormones to synchronize ovulation with the moment of artificial insemination has been practically eliminated. Today, the possibility of using pheromones for the same purpose is being investigated, even to increase the frequency of ovulation or improve sperm production. Although pheromones are on the market for other animal species, in the case of rabbits, knowledge about them is limited. However, given the proven effects that pheromones cause in other animals, expectations are high. In the latter case, after several attempts with other methods, intramuscular injection of GnRH or its synthetic analogues has usually been used to stimulate ovulation. However, in recent years, it has been shown that the possible administration of gonadotropin via the vagina, by adding it to the sperm dose, offers numerous advantages in terms of health, animal welfare and the required workforce. The European Medicines Agency (EMA) has recently approved this practice, so it is likely to become the most widely used method in the near future. But even in this case there is room for improvement, since the required dose of GnRH is higher than with intramuscular administration. Research

on this topic allows us to predict that this problem should be solved in the coming years. Other alternatives, such as the β -Nerve Growth Factor, require further research to become a realistic option.

Keywords: *rabbit, reproduction, biostimulation, artificial insemination.*

УДК 636.92:631.115

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.141-167>**БЛАГОПОЛУЧЧЯ КРОЛІВ В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА**Уманець Р. М., канд. с.-г. наук, доцент, umanets_r@pubip.edu.ua,

Зламанюк Л. М., канд. с.-г. наук, доцент,

Уманець Д. П., канд. с.-г. наук, доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, вул. Горіхуватський шлях, 19*

Згідно з сучасними визначеннями, благополуччя тварин має бути пов'язане з життям, яке, на думку дослідників, варте того, щоб його прожити, завдяки позитивному досвіду, а не просто відсутності негативного. Визначення благополуччя тварин на фермі має вирішальне значення для вдосконалення систем ведення сільського господарства, визначення критичних моментів та порівняння різних систем ведення сільського господарства з огляду на протоколи маркування благополуччя (перелік показників, які свідчать про благополуччя). З цією метою необхідні протоколи для конкретних видів тварин, які повинні використовувати різні типи індикаторів, тобто індикатори, що базуються на: ресурсах, управлінні, і, особливо, на тваринах. Ці індикатори повинні працювати в різних системах ведення сільського господарства та для різних категорій тварин і можуть бути використані для оцінки благополуччя в короткостроковій перспективі або упродовж продуктивного життя тварини. І останнє, але не менш важливе: індикатори мають бути здатні вимірювати афективний стан тварин з точки зору позитивних емоцій. У цьому випадку кролі є досить унікальними, оскільки існує мало інформації про їхні поведінкові потреби в умовах фермерського господарства; ступінь страждань, пов'язаних з поведінковими обмеженнями, які можуть виникнути в умовах фермерського господарства; індикатори, які можна використовувати в дуже різних системах і умовах утримання, в яких можуть вирощуватися кролі; взаємозв'язок між емоціями та афективними станами тварин, а також їхній вплив на життєздатність кролів у різних умовах. У цьому контексті метою даного огляду є узагальнення сучасного стану та протоколів для оцінки благополуччя кролів на фермах на основі найсучасніших знань та підходів вимірювання як негативних, так і позитивних афективних станів кролів. Ідентифікація позитивних показників благополуччя є великим викликом, враховуючи біологічні та поведінкові особливості кролів. Відповідно, всебічна та надійна оцінка благополуччя кролів на фермах не може обійтися без індикаторів, що базуються на структурі та управлінні з використанням мультііндикаторного підходу.

Ключові слова: наслідки для благополуччя, протоколи, індикатори, благополуччя, кролик.

Актуальність. Визначення та поняття благополуччя тварин широко обговорюються, а погляди на них з роками змінюються. Незважаючи на те, що були поставлені нові виклики для покращення благополуччя тварин на фермах [32, 39], існує загальна згода щодо того, що благополуччя – це якість життя, яку сприймає тварина, і яка може варіюватися від життя гідного, що характеризується позитивними емоціями, оптимальним здоров'ям і соціальними відносинами, до життя не гідного, яке сповнене негативних емоцій, хвороб, болю і розладів [25, 27, 22, 39].

Попередні дослідження [46, 47, 39, 37, 38, 39] та наукові висновки Європейської агенції з безпеки харчових продуктів (EFSA) (2005; 2020) значною мірою зосереджувалися на благополуччі та здоров'ї кролів, що вирощуються на фермах, з особливим акцентом на наслідки для благополуччя, тобто на питаннях, пов'язаних з негативним досвідом, EFSA (2020) детально визначила кілька поведінкових обмежень (зниження активності; проблеми зі сном; нездатність виконувати материнські функції, виражати соціальну позитивну поведінку, виконувати гризучі дії; аномальна поведінка; страх) та інші проблеми, включаючи проблеми зі здоров'ям (тривалий голод або спрага; пододерматит; розлади: опорно-рухові, респіраторні, шлунково-кишкові, шкірні, репродуктивні, окролів; мастит, ураження шкіри, тепловий стрес). За відсутності наукової інформації, тяжкість цих наслідків для благополуччя кожної категорії тварин оцінювалася за допомогою методу EKE (Expert Knowledge Elicitation) від 0 (повна відсутність погіршення благополуччя) до 10 (максимально можливі страждання для кролика), з різними критеріями для наслідків, пов'язаних з поведінкою (невиконання основної поведінки, від високої до низької мотивації; патологічні/фізіологічні наслідки та гостра реакція на стрес) та наслідків, пов'язаних зі здоров'ям (невиконання основної поведінки, наприклад, втрата апетиту, біль та дискомфорт).

Проте, якщо ступінь страждань, пов'язаних із проблемами зі здоров'ям, можна оцінити більш об'єктивно, то про ступінь страждань, пов'язаних із поведінковими обмеженнями, які можуть виникнути в умовах фермерського господарства, доступно мало наукової інформації, оскільки поведінкові потреби кролів у цих умовах не були повністю вивчені [14, 39]. Насправді, наукової інформації про потреби та благополуччя кролів на фермах менше, ніж про інших тварин.

У цьому контексті EFSA (2012) запропонувала загальну структуру для оцінки ризиків для благополуччя тварин або оцінки благополуччя тварин на практиці, яка ґрунтується на проєкті «Якість благополуччя» (Welfare Quality project), що включає чотири принципи та дванадцять критеріїв для тварин (Табл. 1), для яких слід визначити видоспецифічні та конкретні показники, що будуть використовуватися на фермах.

Зміни в перспективі оцінки благополуччя тварин можна визначити на основі перегляду моделі «П'яти областей» (Five Domains Model). Ця модель сприяє благополуччю, спочатку вона зосереджувалася лише на негативному впливі на благополуччя тварин: 1) годівля (дефіцит води та їжі; недоїдання); 2) навколишнє середовище (фізичні та атмосферні проблеми); 3) здоров'я (хвороби, травми та функціональні порушення); 4) поведінка (поведінкові

та/або інтерактивні обмеження рухів); 5) психічна сфера (спрага/голод, занепокоєння, страх, біль та виснаження) [26, 39].

Таблиця 1. Принципи та критерії, що використовуються як інструкція для оцінки благополуччя тварин згідно з проектом Welfare Quality® (EFSA, 2012)

Принципи	Критерії
1. Повноцінна годівля	1. Відсутність тривалого голоду (тобто вони повинні мати відповідний і повноцінний раціон)
2. Хороші умови утримання	2. Відсутність тривалої спраги (тобто достатнє і доступне водопостачання)
3. Міцне здоров'я	3. Комфортні умови для відпочинку
4. Належна поведінка	4. Тепловий комфорт (не надто спекотно і не надто холодно)
	5. Легкість пересування (достатньо місця для вільного пересування)
	6. Відсутність травм (наприклад, пошкоджень шкіри та розладів руху)
	7. Відсутність хвороб (тобто високі стандарти гігієни та догляду)
	8. Відсутність болю, спричиненого практикою управління
	9. Вираження соціальної поведінки (нормальної, нешкідливої, наприклад, догляд за собою)
	10. Прояв інших форм поведінки (специфічні для виду)
	11. Хороші стосунки між людиною і твариною
	12. Позитивний емоційний стан (слід уникати страху, знесилення, розладів та апатії)

Перегляд моделі «П'яти областей» виокремив низку факторів, що генерують специфічні негативні або позитивні реакції тварин у кожній з перших трьох сфер (годовля, фізичне середовище та здоров'я), а також переформатував четверту сферу (поведінкові взаємодії), розділивши її відповідно до характеру взаємодії тварин з навколишнім середовищем, іншими нелюдиноподібними тваринами та людьми, включаючи розмежування негативних і позитивних впливів на благополуччя [28, 39].

Незалежно від підходу до оцінки благополуччя тварин, необхідні протоколи для конкретних видів тварин, які повинні використовувати різні типи показників, що базуються на ресурсах, управлінні та, особливо, тваринорієнтовані заходи (ABMs – animal-based measures). Фактично, ці показники є вимірами фізіологічних, поведінкових реакцій тварини або впливу на неї зовнішнього середовища, які можуть бути використані для оцінки її благополуччя [13, 39].

В Європі для кролів існує лише три структуровані приклади протоколів, що включають різні типи показників і призначені для систематичного використання на фермах. Однак, жоден з цих протоколів ще не був повністю валідований, враховуючи дуже різні умови утримання, в яких можуть вирощуватися кролі. Ці протоколи були запропоновані і застосовуються в господарствах різних форм власності або можуть використовуватися в рамках офіційного ветеринарного контролю.

В Іспанії для розробки зовнішньої сертифікації благополуччя (Certificado Welfair), протоколи, розроблені Інститутом агропродовольчих досліджень і технологій (IRTA, Іспанія) у співпраці з Баскським інститутом сільськогосподарських досліджень і розвитку (NEIKER), базуються на Welfare Quality [2, 39] та AWIN. Також, є окремі протоколи призначені для репродуктивних маток з приплодом і самців [9, 39] та для кроленят на відгодівлі (Botelho та ін., 2020). Протоколи визначають методи та час відбору проб (перший тиждень після окролів, при штучному осіменінні та після відлучення для племінного молодняка), а також системи оцінювання для кожного показника. Потім бали за кожен показник аналізують і використовуються для розрахунку загального показника, за допомогою якого визначаються порогові критерії для оцінки благополуччя.

У Франції сільськогосподарська галузь запропонувала протокол EBENE [20, 39] для оцінки благополуччя при відтворенні свиноматок та вирощуванні кролів на основі принципів та критеріїв Welfare Quality. Також доступний додаток (EBENE) для використання фермерами, технічними спеціалістами та ветеринарами. Результат кожного показника і загальний результат графічно представлені і порівнюються з регіональними результатами. Практичність і зручність у використанні протоколу були підтверджені на практиці, але є потреба в його вдосконаленні [39, 51].

В Італії Міністерство охорони здоров'я та Національний довідковий центр благополуччя тварин (CReNBa) розробили контрольний список як частину системи Classyfarm, доступної уповноваженим для оцінки благополуччя кролів на фермах ветеринарам в рамках офіційного контролю, пов'язаного з додатком до Законодавчого декрету 146/2001 (Імплементация Директиви 98/58/ЄС про захист тварин, що утримуються в сільськогосподарських цілях) та в «Керівництві з розведення кролів» (Circular of the Ministry of Health від 01.09.2021 р.) [30, 39]. Контрольний список ґрунтується на заходах і даних, що стосуються небезпек, пов'язаних з умовами навколишнього середовища (управління, приміщення, обладнання та мікрокліматичні умови) і отриманих в результаті виявлення найбільш важливих ABMs. Кінцевим результатом оцінки Classyfarm є класифікація господарств за загальним показником благополуччя, який виражає рівень ризику господарства, а також виявлення невідповідностей законодавству.

Оскільки ці дані ще не були доступні, а достовірної інформації було недостатньо, у Scientific Opinion EFSA, опублікованому в 2020 році, оцінювався стан кролів, які утримуються в різних системах утримання (традиційних та альтернативних), шляхом проведення консультацій з експертами в цій галузі. Зокрема, EFSA використовувала індекс, розроблений

шляхом врахування впливу різних систем утримання на поведінку та стан здоров'я основних категорій кролів, отриманий в результаті консультацій з експертами.

Загалом, виходячи з вищезгаданого, інформації про благополуччя кролів та їхні потреби в умовах фермерських господарств є недостатньою. Індикатори не були валідовані для всіх умов утримання, і використання в ABMs знаходяться під загрозою; мало протоколів застосовуються на практиці, а довідкові дані про благополуччя кролів на фермах в Європі, окрім результатів ЕКЕ від EFSA, є обмеженими. У цьому контексті метою даного огляду є узагальнення сучасного стану та протоколів для оцінки благополуччя кролів на фермах на основі найсучасніших знань та підходів, з врахуванням як негативних, так і позитивних афективних станів кролів.

ПОВЕДІНКА ТА ПОТРЕБИ КРОЛІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЛАГОПОЛУЧЧЯ

Як і у випадку з іншими видами тварин, вивчення поведінки має вирішальне значення для розуміння потреб кролів та оцінки їхнього благополуччя за різних умов утримання в тому числі з врахуванням принципів, визначених EFSA (2012). У випадку з кролями необхідно враховувати їхню поведінку в дикій природі та/або в природних і напівприродних умовах. Одомашнення кроля відбулося відносно недавно і не призвело до суттєвих змін у його поведінці, за винятком деяких нюансів, таких як більша денна активність домашнього кроля порівняно з диким [40, 14, 35, 22, 39]. Відповідно, поведінкові потреби кролів, які вирощуються на фермах, представлені тут з посиланням на існуючі знання про дикі та напівдикі умови, із зазначенням, якщо відомо, мотивації для різних форм поведінки з посиланням як на принципи, визначені EFSA (2012), так і на «П'ять областей» [28, 39].

Повноцінна годівля. Кролі – травоядні тварини, для них характерний особливий фізіологічний механізм травлення – цекотрофія, а раціони, що згодовуються в промислових умовах, крім поживних речовин, повинні забезпечувати відповідну кількість та якість клітковини згідно їх фізіологічного стану та кормових потреб. У дикій природі кролі проводять від 30 до 70% свого активного часу поза норою, доглядаючи за собою, шукаючи і споживаючи корм, що залежить від віку, сезону і доступності кормів. Така поведінка спостерігається переважно пізно ввечері та вночі, тоді як вдень кролі, як правило, залишаються в норах. Однак ця поведінкова модель може змінюватися залежно від присутності хижаків у їхньому середовищі [11, 39].

Зазвичай в умовах фермерських господарств кролів годують збалансованими раціонами в необмеженій кількості. Іноді для зменшення проблем з травленням у кролів, що ростуть, та/або для контролю споживання корму молодими та репродуктивними кролицями можуть впроваджуватися спеціальні програми годівлі.

Належне утримання та взаємодія з навколишнім середовищем. У дикій природі соціальна поведінка, розмноження та виживання кролів ґрунтуються на їхній здатності створювати підземні нори для свого житла. Ці підземні приміщення необхідні кролям, щоб рятуватися від хижаків самим та своїх

новонароджених кроленят, які народжуються сліпими, глухими і безволосими [11, 39], крім того, нори захищають кролів від несприятливих погодних умов. В умовах фермерських господарств нори/лігва можуть відігравати певну роль у системах утримання на відкритому повітрі, тоді як у промислових умовах використовують різні типи кліток/загонів.

У дикій природі, коли кролі задовольняють свої харчові потреби, вони проводять більшу частину часу, відпочиваючи в групах, близько один до одного, демонструючи складну соціальну активність. В умовах фермерського господарства це означає, що необхідно забезпечити відповідні поверхні/підлоги для відпочинку, а також чистий простір достатнього розміру. Насправді, кролі краще доглядають за собою, коли їх утримують на брудному ґрунті/підстилці [6, 39]. Крім того, зі збільшенням віку кролі, скорочують час відпочинку з витягнутим тілом на користь відпочинку зігнувшись [44, 1, 39], причому мотивація такої поведінки ще не повністю з'ясована.

Що стосується рухової активності, то кролі зазвичай пересуваються по землі невеликими стрибками; вони можуть використовувати довші стрибки для подолання перешкод і досягнення підвищених позицій. Їхні вимоги до часу, який вони витрачають на цю діяльність, ще не визначені, тоді як час, витрачений на пересування, завжди був дуже обмеженим в умовах фермерських господарств, коли забезпечується вільний і легкий доступ до корму і води. Відповідно, вимоги до простору для пересування кроликів в умовах фермерського господарства ще не встановлені. Тим не менш, обмеженням для пересування вважається нездатність виконати три послідовних кроки в лінійному напрямку [14, 39].

Що стосується взаємозв'язку між навколишнім середовищем/житлом та видовою поведінкою, то дослідницька діяльність кролів включає риття в диких умовах та обнюхування навколишнього середовища, що часто асоціюється з гризінням. Ця остання поведінка є високомотивованою і повинна задовольнятися в умовах фермерського господарства шляхом надання відповідних матеріалів.

Інша поведінка, яка може спричинити за собою зміни/адаптацію в системах утримання і може бути врахована в альтернативних системах з доступом назовні, включає поведінку, спрямовану проти хижаків, тобто насторожену позу на задніх лапах і з нашірошеними вухами, швидку втечу до схованки і нерухомість, яку кролик використовує, щоб збити з пантелику хижаків і втекти від них. Крім того, кроля часто можна побачити, як він охороняє вхід до спільної нори і сповіщає групу про наявність небезпеки, постукуючи лапою по землі. Нарешті, в природних умовах кролики віддають перевагу місцевості, в якій вони можуть легко рити, і середовищу з багатою рослинністю, особливо кущам, які можна використовувати для харчування, але також і для того, щоб сховатися від хижаків. Ці питання можна розглядати як вимоги при проектуванні альтернативних фермерських систем з вигулом на відкритому повітрі.

Поведінка і взаємодія з іншими тваринами. Відомо, що кролі – соціальні тварини. Мінімальний розмір групи – один дорослий самець, одна самка та її приплід, але соціальна одиниця може включати від одного до чотирьох самців

і від однієї до дев'яти самок. Розмір групи змінюється залежно від наявності кормових ресурсів і навколишнього середовища [38, 35, 39]. У групі відбуваються поодинокі бійки, оскільки ієрархія визначається на ранній стадії. Самці зазвичай толерантні до самок і молодих кроленят; самки іноді демонструють конкуренцію за вибір місця для гнізда, де вони народжують і доглядають за приплодом. Ієрархії розділені за статтю [39, 51] і це регулює соціальні відносини, доступ до кормів і, отже, тривалість життя тварин [18, 39]. Щоб встановити цю ієрархію, в природних умовах кролі б'ються між собою, але зазвичай не завдаючи один одному серйозних травм. На промислових господарствах умови не завжди дозволяють фізичний контакт між дорослими кролями (наприклад, репродуктивні кролиці, що утримуються в індивідуальних клітках), а коли вони утримуються в групах (наприклад, кролі на вирощуванні та відгодівлі або репродуктивні кролиці в групових системах), умови, за яких формується група, а також соціальна поведінка/діяльність можуть суттєво відрізнитися від того, що відбувається в диких умовах. Позитивна соціальна взаємодія у дорослих тварин зберігається протягом довгого часу між домінуючими самцями і самками їхніх груп, що, ймовірно, допомагає встановлювати і підтримувати соціальні зв'язки [39, 50].

Що стосується статеві поведінки, то дикі кролі спаровуються майже виключно в перші години після окролів, а репродуктивна активність регулюється збільшенням тривалості світлового дня навесні. У промислових господарствах кролиць осіменяють через 12-18 днів і раніше після окролів. Щоб уникнути надмірної експлуатації самки та високого відходу кролиць в наслідок швидкого репродуктивного ритму і раннього спаровування, осіменіння проводять після відлучення молодняку. Репродуктивні показники залишаються високими протягом усього року за тривалості світлового дня 14-16 годин. У промислових господарствах використання штучного осіменіння запобігає вираженню статевої поведінки перед спарованням, характерної для диких кролів і все ще присутньої у домашніх кролів. Проте, вплив цього обмеження на афективний стан кролів невідомий.

Розмноження має специфічні фізіологічні особливості материнської поведінки. Ця поведінка складається з: будівництва гнізда до окролу; одноразової швидкої щоденної годівлі; і відгодівлі молодняку. Поведінка матері контролюється гормональними факторами, які регулюють будівництво гнізда, і негормональними факторами, такими як соціальна позиція кролиці. Обидва ці фактори впливають на догляд за приплодом і продукування молока [18, 39]. У природних умовах за 3-4 дні до окролу самка залишає загальну нору, щоб підготувати гніздо в іншому місці, зарившись у землю, вистеливши дно рослинним матеріалом, а перед окролом вискубавши пух з черева і боків. Після окролу та після того, як завершиться годівля першого кроленяти, самка закриває гніздо і залишає його, повертаючись до своїх нащадків лише раз на день, зазвичай після заходу сонця і на кілька хвилин (2-5), необхідних їй для лактації. За цей короткий час, завдяки високому вмісту білка та енергії в молоці кролематки, кроленята отримують необхідну кількість поживних речовин та енергії для свого швидкого росту. Самка остаточно відкриває гніздо, коли кроленята досягають віку 18-20 днів; у цьому віці вони вже

починають споживати тверді фекальні гранули, залишені матір'ю в гнізді, що сприяє початку мікробної колонізації сліпої кишки. Якщо самка була спарована одразу після окролу, як це зазвичай відбувається в дикій природі, то через 20 днів після окролу продукування молока різко зменшується, і приблизно на 24-25 день кролиця залишає гніздо, щоб підготуватися до наступного окролу. Якщо самка не сукрільна, відлучення приплоду може відбутися дещо пізніше.

Що стосується інших видових особливостей поведінки, то кролі виконують різні дії, спрямовані на комфорт, включаючи ті, що стосуються їхнього власного тіла (самообслуговування), і ті, що спрямовані на інших особин, які можуть бути задоволені тільки тоді, коли вони вирощуються в групі.

Нарешті, ігрова поведінка часто спостерігається у кроленят при відлученні та у молодих кроленят віком до 2 місяців. Ця поведінка включає активні рухи, такі як стрибки, спільне нишпорення в колах і півколах, і більш пасивні, такі як ніжні притискання і вилизування один одного під час відпочинку пліч-о-пліч [24, 39].

Ментальний стан і поведінкова взаємодія з людиною. Кролики як тварина-жертва змінюють свою поведінку та активність залежно від присутності хижаків [11, 39]. Це означає, що відносини між кроликами та людьми значною мірою залежать від того, як ними керують в умовах фермерського господарства. Очевидно, що присутність і контакт з тваринами відіграють певну роль, оскільки поодинокі тварини, схоже, більше бояться досліджувати навколишню територію в пошуках корму, тоді як за групового утримання кролі, як правило, віддаляються від чагарників [39, 49]. Також, кролі, які позитивно взаємодіють зі своїми особинами в дитинстві, менш схильні до стресу і більш активні в присутності стимулів небезпеки, таких як запахи хижаків, демонструючи вищу активність з виявлення небезпеки [36, 39]. Позитивний вплив присутності родичів на зниження рівня страху також було доведено в тестах з реактивності у сільськогосподарських кролів, які утримуються в індивідуальних, парних і групових клітках [39, 42].

ОЦІНКА БЛАГОПОЛУЧЧЯ НА ФЕРМІ

Оцінка благополуччя тварин на основі вищезазначених принципів/критеріїв або сфери передбачає використання індикаторів, які можуть базуватися на тваринах (ABMs), ресурсах або управлінні і повинні бути валідними (для збору інформації про благополуччя тварин), можливими для здійснення (з точки зору пристосованості до різних систем утримання та типів середовища) та надійними (для отримання однакових результатів, коли один і той самий спостерігач повторює оцінку, або коли є згода між двома або більше спостерігачами після проходження відповідного навчання). Виходячи з останніх результатів, для оцінки благополуччя на фермах слід віддавати перевагу критеріям ABMs [13, 39]. У кролівництві існує велика варіабельність і брак стандартизації та інформації щодо показників, які можна використовувати за різних умов утримання, крім шкали вимірювання, використання або невикористання порогових значень, способу узагальнення результатів для оцінки ситуації з благополуччя на фермі та/або для порівняння

між різними ситуаціями. Насправді, хоча ABMs були валідовані для інших видів тварин, у випадку з кролями, що вирощуються на фермах, наукової літератури та дослідних даних недостатньо [14, 39]. У EFSA Scientific Opinion (2020) запропоновано можливі ABMs для кролів, які можуть бути включені до протоколу, розробленого на основі схем і критеріїв Welfare Quality Project [10, 39] (Табл. 2), який, однак, ще не був валідований та/або застосований на практиці.

Таблиця 2. Твариноорієнтовані заходи (ABMs), запропоновані de Jong та ін. (2011) (EFSA, 2020)

Чинники	ABMs для розмноження та вирощування кролів
Повноцінна годівля Відсутність тривалого голоду Відсутність тривалої спраги	Оцінка стану тіла Ресурсоорієнтовані заходи
Хороше житло Комфорт під час відпочинку Температурний комфорт Легкість пересування	Можливість повністю витягнутись, лежачи в загоні або на підвищеній платформі чи укритті. Можливість одночасного відпочинку за групового утримання Частота дихання Почервоніння вух Стрибки (кількість послідовних стрибків), підстрибування, повороти, біг. Кількість кульгавих кролів
Міцне здоров'я Відсутність травм Відсутність захворювань Відсутність болю, викликаного зоотехнічними заходами	Шкірні ушкодження/рани Пододерматит (тільки для репродуктивних кролиць) Пошкодження пальців ніг і вух (тільки для кролів на відгодівлі) Трихофагія (тільки для кролів на відгодівлі) Відсоток смертності та вибракування Клінічна оцінка кролів, що складається з перелічених симптомів Технічна робота Які використовуються методи ідентифікації. Наявність розростання тканин при використанні вушних міток.
Відповідна поведінка Вираженість соціальної поведінки Вираженість інших форм поведінки Хороші стосунки між людиною та твариною Позитивний емоційний стан	Оцінка травм і ран Оцінка соціальної поведінки Неприродна поведінка Стан хутра Смертність Тест на присутність людини Страх перед новими об'єктами Опис поведінки групи Стрибкоподібна поведінка у молодих кролів

Нещодавно на основі даних літератури, опублікованих за останні 10 років (2013-2023 рр.), було визначено різні показники, що використовуються за різних умов в протоколах оцінки благополуччя кролів в промислових господарствах [32, 39] на основі принципів, визначених проектом Welfare Quality та EFSA для оцінки благополуччя тварин (хороша поведінка, хороше житло, хороше здоров'я, хороша годівля), доповнений критерієм Ментального стану, відповідно до моделі «П'яти областей». До них увійшли як ресурсорієнтовані, так і тваринорієнтовані показники зазначені в Табл. 3.

Таблиця 3. Показники, що використовуються в протоколах для оцінки благополуччя кролів, які вирощуються на фермах (Paulovic et al., 2024)

Категорія	Показник ¹	Опис	Наслідки для благополуччя ¹
Поведінка	Аномальна поведінка	Стереотипна та аномальна поведінка	Нездатність до пошуково-розвідувальної або кормової поведінки
	Соціальна поведінка	Агоністична поведінка (групова, а також індивідуальна поведінка, наприклад, частота переміщень), негативна, позитивна соціальна поведінка	Груповий стрес
	Ізольовані тварини	Наявність ізольованих кролів у приміщенні	Ізоляційний стрес
Навколишнє середовище	Конструкція клітки/загону	Розмір, наявність устаткування (наприклад, підвищена платформа, підставка для ніг) і пов'язана з цим поведінка (наприклад, стояння вертикально, лежання повністю витягнувшись)	Обмеження рухів
	Термічний стрес	Задишка, тремтіння та кліматичні умови (наприклад, температура)	Тепловий/холодовий стрес
	Чистота	Чисте або брудне тіло (частини), в тому числі мокре тіло (частини)	Проблеми зі сном та відпочинком
Здоров'я	Пошкодження шкіри, рани та дерматити	На всіх частинах тіла, включаючи дерматити, абсцеси, дерматомікози, але не на голішках/стопах	Пошкодження м'яких тканин та шкірних покривів
	Виділення з очей та носа	Виділення з очей та носа	Проблеми з диханням
	Пододерматит	Усі ступені пододерматиту, а також мокрі та брудні ноги, включаючи п'яту та середню частину стопи	Ураження м'яких тканин та пошкодження шкіряного покриву
	Смертність	Загальна смертність, включаючи вибракування, смертність за категоріями (самці, самки)	

Ментальний стан	Взаємовідносини між тваринами та людиною	Включає тести (відстань уникнення, тест на дотик), такі показники, як % або кількість тварин, до яких можна підійти, а також аспекти поведінки з тваринами з боку доглядачів	Подолання стресу
Годівля	Забезпечення водою	Кількість поїлок, чистота, інтенсивність потоку води тощо.	Тривала спрага
	Стан тіла	Включає оцінку стану тіла, категорію вгодованості тварин	Тривалий голод
	Забезпечення кормом	Розмір годівниці, чистота, тип корму тощо	Тривалий голод

¹Згідно з визначеннями в EFSA (2022).

З іншого боку, Європейський довідковий центр з благополуччя тварин для птиці та інших дрібних сільськогосподарських тварин [16, 39] переглянув показники, що використовуються в різних протоколах. На основі наявної інформації та ЕКЕ процесу, EURCAW-Poultry SFA оцінив і виставив бали валідності, практичності та точності різних індикаторів від 1 (низька валідність/точність на основі літератури або думки експертів; низька практичність, висока вартість/тривалий час виконання/високий рівень обробки тварин) до 3 (висока валідність/точність на основі літератури або думки експертів; висока практичність, необхідне обладнання з низькою вартістю). Нижче наведено результати оцінки EURCAW-Poultry SFA (2023) з посиланням на ABMs для різних сфер.

Здоров'я. До ABMs, пов'язаних зі здоров'ям, належать ті, що мають найвищу достовірність, практичність та обґрунтованість для всіх категорій тварин та різних протоколів (Табл. 4). Зміни або пошкодження шкіри здебільшого оцінюють шляхом візуального огляду, враховуючи місце, площу і тяжкість уражень за допомогою різних методів оцінювання. Останні можуть бути більш-менш простими, засновані на необхідності полегшення перевірок і підвищення можливості проведення вимірювань в промислових і польових умовах. Мікоз оцінюється як наявність/відсутність, тоді як ізоляція і лабораторні дослідження зразків волосся мають меншу доцільність, незважаючи на високу валідність і точність. Дерматофітію необхідно діагностувати окремо від уражень кліщами, які також оцінюються як наявність/відсутність.

Як пододерматит, так і мастит оцінюються як наявність/відсутність та/або за різними балами, які враховують тяжкість та ступінь ураження репродуктивних тварин і, за можливості, враховують паритетний порядок та/або пропонують аналіз за загальними показниками, що відносяться до всієї групи в господарстві.

Наявність кривоший, часто пов'язаної з інфекцією середнього вуха *Pasteurella multocida* та інфекцією *Encephalitozoon cuniculi*, визначається як аномальне положення голови та проблеми з утриманням рівноваги. Її можна оцінити як у репродуктивних самок, так і у кролів на відгодівлі, враховуючи: відсутність кривоший; помірну проблему, коли тварина має викривлену шию,

але може їсти і пити без труднощів; і важку проблему, коли викривлена шия ускладнює доступ тварини до їжі і води.

Таблиця 4. Індикатори для оцінки позитивного стану здоров'я в умовах фермерського господарства (EURCAW-Poultry SFA, 2023)

Категорія тварин	Наслідки для благополуччя	ABMs	Валідність	Практичність	Точність
Всі	Пошкодження шкіри та рани	Кількість тварин з ранами на тілі та оцінка за ступенем тяжкості (наприклад, за розміром)	середня	висока	висока
Молодняк кролів	Ураження шкіри та рани	Кількість тварин з ураженнями шкіри (абсцеси, виразки тощо) та ранами і оцінка за ступенем тяжкості Кількість тварин з ранами та оцінка за ступенем тяжкості Наявність уражень шкіри (абсцеси) та ран (без оцінки) на очах, вухах, тулубі (крім черевної частини)	середня	середня	середня
Всі	Ураження шкіри та рани	Веслохві тварини	висока	висока	середня
Всі	Проблеми зі шкірою	Тварини з безволосими ділянками	висока	висока	висока
Всі	Проблеми зі шкірою	Тварини з коростою	висока	висока	висока
Всі	Проблеми зі шкірою	Тварини з дерматофітозами	висока	висока	висока
Всі	Проблеми зі шкірою	Відбір зразків волосся для виявлення дерматофітів	висока	низька	висока
Племінні кролі	Пододерматит	Кількість тварин з пододерматитом та оцінка ступеня тяжкості Кількість тварин з гіперкератозом або виразками (наявність/відсутність)	висока	середня	висока
Племінні кролі	Мастит	Кількість тварин з маститом та оцінка за ступенем тяжкості (легкий/тяжкий) (потребує пальпації)	висока	висока	висока
Всі	Смертність	Відсоток смертності на фермі (період варіюється відповідно до протоколу)	висока	висока	висока
Всі	Відсоток вибракування	Відсоток вибракування на фермі (період варіюється відповідно до протоколу)	висока	висока	висока

Vci	Респіраторні розлади	Тварини з виділеннями з носа (візуально)	середня	висока	середня
Vci	Респіраторні розлади	Мазки з носа для виявлення патогенних респіраторних бактерій та кількісного визначення	висока	низька	висока
Vci	Респіраторні розлади	Тварини з виділеннями з очей (візуально)	середня	висока	висока
Vci	Респіраторні розлади	Тварини з кашлем та чханням (мінімальний час спостереження: 2 хв)	середня	висока	висока
Племінні кролі	Шлунково-кишкові розлади	Кількість тварин з твердим черевом (ентеропатія)	низька	середня	середня
Vci	Шлунково-кишкові розлади	Кількість тварин з рідкими фекаліями навколо перианальної ділянки (діарея)	низька	середня	висока
Vci	Шлунково-кишкові розлади	Ректальні мазки для виявлення патогенних кишкових бактерій та їх кількісного визначення	висока	низька	висока
Vci	Розлади опорно-рухового апарату	Кількість тварин з кривошиєю (оцінка: помірна/тяжка)	висока	висока	висока
Vci	Розлади опорно-рухового апарату	Кульгавість (оцінка ходи)	висока	середня	висока

Респіраторні розлади оцінюються як наявність/відсутність у тварин виділень з носа та/або очей, тоді як наявність кашлю та/або чхання не є найкращим показником цих розладів з точки зору точності/повторюваності. Шлунково-кишкові розлади можуть бути оцінені як наявність у тварин рідких фекалій навколо анального отвору та/або наявність патогенних бактерій, виділених з ректальних мазків не швидкими методами.

Показники смертності та/або вибракування, зрештою, є загальними показниками здоров'я тварин, що свідчать про проблеми зі здоров'ям, не належний догляд за тваринами та загальний низький рівень благополуччя.

Показники можуть стосуватися різних виробничих категорій і враховувати вік тварин (до відлучення; після відлучення), якщо вони включають кілька циклів та/або посиляються на середні, медіанні та/або мінімальні значення.

Повноцінна годівля. Індикатори, визначені для тривалого голодування, характеризуються середньо-високим рівнем валідності, практичності та точності (Табл. 5), де показник стану тіла (ПСТ) є мірою не повноцінної годівлі (незбалансований раціон, недостатня кількість корму) та наявності захворювань.

Таблиця 5. Індикатори для оцінки повноцінності годівлі в умовах фермерського господарства (EURCAW-Poultry SFA, 2023)

Категорія тварин	Наслідки для благополуччя	ABMs	Валідність	Практичність	Точність
Дорослі кролі	Тривалий голод	Оцінка ПСТ методом пальпації	висока	середня	середня
Дорослі кролі	Тривалий голод	Візуальна оцінка ПСТ	середня	середня	середня
Молодняк кролів	Тривалий голод	Кількість дрібних кроликів: вдвічі менших за інших або дуже худих тварин	висока	висока	висока

Погіршення стану здоров'я пов'язане з виникненням таких захворювань, як мастит, пододерматит і риніт. ПСТ можна оцінити за допомогою візуального огляду або пальпації, де візуальна оцінка може знизити достовірність і надійність індикатора, але дозволяє підвищити практичність з точки зору часу і зменшити стрес від роботи з тваринами. Нещодавно було запропоновано ще один індикатор – симетрія тіла [5, 39], щодо якого інформація про валідність, практичність та точність поки що відсутня.

Належні умови життя та взаємодія з навколишнім середовищем. Наслідки для благополуччя, які здебільшого передбачалося вимірювати за допомогою конкретних ABMs, в літературі спочатку стосуються поведінкових обмежень (відпочинок, рух), а потім фізіологічних змін тварини через неналежні умови навколишнього середовища.

Загалом, відповідні показники зазвичай мають низький або середній ступінь достовірності, за винятком чистоти тварин, яка визнана дуже достовірною. Цей показник пов'язаний з можливими труднощами під час відпочинку (пов'язаними з фізичним дискомфортом, холодним стресом, травмами, болям) і опосередковано вимірює гігієнічний стан житла або кліток, окрім придатності приміщень (тип підлогового покриття) та/або управління (щільність тварин, частота прибирань). Що стосується доцільності та надійності ABMs, призначених для вимірювання дефектів у проектуванні та управлінні навколишнім середовищем, то жоден із запропонованих заходів не можна вважати надійним (Табл. 6).

Таблиця 6. Індикатори для оцінки належного утримання в умовах фермерського господарства (EURCAW-Poultry SFA, 2023)

Категорія тварин	Наслідки для благополуччя	ABMs	Валідність	Практичність	Точність
Молодняк кролів	Проблема відпочинку	Тварини лежать повністю витягнувшись	середня	низька	низька
Всі	Проблема відпочинку	Кількість брудних і мокрих тварин (оцінка)	висока	середня	середня
Молодняк кролів	Проблема відпочинку	Кількість тварин, що відпочивають у групі	Відсутня інформація		
Дорослі кролі	Обмеження руху	Кількість тварин, які виконують щонайменше 2 стрибки в одному напрямку або на/з платформи. Кількість тварин, які стрибають і вільно пересуваються (%)	низька	середня	низька
Молодняк кролів	Обмеження руху	Кількість тварин, які виконують 1 стрибок або 2 стрибки в різних напрямках (мінімальний час спостереження: 2 хв)	низька	низька	низька
Всі	Обмеження руху	Тварини у вертикальному положенні	Не оцінюється EURCAW		
Дорослі кролі	Термічний стрес	Тварини, що задихаються	низька	середня	низька
Всі	Термічний стрес	Лежачі повністю витягнуті тварини з прискореним диханням та почервонілими вухами	середня	низька	середня
Дорослі кролі	Термічний стрес	Тварини, що тремтять (холодовий стрес)	низька	середня	низька

Взаємодія з іншими тваринами та людьми і ментальне здоров'я. Оцінка агресії серед кролів щодо ушкоджень шкіри різних категорій може бути пов'язана з ушкодженнями, коли агресія відбувається неодноразово і тварини не мають змоги відступати чи ховатися. Що стосується ABMs, які відносяться до Критеріїв хорошої поведінки, то в більшості випадків вони були запропоновані для виявлення аномальної поведінки, яка може бути пов'язана зі станом стресу і фрустрації, іноді через брак ресурсів, необхідних для прояву специфічної для виду поведінки та/або страху (Табл. 7).

Таблиця 7. Індикатори для оцінки взаємодії з іншими тваринами і людьми та ментального стану в умовах ферми (EURCAW-Poultry SFA, 2023)

Категорія тварин	Наслідки для благополуччя	ABMs	Валідність	Практичність	Точність
Дорослі кролі	Пошкодження шкіри та рани	Кількість тварин, які кусають інших дорослих особин або кроленят (мінімальний час спостереження: 2 хв)	середня	низька	середня
Молодняк кролів	Пошкодження шкіри та рани	Кількість тварин, які кусають або б'ються з іншими тваринами (мінімальний час спостереження: 2 хв)	низька	середня	середня
Дорослі кролі	Порушення соціальної взаємодії	Кількість випадків спільного вискубування (мінімальний час спостереження: 2 хв)	низька	середня	середня
Молодняк кролів	Порушення соціальної взаємодії	Кількість випадків спільного вискубування (мінімальний час спостереження: 2 хв)	середня	низька	середня
Всі	Нездатність до гризіння Неадекватна поведінка	Кількість тварин, які кусають або риють клітку більше 3 сек. Тварини демонструють хитання головою, розгойдування, гризіння клітки, порожнє риття, нав'язливе прибирання (мінімальний час спостереження: 2 хв)	середня	низька	середня
Дорослі кролі	Неадекватна поведінка	Кількість нервових і неспокійних тварин (мінімальний час спостереження: 2 хв.)	низька	середня	середня
Молодняк кролів	Неадекватна поведінка	Кількість нервових і неспокійних тварин (мінімальний час спостереження: 2 хв)	низька	низька	середня

Дорослі кролі	Неадекватна поведінка	Кількість тварин, що здійснюють самовискубування (мінімальний час спостереження: 2 хв)	Відсутня інформація	середня	середня
Молодняк кролів	Неадекватна поведінка	Кількість тварин, що здійснюють самовискубування (мінімальний час спостереження: 2 хв)	Відсутня інформація	низька	середня
Дорослі кролі	Страх	Добрі стосунки між людиною і твариною: тест на наближення людини з палицею довжиною 10 см (протягом 30 сек)	низька	середня	висока
Всі	Біль	Голосно верещать і скреготуть зубами	Відсутня інформація		
Всі	Біль	Оцінка виразу мордочки (шкала гримаси кролика)	висока	Відсутня інформація	

Загалом, валідність, практичність і точність цих ABMs зазвичай низькі або не піддаються вимірюванню, оскільки вони ніколи не були протестовані в практичних умовах (Табл. 7). Низька валідність цих ABMs для вимірювання стресу/фрустрації підтверджує, що інформація про афективний стан (негативний чи позитивний) кролів є досить обмеженою.

ПОЗИТИВНЕ БЛАГОПОЛУЧЧЯ

Як описано вище, схеми оцінки благополуччя, що застосовувалися до цього часу для кролів, завжди посилалися на критерії та показники, які могли б виміряти відсутність негативного досвіду в контексті різних принципів або сфер. Проте, як уже зазначалося раніше, підхід до благополуччя тварин змінюється: надання тваринам можливостей для отримання корисного досвіду і ситуацій, в яких вони відчувають себе задоволеними, визнається ключовим фактором для їхнього благополуччя, окрім полегшення будь-яких страждань. Позитивні почуття можуть переважати негативні для досягнення загального благополуччя, навіть якщо те, як цього можна досягти, все ще залишається предметом дискусій [34, 39]. Важливо, що здатність тварин справлятися з різними стимулами і середовищами для досягнення позитивних емоційних станів і бути стійкими в різних умовах утримання може значною мірою сприяти їх благополуччю [34, 39]. Тим не менш, кілька факторів (наприклад, генетика, досвід, отриманий до народження і в ранньому віці, тощо) пояснюють індивідуальні відмінності серед тварин [22, 39]. Іншими словами, попередній (позитивний чи негативний) досвід тварин може впливати на їхні когнітивні здібності і, зрештою, на здатність справлятися з навколишнім середовищем. Безумовно, це більш комплексний підхід до благополуччя тварин, який враховує як фізичні, так і емоційні аспекти [46, 32, 39].

Хоча поведінкові потреби кролів досить добре відомі, афективні стани вивчені недостатньо. Іншими словами, ми не знаємо чітко і в повній мірі, які ситуації є корисними і позитивно стимулюють афективний стан кролів. Ми ще не визначили індикатори позитивного афективного стану, які могли б допомогти нам оцінити благополуччя кролів та/або порівняти різні практики і системи ведення фермерського господарства. Інформація про те, як позитивний або негативний досвід може вплинути на когнітивні здібності кролів, і як це може вплинути на благополуччя ферми, поки що відсутня. З іншого боку, деяка інформація доступна на лабораторних кролях [21, 5, 39].

Порівняно з іншими тваринами, кролі є більш чутливими, і з ними складно мати справу на цю тему. Як тварини-жертви, вони постійно пильні і подумки зайняті потенційною загрозою з боку хижаків, і можуть демонструвати цілу низку емоційних станів за відносно короткий період. Загалом дослідження поведінки тварин вважається більш функціональним для оцінки афективного стану, ніж вимірювання фізіологічних та нейроендокринних змінних [21, 46, 39]. З іншого боку, навіть поведінка, для якої широко визнаний зв'язок з позитивною емоційною ситуацією (наприклад, гра), на практиці може давати різну інформацію, пов'язану як з позитивним, так і з негативним благополуччям, залежно від ситуації (наприклад, різний вік тварин, тривалість і час прояву, контекст) [21, 39].

Таким чином, деякі типи поведінки були визначені як можливі кандидати для вимірювання позитивного афективного статусу та виявлення позитивних показників у кролів, з особливим акцентом на природну поведінку, територіальну та ієрархічну поведінку, соціальну та дослідницьку поведінку, а також поведінку під час відпочинку (Табл. 8). Хоча деякі з цих видів поведінки чітко асоціюються з хорошим станом тварин (наприклад, гніздування для кролематок, регулярне харчування з питтям час від часу і цекотофія для всіх категорій), достовірність інших для оцінки позитивного благополуччя повинна ґрунтуватися на знанні поведінкових потреб кролів в умовах фермерського господарства.

Зокрема, необхідно провести дослідження взаємозв'язку між певними видами поведінки (особливо спонтанною поведінкою, грою, рухом, соціальною та дослідницькою поведінкою, материнською поведінкою, положенням тіла та вух, мімікою та вокалізацією) і позитивним афективним станом у різних категорій кролів. Відносну важливість цих форм поведінки слід оцінювати за реакцією кролів, пропонуючи їм заохочувальні матеріали та/або дозволяючи виражати специфічну для виду поведінку з сильною мотивацією гризіння різних матеріалів; груповий відпочинок і спільний догляд; можливість віддалитися від специфічних об'єктів; будівництво гнізда і доступ до нього). Дійсно, якщо під агентністю мається на увазі те, чого тварини "хочуть", тобто вмотивована поведінка, яка може бути зумовлена позитивними емоціями, агентна сфера та поведінкові взаємодії були запропоновані як рамки, в яких можна оцінити позитивне благополуччя тварин у рамках моделі «П'яти областей» [23, 39].

Таблиця 8. Передбачувані варіанти поведінки для оцінки емоційного стану та позитивного благополуччя кроликів (Cohen and Ho, 2023)

Категорія	Опис поведінки
Природна поведінка	Бінкінг або пустоші (швидкі стрибки з трясінням головою та відкиданням задніх кінцівок убік) Грумінг (самогрумінг, аллогрумінг, взаємний грумінг) Нічна/сутінкова активність Гніздування (для сукрільних самок) Регулярне харчування з питтям час від часу Цекотрофія
Територіальна та ієрархічна поведінка	Мічення за допомогою тертя підборіддям об предмети Охорона клітки ¹ . Мічення території сечею або фекаліями (обприскування). Може бути наслідком розладу статевої поведінки всього поголів'я ¹ .
Соціальна та дослідницька поведінка	Добування корму Дослідницька поведінка Розведення або вирошування Риття або заривання «Зубне муркотіння» або «цокання зубами» (відрізняється від скреготу зубами – бруксизм)
Поведінка під час відпочинку	Розтягування або витягування ¹ Лягас або «валиться» на бік ¹

¹ Може бути також негативним/нейтральним

У лабораторних гризунів, як і в інших видів, для оцінки їхніх біологічних потреб використовують різні тести. Ці тести також називають парадигмами апаратних поведінкових тестів, що включають тести на тривожність, тести на вподобання, тести на силу вподобань і тести на упередженість когнітивних суджень (Табл. 9).

Таблиця 9. Основні моделі поведінкових тестів на основі спостережень за лабораторними гризунами для оцінки їх емоційного стану (змінено за Cohen and Ho, 2023)

Тести на тривожність	Elevated plus-maze (EPM) Elevated zero maze (EZM) Чорно-білий ящик – Black/white box (B/W ящик або тест на дослідження темряви і світла – Dark-light exploration test) Тест на відкритому просторі – Open-field test (OF) Тест на дослідництво – Free exploration test (FET)
Тест на вибір	Тест на вибір між двома або більше предметами
Сила вподобань	Перевірка готовності заплатити за обраний предмет
Здатність до пізнавального мислення	Афективні стани вимірюються опосередковано, тестуючи когнітивні здібності

Спостереження за різними умовами (тобто різні парадигми поведінкових тестів на основі спостережень) виявлять поведінку, пов'язану з емоційним станом. У лабораторних гризунів була зареєстрована наступна поведінка для

оцінки їх емоційних станів, які також можуть бути перевірені на кроликах, тобто спонтанна поведінка, ігрова поведінка, вокалізація, вираз мордочки, будівництво гнізда, риття та самогігієна. Ця поведінка також може бути використана для визначення афективних станів кроликів.

Ці тести також можна використовувати для оцінки будь-яких диференційованих реакцій тварин на раніше запропоновані матеріали та/або ситуації, які є заохочувальними з точки зору можливості вираження специфічної для виду поведінки.

За тим же принципом когнітивні тести оцінюють реакцію тварин щодо здатності виносити позитивні/негативні судження про неоднозначні стимули на основі їхнього емоційного стану.

З багатьох різних тестів (Табл. 10) для оцінки рівня тривожності або страху кролів, що вирощуються на фермах, з одного боку, і тестів на наближення до людини та тонічної нерухомості, з іншого боку, здебільшого використовувалися тести відкритого поля та нового об'єкта, а також тести на наближення до людини та тонічної нерухомості, відповідно.

Хоча ці тести спрямовані на опис рівня тривоги/страху у тварин, які піддаються різним експериментальним протоколам, вони самі по собі можуть викликати стан тривоги і, відповідно, повинні бути пов'язані з іншими тестами і вимірюваннями, щоб забезпечити точність результатів для порівняння [21, 39]. Насправді, Buijjs і Tuytens (2015) припустили, що результати, які вони отримали на кролях під час тесту на відкритому просторі, швидше за все, описують мотивацію кролів шукати особин, а не рівень їхнього страху перед новим середовищем. Вони дійшли висновку, що цей тест не можна вважати достовірним з точки зору (негативної) оцінки благополуччя кролів. З іншого боку, його потенціал для оцінки (позитивної) дослідницької поведінки потребує подальшого дослідження.

У кількох дослідженнях проведених на кролях, які вирощуються на фермах, також використовували тести на вподобання (preference tests), які говорять про найбільш бажані умови утримання серед різних розмірів кліток, гніздового матеріалу, типу підлоги. Однак ці тести ще не були відкалібровані та перевірені на кролях з точки зору оцінки їхнього благополуччя на фермі через поведінкові потреби та емоції.

Таблиця 10. Моделі поведінкових тестів на основі спостережень, що використовуються в дослідженнях благополуччя кролів, вирощених на фермах

Тип випробування	Фактори, що випробовуються	Джерела
Тест на відкритому просторі	Наявність погрізених блоків сіна Збагачення навколишнього середовища; вік Тип підлоги; щільність посадки поголів'я; вік Кількість кроленят в гнізді; вік Пренатальний та постнатальний вплив напівгрупового утримання на поведінку кролів Клітки проти загонів	Birolo <i>et al.</i> , 2022 Trocino <i>et al.</i> , 2019 Trocino <i>et al.</i> , 2018 Gümüşetal., 2018 Buijis and Tuytens, 2015 Trocino <i>et al.</i> , 2014
Тест з новим об'єктом (Novel-Object Test)	Об'єкти для гризіння Напівгрупове та одиночне житло Збагачення навколишнього середовища; вік	Birolo <i>et al.</i> , 2022 Buijis and Tuytens, 2015 Trocino <i>et al.</i> , 2018
Тест на дослідження темряви і світла	Кількість кроленят в гнізді; вік	Gümüş <i>etal.</i> , 2018
Тестування людського підходу	Наявність об'єктів для гризіння Тип підлоги; щільність посадки; вік	Birolo та ін., 2022 Trocino та ін., 2018
Тест на вподобання	Соціальний контакт або ізоляція самок Розмір клітки Гніздовий матеріал для самок Тип підлоги; матеріал для гризіння Наявність дзеркал Тип підлоги	Dal Bosco <i>et al.</i> , 2020 Mikó <i>etal.</i> , 2012 Farkas <i>et al.</i> , 2018 Princz <i>et al.</i> , 2008 Dalle Zotte <i>et al.</i> , 2009 Morisse <i>et al.</i> , 1999
Тонічна нерухомість	Клітки проти загонів Тип підлоги; щільність посадки; вік Система утримання; вік	Trocino <i>et al.</i> , 2014 Trocino <i>et al.</i> , 2018 Trocino <i>et al.</i> , 2013
Завдання розпізнавання об'єктів Задача визначення місцезнаходження об'єкта Завдання на розпізнавання об'єктів за запахом	Тип підстилки; вік	Gümüş <i>etal.</i> , 2018
Тест на достатність простору – Social runway test	Напівгрупове та індивідуальне утримання	Buijis та Tuytens, 2015

Висновки. За відсутності фундаментальних базових знань про поведінкові потреби та емоції кролів, оптимізація їхнього благополуччя на фермах є особливо складним завданням. Цей факт є ще більш важливим з огляду на поточний перехід до колективних та безкліткових систем утримання, як це передбачено Європейською Резолюцією, що послідувала за Ініціативою Європейських громадян "Покінчити з клітковим утриманням". У цих системах деякі основні поведінкові потреби, такі як соціальні відносини і материнська поведінка кролематок, можуть бути порушені, оскільки на фермах умови, за яких формується група, а також соціальна активність і

поведінка, можуть суттєво відрізнятися від тих, що існують у природному або напівприродному середовищі.

Дотепер оцінка благополуччя кролів, які вирощуються в різних умовах утримання та управління, базувалася на індикаторах, пов'язаних зі станом здоров'я та поведінковими обмеженнями, що стосуються тварин. У перспективі оцінка благополуччя кролів, які вирощуються на фермах, повинна також включати позитивні показники благополуччя, враховуючи, що тваринам повинні бути надані можливості для отримання позитивного досвіду за умови, що тваринам не заподіюється біль або страждання. У цьому контексті визначення позитивних показників благополуччя є ще більш складним завданням, враховуючи біологічні та поведінкові особливості цього виду, а також відсутність валідованих протоколів і методів для інших видів. Відповідно, всебічна та надійна оцінка благополуччя кролів на фермі не може обійтися без індикаторів, що базуються на структурі та управлінні, які повинні бути включені до валідованих та стандартизованих протоколів із застосуванням мультиіндикаторного підходу.

Література

1. Birolo, M., Trocino, A., Zuffellato A., Pirrone, F., Bordignon, F., Xiccato, G. (2022). Use of gnawing hay blocks: effects on productive performance, behavior and reactivity of growing rabbits kept in parks with different sex-group compositions. *Animals* 12: 1212p. <https://doi.org/10.3390/ani12091212>
2. Blokhuis, H.J., Veissier, I., Miele, M., Jones, B. (2010). The Welfare Quality® project and beyond: safeguarding farm animal well-being. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Anim. Sci.*, 60: 129-140p. <https://doi.org/10.1080/09064702.2010.523480>
3. Botelho, N., Vieira-Pinto, M., Batchelli, P., Pallisera, J., Dalmau, A. (2020). Testing an animal welfare assessment protocol for growing-rabbits reared for meat production based on the Welfare Quality Approach. *Animals*, 10: 1415p. <https://doi.org/10.3390/ani10081415>
4. Buijs, S., Tuytens, F.A.M. (2015). Evaluating the effect of semi-group housing of rabbit does on their offspring's fearfulness: can we use the open-field test? *Applied Animal Behav. Sci.*, 162: 58-66p. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.11.008>
5. Cohen, S., Ho, C. (2023). Review of rat (*Rattus norvegicus*), mouse (*Mus musculus*), guinea pig (*Cavia porcellus*), and rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) indicators for welfare assessment. *Animals*, 13: 2167p. <https://doi.org/10.3390/ani13132167>
6. Dal Bosco, A., Castellini, C., Mugnai, C., (2002). Rearing rabbits on a wire net floor or straw litter: behaviour, growth and meat qualitative traits. *Livest. Prod. Sci.*, 75: 149-156p. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00307-4](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00307-4)
7. Dal Bosco, A., Cartoni Mancinelli, A., Hoy, S., Martino, M., Mattioli, S., Cotozzolo, E., Castellini, C., (2020). Assessing the preference of rabbit does to social contact or seclusion: results of different investigations. *Animals*, 10: 286p. <https://doi.org/10.3390/ani10020286>

8. Dalle Zotte, A., Princz, Z., Matics, Zs., Gerencsér, Zs., Metzger, S., Szendro, Zs. (2009). Rabbit preference for cages and pens with or without mirrors. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 116: 273-278p. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.08.011>
9. Dalmau, A., Moles, X., Pallisera, J. (2020). Animal welfare assessment protocol for does, bucks, and kit rabbits reared for production. *Front. Vet. Sci.*, 7: 445p. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00445>
10. de Jong, I.C., Reuvekamp, B.F., Rommers, J.M. (2011). A welfare assessment protocol for commercially housed rabbits. Report 532. Wageningen UR Livestock Research. Lelystad, The Netherlands.
11. Delibes-Mateos, M., Rodel, H.G., Rouco, C., Alves, P.C., Carneiro, M., Villafuerte, R. (2021). European Rabbit *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758), in: *Handbook of the Mammals of Europe*. Springer, Cham., 1-39p. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65038-8_13-1
12. EFSA. (2005). Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission related to “The Impact of the current housing and husbandry systems on the health and welfare of farmed domestic rabbits.” *EFSA Journal*, 3: 267p. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2005.267>
13. EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) (2012). Statement on the use of animal-based measures to assess the welfare of animals. *EFSA Journal*, 10: 2767p. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2767>
14. EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW), Saxmose Nielsen, S., Alvarez, J., Bicout, D.J., Calistri, P., Depner, K., Drewe, J.A., Garin-Bastuji, B., Gonzales Rojas, J.L., Gortazar Schmidt, C., Michel, V., Miranda Chueca, M.A., Roberts, H.C., Sihvonen, L.H., Spooler, H., Stahl K., Velarde Calvo A., Viltrop A., Buijs S., Edwards S., Candiani D., Mosbach-Schulz O., Van der Stede, Y., Winckler, C. (2020). Health and welfare of rabbits farmed in different production systems. *EFSA Journal*, 18: e05944. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.5944>
15. EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW), Nielsen, S.S., Alvarez, J., Bicout, D.J., Calistri, P., Canali, E., Drewe, J.A., Garin-Bastuji, B., Gonzales Rojas, J.L., Gortazar Schmidt, C., Herskin, M., Miranda Chueca, M.A., Michel, V., Padalino, B., Pasquali, P., Roberts, H.C., Spooler, H., Stahl, K., Velarde, A., Viltrop, A., Edwards, S., Ashe, S., Candiani, D., Fabris, C., Lima, E., Mosbach-Schulz, O., Gimeno, C.R., Van der Stede, Y., Vitali, M., Winckler, C. (2022). Methodological guidance for the development of animal welfare mandates in the context of the Farm to Fork Strategy. *EFSA Journal*, 20: e07403. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7403>
16. EURCAW-Poultry-SFA.(2023). List of welfare indicators and methods of assessment for rabbits on farm. DL. 2.1.5 Available at: <https://zenodo.org/records/7930482>. Accessed June 2024.
17. Farkas, TP, Szendro, Zs., Matics Zs., Radnai, I., Nagy, I., Gerencsér, Zs. (2018). Preference of rabbit does among different nest materials. *World Rabbit Sci.*, 26: 81-90p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2018.7373>
18. González-Mariscal, G., Hoy, S., Hoffman, K.L. (2022). Rabbit maternal behavior: A perspective from behavioral neuroendocrinology, animal production, and psychobiology, in: Gonzalez-Mariscal G. (Ed.), *Patterns of parental behavior:*

from animal science to comparative ethology and neuroscience, *Advances in Neurobiology*. Springer International Publishing, Cham., 131-176p. https://doi.org/10.1007/978-3-030-97762-7_5

19. Gümüş, H.G., Agyemang, A.A., Romantsik, O., Sandgren, R., Karlsson, H., Gram, M., Vallius, S., Ley, D., van den Hove, D.L.A., Bruschetini, M. (2018). Behavioral testing and litter effects in the rabbit. *Behav. Brain Res.*, 353: 236-241p. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2018.02.032>

20. ITAVI. (2018). Evaluer le bien-etre des lapins en maternite et en croissance. Protocole EBENE. Available at: https://www.itavi.asso.fr/publications/protocole-ebene-guide-pour-les-utilisateurs/download/627bbc3fcf0cd_EBENE_Protocole_Lapin.pdf. Accessed June 2024.

21. Jirkof, P., Rudeck, J., Lewejohann, L. (2019). Assessing affective state in laboratory rodents to promote animal welfare – what is the progress in applied refinement research? *Animals* 9: 1026p. <https://doi.org/10.3390/ani9121026>

22. LIFT, 2024. Positive Animal Welfare - LIFT - Cost Action CA21124. Available at: <https://liftanimalwelfare.eu/about/positive-animal-welfare/> Accessed June 2024.

23. Littlewood, K.E., Heslop, M.V., Cobb, M.L. (2023). The agency domain and behavioral interactions: assessing positive animal welfare using the Five Domains Model. *Front. Vet. Sci.*, 10: 1284869. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1284869>

24. Lockley, R.M. (1961). Social structure and stress in the rabbit warren. *J. Anim. Ecol.*, 30: 385-423p. <https://doi.org/10.2307/2305>

25. Mellor, D.J. (2016). Updating animal welfare thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “a Life Worth Living”. *Animals*, 6: 21. <https://doi.org/10.3390/ani6030021>

26. Mellor, D.J., Reid, C.S.W., (1994). Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. In: *Improving the Well-being of Animals in the Research Environment*; Baker, R.M., Jenkin, G., Mellor, D.J., Eds.; Australian and New Zealand Council for the Care of Animals in Research and Teaching: Glen Osmond, Australia; 3-18p. Available online: Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals Accessed December 2024.

27. Mellor, D.J., Beausoleil, N.J. (2015). Extending the ‘Five Domains’ model for animal welfare assessment to incorporate positive welfare states. *Anim. Welfare* 24: 241-253p. <https://doi.org/10.7120/09627286.24.3.241>

28. Mellor, D.J., Beausoleil, N.J., Littlewood, K.E., McLean, A.N., McGreevy, P.D., Jones, B., Wilkins, C. (2020). The 2020 Five domains model: including human-animal interactions in assessments of animal welfare. *Animals*, 10: 1870. <https://doi.org/10.3390/ani10101870>

29. Mikó, A., Szendrő, Zs., Matics, Zs., Radnai, I., Odermatt, M., Nagy, I., Gerencsér, Zs. (2012). Free choice of rabbit does between cages with different sizes. In *Proc.: 10th World Rabbit Congress*. 3-6 September 2012, Sharm El-Sheikh, Egypt. 1069-1073p. Available at: <http://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2012-Egypt/Egypt-2012-a.htm#welfare> Accessed June 2024.

30. Ministero della Salute, Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna (2023). Valutazione del benessere animale nell'allevamento del coniglio: Manuale esplicativo controllo ufficiale Classyfarm. Available at: https://www.classyfarm.it/images/documents/VET-UFFICIALE_AGGIORNATO_06-23/Manuale_controllo_ufficiale_coniglio_def_rev.pdf. Accessed June 2024
31. Morisse, J.P., Boilletot, E., Martrenchar, A. (1999). Preference testing in intensively kept meat production rabbits for straw on wire grid floor. *Applied Anim. Behav. Sci.*, 64: 71-80p. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(99\)00023-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(99)00023-4)
32. Paulović, T., de Jong, I., Ouweltjes, W., Martin Valls, G.E., Llonch Obiols, P., Ko, H.L., Kieffer, V., Lapeyre, C., Campana, C., Wille, H., Jasinska, A., Spoolder, H. (2024). Development of a roadmap for action for the project More Welfare: towards new risk assessment methodologies and harmonised animal welfare data in the EU. EFSA Supporting Publications 21: 8566E. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2024.EN-8566>
33. Princz, Zs., Dalle Zotte, A., Radnai, I., Bfró-Németh, E., Matics, Zs., Gerencser, Zs., Nagy, I., Szendrő, Zs., (2008). Behaviour of growing rabbits under various housing conditions. *Applied Animal Behaviour Science* 11: 342-356p. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.06.013>
34. Rault, J.L., Newberry, R.C., Semrov, M.Z. (2023). Editorial: Positive welfare: from concept to implementation. *Front. Anim. Sci.*, 4: 1289659. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1289659>
35. Rödel, H.G. (2022). Aspects of social behaviour and reproduction in the wild rabbit - Implications for rabbit breeding? *World Rabbit Sci.*, 30: 47-59p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2022.15954>
36. Rödel, H.G., Monclús, R., von Holst, D. (2006). Behavioral styles in European rabbits: social interactions and responses to experimental stressors. *Physiol. Behav.*, 89: 180-188p. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.05.042>
37. Szendrő, Zs., McNitt, J.I. (2012). Housing of rabbit does: Group and individual systems: A review. *Livest. Sci.*, 150: 1-10p. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.09.017>
38. Szendrő, Zs., Trocino, A., Hoy, S., Xiccato, G., Villagrà, A., Maertens, L., (2019). A review of recent research outcomes on the housing of farmed domestic rabbits: reproducing does. *World Rabbit Sci.*, 27: 1-14p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2019.10599>
39. Trocino, A., Tolini, C. (2024). Measuring on-farm welfare in rabbits: a review with emphasis on animal-based indicators. *World Rabbit Sci.*, 32: 225-240p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2024.22647>
40. Trocino, A., Xiccato, G. (2006). Animal welfare in reared rabbits: a review with emphasis on housing systems. *World Rabbit Sci.*, 14: 77-93p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2006.553>
41. Trocino, A., Xiccato, G. (2024). Alojamiento de conejos sin jaulas: luces y sombras. In Proc. 48 Symposium de Cunicultura ASESCU, 23-24/04/2024, Cordoba, Spain.
42. Trocino, A., Majolini, D., Tazzoli, M., Filiou, E., Xiccato, G., (2013). Housing of growing rabbits in individual, bicellular and collective cages: fear level

- and behavioural patterns. *Animal*, 7: 633-639p. <https://doi.org/10.1017/S1751731112002029>
43. Trocino, A., Filiou, E., Tazzoli, M., Bertotto, D., Negrato, E., Xiccato, G. (2014). Behaviour and welfare of growing rabbits housed in cages and pens. *Livest. Sci.*, 167: 305-314p. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.05.035>
44. Trocino, A., Filiou, E., Zomeño, C., Birolo, M., Bertotto, D., Xiccato, G., (2018). Behaviour and reactivity of female and male rabbits housed in collective pens: effects of floor type and stocking density at different ages. *World Rabbit Sci.*, 26: 135-147p. <https://doi.org/10.4995/wrs.2018.7747>
45. Trocino, A., Zomeño, C., Filiou, E., Birolo, M., White, P., Xiccato, G. (2019). The use of environmental enrichments affects performance and behavior of growing rabbits housed in collective pens. *Animals*, 9: 537p. <https://doi.org/10.3390/ani9080537>
46. Turner, P.V. (2019). Moving beyond the absence of pain and distress: focusing on positive animal welfare. *ILAR J.*, 60: 366-372p. <https://doi.org/10.1093/ilar/ilaa017>
47. Verga, M., Luzi, F., Carenzi, C. (2007). Effects of husbandry and management systems on physiology and behaviour of farmed and laboratory rabbits. *Hormones and Behavior, Reproductive Behavior in Farm and Laboratory Animals*, 52: 122-129p. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.024>
48. Verga, M., Luzi, F., Petracci, M., Cavani, C. (2009). Welfare aspects in rabbit rearing and transport. *It. J. Anim. Sci.*, 8: 191-204p. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s1.191>
49. Villafuerte, R., Moreno, S. (1997). Predation risk, cover type, and group size in European rabbits in Donana (SW Spain). *Acta Theriologica*, 42: 225-230p. <https://doi.org/10.4098/AT.arch.97-23>
50. von Holst, D., Hutzelmeyer, H., Kaetzke, P., Khaschei, M., Schonheiter, R. (1999). Social Rank, Stress, Fitness, and Life Expectancy in Wild Rabbits. *Naturwissenschaften*, 86: 388-393p. <https://doi.org/10.1007/s001140050638>
51. von Holst, D., Hutzelmeyer, H., Kaetzke, P., Khaschei, M., Rödel, H.G., Schrutka, H. (2002). Social rank, fecundity and lifetime reproductive success in wild European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Behavior. Ecol. Sociobiol.*, 51: 245-254p. <https://doi.org/10.1007/s00265-001-0427-1>
52. Warin, L., Mika, A., Souchet, C., Bouvarel, I. (2021). Feasibility and repeatability of the EBENE® Welfare Assessment measures for rabbits. In *Proc.: 12th World Rabbit Congress, 3-5 November 2021, Nantes, France, Communication E-17*. Available at: <http://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2021-Nantes/Nantes-2021-01.htm#etho> Accessed June 2024.

UDC 636.92:631.115

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.141-167>**MEASURING ON-FARM WELFARE IN RABBITS**

Umanets R., Zlamaniuk L., Umanets D.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

According to modern definitions, animal welfare should be associated with a life that animals believe is worth living, through positive experiences, not just the absence of negative ones. Determining animal welfare on a farm is crucial for improving farming systems, identifying critical points and comparing different farming systems with regard to welfare labeling protocols (a list of indicators that indicate welfare). To this end, species-specific protocols are needed, which should use different types of indicators, i.e. resource-based indicators, management-based indicators, and especially animal-based indicators. These indicators should work in different farming systems and for different categories of animals and can be used to assess welfare in the short term or over the productive life of the animal. Last but not least, indicators should be able to measure the affective state of animals in terms of positive emotions. In this case, rabbits are quite unique as there is little information available on their behavioral needs in farm settings; the degree of suffering associated with behavioral limitations that may occur in farm settings; indicators that can be used in the very different systems and housing conditions in which rabbits may be raised; the relationship between emotions and affective states of animals, and their impact on the viability of rabbits in different settings. In this context, the purpose of this review is to summarize the current state of the art and develop a protocol for assessing rabbit welfare on farms based on the most current knowledge and approaches to measuring both negative and positive affective states of rabbits. Identifying positive indicators of well-being is a great challenge, given the biological and behavioral characteristics of rabbits. Accordingly, a comprehensive and reliable assessment of rabbit welfare on farms cannot do without indicators based on the structure and management of a multi-indicator approach.

Keywords: *welfare consequences, protocols, indicators, positive welfare, rabbit.*

УДК 636.934.92.082.4.083.084.

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.168-184>

ДИНАМІКА І ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ КРОЛІВНИЦТВА В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

¹Шабля В. П., доктор с.-г. наук, професор, shabliavladimir@gmail.com,²Корх О. В., кандидат с.-г. наук, с. н. с., korhoksana@gmail.com,³Шабля П. В., аспірант, finngine2905@gmail.com,⁴Сябро А. С., доктор філософії, siabro.aliona@gmail.com¹Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна;²Інститут тваринництва НААН, м. Харків, Україна³Інститут свиначства і агропромислового виробництва НААН, м. Полтава,
Україна⁴Полтавський державний аграрний університет

У статті проаналізовано зміни чисельності поголів'я кролів, показників продуктивності, методів годівлі, утримання та селекції у світі та Україні впродовж останніх 50 років. Показано, що кролівництво за цей час зазнало значних трансформацій, спрямованих на інтенсифікацію виробництва та підвищення економічної ефективності. Наведено динаміку чисельності кролів у світі – від приблизно 400 млн. голів у 1970-х до стабілізації на рівні близько 500-700 млн. у 2010 – 2020-ті роки, із домінуванням м'ясного напрямку. В Україні чисельність кролів скоротилась із понад 20 млн. голів у 1970-х до 2 – 3 млн. у 2010 – 2020-х роках. Продуктивність кролів за вказаний період значно зросла: середня маса при забої піднялась до 2,6 – 2,8 кг у світі та 2,4 – 2,5 кг в Україні, при скороченні віку досягнення забійної кондиції з 110 – 120 до 70 – 75 діб. Відзначено зростання багатоплідності до 10 – 12 кроленят за окріл, збільшення кількості окролів на рік до 8 – 9, а також підвищення конверсії корму. У селекції відбувся перехід від традиційного фенотипового відбору до багато параметричного, геномного та маркер-асоційованого відбору. Проаналізовано також еволюцію технологій годівлі та утримання. Виявлено глобальну тенденцію до скорочення комбінованого м'ясо-шкуркового напрямку продуктивності. В Україні основними викликами нині залишаються недостатній рівень племінної роботи, обмежені інвестиції та слабка інтеграція до міжнародних стандартів. Головними напрямками розвитку кролівництва є спеціалізація на м'ясному напрямі, впровадження сучасних біотехнологій і автоматизація, а також пошук нішевих ринків. В Україні додатковий шанс дають також кооперація та експортні можливості за умови модернізації виробництва. Основними чинниками позитивних змін у галузі кролівництва світу стали впровадження інтенсивних технологій годівлі та утримання, селекційні досягнення (перехід до геномної селекції, використання гібридних ліній), удосконалення менеджменту відтворення та автоматизація виробничих процесів. Україна також поступово інтегрується у ці процеси, але потребує розвитку племінних центрів, сучасних лабораторій і інвестицій у новітні технології та генетичні дослідження.

Ключові слова: кролівництво, динаміка, поголів'я, продуктивність, напрям продуктивності, селекція, годівля, технології утримання, інновації.

Актуальність. Кролівництво займає особливе місце в структурі аграрного сектору України та світу [1, 2, 3, 4, 13]. Цю галузь можна віднести до нішевих напрямів тваринництва завдяки доволі високій біологічній і господарській ефективності. М'ясо кролів характеризується високими дієтичними властивостями, низьким вмістом жиру та холестерину [14, 15, 19]. Крім м'яса, від цих тварин отримують ще шкурки, які використовують у хутряній промисловості.

У світі галузь динамічно розвивається, водночас в Україні вона потребує модернізації та державної підтримки [3, 4, 8, 9].

За останні 50 років відбулися значні зміни у підходах до годівлі, селекції та технологій утримання [12, 18, 20], що зумовлено переорієнтуванням у ключових напрямках продуктивності, підвищенням попиту на високоякісну м'ясну продукцію та посиленням стандартів добробуту тварин.

Метою дослідження є аналіз динаміки змінювання чисельності поголів'я, продуктивності, а також основних технологічних і селекційних аспектів галузі.

Матеріали і методи дослідження. У даній роботі використано узагальнені статистичні та аналітичні дані за період 1970 – 2025 років щодо чисельності поголів'я кролів, основних показників продуктивності, відтворювальних характеристик і напрямів спеціалізації у світі та в Україні.

Джерелами даних слугували міжнародні офіційні бази даних, зокрема FAOSTAT [17], Eurostat [16], National Bureau of Statistics of China [23], огляди World Rabbit Science Association (WRSA) [27], вітчизняні джерела, такі як статистичні збірники Державної служби статистики України [1], аналітичні огляди галузевих організацій (ProAgroGroup, УКАБ) [10, 11], наукові статті [9, 14, 15, 21, 24, 25, 28], а також інші матеріали [2, 3, 4, 18, 22, 26].

Для аналізу динаміки чисельності поголів'я та основних господарсько-корисних ознак було побудовано хронологічні ряди за десятиріччями, визначено їх абсолютні й відносні прирости (або зниження).

Узагальнено дані щодо зміни протягом аналізованого періоду селекційних методів від класичного фенотипового відбору до маркер-асоційованої й геномної селекції.

Розглянуто використання гібридних комбінацій та інтенсивних репродуктивних ліній. Проаналізовано динаміку вдосконалення технологій годівлі та утримання. При цьому звертали увагу на впровадження промислових кліткових систем, автоматизованих кормових та гнойових ліній. Окремо вивчено тенденції до переходу на гранульовані комбікорми та спеціалізовані добавки.

Розрахунки виконувалися за допомогою статистичних методів (середнє, відсоткове співвідношення, темпи приросту).

Для побудови графіків і таблиць використано програмні пакети MS Excel, а також графічні редактори для інфографіки.

Слід зауважити, що в окремих країнах (зокрема країни Африки та Азії) відсутні повні офіційні дані по всіх роках; для таких регіонів використовувалися оцінки FAO та наукові огляди. Крім того, деякі використані нами дані про господарсько-корисні ознаки та інші показники (наприклад, точна багатоплідність, витрати кормів або якість шкурки) можуть мати значну варіабельність залежно від країни походження даних, відповідних одиниць вимірювання й методик їх розрахунку, мір рахування показників домогосподарств, а також від порід і умов утримання.

Результати дослідження та їх обговорення. У 1970 – 1980-х роках світове кролівництво переважно базувалося на дрібних господарствах. З кінця 1980-х років спостерігався поступовий перехід до індустріального вирощування, зосередженого у країнах Європи та Китаї.

Дана тенденція відобразилася на динаміці поголів'я кролів у різних країнах світу (табл. 1).

Таблиця 1. Динаміка поголів'я кролів у світі та Україні (млн голів)

Рік	Світ в цілому	в тому числі Китай	в тому числі Європейський Союз (сукупно)	в тому числі Україна
1975	400	150	120	21
1990	460	220	130	21
2000	480	250	125	6
2010	500	270	115	3
2020	510	280	110	2,5

Зокрема, слід відмітити суттєве зростання кількості кролів у світі за останні пів століття. Особливо швидкими темпами зростало поголів'я у КНР, де воно склало у 2020 році 187% від рівня 1975 року.

Щоправда на сьогодні як абсолютна, так і відносна кількість тварин у цій країні дещо скоротилися. Так, за даними сучасних джерел, нині у Китаї розводять понад 200 млн голів кролів, що становить порядку 23 – 25% від світового кролепоголів'я.

Втім Китай все ще залишається найбільшим виробником кролятини у світі. Також значне виробництво цього виду м'яса ось уже кілька десятиліть зосереджено у країнах Європи: Італії, Іспанії, Франції, Бельгії [24, 25]. Хоча у 21 столітті поголів'я кролів на цьому континенті поступово скорочувалося.

За даними деяких джерел [26], станом на 2023-2025 роки світове поголів'я кролів стабілізувалося на рівні близько 700 млн голів та не показує різких стрибків.

Постійно відбувається частковий перерозподіл поголів'я між регіонами та країнами світу [19, 22]. Так, суттєво додала в цьому плані Африка, в якій розводять наразі близько 180 – 200 млн кролів, хоча і здебільшого

екстенсивними методами у дрібних господарствах та для власних потреб. Латинська Америка також наростила поголів'я до 70 – 80 млн голів.

Слід зауважити, що спостерігається тенденція зростання частки промислових комплексів із інтенсивними технологіями, особливо у Китаї та ЄС). Одночасно у низці країн (зокрема, в Європі) скорочується дрібне фермерське кролівництво через посилення стандартів добробуту та конкуренцію.

В Україні у 1970 – 1980-х роках поголів'я кролів сягало понад 20 млн голів (більше 5% від світового поголів'я), що забезпечувало стабільні обсяги виробництва м'яса та шкурок. Після розпаду СРСР (1991 рік) відбулося різке зменшення поголів'я через розформування колективних господарств і скорочення державної підтримки.

Останніми десятиліттями має місце відносна стабілізація кількості кролів в Україні на рівні 2-3 млн голів, яка, поза тим, супроводжувалася суттєвими коливаннями у зв'язку з війною [9 - 11].

Щодо напрямів продуктивності кролів, – можна констатувати суттєвий перерозподіл поголів'я між ними протягом останніх 50 років.

Так, нині м'ясний напрям є найпоширенішим у світі та в Україні (рис. 1, 2): частка кролів цього напрямку продуктивності становить близько двох третин від загального поголів'я, а в Україні – ще більше.

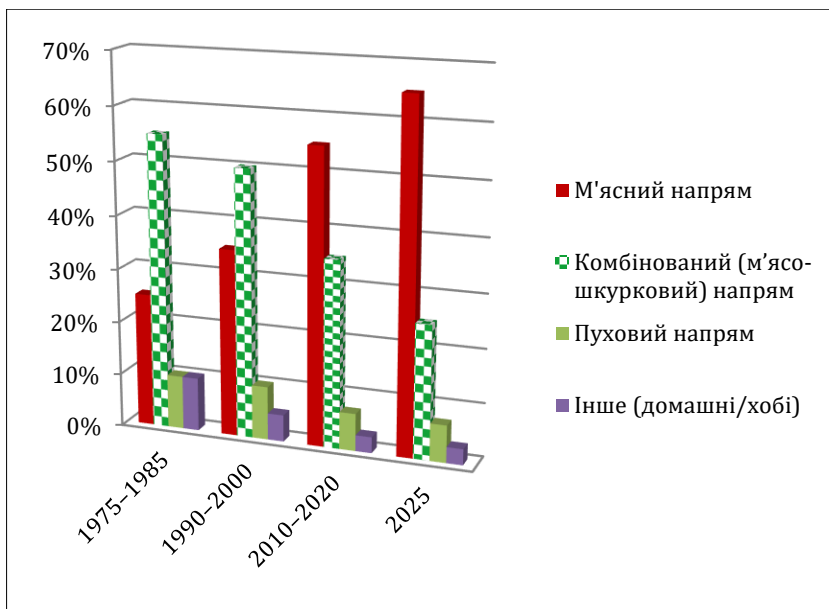


Рис. 1. Динаміка змін частки кролів різного напрямку продуктивності в світі протягом 1975 – 2025 років

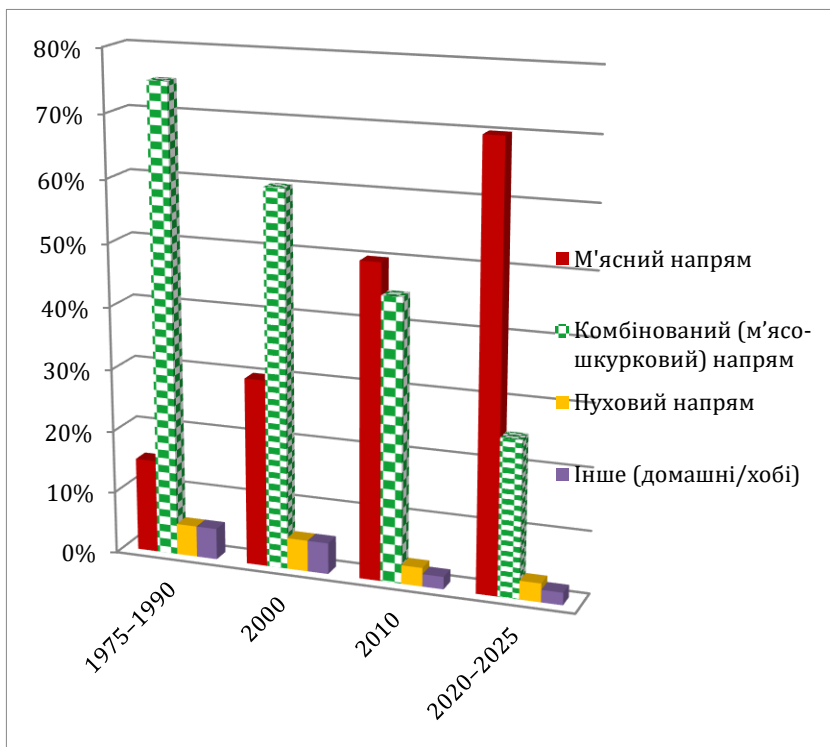


Рис. 2. Динаміка змін частки кролів різного напрямку продуктивності в Україні протягом 1975 – 2025 років

Активне зростання протягом 50 років м'ясного напрямку та набуття ним домінуючої ролі відбулося значною мірою через розвиток промислових відгодівельних господарств [3, 4, 21, 24], особливо у Китаї, Італії, Франції та Іспанії.

Домінуюче положення м'ясне кролівництво займає завдяки постійному підвищенню продуктивності, скороченню витрат на корм та високій рентабельності.

Однак пів століття тому ситуація була зовсім іншою. На той час таких кролів було лише близько чверті.

Натомість комбінований м'ясо-шкурковий напрям втратив за цей період свої позиції та скорочується у зв'язку зі зниженням попиту на хутро (етичні заборони, конкуренція штучних матеріалів тощо).

Пуховий напрям стабільно малий і займає до 10% від загального поголів'я кролів (головним чином у Китаї та деяких регіонах Азії). За аналізований період має тенденцію до скорочення.

Лабораторні та декоративні породи в становлять ще меншу частку і не мають істотного впливу на обсяги м'ясної продукції, але розвиваються як нішеві. Динаміка – подібна до попередньої групи.

В Україні тенденція до переорієнтації напрямів продуктивності загалом відповідала загальносвітовим, втім виглядала ще рельєфніше [2, 3, 4, 9]. Так, за часів СРСР переважав комбінований напрям (м'ясо-шкурковий). Різке скорочення поголів'я взагалі і м'ясо-шкуркового виробництва, зокрема, сталося через економічну кризу та розвал державних господарств.

У подальшому відбулося часткове відновлення кількості кролів завдяки розвитку сімейних, а пізніше і приватних ферм. Поза тим це вже були кролі переважно м'ясного напрямку. Шкурковий же напрям наразі практично зник через низький попит.

Протягом аналізованого періоду в світі спостерігалось закономірне покращення основних господарсько-корисних ознак кролів [16, 25] (табл. 2).

Таблиця 2. Динаміка основних господарсько-корисних ознак кролів у світі

Показники	Роки				
	1975	1990	2000	2010	2020
Багатоплідність, гол./окріл	6 – 7	7 – 8	8 – 9	9 – 10	10 – 11
Кількість окролів на рік	4 – 5	5 – 6	6 – 7	7 – 8	8 – 9
Вік відлучення, діб	42 – 45	38 – 40	35 – 38	30 – 32	28 – 30
Кроленят від самки/рік	25 – 30	35 – 40	45 – 55	60 – 70	75 – 85
Вік досягнення забійної маси, діб	110 – 120	95 – 100	85 – 90	80 – 85	70 – 75
Маса при забої, кг	2,2	2,4	2,5	2,6	2,7 – 2,8
Конверсія корму, кг/кг приросту	4,0	3,7	3,5	3,3	3,2

Аналіз табл. 2 свідчить, що найбільшого прогресу з 1975 року і донині було досягнуто за показником кількості кроленят, отримуваних від кролематки за рік, який збільшився за цей час майже втричі. Особливої інтенсивності ріст цієї характеристики зазнав протягом останніх 10-15 років.

Такий результат є логічним і зрозумілим, оскільки дана господарсько-корисна ознака є інтегральною і «накопичує» ефекти від покращення і багатоплідності, і кількості окролів, і віку відлучення.

Свою позитивну роль у покращенні показників розмноження зіграв і перехід від сезонного до цілорічного виробництва.

Все разом це знаменувало перехід до інтенсивних циклів відтворення та застосування системи «інтенсивної матки» (покращення менеджменту репродукції та оптимізації годівлі).

Решта продуктивних характеристик за розглянутий період також зазнали суттєвих, хоча й менш динамічних, порівняно з наведеними вище, покращень та позитивних зрушень.

Зокрема, відбулося зростання маси кролів при забої з 2,2 кг до 2,8 кг, або на 27% [18, 20]. І це незважаючи на той факт, що паралельно зменшувався вік досягнення забійної маси на порядку 40 – 45 днів.

Якщо розглядати динаміку продуктивних і відтворювальних ознак кролів на теренах України (табл. 3), то слід зазначити подібні до світових тенденції їх покращення. Втім настання цих позитивних змін відбувалося в нашій країні з певним часовим лагом (затримкою), який сягав у різні періоди порядку 3-20 років.

Таблиця 3. Динаміка основних господарсько-корисних ознак кролів в Україні

Показники	Роки				
	1975	1990	2000	2010	2020
Багатоплідність, гол./окріл	6,0	6,5	6,7	7,0	7,2
Кількість окролів на рік	3,5	4,0	4,2	4,5	4,7
Вік відлучення, діб	45	42	40	38	35
Кроленят від самки/рік	21	26	28	32	34
Вік досягнення забійної маси, діб	120	110	105	95	90
Маса при забої, кг	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4
Конверсія корму, кг/кг приросту	4,8	4,5	4,2	3,8	3,5

Вказаним позитивним змінам господарсько-корисних ознак кролів сприяли перш за все інтенсивні селекційні програми, впровадження спеціалізованих ліній, а також удосконалення годівлі й утримання [5, 12, 13, 18, 22, 24, 28].

Щодо селекційно-плеємної роботи, то за останні 50 років сталася досить значна еволюція (а часом із революційними елементами) методів селекції як в цілому в тваринництві, так і, зокрема, при вдосконаленні ключових ознак у кролівництві.

На початковому етапі (1970 – 1980-ті роки) використовувалися в основному традиційні методи масової селекції за фенотипом [20] без урахування генетичних параметрів. При цьому тварин відбирали переважно за зовнішніми ознаками (розмір, жива маса, багатоплідність, форма тіла, якість хутра). Непрямо відбувався також відбір за загальною життєздатністю та пристосованістю до умов господарства.

У перехідний період (1990-ті роки) почали застосовувати методи родинної селекції та відбір за лініями [21, 22]. За такого підходу селекція базувалася на аналізі племінних книг і системах обліку родоводів. Ключовими

напрямами племінного удосконалення поступово ставали підвищення багатоплідності, зменшення віку до забійної кондиції, поліпшення конверсії корму. Передові країни вже тоді почали приділяти увагу селекції на стійкість кролів до хвороб.

Інтенсивний селекційний розвиток галузі кролівництва мав і досі має місце у 2000 – 2025 роках [24, 28]. На цьому відрізку часу успішно впроваджено передові методи селекції, такі як:

- активне використання штучного осіменіння для прискорення розмноження кращих ліній та плідників;
- систематичний багато параметричний відбір, що враховує комплекс продуктивних і відтворювальних ознак;
- використання BLUP-оцінювання (Best Linear Unbiased Prediction) для оцінки племінної цінності тварин [24];
- застосування методів геномної селекції (в першу чергу в провідних країнах Європи, зокрема у Франції, Іспанії, Італії)[24, 28].

На аналізованому етапі до зазначеного вище переліку селекціонованих ознак додалися нові, такі як жива маса у 60-денному віці (характеризує швидкість росту), життєздатність та стійкість до кокцидіозу і вірусної геморагічної хвороби, кількість окролів на рік, якість м'яса (відображає рівень відкладення жиру, ніжність, смак) [19], а також деякі інші.

Вказані ознаки зазвичай за певним алгоритмом об'єднуються в селекційні або економічні індекси, котрі дають змогу оцінити комплексні ефекти від племінного застосування тієї чи іншої тварини.

Сучасні тенденції та перспективи селекційного вдосконалення полягають у ширшому застосуванні:

- генетичних маркерів (MAS – Marker-Assisted Selection) для відбору та подальшого використання тварин із заданими ознаками [28];
- геномного відбору (особливо у великих європейських селекційних центрах);
- скоринг-систем для оцінки добробуту тварин як селекційної ознаки [12, 25];
- оцінки епігенетичних ефектів (умови утримання і стрес впливають на успадковані характеристики).

Нині напрями селекції також дещо зміщуються в бік забезпечення оптимальної багатоплідності без перевантаження маточного поголів'я, підвищення стійкості до хвороб та стресу, поліпшення якості хутра та пуху (для нішевих ринків), а також зменшення споживання кролями антибіотиків у зв'язку з покращенням їхньої природної резистентності.

В Україні застосовувані селекційні методи довгий час значно відставали, зокрема й через відсутність централізованих племінних програм та недостатнє впровадження новацій [3,5, 6].

Ще й нині елементи лінійної селекції та облік родоходів використовуються недостатньо, особливо у домогосподарствах населення. А масове використання BLUP чи генетичних маркерів майже відсутнє.

Одночасно деякі сучасні ферми використовують привізний племінний матеріал із Франції, Німеччини, Іспанії (гібриди Hyplus, Zika тощо), завдяки чому отримують вищі показники багатоплідності й приростів [6,24, 28].

Відтак, Україна поступово інтегрується у світові селекційні процеси, однак надто повільно. Поступ у цьому напрямку потребує розвитку племінних центрів, сучасних лабораторій та інвестицій, зокрема і в генетичні дослідження [6].

Тенденції змінювання технологій годівлі й утримання кролів протягом 1970 – 2020-х років можна охарактеризувати як покроковий перехід від екстенсивних до інтенсивних систем [3, 6, 12, 13, 18].

У 1970 – 1980-ті роки переважали дрібні господарства з підсобним або напівпідсобним вирощуванням. Кролів утримували здебільшого у дерев'яних клітках, часто без обігріву та належного захисту від несприятливих погодних умов.

Годівля ґрунтувалася переважно на трав'яних зелених кормах, коренеплодах і зернових відходах.

У 1990-ті роки почали впроваджуватися перші елементи напівінтенсивних технологій: покращені клітки, поступове введення концентрованих кормів і преміксів. З'явилися невеликі ферми, орієнтовані на продаж м'яса на ринках.

Протягом 2000 – 2020-тих років відбулося масове впровадження інтенсивних технологій утримання [2, 3, 6, 12, 13, 18, 22, 28]:

- блочні кліткові батареї з автоматизованими системами напування;
- контрольований мікроклімат у приміщеннях;
- використання пластикових підлог, що полегшують прибирання.

Проглядається чітка тенденція впровадження автоматизації в технології годівлі, напування, прибирання гною, забезпечення мікроклімату та інших в першу чергу трудомістких процесів.

Україна, хоча і з запізненням, проте також слідувала за світовими трендами. Особливо помітною ця тенденція стала останнім часом.

Одним із основних елементів технології є годівля тварин. Відтак позитивні зміни щодо інтенсифікації виробництва не могли не торкнутися і цього напрямку кролівництва.

За проаналізований період технології годівлі пройшли шлях від широкого використання місцевих трав, гілкового корму, сіна та залишків овочів як основи раціону при мінімальному використанні концентрованих кормів, а тим більше збалансованих комбікормів, у 1970-х – до нинішнього активного використання повнораціонних гранульованих комбікормів, спеціально розроблених для різних вікових і виробничих груп кролів (самиці під час лактації, молодняк на відгодівлі тощо).

В сьогоденні раціонах поширення набули кормові добавки (пробіотики, ферменти, органічні кислоти), що підвищують конверсію корму; в той час як 30-50 років тому вони майже не застосовувалися.

Щодо технологій згодовування, то від ручного роздавання різних кормів окремо кролівники перейшли до використання автоматизованих годівниць із

дозованою подачею повнораціонних кормосумішей. Наразі широко впроваджуються у виробництво збалансовані суміші зернових концентратів, білкових, мінеральних і вітамінних добавок.

Змін зазнали й системи відлучення та репродукції. Стартувавши на початку аналізованого періоду з природного парування за мінімального групового обліку родоходу та продуктивності, зараз провідні господарства логічно прийшли до комп'ютерного індивідуального обліку та підбору пар на основі оцінки племінної цінності, використання штучного осіменіння й інноваційних технологій розмноження [6].

Наприклад, перехід до скороченого віку відлучення кроленят (з 42 – 45 до 28 – 30 днів) дозволив збільшити кількість окролів на рік. Свою лепту в інтенсифікацію розмноження вносять також контрольоване парування після окролу для синхронізації окролів, програми ранньої діагностики вагітності та інші сучасні методи.

Починаючи з 2000-х років, значна увага приділяється поліпшенню біобезпеки та ветеринарного контролю [6, 28], особливо профілактиці кокцидіозу та вірусної геморагічної хвороби. З цією метою широко запроваджуються програми вакцинації, обґрунтовані санітарні вимоги та стандарти.

В останнє десятиліття кролівники світу стали більше опікуватися добробутом тварин і органічними підходами до технологій [12, 28], чого раніше практично не було. Зокрема, набирають популярності системи утримання, які передбачають більший простір для тварин, використання натуральних кормів без антибіотиків, утримання на органічній підстилці або у відкритих вольєрах. Розвивається система маркування продукції, такої як «еко» або «органік».

Хай і не всі ці інновації, між тим значна їх кількість впроваджуються і в Україні [6]. Особливо відрізняються наявністю сучасних технологій крупні кролівничі підприємства.

Незважаючи на поступове зростання кролівництва у світі протягом половини століття, перед галуззю нині постає низка суттєвих викликів [2,3, 4, 6, 9, 25], на які тваринники мають дати адекватні відповіді, зокрема:

- екологічні вимоги: посилення стандартів добробуту тварин, обмеження щодо щільності посадки, обмеження щодо утилізації відходів;
- соціальний тиск: зростання рухів проти використання хутра, зменшення популярності шкуркових виробів;
- конкуренція на ринку м'яса: сильний тиск з боку птиці, свинини, а також альтернативних білкових продуктів (штучне м'ясо, рослинні аналоги тощо);
- епідеміологічні ризики: вірусні геморагічні хвороби кролів, виклики біобезпеки на великих фермах;
- коливання світових цін на корми: залежність від зернових і білкових концентратів, вплив війн, кліматичних змін.

Одночасно на сучасному етапі розвитку перед галуззю відкриваються й нові перспективи [6, 9, 28], реалізація яких може надати значного імпульсу кролівництву, зокрема, тих, що зазначені нижче:

- розвиток м'ясного напрямку: орієнтація на дієтичне, екологічно чисте м'ясо з високим вмістом білка;
- розширення експортних ринків: особливо в Азії, на Близькому Сході;
- впровадження нових біотехнологій: селекція за допомогою геномного відбору, розвиток спеціалізованих ліній для прискореного росту;
- автоматизація та цифровізація виробництва шляхом застосування: системи моніторингу здоров'я та стану тварин (smartfarming);
- екологічні ферми: тренд на «еко» та «органік» продукти, локальні малі ферми.

Окрім загальносвітових трендів, Україна стикається з власними, специфічними викликами перед кролівництвом [3, 4, 5, 9]:

- нестабільність кормової бази;
- низька доступність високопродуктивних ліній;
- висока собівартість виробництва через дорогі корми, нестабільну логістику, подорожчання енергоносіїв;
- слабка кооперація, адже дрібним виробникам, не об'єднаним у великі спілки, важко конкурувати щодо збуту;
- обмежений ринок та недостатньо розвинена система збуту: низький попит на кролятину всередині країни, слабкий розвиток експорту;
- недостатня державна підтримка [8]: відсутність стабільних програм субсидій, мало стимулів для модернізації;
- імідж кролівництва: у населення переважає асоціація даного напрямку тваринництва з «домашнім хобі», а не як із потужною промисловою галуззю.

Разом з тим певне відставання України від світових тенденцій дає їй додаткові можливості для прискореного розвитку галузі кролівництва [3, 4, 6, 9, 28], базуючись на впровадженні вже відпрацьованих в інших країнах технологічних і селекційних інновацій, зокрема:

- інтенсифікація виробництва шляхом впровадження сучасних технологій, селекційних досягнень, а також оптимізації відтворення (інтенсивні матки, багатоплідні лінії);
- розвиток м'ясного напрямку через фокус на отримання дієтичного м'яса, розширення виробництва органічної продукції для внутрішнього та зовнішнього ринку [12, 28];
- активне впровадження генетичних програм, біотехнологічних кормів, автоматизації виробництва;
- перехід на закриті автоматизовані ферми, що дасть змогу зменшити ризики хвороб і підвищити біобезпеку;
- нішеві продукти: розвиток фермерських марок, крафтових виробів із кролятини, делікатесів, паштетів тощо;
- можливість експорту в ЄС та на Близький Схід після адаптації до стандартів безпечності та добробуту тварин;

– залучення грантів і програм ЄС для модернізації, а також виконання положень Програми розвитку тваринництва в Україні на 2021 – 2030 роки [8].

Висновки і перспективи.

1. У результаті проведеного аналізу встановлено, що за останні 50 років кролівництво у світі та в Україні зазнало суттєвих структурних і технологічних змін. Світове поголів'я кролів за цей час суттєво збільшилося при одночасному покращенні основних господарсько-корисних ознак. Проте в Україні воно скоротилося.

2. Головними напрямками розвитку кролівництва є спеціалізація на м'ясному напрямі, впровадження сучасних біотехнологій і автоматизація, а також пошук нішевих ринків. В Україні додатковий шанс дають також кооперація та експортні можливості за умови модернізації виробництва.

3. Основними чинниками позитивних змін у галузі кролівництва світу стали впровадження інтенсивних технологій годівлі та утримання, селекційні досягнення (перехід до геномної селекції, використання гібридних ліній), удосконалення менеджменту відтворення та автоматизація виробничих процесів. Україна також поступово інтегрується у ці процеси, але потребує розвитку племінних центрів, сучасних лабораторій та інвестицій, зокрема у генетичні дослідження.

4. Нині кролівництво стикається з новими викликами: підвищенням вимог до добробуту тварин, конкуренцією з іншими видами м'яса, ветеринарними проблемами, коливаннями цін на корми, обладнання та продукцію, а також змінами споживчих уподобань.

5. У майбутньому галузь має високий потенціал для розвитку завдяки зростаючому попиту на дієтичне м'ясо, можливостям експорту, а також активному використанню біотехнологій і цифрових рішень.

6. Умовою сталого зростання, особливо в Україні, є модернізація виробничих потужностей, кооперація виробників, посилення ветеринарного контролю та популяризація кролятини серед споживачів.

Література

1. Державна служба статистики України. Статистичні збірники: Сільське господарство України. Київ, (2015 – 2024). [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ukrstat.gov.ua>
2. Зубець, М. В., Мазур, М. В., Кваша, С. М. (2015). та ін. Економічні та організаційні основи розвитку тваринництва. К.: ННЦ «Інститут аграрної економіки». 392 с.
3. Калитка, І. М., Мельничук, Д. О. (2021). Основи виробництва продукції кролівництва. К.: Вища освіта, 220 с.
4. Полупана, Ю. М. (2019). Кролівництво: теорія і практика. Київ: Аграрна освіта, – 356 с.
5. Корх, О.В., Петраш, В.С., Корх, І.В., Шабля, В.П. (2025). «Ентеронормін детокс» – ефективний спосіб підвищення продуктивності молодняку кролів. Міжнародна науково-практична онлайн конференція

«Проблеми і перспективи інноваційного розвитку галузей кролівництва та звірівництва» м. Черкаси. Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН.

6. Нікішов В. М., Ільїна С. М. (2020). Сучасні технології кролівництва: посібник. Харків: Магістр. 288 с.

7. Бородіна, О. М. (2018). Прогноз розвитку аграрного сектору України до 2030 року. К.: НАН України, 152 с.

8. Програма розвитку тваринництва в Україні на 2021 – 2030 рр. (2021). Міністерство аграрної політики та продовольства України. К.: Мінагрополітики. 48 с.

9. Шабля, В. П., Корх, О. В., Петраш, В. С., Шабля, П. В. (2025). Галузь кролівництва в післявоєнному відновленні тваринництва на теренах України. Актуальні проблеми тваринництва та інноваційні шляхи їх вирішення в сучасних умовах [Електронний ресурс]: тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції науковців, викладачів та аспірантів, 22 – 23 квітня 2025 р. Державний біотехнологічний університет. Харків. 19-24 с. Електрон. дані. Режим доступу: <http://btu.kharkov.ua/nauka/konferentsiyi/>.

10. Українська асоціація кролівників. Аналітика і статистика. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rabbit.org.ua>

11. Ukrainian Agribusiness Club (УКАБ). Аналітичні огляди аграрного ринку. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ucab.ua>

12. Boucher, S., Meunier-Salaün, M. C., Fortun-Lamothe, L. 2021. Welfare of farmed rabbits: a review on housing systems and welfare indicators. *Animals*, Vol. 11(5). 1 – 20 p. – DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11051348>

13. Cheeke, P. R., Lukefahr, S. D. (2019). *Rabbit production*. 9th ed. – Wallingford: CABI. 376 p.

14. Cullere, M., Dalle Zotte, A. (2018). Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives. *Meat Science*, Vol. 143. 137 – 146 p. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.029>

15. Dalle Zotte, A., Szendrő Zs. (2011). The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science*, Vol. 88(3). 319 – 331 p. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.02.017>

16. Eurostat. Statistics Explained: Agriculture, forestry and fishery statistics. – [Electronic resource]. – Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat>

17. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. – [Electronic resource]. – Available at: <https://www.fao.org/faostat/en/>

18. Gidenne, T., Lebas, F., Fortun-Lamothe, L. (2017). Feeding behaviour of rabbits and interpretation of digestive physiology. In: *Nutrition of the rabbit* (2nd ed.). CABI. 233 – 252 p.

19. Hernández, P., Fernández, C., Ariño, B. (2004). Rabbit meat quality. In: *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*, Puebla, Mexico . 1 – 13 p.

20. Lebas, F., Coudert, P., de Rochambeau, H., Thébault, R. (1997). The rabbit: husbandry, health and production. *FAO Animal Production and Health Series No. 21*. Rome: FAO. 248 p. [Electronic resource]. Available at:

<https://www.fao.org/3/t1690e/t1690e.pdf>

21. Lukefahr, S. D., Cheeke, P. R. (1991). Rabbit project planning strategies for developing countries. *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 3(2). [Electronic resource]. Available at: <https://www.lrrd.org/lrrd3/2/lukef3.htm>
22. Maertens, L., Coudert, P. (2008). Recent developments in rabbit nutrition and production systems. In: *Proc. 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy*, 1 – 15 p.
23. National Bureau of Statistics of China. *China Statistical Yearbook* (2022). [Electronic resource]. Available at: <http://www.stats.gov.cn/english/>
24. Pérez, J. M., Lebas, F., Gidenne, T., Maertens, L., Xiccato, G. (2020). European rabbit production: State of the art and future perspectives. *Animal*, Vol. 14(12), 2525 – 2533 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731120001653>
25. Szendrő, Zs., Metzger, Sz., Odermatt, M., Radnai, I. (2020). The current status of rabbit breeding in Europe. *World Rabbit Science*, Vol. 28(4), 229 – 240 p. DOI: <https://doi.org/10.4995/wrs.2020.13566>
26. What is the Rabbit Population of the World? – Staff Writer, Last Updated (May 20, 2025). [Electronic resource]. Available at: <https://www.reference.com/pets-animals/rabbit-population-world-6b8babf69330794>
27. WRSA (World Rabbit Science Association). Reports and publications. – [Electronic resource]. – Available at: <https://world-rabbit-science.com>
28. Xiccato, G., Trocino, A., Castellini, C. (2019). Advances in rabbit nutrition and welfare: new insights and future perspectives. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 251, 1 – 14 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.05.015>

References

1. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Statystychni zbirnyky: Sil's'ke hospodarstvo Ukrainy. Kyiv, 2015 – 2024. [Elektronnyi resurs]. Available at: <https://ukrstat.gov.ua>
2. Zubets M. V., Mazur M. V., Kvasha S. M. ta in. Ekonomichni ta orhanizatsiini osnovy rozvytku tvarynnytstva. Kyiv: NNTs "Instytut ahrarnoi ekonomiky", 2015. 392 s.
3. Kalytka I. M., Melnychuk D. O. Osnovy vyrobnytstva produktsii krolivnytstva. Kyiv: Vyshcha osvita, 2021. 220 s.
4. Krolivnytstvo: teoriia i praktyka / za red. Yu. M. Polupana. Kyiv: Ahrarna osvita, 2019. 356 s.
5. Korkh O. V., Petrash V. S., Korkh I. V., Shablia V. P. "Enteronormin detoks" – efektyvnyi sposib pidvyshchennia produktyvnosti molodniaku kroliv. Mizhnarodna naukovo-praktychna onlain konferentsiia "Problemy i perspektyvy innovatsiinoho rozvytku haluzei krolivnytstva ta zvirivnytstva", 4 kvitnia 2025 r., m. Cherkasy. Cherkaska doslidna stantsiia biorresursiv NAAN, 2025.
6. Nikishov V. M., Ilina S. M. Suchasni tekhnolohii krolivnytstva: posibnyk. Kharkiv: Mahistr, 2020. 288 s.
7. Prohnoz rozvytku ahrarnoho sektoru Ukrainy do 2030 roku / za red. O. M. Borodina. Kyiv: NAN Ukrainy, 2018. 152 s.

8. Prohrama rozvytku tvarynnystva v Ukraini na 2021 – 2030 rr. Ministerstvo ahrarynoi polityky ta prodovol'stva Ukrainy. Kyiv: Minahropolityky, 2021. 48 s.

9. Shablia V. P., Korkh O. V., Petrash V. S., Shablia P. V. Haluz krolivnystva v pisliavoiennomu vidnovlenni tvarynnystva na terenakh Ukrainy. Aktual'ni problemy tvarynnystva ta innovatsiini shliakhy yikh vyrishennia v suchasnykh umovakh: tezy dopovidei Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii naukovtsiv, vykladachiv ta aspirantiv, 22 – 23 kvitnia 2025 r. Derzhavnyi biotekhnolohichniy universytet. Kharkiv, 2025. S. 19 – 24. [Elektronni dani]. Available at: <http://btu.kharkov.ua/nauka/konferentsiyyi/>

10. Ukrainska asotsiatsiia krolivnykiv. Analityka i statystyka. [Elektronnyi resurs]. Available at: <https://rabbit.org.ua>

11. Ukrainian Agribusiness Club (UKAB). Analitychni ohliady ahrarynoho rynku. [Elektronnyi resurs]. Available at: <https://ucab.ua>

12. Boucher S., Meunier-Salaün M. C., Fortun-Lamothe L. Welfare of farmed rabbits: a review on housing systems and welfare indicators. *Animals*, 2021, Vol. 11(5), p. 1 – 20. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11051348>

13. Cheeke P. R., Lukefahr S. D. Rabbit production. 9th ed. Wallingford: CABI, 2019. 376 p.

14. Cullere M., Dalle Zotte A. Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives. *Meat Science*, 2018, Vol. 143, p. 137 – 146. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.029>

15. Dalle Zotte A., Szendró Zs. The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science*, 2011, Vol. 88(3), p. 319 – 331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.02.017>

16. Eurostat. Statistics Explained: Agriculture, forestry and fishery statistics. [Electronic resource]. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat>

17. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Electronic resource]. Available at: <https://www.fao.org/faostat/en/>

18. Gidenne T., Lebas F., Fortun-Lamothe L. Feeding behaviour of rabbits and interpretation of digestive physiology. In: *Nutrition of the rabbit* (2nd ed.). CABI, 2017. P. 233 – 252.

19. Hernández P., Fernández C., Ariño B. Rabbit meat quality. In: *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*, Puebla, Mexico, 2004, p. 1 – 13.

20. Lebas F., Coudert P., de Rochambeau H., Thébault R. The rabbit: husbandry, health and production. *FAO Animal Production and Health Series No. 21*. Rome: FAO, 1997. 248 p. Available at: <https://www.fao.org/3/t1690e/t1690e.pdf>

21. Lukefahr S. D., Cheeke P. R. Rabbit project planning strategies for developing countries. *Livestock Research for Rural Development*. 1991. Vol. 3(2). Available at: <https://www.lrrd.org/lrrd3/2/lukef3.htm>

22. Maertens L., Coudert P. Recent developments in rabbit nutrition and production systems. In: *Proc. 9th World Rabbit Congress*, Verona, Italy, 2008, p. 1 – 15.

23. National Bureau of Statistics of China. *China Statistical Yearbook 2022*. [Electronic resource]. Available at: <http://www.stats.gov.cn/english/>

24. Pérez J. M., Lebas F., Gidenne T., Maertens L., Xiccato G. European rabbit production: State of the art and future perspectives. *Animal*, 2020, Vol. 14(12), p. 2525 – 2533. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731120001653>

25. Szendrő Zs., Metzger Sz., Odermatt M., Radnai I. The current status of rabbit breeding in Europe. *World Rabbit Science*, 2020, Vol. 28(4), p. 229 – 240. DOI: <https://doi.org/10.4995/wrs.2020.13566>

26. What is the Rabbit Population of the World? Staff Writer, Last Updated May 20, 2025. [Electronic resource]. Available at: <https://www.reference.com/pets-animals/rabbit-population-world-6b8babf69330794>

27. WRSA (World Rabbit Science Association). Reports and publications. [Electronic resource]. Available at: <https://world-rabbit-science.com>

28. Xiccato G., Trocino A., Castellini C. Advances in rabbit nutrition and welfare: new insights and future perspectives. *Animal Feed Science and Technology*, 2019, Vol. 251, p. 1 – 14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.05.015>

UDC 636.934.92.082.4.083.084.

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.168-184>

DYNAMICS AND TRENDS OF THE DEVELOPMENT OF THE RABBIT BREEDING INDUSTRY IN UKRAINE AND THE WORLD

¹Shablya V. P., ²Korx O. V., ³Shablya P. V., ⁴Syabro A. S.,

¹*State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine;*

²*Institute of Animal Husbandry, NAAS, Kharkiv, Ukraine*

³*Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production, NAAS, Poltava, Ukraine*

⁴*Poltava State Agrarian University*

The article analyzes changes in the number of rabbit livestock, productivity indicators, feeding, maintenance and breeding methods in the world and Ukraine over the past 50 years. It is shown that rabbit breeding has undergone significant transformations during this time, aimed at intensification of production and increasing economic efficiency. The dynamics of the number of rabbits in the world are presented - from approximately 400 million heads in the 1970s to stabilization at the level of about 500-700 million in the 2010-2020s, with the meat sector dominating. In Ukraine, the number of rabbits decreased from over 20 million heads in the 1970s to 2-3 million in 2010-2020s. Rabbit productivity has increased significantly over the specified period: the average slaughter weight has increased to 2.6 – 2.8 kg in the world and 2.4 – 2.5 kg in Ukraine, while the age of reaching slaughter condition has decreased from 110 – 120 to 70 – 75 days. An increase in multiparity to 10 – 12 rabbits per litter, an increase in the number of litters per year to 8 – 9, as well as an increase in feed conversion were noted. In breeding, a transition took place from traditional phenotypic selection to multiparametric, genomic and marker-associated selection. The evolution of feeding and housing technologies was also analyzed. A global trend towards a reduction in the combined meat-skin direction of productivity was identified. In Ukraine, the main challenges

today remain the insufficient level of breeding work, limited investments and weak integration into international standards. The main directions of rabbit breeding development are specialization in the meat sector, introduction of modern biotechnology and automation, as well as the search for niche markets. In Ukraine, cooperation and export opportunities also provide an additional chance, provided that production is modernized. The main factors of positive changes in the world rabbit breeding industry are the introduction of intensive feeding and housing technologies, breeding achievements (transition to genomic breeding, use of hybrid lines), improvement of reproduction management and automation of production processes. Ukraine is also gradually integrating into these processes, but needs the development of breeding centers, modern laboratories and investments in the latest technologies and genetic research.

Keywords: *rabbit breeding, dynamics, livestock, productivity, productivity direction, breeding, feeding, housing technologies, innovations.*

УДК 636.92.087

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.185-196>

АНАЛІЗ РОСТУ І ПРОДУКТИВНОСТІ КРОЛЕНЯТ, ОТРИМАНИХ ВІД САМЦІВ РІЗНОЇ ПОРОДНОСТІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ЇХ У СХЕМІ КРОСУ

Якубець Т. В., доктор філософії з тваринництва,

Бочков В. М., канд. с.-г. наук., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, e-mail: tarasyakubets@gmail.com

Розвиток кролівництва сьогодні є надзвичайно актуальним, оскільки кролі характеризуються високою швидкістю росту, коротким генераційним інтервалом та високою плодючістю, а кролятина є цінним дієтичним продуктом з високим вмістом легкозасвоюваного білку.

Самці батьківської форми займають важливе місце у структурі стада та є основою генофонду сучасного підприємства з виробництва м'яса кролів. Зважаючи на високу вартість імпорту самців, постає актуальне питання ефективності використання чистопородних самців місцевого генофонду в якості батьківської форми для отримання молодняку для відгодівлі. У зв'язку з цим було проведено дослідження продуктивності кроленят, які були отримані від самців різної породності з метою вивчення ефективності їх використання у схемі кросу.

У результаті досліджень було встановлено, що найбільша жива маса у новонароджених була в кроленят, які були отримані від самців PS59. Вони на 2,4 г переважали ($p \leq 0,01$) новонароджених кроленят, отриманих від самців Hyla Max. Жива маса новонароджених кроленят від самців Hyla Max та термонської білої породи була приблизно однаковою – 58,6 та 58,1 г відповідно. Найменшу живу масу новонароджені кролята, які отримані від самців породи полтавське срібло. На час відлучення найвищими показниками живої маси характеризувалися кролята які були отримані від самців PS59, однак різниця за цією ознакою, порівняно з молодняком від самців Hyla Max та термонської білої породи була незначною – 11,5 і 21,5 г.

На час завершення відгодівлі (70 діб) найбільшу живу масу мали кролята які були отримані від самців PS59 – 2581,9 г. У молодняку, який походив від самців Hyla Max вона була на 65,6 г меншою ($p \leq 0,05$), а у кроленят, отриманих від самців термонської білої породи – на 94,2 г. Найменшим значенням живої маси у віці 70 діб характеризувалися кролята, які були отримані від самців породи полтавське срібло – вона була на 250,0 г меншою ($p \leq 0,001$), ніж у ровесників від самців Hyla Max.

Таким чином, результати проведених досліджень вказують, що найбільшою живою масою на час забою характеризувалися кролята, що походили від самців батьківської форми кросу Hy Plus, тоді як найменшою вона була у молодняку, який походив від чистопородних самців породи полтавське срібло. Одержані дані вказують на необхідність проведення

подальшої селекційної роботи з популяцією кролів породи полтавське срібло в напрямку підвищення їх живої маси та швидкості росту.

Ключові слова: кролі, крос, порода полтавське срібло, самці, прирости, промислова технологія.

Актуальність. Генеральною Асамблеєю Організації Об'єднаних Націй визначено 17 Цілей Сталого Розвитку, серед яких зазначено такі, як подолання голоду та зупинка процесу втрати біорізноманіття. Подальше покращення такого напряму тваринництва як кролівництво дозволить зробити вагомий внесок у вирішення проблеми голоду у світі, а збереження і покращення локальних популяцій кролів сприятиме збільшенню різноманітності порід, які використовуються в тваринництві [1, 3, 4, 5].

Для забезпечення стабільного і прибуткового виробництва кролятини в Україні господарства здебільшого застосовують кролів, отриманих шляхом породно-лінійної гібридизації. У цьому процесі беруть участь групи тварин, що були ретельно відібрані за селекційними ознаками. Зокрема, шляхом схрещування самців батьківської форми, які відзначаються високими показниками інтенсивності росту, живої маси, забійного виходу та ефективності використання кормів, і кролематок материнської форми, для яких ключовими селекційними характеристиками є багатоплідність, великоплідність та молочність, отримують потомство для відгодівлі. Такі кроленята демонструють швидкий ріст, низьку витрату кормів на одиницю приросту та високий забійний вихід [2, 6, 7, 9].

Зміни в кролівництві вплинули на процес виробництва. Це призвело до концентрації ферм, особливо великих за розміром, та зникнення менших, менш конкурентоспроможних. Однак ця ситуація також створює можливість для впровадження трансформацийних інновацій та вдосконалень у системі кролівництва [10]. Це стосується усіх складових цього напрямку тваринництва – генетики і селекції, годівлі кролів, технологій утримання і забезпечення благополуччя, автоматизації та цифровізації.

Abdel-Ghany A. M. із співавторами проводили дослідження з вивчення ефекту гетерозису, загальної комбінаційної здатності, материнської здатності та ефекти, зчеплені зі статтю, на показники росту від відлучення (у 4 тижні) до віку реалізації (у 12 тижнів) за допомогою проведення діалельного схрещування 3×3 у трьох різних порід кролів: однієї місцевої єгипетської (червона баладі) та двох транскордонних порід (бускат та каліфорнійська). В усіх варіантах схрещування було виявлено позитивні результати. Гетерозис (за масою тіла в усіх оцінюваних вікових групах був високо значущим. Чистопородні відмінності також зазнали значного впливу [11].

Вчені проводили вивчення оцінки впливу породи плідника на життєздатність та продуктивність кролів з використанням чотирьох порід кролів: новозеландської білої (NZW), шиншили (CHL), новозеландської червоної (NZR) та FCEABK-α (K-α) – нещодавно створеної місцевої породи. Результати показали, що життєздатність і ростові ознаки кроленят від народження до відлучення варіювали між генетичними групами кроликів через відмінності в їх генетичному складі. Шиншила і K-α були покращеними

породами, а їх схрещування дало кращі результати порівняно з іншими досліджуваними породами завдяки ефекту гетерозису [8].

Селекційна робота з локальними породами кролів проводиться провідними вченими ряду наукових установ. Зокрема, науковці проводили комплексну оцінку племінної цінності кролів породи полтавське срібло з використанням методу BLUP AM [12], досліджували поліморфізм за різними генами в популяції кролів [13], впроваджують технології геномної оцінки племінної цінності кролів [14]. Також проводиться робота з покращення популяції цієї породи з використанням селекційних індексів [15].

Науковці активно здійснюють роботу щодо вивчення рівня ознак відтворення кролів за різних варіантів схрещування. Результати цих досліджень вказують на ефективність використання локальних порід, таких як шиншила та сірий велетень, для отримання високопродуктивних кролематок [16].

Отже, самці відіграють важливу роль у структурі стада сучасної промислової кролеферми, вони впливають на рівень продуктивності кроленят, що вирощуються для отримання м'яса. Тому дослідження ефективності використання самців різної породності у схемах кросу є актуальним практичним завданням науковців на сучасному етапі розвитку кролівництва.

Мета дослідження – вивчити показники росту і продуктивності кроленят, отриманих від самців різної породності при проведенні кросів ліній.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проведені в умовах ТОВ «Ферма Кролікофф» Уманського району Черкаської області. Дослідження проводились з використанням самців чотирьох генотипів: самці батьківської форми кросу Нула – Нула Мах (НМ), самці батьківської форми кросу Нуplus PS59 (PS), самців термонської білої породи (Т), самці породи полтавське срібло (ПС). Самців використовували на кролематках материнської форми кросу Нула – Нула NG Для вивчення динаміки росту кроленят 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 кроленят	Віковий період кроленят	Середня маса кроленят на початку відгодівлі, г	Тривалість дослідів, діб	Генотип відгодівельного молодняка (досліджуваний фактор)
I	0-70	933,33	70	1/2 НМ1/2 NG
II	0-70	944,81	70	1/2 PS1/2 NG
III	0-70	923,33	70	1/2 Т1/2 NG
IV	0-70	875,71	70	1/2 ПС1/2 NG

У досліді вивчали живу масу і проміри тіла самців, досліджували масу тіла і його прирости у кроленят, отриманих від різних самців в різні вікові періоди. 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 [17]. Різниця між тваринами різних груп вважалась вірогідною при * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ порівняно з кролицями класу M^0 та кролятами II групи.

Результати досліджень та їх обговорення. Самці батьківської форми займають важливе місце у піраміді гібридизації та є основою генофонду сучасного підприємства з виробництва м'яса кролів. Зважаючи на високу вартість імпорту самців, постає актуальне питання ефективності використання чистопородних самців місцевого генофонду в якості батьківської форми для отримання молодняку для відгодівлі. У зв'язку з цим нами було досліджено рівень прояву фенотипових ознак самців батьківських форм двох кросів, а також чистопородних самців термонської білої породи та породи полтавське срібло. Результати досліджень наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Рівень ознак селекції самців різних генотипів, $M \pm m$

Показник	Породність самців			
	Hyla Max (n=15)	HuPlus PS59 (n=15)	Термонська біла (n=12)	Полтавське срібло (n=9)
Маса тіла, кг	6,36 $\pm$ 0,092	6,77 $\pm$ 0,064***	5,47 $\pm$ 0,082***	5,23 $\pm$ 0,086***
Пряма довжина тулуба, см	50,15 $\pm$ 0,249	53,23 $\pm$ 0,288***	52,00 $\pm$ 0,809	52,88 $\pm$ 1,36*
Обхват грудей за лопатками, см	39,76 $\pm$ 0,182	38,78 $\pm$ 0,249**	38,91 $\pm$ 0,386	36,56 $\pm$ 0,457***
Ширина попереку, см	7,71 $\pm$ 0,098	8,05 $\pm$ 0,065	7,4 $\pm$ 0,081	7,15 $\pm$ 0,115
Індекс збитості, %	79,36 $\pm$ 0,852	72,92 $\pm$ 0,465***	74,90 $\pm$ 0,575***	69,36 $\pm$ 1,294***
Ваговий індекс, од	126,81 $\pm$ 1,646	125,32 $\pm$ 0,925	104,79 $\pm$ 0,440***	99,14 $\pm$ 1,376***

Примітка: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$ порівняно з самцями Hyla Max

Аналізуючи результати досліджень ознак продуктивності самців різних генотипів встановлено, що найбільшу живу маси мали самці батьківської форми кросу Huplus PS59, вона була на 0,41 кг більшою ($p \leq 0,001$), ніж самці батьківської форми кросу Hyla – Hyla Max. Жива маса самців термонської білої породи була на 14% меншою ($p \leq 0,001$), а у самців породи полтавське срібло – на 18% меншою ($p \leq 0,001$), ніж у самців Hyla Max. Цей факт можна пояснити здійсненням спрямованої селекційної роботи з самцями вихідних ліній кросів за показниками живої маси. Встановлено, що за прямою довжиною тулуба самці PS59 переважали самців Hyla Max на 3,08 ($p \leq 0,001$) см, самців термонської білої породи – на 1,23 см, а самців породи полтавське срібло – на 0,35 см. Найбільше значення обхвату грудей за лопатками було у самців Hyla Max. За цією ознакою вони переважали самців PS59 на 0,98 см ($p \leq 0,01$), самців термонської білої породи – на 0,85 см, а самців породи полтавське срібло – на 3,2 см ($p \leq 0,001$). За екстер'єром самці Hyla Max відрізнялись коротким, збитим тулубом з добре розвиненою задньою частиною тіла. Самці PS59 мали більш видовжений і вужчий тулуб, м'ясні форми у них добре

виражені. Чистопородні самці характеризувались мезосомним типом будови тіла.

Висока інтенсивність росту кролів, яка є їх біологічною особливістю, значною мірою впливає на економічну ефективність виробництва кролятини. У сучасних схемах гібридизації для отримання кроленят фінального гібриду, середньодобовий приріст живої маси після відлучення або жива маса наприкінці періоду відгодівлі, використовується як критерій відбору батьківських форм кросів. Тому нами було досліджено живу масу кроленят фінального гібриду, які походили від самців з різним генотипом, у молочний період і період відгодівлі. Дані живої маси кроленят дослідних груп у різному віці представлені у табл. 3.

Таблиця 3. Маса тіла кроленят, отриманих від різних самців в молочний період, М±m

Вік, діб	Група кроленят			
	I (n=164)	II (n=149)	III (n=158)	IV (n=121)
Новонароджені	58,6±0,57	61,0±0,63**	58,1±0,48	56,5 ±0,56**
14	297,0±5,04	306,7±5,86	293,3±4,74	245,9±7,52***
21	382,8±5,69	391,3±9,54	385,5±5,98	342,2±5,56***
28	586,3±3,89	610,4±7,11**	595,4±5,55	556,5±6,01***
35	933,3±8,42	944,8±9,79	923,3±8,13	875,7±6,46***

Примітка: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$ порівняно з I групою

Результати дослідження росту кроленят, отриманих від самців з різним генотипом, у молочний період вказують, що найбільша жива маса була у новонароджених кроленят II групи, які були отримані від самців PS59. Вони на 2,4 г переважали ($p \leq 0,01$) новонароджених кроленят I групи. Жива маса новонароджених кроленят I та III групи була приблизно однаковою – 58,6 та 58,1 г відповідно. Найменшу живу масу мали новонароджені кроленята IV групи, які отримані від самців породи полтавське срібло. Їх жива маса була на 2,1 г меншою ($p \leq 0,01$), ніж у кроленят I групи. У віці 14 діб найбільшу живу масу мали кроленята II групи – вони переважали ровесників I, III та IV груп на 9,7, 13,4 і 60,8 г відповідно.

Встановлено, що у віці 21 доби жива маса молодняку I, II та III груп мала подібні значення, тоді як у кроленят IV групи вона була найменшою – різниця становила 40,6 г ($p \leq 0,001$), порівняно з кроленятами I групи. У віці 28 діб найбільшу живу масу мали кроленята II групи. За цією ознакою вони переважали молодняк I групи на 24,1 г ($p \leq 0,01$), а II – на 15 г. Кроленята IV групи у вказаному віці мали найменшу живу масу. На час відлучення найвищими показниками живої маси характеризувались кроленята II групи, однак різниця за цією ознакою, порівняно з молодняком I та III груп була незначною – 11,5 і 21,5 г. Жива маса кроленят IV групи у віці 35 діб була найменшою, різниця, порівняно з молодняком I групи становила 57,6 г ($p \leq 0,001$).

Більш точніше швидкість росту кролів характеризують середньодобові прирости живої маси. На рис. 1. представлено динаміку середньодобових приростів кроленят, отриманих від різних самців, у молочний період.

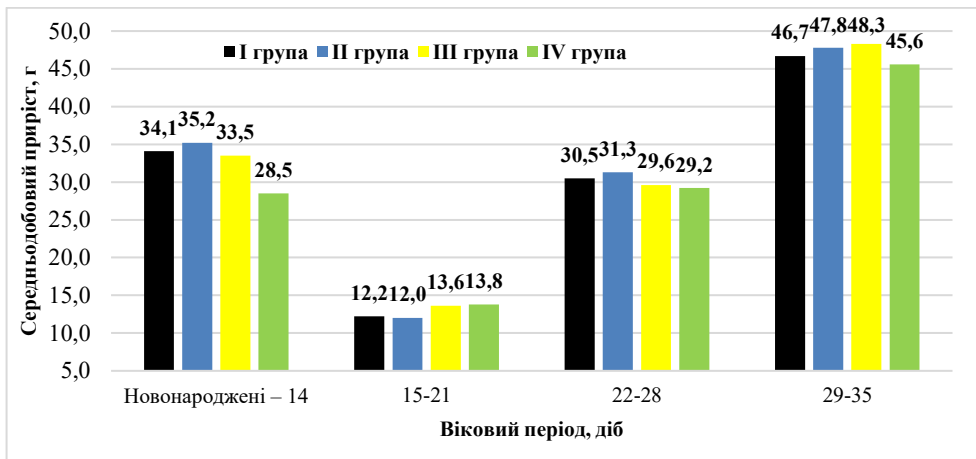


Рис. 1. Середньодобовий приріст живої маси кроленят різних груп у молочний період

Аналізуючи дані середньодобових приростів живої маси кроленят було виявлено певні коливання цього показника у молочний період. Так, від народження до 14 добового віку найвищі середньодобові прирости були властиві кролятам II групи, середнє значення яких становило $35,2 \pm 0,75$ г. Децю менші показники приросту були у кроленят I та III групи – $34,1 \pm 0,65$ та $33,5 \pm 0,62$ г відповідно. Молодняк IV групи характеризувався найменшими значеннями середньодобового приросту – $28,5 \pm 1,00$ г.

Виявлено закономірність щодо зниження середньодобових приростів живої маси кроленят усіх дослідних груп у період від 15- до 21-добового віку. У цей період найбільший середньодобовий приріст був у кроленят IV групи. Він становив 13,8 г, що на 1,6 г більше ($p \leq 0,05$), ніж у молодняку I групи. Разом з тим, найменше значення середньодобового приросту у вказаний період було у кроленят II групи – 12,0 г.

У віковий період 22-28 дів середньодобові прирости кроленят знаходились в межах від 29,2 до 31,3 г. Найбільшим у цей період середньодобовий приріст був у молодняку II групи, а найменшим – у кроленят IV групи.

Встановлено, що у період від 29 до 35 дів найвище значення середньодобового приросту було у кроленят III – $48,3 \pm 0,78$. Вони переважали ровесників I групи на 1,6 г, II групи – на 0,5 г, а IV – на 2,7 г.

Отже, на ранньому етапі молочного періоду найвищу інтенсивність росту мали кролята, отримані від самців PS59, тоді як на заключному етапі молочного періоду молодняк, отриманий від самців термонської білої породи характеризування вищою інтенсивністю росту, порівняно з ровесниками

інших груп. Кроленята, отримані від самців породи полтавське срібло в усі періоди, окрім віку 15-21 доби, мали найнижчу інтенсивність росту.

Наступним етапом досліджень було вивчення росту кроленят, отриманих від різних генотипів самців, у період відгодівлі. Відповідно до технологічної схеми, відгодівля кроленят триває від відлучення їх від кролематок до досягнення 70-денного віку. Показники живої маси кроленят різних груп наведено у табл. 4.

Таблиця 4. Жива маса кроленят фінального гібриду, отриманих від самців з різним генотипом, у період відгодівлі, г

Вік, дів	Група кроленят			
	I (n=138)	II(n=122)	III(n=135)	IV(n=106)
42	1240,9±10,01	1260,7±11,17	1253,5±12,85	1156,3±10,53***
49	1620,2±12,40	1662,2±12,64*	1614,3±18,33	1498,1±16,31***
56	1961,7±16,33	1989,3±15,58	1957,4±11,45	1749,8±14,73***
63	2232,6±17,09	2299,1±16,37**	2196,9±17,30	1988,0±18,39***
70	2516,3±18,73	2581,9±19,79*	2487,7±23,26	2266,3±21,03***

Примітка: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$ порівняно з I групою

Результати досліджень вказують, що у віці 42 доби найбільшу живу масу мали кроленята II групи. Молодняк I та III групи поступався їм на 19,8 і 7,2 г відповідно. Кролі IV групи мали на 84,6 г меншу ($p \leq 0,001$) живу масу, ніж їх ровесники з I групи. У віці 49 дів подібна тенденція зберігалась. Кроленята II групи переважали молодняк I групи за живою масою на 42 г ($p \leq 0,05$). Найменша жива маса у цьому віці була у кроленят IV групи.

Жива маса кроленят дослідних груп у віці 56 дів знаходилась в межах від 1749,8 до 1989,7 г. Найбільшою вона була у молодняку II групи. Слід зазначити, що значної різниці між живою масою кроленят I та III груп у вказаному віці не виявлено. У віці 63 доби у кроленят II групи встановлено найвищі показники живої маси, порівняно з ровесниками інших груп. Вона була на 66,5 г більшою ($p \leq 0,01$), ніж у молодняку I групи. Жива маса кроленят III групи у вказаному віці була на 1,6% меншою, ніж у ровесників I групи, однак різниця була невірогідною.

Жива маса кроленят у віці 70 дів є важливим показником продуктивності та індикатором економічної ефективності виробництва кролятини. У результаті досліджень було встановлено, що найбільшу живу масу у цьому віці мали кроленята II групи – 2581,9 г. У молодняку I групи вона була на 65,6 г меншою ($p \leq 0,05$), а у кроленят III групи – на 94,2 г. Найменшим значенням живої маси у віці 70 дів характеризувалися кроленята IV групи – вона була на 250,0 г меншою ($p \leq 0,001$), ніж у ровесників I групи.

Середньодобовий приріст живої маси кроленят на відгодівлі є основним критерієм контролю інтенсивності їх росту у технологічному циклі. У результаті наших досліджень було отримано дані середньодобових приростів кроленят, які походили від різних генотипів самців, що відображено на рис. 2.

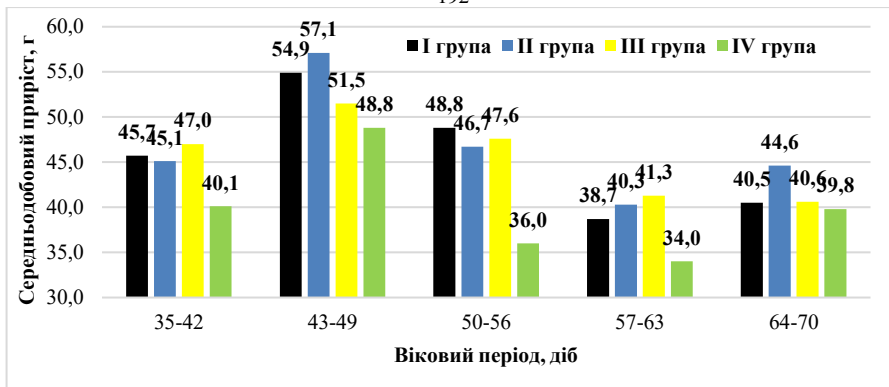


Рис 2. Середньодобові прирости живої маси кроленят різних груп за період відгодівлі

Як видно з даних рис. 2, у період з 35- до 42-добового віку найбільші середньодобові прирости були властиві кролятам III групи, середні значення яких склали 47,0 г. Молодняк II групи поступався ровесникам з I групи на 0,6 г. Найменші середньодобові прирости за вказаний період мали кролята IV групи – 40,1 г.

У віці від 43- до 49 дів середньодобові прирости кроленят усіх груп зросли на 4,7...12,0 г. За цей період найбільші середньодобові прирости були у молодняку II групи – 57,1 г, тоді як у кролятах I, III та IV груп цей показник був на 3,9, 9,8 та 14,5 % меншим відповідно. У наступний віковий період (50-56 дів) спостерігалось зниження середньодобових прирости у кролятах усіх груп. Перевагу мали кролята I групи, середньодобовий приріст живої маси яких становив 48,8 г, що на 2,1 г і на 1,2 г більше, ніж у кролятах II і III груп відповідно. Найменший середньодобовий приріст живої маси у віці 50-56 дів був у кролятах IV групи – на 18,8 г менше ($p \leq 0,001$), ніж у ровесників з II групи.

Встановлено, що за період від 57- до 63-добового віку найбільшим середньодобовим приростом характеризувались кролята III групи – 41,3 г. Їх прирости перевищували аналогічні показники ровесників I, II та IV груп на 2,6, 1,0 і 7,3 г. У заключний тиждень відгодівлі середньодобові прирости живої маси кроленят I та III групи були майже рівні, тоді як у молодняку II групи вони були найбільшими – середнє значення становило 44,6 г, що на 4,1 г більше ($p \leq 0,05$), ніж у представників I групи. Найменші середньодобові прирости були властиві кролятам IV групи – у середньому 39,8 г.

Висновки і перспективи. Результати проведених досліджень вказують, що від народження до 35-добового віку найбільшими показниками живої маси характеризувались кроленята, отримані від самців PS59, однак різниця між ними і кроленятами, які походили від самців термонської білої породи була невірогідною. У період відгодівлі, від 35- до 70-добового віку, подібна тенденція зберігалась, однак, слід зазначити, що кроленята, отримані від самців термонської білої породи мали від 2,5 до 6,7% вищі середньодобові прирости живої маси, ніж кроленята, одержані від самців Hyla Max та PS59 у вікові періоди 35-42- та 57-63 доби. Кроленята генотипу (1/2ПС+1/2NG) мали найменші показники живої маси в усі вікові періоди та характеризувались найнижчою інтенсивністю росту. Отримані дані свідчать про необхідність подальшої цілеспрямованої селекційної роботи з популяцією кролів породи полтавське срібло в напрямку підвищення швидкості їх росту та живої маси. При цьому слід активно впроваджувати сучасні методи оцінки племінної цінності кролів, геномної селекції з метою прискорення селекційного процесу та використання кролів породи полтавське срібло для виробництва кролятини за промислової технології.

Література

1. Potential and limitations of rabbit meat in maintaining food security in Ukraine / G. Zamaratskaia et al. *Meat science*. (2023). 109 – 293 p. URL: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci>.
2. Growth performance of male line of superior tropical rabbit / B. Brahantiyo et al. *Tropical Animal Science Journal*. (2021). Vol. 44, no. 3. 273 – 279 p. URL: <https://doi.org/10.5398/tasj.2021.44.3.273>.
3. Гончар, О. Ф., Бойко, О. В., Гавриш, О. М. (2020). Аналіз стану галузі кролівництва в Україні. *Effective rabbit breeding and fur farming*. № 6. 47 – 58 с. URL: <https://doi.org/10.37617/2708-0617>.
4. Fontanesi, L. (2016). The rabbit in the genomics era: applications and perspectives in rabbit biology and breeding. In: *Proceedings of the 11th World Rabbit Congress*. 15-18 p.
5. Якубець, Т., Бочков, В. (2024). Економічна ефективність використання самців у схрещуванні ліній кролів. *Effective rabbit breeding and fur farming*. № 10. 131 – 143 с. URL: <https://doi.org/10.37617/2708-0617>.
6. Genetic evaluation of growth traits in new synthetic rabbit line in egypt / E.-S. Abdel-Kafy et al. *Open journal of agricultural research*. (2021). Vol. 1, no. 2. 62 – 73 p. URL: <https://doi.org/10.31586/ojar.119>.
7. Economic weights in rabbit meat production / L. Cartuche et al. *World rabbit science*. (2014). Vol. 22, no. 3. 165 p. URL: <https://doi.org/10.4995/wrs.2014.1747>.
8. Akanni, K. T. (2024). Sire's strain influence on livability and growth traits in a diallel crossed rabbits. *Nigerian journal of animal production*. 142 – 146 p. URL: <https://doi.org/10.51791/njap.vi.4284>.
9. Efficiency of crossing paternal line males and maternal line females of rabbits on growth performance / G. Abd El-latif et al. *Egyptian poultry science*

journal. (2021). Vol. 41, no. 4. 709 – 722 p. URL: <https://doi.org/10.21608/epsj.2021.213293>.

10. Norton, T., Cambra-López, M. (2025). Challenges and opportunities for precision livestock farming applications in the rabbit production sector. *World rabbit science*. Vol. 33, no. 2. 127 – 138 p. URL: <https://doi.org/10.4995/wrs.2025.22701>.

11. Crossbreeding parameters for body weight data from a complete diallel mating scheme using three breeds of rabbit / A. M. Abdel-Ghany et al. *Archives animal breeding*. (2024). Vol. 67, no. 3. 335 – 342 p. URL: <https://doi.org/10.5194/aab-67-335-2024>.

12. Shevchenko, E., Honchar, O. (2024). Usage of different blup methods in index evaluation of poltavskie sriblo rabbit breed. *Effective rabbit breeding and fur farming*. No. 10. 22 – 30 p. URL: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.22-30>.

13. Genetic characteristics of Poltavskie sriblo rabbits by myostatin and progesterone receptor gene and selection indices / Y. Shevchenko et al. *Studia Biologica*. (2023). Vol. 17, no. 2. 71 – 84 p. URL: <https://doi.org/10.30970/sbi.1702.714>

14. Гончар, О., Шевченко, Є. (2018). Застосування методів геномної селекції при дослідженні кролів новозеландської білої породи. *Ефективне кролівництво і звірівництво*. № 4. 46 – 54 с.

15. Гавриш, О. М. (2020). Ефективність використання індексної оцінки в системі добору та використанні племінного поголів'я кролів породи полтавське срібло. *Effective rabbit breeding and fur farming*. № 6. 38 – 47 с. URL: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.38-47>.

16. Reproductive traits of chinchilla rabbits under different three-breed crossbreeding schemes / I. S. Luchyn et al. *Scientific and technical bulletin of state scientific research control institute of veterinary medical products and fodder additives and institute of animal biology*. (2025). Vol. 26, no. 1. 118 – 126 p. URL: <https://doi.org/10.36359/scivp.2025-26-1.14>.

17. Ібатуллін, І. та ін. (2017). Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / . Київ : Аграрна наука. 328 с.

References

1. Potential and limitations of rabbit meat in maintaining food security in Ukraine / G. Zamaratskaia et al. *Meat science*. (2023). 109 – 293 p. URL: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109293>;

2. Growth performance of male line of superior tropical rabbit / B. Brahmaniyo et al. *Tropical Animal Science Journal*. (2021). Vol. 44, no. 3. 273 – 279 p. URL: <https://doi.org/10.5398/tasj.2021.44.3.273>.

3. Honchar, O. F., Boiko, O. V., Havrysh, O. M. (2020). Analiz stanu haluzi krolivnytstva v ukraini. *Effective rabbit breeding and fur farming*. № 6. 47 – 58 s. URL: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.47-58>.

4. Fontanesi, L. (2016). The rabbit in the genomics era: applications and perspectives in rabbit biology and breeding. In: *Proceedings of the 11th World Rabbit Congress*. 15-18 s.

5. Yakubets, T., Bochkov, V. (2024). Ekonomichna efektyvnist vykorystannia samtsiv u skhreshchuvanni linii kroliv. Effective rabbit breeding and fur farming. № 10. 131 – 143 s. URL: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.131-143>;
6. Genetic evaluation of growth traits in new synthetic rabbit line in egypt / E.-S. Abdel-Kafy et al. Open journal of agricultural research. (2021). Vol. 1, no. 2. 62 – 73 p. URL: <https://doi.org/10.31586/ojar.2021.119> ;
7. Economic weights in rabbit meat production / L. Cartuche et al. *World rabbit science*. (2014). Vol. 22, no. 3. 165 p. URL: <https://doi.org/10.4995/wrs.2014.1747>
8. Akanni, K. T. (2024). Sire's strain influence on livability and growth traits in a diallel crossed rabbits. *Nigerian journal of animal production*. 142 – 146 p. URL: <https://doi.org/10.51791/njap.vi.4284>
9. Efficiency of crossing paternal line males and maternal line females of rabbits on growth performance / G. Abd El-latif et al. *Egyptian poultry science journal*. (2021). Vol. 41, no. 4. 709 – 722 p. URL: <https://doi.org/10.21608/epsj.2021.213293>
10. Norton, T., Cambra-López, M. (2025). Challenges and opportunities for precision livestock farming applications in the rabbit production sector. *World rabbit science*. Vol. 33, no. 2. 127 – 138 p. URL: <https://doi.org/10.4995/wrs.2025.22701>
11. Abdel-Ghany, A. M. et al. (2024). Crossbreeding parameters for body weight data from a complete diallel mating scheme using three breeds of rabbit . Archives animal breeding. Vol. 67, no. 3. 335 – 342 p. URL: <https://doi.org/10.5194/aab-67-335-2024>.
12. Shevchenko, E., Honchar, O. (2024). Usage of different blup methods in index evaluation of poltavskie sriblo rabbit breed. *Effective rabbit breeding and fur farming*. No. 10. 22 – 30 p. URL: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.22-30>
13. Shevchenko, Y. et al. (2023). Genetic characteristics of Poltavskie sriblo rabbits by myostatin and progesterone receptor gene and selection indices . *Studia Biologica*. Vol. 17, no. 2. 71 – 84 p. URL: <https://doi.org/10.30970/sbi.1702.714>
14. Honchar, O., Shevchenko, Ye. (2018). Zastosuvannia metodiv henomnoi selektsii pry doslidzhenni kroliv novozelandskoi biloi porody. *Efektivne krolivnytstvo i zvirivnytstvo*. № 4. 46 – 54 s.
15. Havrysh, O. M. (2020). Efektyvnist vykorystannia indeksnoi otsinky v systemi doboru ta vykorystanni plemynnoho poholivia kroliv porody poltavskie sriblo. *Effective rabbit breeding and fur farming*. № 6. 38 – 47 s. URL: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.38-47> .
16. Luchyn, I. S. et al. (2025). Reproductive traits of chinchilla 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*. Vol. 26, no. 1. 118 – 126 p. URL: <https://doi.org/10.36359/scivp.2025-26-1.14>
17. Ibatullin, I. ta in. (2017). Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi / Kyiv : Ahrarna nauka, 328 s.

UDC 636.92.087

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.185-196>

ANALYSIS OF THE GROWTH AND PRODUCTIVITY OF RABBITS OBTAINED FROM MALES OF DIFFERENT BREEDS USED IN A CROSSBREEDING SCHEME

Yakubets T., Bochkov V.

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv
tarasyakubets@nubip.edu.ua*

The development of rabbit breeding is extremely relevant today, as rabbits are characterized by high growth rates, short generation intervals and high fertility, and rabbit meat is a valuable dietary product with a high content of easily digestible protein.

Sire males occupy an important place in the structure of the herd and are the basis of the gene pool of a modern rabbit meat production enterprise. Given the high cost of importing males, there is an urgent question of the effectiveness of using purebred males of the local gene pool as a parental form to obtain young animals for fattening. In this regard, a study was conducted on the productivity of rabbits obtained from males of different breeds to study the effectiveness of their use in the crossbreeding scheme.

As a result of the research, it was found that the highest live weight in newborns was in rabbits obtained from PS59 males. They were 2.4 g higher ($p \leq 0.01$) than newborn rabbits obtained from Hyla Max males. The live weight of newborn rabbits from Hyla Max and Thermon White males was approximately the same - 58.6 and 58.1 g, respectively. Newborn rabbits from Poltava Silver males had the lowest live weight. At the time of weaning, the highest live weight was characterized by rabbits obtained from PS59 males, but the difference in this trait compared to young animals from Hyla Max and Thermon white males was insignificant - 11.5 and 21.5 g.

At the time of completion of fattening (70 days), the highest live weight was in rabbits obtained from PS59 males - 2581.9 g. In young animals that came from Hyla Max males, it was 65.6 g less ($p \leq 0.05$), and in rabbits obtained from Thermon White males - 94.2 g. The lowest value of live weight at the age of 70 days was characterized by rabbits obtained from males of the Poltava Silver breed - it was 250.0 g less ($p \leq 0.001$) than in their peers from Hyla Max males.

Thus, the results of the conducted studies indicate that the highest live weight at the time of slaughter was characterized by rabbits that came from males of the parental form of the HyPlus cross, while the lowest was in young animals that came from purebred males of the Poltava Silver breed. The data obtained indicate the need for further breeding work with the population of Poltava Silver rabbits in the direction of increasing their live weight and growth rate.

Keywords: rabbits, cross, Poltava silver breed, male sires, weight gain, industrial technology.

УДК 599.742.17: 595.132(477.54)

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.197-216>**МОРФОЛОГІЧНІ, ГІСТОЛОГІЧНІ ТА ФЕРМЕНТАТИВНІ ЗМІНИ
У КРОЛІВ (ORYCTOLAGUS CUNICULUS) ЗА СТРОНГІЛОЇДОЗУ,
СПРИЧИНЕНОГО STRONGYLOIDES PAPILLOSUS**Дуда Ю. В.¹, к. вет. н., доцент, dudajulia1976@gmail.com,Прус М. П.², д. вет. н., професор,Корейба Л. В.¹, к. вет. н., доцент¹ Дніпровський державний аграрно-економічний університет
49600, вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, Україна² Національний університет біоресурсів і природокористування України
03041, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна

Стронгілоїдоз – поширене паразитарне захворювання кролів, яке викликає нематода *Strongyloides papillosus*. Цей збудник має складний життєвий цикл з чергуванням паразитичного та вільноживучого поколінь, що значно ускладнює процес ерадикації інвазії та сприяє її хронізації. Паразити локалізуються переважно в тонкому кишківнику, спричиняючи деструктивні, запальні та токсичні ураження, які негативно впливають на загальний стан організму, функції печінки, бар'єрну здатність кишківника та метаболічні процеси.

Метою цього дослідження було комплексне вивчення стронгілоїдозу у кролів шляхом оцінки морфологічних характеристик яєць і личинок паразита, ферментного профілю крові тварин за різного ступеня інтенсивності інвазії, а також гістоморфологічних змін у товстому кишківнику. Для цього використовували методику культивування яєць із наступною ідентифікацією личинок L1 – L3, паралельно виконували біохімічний аналіз сироватки крові з метою визначення ферментної активності та гістологічне дослідження тканин кишківника.

У результаті встановлено, що інтенсивність інвазії становила $459,26 \pm 46,91$ яєць/г у першій дослідній групі (низький рівень) та $2370,37 \pm 311,45$ яєць/г у другій (високий рівень). Морфологічні особливості яєць – овальна форма, тонка оболонка, розміри $38,2\text{--}54,5$ мкм завдовжки і $21,7\text{--}36,1$ мкм завширишки – відповідають типовому стронгілідному морфотипу. Метод культивування виявився ефективним для розмежування личинкових стадій, що забезпечило надійну діагностику виду.

Біохімічний аналіз виявив статистично достовірне ($p < 0,001$) підвищення рівнів трансаміназ (АлАТ – на 36,37 %, АсАТ – на 67,78 %) та ГГТ (на 41,48 %) у тварин з високою інтенсивністю інвазії. Одночасно спостерігалось значне зниження активності холінестерази (в 1,32 – 1,64 рази), що свідчить про токсичне ураження печінки та порушення її детоксикаційної функції.

Отримані результати узгоджуються з даними міжнародних досліджень і підтверджують системний характер патології за стронгілоїдозу.

Гістологічний аналіз показав наявність виражених деструктивно-запальних змін у слизовій та м'язовій оболонках сліпої кишки: десквамація епітелію, некроз, руйнування крипт, набряк підслизової основи, еозинофільна і лімфоїдна інфільтрація. Патоморфологічні зміни були подібні до описаних при інших нематодозах у тварин, що свідчить про спільність механізмів паразитарного ураження кишківника.

Отже, результати дослідження доводять патогенну роль *S. papillosus* у формуванні ентеропатології у кролів, підтверджують доцільність використання морфологічної, гістологічної та біохімічної оцінки, як діагностичних критеріїв тяжкості інвазії. Отримані дані можуть бути основою для удосконалення підходів до ранньої діагностики, моніторингу та терапії стронгілоїдозу у лабораторній та сільськогосподарській ветеринарній практиці.

Ключові слова: кролі, *Strongyloides papillosus*, стронгілоїдоз, інтенсивність інвазії, морфологічні ознаки, ферментна активність, гістологічна структура кишківника.

Актуальність. Кролівництво є одним із важливих напрямів розвитку м'ясного тваринництва, що забезпечує населення високоякісним білком тваринного походження. Проте значним стримуючим фактором ефективності цієї галузі залишаються паразитарні захворювання [13, 22, 54], які зумовлюють зниження продуктивності, виснаження тварин та збільшення летальності молодняка [14, 40, 41]. В організмі тварини даного виду, одночасно може локалізуватись кілька видів паразитів, які формують паразитоценоз, та визначають актуальність цього дослідження [50].

Одним із небезпечних гельмінтозів кролів (*Oryctolagus cuniculus*) є стронгілоїдоз, збудником якого є нематода *Strongyloides papillosus* (Zeder, 1809), родини Strongyloididae, що характеризується запаленням шкіри, діареєю, схудненням, відставанням у рості та розвитку [2, 9, 17]. Паразити локалізуються в тонкому кишківнику тварин, зокрема в поверхневих шарах слизової оболонки між ворсинками та під епітелієм. Розвиток *S. papillosus* відбувається зі зміною поколінь: паразитичного та вільноживучого [29]. Паразитична стадія представлена гермафродитною самкою, тоді як у вільноживучому поколінні є самці та самки [19, 25]. Дослідження О.С. Nwaorgu, Р.М. Connan (1980) показали, що після перкутанного введення личинок *S. papillosus* у кролів, через 90 годин личинки з'являються в легенях, трахеї та стравоході, що свідчить про їх міграцію через кровоносну систему. Приблизно 90% личинок досягають кишківника через 8 діб після зараження, а на 14-21 добу значна їх кількість знаходилась в м'язах [19]. За даними J. Neilson, N. Nghiem (2005) у інфікованих дорослих кролів 4% личинок досягали статевозрілої стадії на 20 добу після зараження, а у новонароджених кроленят 30% личинок досягало дорослого стану на 30-50-добовий період зараження [18].

Клінічні ознаки стронгілоїдозу зумовлені переважно міграцією філярієподібних личинок *S. papillosus*, які проникають в організм переважно аліментарним або перкутаним шляхом. У процесі проникнення через шкіру або слизові оболонки паразити сприяють інокуляції патогенної мікрофлори, що призводить до розвитку дерматитів, екзематозних уражень та запальних реакцій з боку шкіри й підшкірної клітковини [47]. У фазі міграції з током крові личинки досягають внутрішніх органів, де викликають комплекс патологічних змін: ентерити, бронхопневмонії, плеврити. Такі клінічні ускладнення описані у працях Y. Nakamura та M. Motokawa (2000), а також I. Kobayashi та Y. Horii (2008), які зазначають, що у кролів, інвазованих *S. papillosus*, спостерігається порушення моторики шлунково-кишкового тракту, що супроводжується втратою апетиту, анорексією, схудненням і, у тяжких випадках, загибеллю тварин [11, 16]. На високу патогенність паразита вказують і дослідження N. Taira, T. Minami та J. Smitanon (1991), які підкреслюють мультисистемний характер ураження [24]. Автори пов'язують стан виснаження тварин зі зниженням синтезу ліпідів у печінці, що призводить до енергетичного дефіциту, гіпоглікемії та гіпотригліцеридемії. Крім того, встановлено, що паразит негативно впливає на функціональний стан нирок і легень, що додатково обтяжує перебіг захворювання [16].

Особливості біології стронгілоїдесів сприяють накопиченню та тривалому збереженню гельмінтів в об'єктах навколишнього середовища, які є одним з факторів передачі збудника тваринам. Вірогідність зараження тварин можна прогнозувати за кількістю яєць і личинок, виявлених на полях, які використовують для отримання зелених кормів [26]. За даними О.В. Демкіна (2006) забрудненість підстилки тваринницьких приміщень інвазійними личинками *S. papillosus* залежить від періоду року та способу утримання тварин [38]. Факторами передачі збудника на тваринницьких фермах є спецодяг і взуття персоналу по догляду за тваринами, предмети догляду, залишки гною [46].

При масивних нематодозних ентеротропних інвазіях або за наявності сприятливих чинників (молодий вік, імунодефіцитні стани) патологічний процес може охоплювати не лише тонкий, а й товстий кишківник. Дослідження М. Пруса зі співавторами (2022), проведені на кролях із пасалурозною інвазією, підтверджують розвиток катарально-геморагічного ентериту, що супроводжується деструктивними змінами в епітелії кишки [51]. Виявлені ураження, незважаючи на інший етіологічний чинник, демонструють схожість із морфологічною картиною за стронгілоїдозу, що дозволяє припускати подібні механізми патогенезу уражень, спричинених нематодами, які мають ентеротропну дію [51]. Крім того, дані О.І. Єрохіна (2014) щодо стронгілітозу коней також свідчать про здатність представників родини Strongyloididae спричиняти потовщення стінки кишківника, розвиток фіброзу, утворення виразок і навіть глибоких некротичних процесів [42]. Це свідчить про універсальність патоморфологічних реакцій у відповідь на інвазію нематодами цієї родини. У роботі В.В. Мельнічук та С.С. Сорокова (2018) підкреслюється вплив віку, фізіологічного стану тварин, а також тривалості інвазії на ступінь вираженості гістоморфологічних змін [45]. Особливо

вразливими є молоді тварини, в яких патологічні процеси розвиваються швидше, що зумовлює необхідність ранньої діагностики та відповідного терапевтичного втручання. Таким чином, аналіз сучасної наукової літератури вказує на недостатню вивченість патолого - гістологічних змін у кишківнику кролів, викликаних інвазією *S. papillosus*, для поглиблення уявлень про патогенез стронгілоїдозу та вдосконалення методів його діагностики.

Ураховуючи актуальність проблеми стронгілоїдозу кролів, як одного з чинників зниження продуктивності та зростання захворюваності в галузі кролівництва, **метою даного дослідження** було з'ясування ступеня морфологічної мінливості на різних етапах розвитку, оцінка ферментної реакції організму залежно від інтенсивності інвазії та встановлення патолого-гістологічних змін у кишках кролів за стронгілоїдозу.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили впродовж 2015 – 2022 років. Експериментальну частину виконано на підприємствах із клітковою системою утримання кролів – ТОВ «Олбест» (Дніпропетровська область) та ТОВ «Кроликофф Плюс» (Черкаська область). Лабораторні дослідження з паразитології здійснювали в науковій лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Гістологічні дослідження проводили в науково-дослідному центрі біобезпеки та екологічного контролю ресурсів агропромислового комплексу (м. Дніпро), а також на кафедрі анатомії, гістології і патоморфології тварин імені акад. В.Г. Касьяненка Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Для визначення рівня ураженості кролів збудником *S. Papillosus* застосовували методику копрологічного дослідження з використанням камери МакМастера (McMasterslide) за G. Cringoli та співавторів (2004) [4]. Два грами фекалій ретельно змішували з 28 мл флотаційного розчину (найефективніше – розчин амонію нітрату), після чого фільтрували через сито. Отриману суспензію перемішували та вносили до лічильної камери, витримуючи 2 – 3 хв для флотації. Під мікроскопом підраховували кількість яєць гельмінтів у контрольованих полях зору двох камер, після чого результат множили на коефіцієнт 50 для обчислення кількості яєць у 1 г фекалій.

Ідентифікацію гельмінтів *S. papillosus* здійснювали шляхом культивування яєць [48]. Для цього 4 г фекалій поміщали в стерильні пробірки, додавали 2 мл дистильованої води ($t = 26 - 28^{\circ}\text{C}$), герметизували ватно-марлевими корками й інкубували в термостаті при температурі $26 - 28^{\circ}\text{C}$. Кожні три доби в пробірки додавали нову порцію теплої дистильованої води. На 8 – 10-ту добу рідку фазу відбирали, центрифугували, після чого осад досліджували мікроскопічно.

Ідентифікацію личинок здійснювали за морфологічними таблицями та рисунками [30, 31, 32]. Стадії розвитку стронгілоїдозних личинок уточнювали за морфологічними ознаками з використанням спеціальних фарб [3, 39] та діагностичних ключів [28].

Біохімічні дослідження сироватки крові проводили з використанням наборів реактивів ТОВ НВП «Філісіт-Діагностика» (Україна, м. Дніпро). Спектрофотометричним методом визначали активність

аланінамінотрансфераз (АлАТ) та аспартатамінотрансфераз (АсАТ) – методом Райтмана-Френкеля, α -амілази – методом Каравея, холінестерази – методом з ацетилхолінхлорідом, гама-глутамілтрансептидази – методом з субстратом γ -L-(+)-глутаміл-4-нітроанілідом [35].

Патологоанатомічний розтин трупів і дослідження туш забитих кролів проводили за удосконаленою методикою неповного гельмінтологічного розтину, розробленою К.І. Скрябіним, у загальноприйнятій послідовності [53].

Для гістологічного аналізу відбирали фрагменти тканин різних відділів кишківника товщиною не більше 2 см. Біологічний матеріал фіксували у 10% нейтральному розчині формаліну, після чого здійснювали зневоднення у спиртах висхідної концентрації. Закладання в парафін здійснювали згідно з усталеними гістологічними протоколами [6, 36, 37]. Парафінові зрізи виготовляли на мікротомі із товщиною зрізу до 5 мкм та фарбували гематоксиліном Караці і еозином. Мікроскопічне дослідження гістопрепаратів здійснювали за допомогою мікроскопа MC 100 LED, макрофотографування – з використанням фотонасадки NDPL-2 (2 $\times$) та цифрової камери Canon DS12671. Спостереження проводили при збільшенні $\times 100$, $\times 200$ та $\times 400$.

Усі експерименти з тваринами проводили відповідно до етичних вимог, зокрема положень статті 26 Закону України № 5456-VI від 16.10.2012 р. «Про захист тварин від жорстокого поводження» [43], «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», схвалених Першим національним конгресом з біоетики [52], вимог Європейської конвенції «Про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідних та інших наукових цілей» [7], а також принципів, визначених Універсальною декларацією про гуманне ставлення до тварин [27].

Обробку експериментальних даних та розрахунок біометричних показників (середні арифметичні значення (М) і стандартні похибки (m)) здійснювали за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel 2016.

Результати дослідження та їх обговорення. У ході дослідження встановлено, що хворі кролі мали різний рівень інтенсивності інвазії (ІІ). Тварини дослідних груп були спонтанно інвазовані нематодом *S. papillosus* і мали різний ступінь інтенсивності інвазії (рис.1). Це в подальшому дало змогу за рівнем ІІ розділити дослідних тварин на дві групи: з низьким (ІІ=459,26 $\pm$ 46,91 яєць в 1 г фекалій) – І дослідна, та високим рівнем ІІ (ІІ=2370,37 $\pm$ 311,45 яєць в 1 г фекалій) – ІІ дослідна групи. У фекаліях тварин контрольної групи яєць *S. papillosus* не виявляли. Отримані показники ІІ відповідають результатам міжнародних досліджень. [12].

За результатами морфологічного аналізу яєць, виділених із фекалій інвазованих кролів, було встановлено наявність овальних яєць сірого кольору з тонкою, гладенькою оболонкою, як незрілих (на стадії дроблення), так і зрілих (із сформованою личинкою) (рис. 2А, 2В). Їх морфометричні параметри коливались у межах: довжина – від 38,2 до 54,5 мкм, ширина – від 21,7 до 36,1 мкм. Така морфологічна будова є типовою для яєць стронгілідного типу, що характерні для представників ряду Strongylida. У даному дослідженні виявлені яйця належали до виду *S. papillosus* (Wedl, 1856), який класифікується у межах підряду Rhabditata. Проте, з огляду на морфологічну

подібність яєць різних представників стронгілід, для підвищення точності ідентифікації було застосовано метод культивування до личинкових стадій, які мають більш чіткі видоспецифічні морфологічні ознаки.

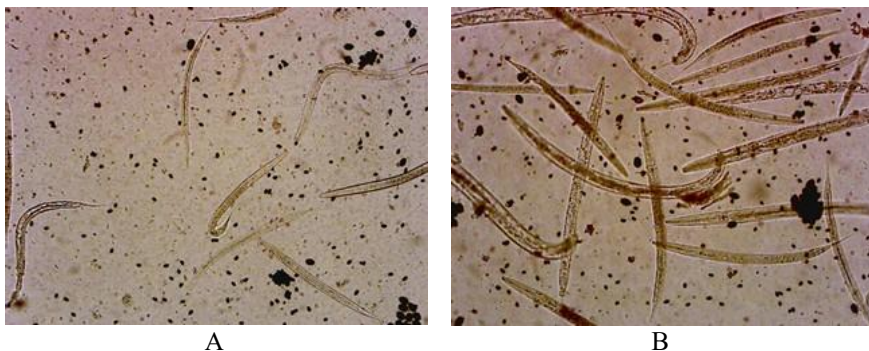


Рис. 1. Інтенсивність інвазії після культивування яєць: А – низький рівень ІІ, В – високий рівень ІІ, x100

У контексті методології культивування слід підкреслити, що як загальноприйняті міжнародні протоколи [4], так і адаптовані локальні підходи [49] продемонстрували високу ефективність для отримання диференційованих личинок при мікроскопічному аналізі під великим збільшенням. Це підтверджує доцільність поєднання морфологічних методів із культуральними для точної видової діагностики паразитів ряду Strongylida.



Рис. 2. Яйце *Strongyloides papillosus*: А – незріле (на стадії дроблення), В – яйце зріле (зі сформованою личинкою); С – рабдитоподібна личинка L1, x400

Після культивування яєць за методикою С.І. Пономаря та співавторів [49] проводили морфологічну ідентифікацію L1 – L3 стадій і вільно існуючих стадій *S. papillosus* у фекаліях (рис. 2С, 3, 4). Для точного визначення

використовували таблиці та рисунки [31, 33], а також диференційне фарбування за методикою О.О. Воїко і інші (2016) [3] та Ю.В. Дуди (2022) [39] й визначник М.Е. Vineyta J.B. Lok (2007) [28]. Як свідчить сучасне дослідження Т.Г. Jaletata, J.B. Lok (2019) [10], геномні ресурси *S. papillosus* зробили можливим точну молекулярну ідентифікацію і навіть диференціацію видів за генетичними маркерами. Це підтверджує необхідність поєднання класичної морфології та молекулярного підходу для достовірності результатів. Останні досягнення в галузі геноміки та протеоміки відкрили нові можливості для розширення наших підходів і застосування молекулярної діагностики, зокрема для виявлення специфічних протеїнів личинок L3 [10].

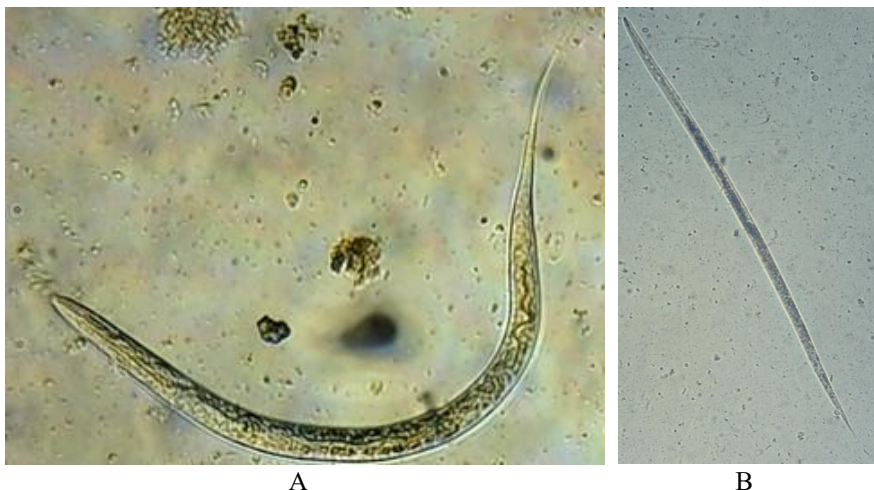


Рис. 3. Личинки *Strongyloides papillosus*: А – рабдитоподібна L2, x200, В – філярієподібна L3, x100

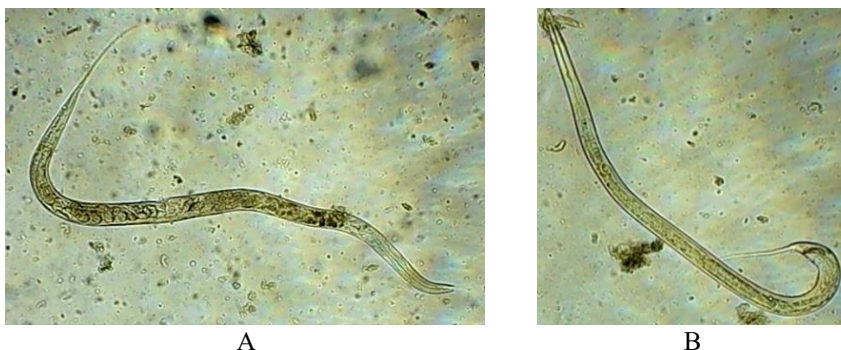


Рис. 4. Вільноіснуючі стадії *Strongyloides papillosus*: А – самець, В – самка, x100

При дослідженні активності ферментів крові кролів дослідних груп виявили їх високу активність, особливо у крові тварин за високої інтенсивності інвазії (табл. 1).

Таблиця 1. Ферментна активність крові кролів за стронгілоїдозу з різним рівнем інтенсивності інвазії (M±m)

Показники	Контрольна група (n=32)	Дослідні групи	
		I (n=30)	II (n=31)
АлАТ, нмоль/(с×л)	825,70±34,03	868,71±18,50	1126,04±59,39***
АсАТ, нмоль/(с×л)	552,16±21,85	792,87±23,33***	926,41±27,81***
α-амілаза, мг/(с×л)	34,04±3,50	35,06±2,58	36,68±3,49
Холінестераза, мкмоль/(с×л)	40,56±1,74	30,79±2,80**	24,80±1,70***
ГГТ, нмоль/(с×л)	150,80±11,19	158,10±9,59	213,36±11,85***

Примітка: **p<0,01, ***p<0,001 – порівняно із здоровими тваринами

Зокрема, активність АлАТ у крові кролів другої дослідної групи виявилась підвищеною на 36,37%, АсАТ – на 67,78% і ГГТ – на 41,48% (p<0,001), порівняно із показниками крові тварин контрольної групи. Підвищення рівня АлАТ і АсАТ свідчить про порушення цілісності гепатоцитів, а в подальшому, як наслідок, вихід ферментів з гепатоцитів, особливо за глобального руйнування паренхіми печінки [20]. Отримані результати свідчать про наявність тісного зв'язку між рівнем інтенсивності інвазії *S. papillosus* та змінами в активності сироваткових ферментів, що є прямим маркером функціонального стану печінки.

У роботі І. Kobayashi та Ү. Ногіи (2008) було встановлено, що стронгілоїдоз у кролів призводить не лише до порушення моторики кишківника, а й до системних метаболічних зрушень [11]. Подібні зміни зареєстровані у телят при високій інвазії *S. papillosus*, де підвищення рівня трансаміназ супроводжувалось зменшенням загального білка, що вказує на порушення білкового обміну та гепатоцелюлярної функції [32]. Суттєве підвищення АсАТ, яке перевищує зростання АлАТ, свідчить про некротичні зміни не лише у печінці, а й у серцевому м'язі та скелетних м'язах. Це особливо актуально для диференціальної діагностики системних уражень. У дослідженнях М.А.С. Al-Bayati (2021) на мишах, заражених нематодами, аналогічне перевищення АсАТ над АлАТ трактувалося як системне ураження з міопатичним компонентом [1].

Високий рівень гамма - глутамілтрансферази (ГГТ) у дослідних кролів є показником можливої внутрішньої печінкової жовчної дисфункції або запалення жовчних протоків, що часто супроводжує паразитарні гепатити. У дослідженні S. Ferenczisi співавторами (2020) на собаках із дирофіляріозом виявлено подібний профіль ферментних змін – підвищення ГГТ на фоні нормальних або помірно підвищених рівнів АлАТ [8].

Токсичні продукти, які утворюються під час паразитування збудників стронгілоїдозу, призводять до інтоксикації організму. На токсичне навантаження вказує низька активність холінестерази в крові кролів як першої (в 1,32 рази, $p < 0,01$), так і другої (в 1,64 рази, $p < 0,001$) дослідних груп, порівняно із показниками крові здорових тварин. Зниження холінестерази свідчить про інтоксикацію, порушення синтезу у печінці або заміну клітинної маси некротичними, що характерно для паразитарних інфекцій з високим рівнем токсинів у системному кровотоці. У роботі М. Rahimіта інші (2017) показано, що у пацієнтів з паразитарними захворюваннями зменшення активності холінестерази на 30 – 40 % прямо корелює зі ступенем гельмінтної інвазії та тривалістю паразитування [21].

Варто також зазначити, що паразити можуть продукувати або стимулювати продукцію токсичних метаболітів, які впливають на проникність клітинних мембран, активність ферментів, зміну потенціалу мітохондрій. Це обґрунтовує не лише місцеву дію на печінку, а й системний вплив інвазії, що повинно враховуватись при оцінці клінічного стану тварини. Отже, спостережувані підвищення АлАТ, АсАТ і ГГТ на тлі зниження холінестерази можна інтерпретувати, як поєднання гепатоцитолізу, мембранної нестабільності та токсичної дистрофії печінкової тканини.

Інтегруючи дані нашого дослідження та порівнюючи їх із результатами міжнародних наукових публікацій, можна зробити висновок, що ферментний профіль крові є високочутливим індикатором ступеня паразитарного навантаження і функціональної недостатності печінки. Такий підхід відкриває можливості для ранньої діагностики та моніторингу ефективності терапії за стронгілоїдозу.

Гістологічні дослідження є критично важливим інструментом у вивченні патогенезу паразитарних інвазій, оскільки дозволяють візуалізувати як первинні структурні пошкодження, так і вторинні реакції тканин на паразита [23, 34, 51]. У випадку зараження *S. papillosus*, характер гістоморфологічних змін у товстій кишці кролів відображає деструктивний вплив паразита, що супроводжується запально-дегенеративними процесами.

У дослідженні виявлено, що найбільш виражені ушкодження спостерігались у зоні сліпої кишки: некроз і десквамація клітин епітелію, руйнування крипт, набряк слизової оболонки та підслизової основи, а також деструкція м'язового шару внаслідок фрагментації гладком'язових волокон (рис. 5).

Подібні гістопатологічні зміни описані в літературі щодо *Strongyloides ratti* лабораторних тварин [5, 15], а саме: ерозивне ураження кишкового епітелію, розвиток набряку, щільну клітинну інфільтрацію та атрофію крипт. Ці зміни часто мають запальний характер, і супроводжуються інфільтрацією еозинофілів та лімфоцитів, що свідчить про активацію імунної відповіді.

У контексті морфологічних змін у товстій кишці, варто відзначити, що реакція тканин кроля виявляє схожість із реакціями інших ссавців за стронгілоїдозної інвазії. Зокрема, з патоморфологічними змінами в тонкій кишці телят за стронгілоїдозу, які визначила О.В. Демкіна (2006), а саме

слизова оболонка червонувато-рожевого кольору з точковими крововиливами та дрібними, білуватими вузликами до 2 мм у діаметрі [38].

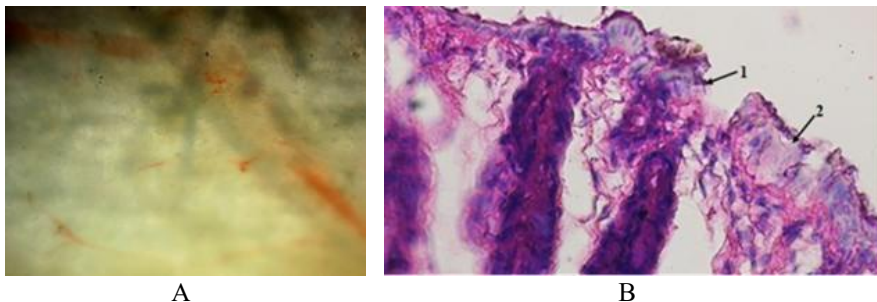


Рис. 5. Сліпа кишка кроля за стронгілоїдозу: А – x100, В – x 400.

Примітка: 1 – руйнування клітин епітелію; 2 – некроз клітин епітелію; гематоксилін Караці та еозин.

Згідно з даними О.В. Кручиненко зі співавторами (2017), у великої рогатої худоби за шлунково-кишкових стронгілятозів виявляли набряк слизової оболонки, гіперемію, точкові крововиливи та деструкцію крипт [44]. Схожі морфологічні прояви виявлено і за стронгілятозу коней. За даними О.І. Єрохіна (2014), характерними є катаральні та геморагічні зміни слизової оболонки, її потовщення, розвиток набряку, формування виразкових дефектів і паразитарних вузлів у товстій кишці [42].

Особливу увагу заслуговує виражена інфільтрація еозинофілів та лімфоцитів у слизовій оболонці, що вказує на активацію Th2-опосередкованої імунної відповіді. За даними Т.А. Wynn і D. Kwiatkowski (2014), така відповідь супроводжується підвищенням рівнів IL-4, IL-5 і IL-13, які стимулюють секрецію слизу, ремоделювання тканин та еозинофілну інфільтрацію [34].

З точки зору функціональних наслідків, руйнування крипт і атрофія слизової оболонки порушують бар'єрну функцію кишківника та процеси всмоктування, створюючи умови для транслокації токсичних метаболітів і розвитку вторинної інтоксикації. Залучення м'язового шару в патологічний процес спричиняє ослаблення перистальтики та застійні явища.

Отже, *S. papillosus*, паразитуючи у статевозрілій стадії в кишківнику кролів, призводить до руйнування та некрозу клітин епітелію сліпої й ободової кишок, руйнування частини крипт, набряку слизової оболонки та підслизової основи, набряку і фрагментації м'язової оболонки, що зумовлено руйнуванням частини гладких м'язових клітин. Це не лише підтверджує патогенну дію *S. papillosus* на товсту кишку кролів, але й розширює уявлення про особливості морфологічних змін за стронгілоїдозу у цій лабораторній моделі. Це може бути корисним як для діагностики, так і для розробки терапевтичних стратегій боротьби з паразитозами у сільськогосподарських та лабораторних тварин.

Висновки і перспективи. 1. У кролів, інвазованих *S. papillosus*, встановлено різний ступінь інтенсивності інвазії, що дозволило чітко розмежувати дослідні групи за рівнем паразитарного навантаження.

2. Яйця паразита мали типовий стронгілідний морфотип, однак для достовірної ідентифікації виду доцільним є культивування личинок і подальша морфологічна диференціація стадій L1 – L3.

3. Біохімічний аналіз крові виявив підвищення активності АлАТ, АсАТ і ГГТ та зниження холінестерази, що свідчить про гепатоцитоліз, інтоксикацію та холестаз.

4. Гістологічні дослідження продемонстрували деструктивні зміни слизової та м'язової оболонок товстої кишки, включаючи некроз епітелію, атрофію крипт та еозинофілну інфільтрацію.

5. Морфологічні та біохімічні порушення корелюють між собою і можуть служити діагностичними критеріями тяжкості інвазії.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на оцінку ефективності нових анти паразитарних препаратів та фітотерапевтичних засобів.

Література

1. Al-Bayati, M. A. S., (2021). Biochemical and histopathological changes in mice experimentally infected with nematodes. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. Vol. 11, no. 6. 243 – 250 p. DOI: 10.1016/j.apjtb.2021.03.012

2. Alkateb, Y. N. M., Abdullah, D. A., Alobaidy, A. A. A., Aljumaily, S. M. H. (2023). Prevalence and haemato -biochemical alterations associated with *Strongyloides papillosus* infection among Awassi breed of sheep in Mosul, Iraq. *Comparative Clinical Pathology*. Vol. 32. 225 – 230 p. DOI: DOI:10.1007/s00580-022-03430-5.

3. Boyko, O. O., Duda, Y. V., Pakhomov, O. Y., Brygadyrenko, V. V. (2016). Comparative analysis of different methods of staining the larvae *Haemonchus contortus*, *Mullerius* sp. (Nematoda, Strongylida) and *S. papillosus* (Nematoda, Rhabditida). *Folia Oecologica*. Vol. 43, no. 2. 129 – 137 p. DOI: 10.2478/foecol-2016-0010

4. Cringoli, G., Rinaldi, L., Veneziano, V., Capelli, G., Scala, A. The influence of flotation solution, sample dilution and the choice of McMaster slide area. *Vet. Parasitol.*, 2004. Vol. 123. 121 – 131 p. DOI: 10.1016/j.vetpar.2004.04.005

5. Dawkins, H., Muir, G., Grove, D. (1981). Histopathological appearances in primary and secondary infections with *Strongyloides ratti* in mice. *International Journal for Parasitology*, Vol. 11(1). 97 – 103 p. DOI: 10.1016/0020-7519(81)90032-1

6. Elnagy, T. M. M. A., Osman, D. I. (2009). Histological, ultrastructural and histochemical study on the postnatal development of proximal and distal portions of the small intestine in male rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Assiut Veterinary Medical Journal*, Vol. 55 (123). 1 – 19 p. DOI: 10.21608/avmj.2009.174973

7. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes. (1986). <https://rm.coe.int/168007a67b>

8. Ferenczi, S., Marton, S., Szentgyörgyi, S. (2020). Liver function abnormalities in dogs with *Dirofilaria immitis* infection. *Parasites & Vectors*. Vol. 13. Art. 568. DOI: 10.1186/s13071-020-04224-3

9. Handojo, C. M., Apsari, I. A. P., Widyastuti, S. K. (2021). Prevalence and risk factors of *Strongyloides papillosus* in goats in Denpasar City. Indonesia Medicus Veterinus, Vol.10(2). 245 – 254 p. DOI:10.19087/imv.2021.10.2.245
10. Jaleta, T.G., Lok, J.B. (2019). Advances in molecular and cellular biology of *Strongyloides* spp. Current Tropical Medicine Reports. Vol. 6. 234 – 245 p. DOI: 10.1007/s40475-019-00187-9
11. Kobayashi, I., Horii, Y. (2008). Gastrointestinal motor disturbance in rabbits infected with *Strongyloides papillosus*. Veterinary Parasitology. Vol. 158(1-2). 67 – 72 p. DOI: 10.1016/j.vetpar.2008.09.014
12. Kváč, M. (2006) .et al. Occurrence of *Strongyloides papillosus* associated with extensive pulmonary lesions . Acta Vet. Brno, Vol.75. 57 – 63p. DOI: 10.2754/avb200675010057
13. Lennox, A. M., Kelleher, S. (2009). Bacterial and parasitic diseases of rabbits. Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice, Vol.12(3). 519 – 530 p. DOI: 10.1016/j.cvex.2009.06.004
14. Mokhorro, M. G., Moiloa, M. J., Letsie, M. D., Senoko, S. C., Maphathe, L. P. (2023). Rabbit gastrointestinal parasites prevalence and farmer's knowledge in Maseru District, Lesotho. Asian Journal of Research in Animal and Veterinary Sciences, Vol.6(3), 231 – 240 p. DOI:10.9734/ajravs/2023/v6i3250
15. Moqbel, R. (1980). Histopathological changes following primary, secondary and repeated infections of rats with *Strongyloides ratti*, with special reference to tissue eosinophils. Parasite Immunology. Vol.2(1), 11 – 27 p. DOI:10.1111/j.1365-3024.1980.tb00040.x
16. Nakamura, Y., Motokawa, M. (2000). Hypolipemia associated with the wasting condition of rabbits infected with *Strongyloides papillosus*. Veterinary Parasitology, Vol.88 (1 – 2), 147 – 151 p. DOI:10.1016/s0304-4017(99)00194-6
17. Neilson, J. T., Nghiem, N. D. (1974). The dynamics of *S. papillosus* primary infections in neonatal and adult rabbits. The Journal of Parasitology, Vol.60(5). 786 – 789 p. DOI: 10.2307/3278586
18. Neilson, J., Nghiem, N. N. (2005). Comparative development of *S. papillosus* in adult and neonatal rabbits. Parasitology Research, Vol.97(1). 1 – 6 p. DOI: 10.1007/s00436-005-1303-0
19. Nwaorgu, O. C., Connan, R. M. (1980). The migration of *S. papillosus* in rabbits following infection by the oral and subcutaneous routes. Journal of Helminthology, Vol.54(3). 223 – 232 p. DOI:10.1017/s0022149x00006647
20. Rabbit.org. The Rabbit Liver in Health and Disease. (2023). URL: <https://rabbit.org/health/liver-disease-in-rabbits>.
21. Rahimi, M., Fallahi, S., Rostami, A. (2017). Level of liver enzymes in patients with mono-parasitic infections. Infection Epidemiology and Microbiology. Vol. 3(4). 137 – 142 p.
22. Sivajothi, S., Rayulu, V. C., Sudhakara Reddy, B. (2013). Haematological and biochemical changes in experimental *Trypanosoma evansi* infection in rabbits. Journal of Parasitic Diseases,. Vol.39(2), 216 – 220 p. DOI:10.1007/s12639-013-0321-6

23. Sivajothi, S., Reddy, B. S., Rayulu, V. C. (2016). Study on impression smears of hepatic coccidiosis in rabbits. *Journal of Parasitic Diseases*, Vol.40, 906 – 909 p. DOI:10.1007/s12639-014-0602-8
24. Taira, N., Minami, T., Smitanon, J. (1991). Dynamics of faecal egg counts in rabbits experimentally infected with *Strongyloides papillosus*. *Veterinary Parasitology*, Vol.39 (3 – 4), 333 – 336 p. DOI:10.1016/0304-4017(91)90050-6
25. Thamsborg, S. M., Ketzis, J., Horii, Y., Matthews, J. B. (2017). *Strongyloides* spp. infections of veterinary importance. *Parasitology*, Vol.144(3). 274 – 284 p. DOI:10.1017/S0031182016001116
26. Tsuji, N., Fujisaki, K. (1994). Development in vitro of free-living infective larvae to the parasitic stage of *Strongyloides venezuelensis* by temperature shift. *Parasitology*, Vol.109 (Pt 5). 643 – 648 p. DOI:10.1017/s0031182000076526
27. Universal Declaration on Animal Welfare. (2007). Retrieved from https://web.archive.org/web/20090219033045/http://animalsmatter.org/downloads/UDAW_Text_2005.pdf
28. Viney, M.E., Lok, J.B. (2007). *Strongyloides* spp. Identification key. *Worm Book*. URL: DOI:10.1895/wormbook.1.27.1.
29. Viney, M., Lok, J. (2015). The biology of *Strongyloides* spp. *Worm Book: The Online Review of C. elegans Biology*. 1 – 17p. DOI:10.1895/wormbook.1.141.2
30. Wyk, J.A. van, Mayhew, R. (2013). Atlas of larval nematodes. *Veterinary Parasitology Manuals*, 3rd ed. 112 – 145 p.
31. Wyk, J.A. van, Mayhew, R. (2013). Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle. *Veterinary Parasitology*. Vol. 27(4). 201 – 210 p.
32. Wyk, J.A. van, Mayhew, E. (2013). Morphological identification of parasitic nematode infective larvae of small ruminants and cattle: A practical lab guide. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. Vol. 80(1). DOI:10.4102/ojvr.v80i1.539
33. Wyk, J.A. van, Cabaret, J., Michael, L.M. (2004). Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle simplified. *Veterinary Parasitology*, Vol.119 (4). 277 – 306 p. DOI:10.1016/j.vetpar.2003.11.012
34. Wynn, T. A., Kwiatkowski, (2014). D. Pathology and pathogenesis of parasitic disease. In *Immunology of infectious diseases*. 293 – 305 p. DOI:10.1128/9781555817978.ch21
35. Влізло, В. В., Федорук, Р. С., Ратич, І. Б. (2012). та ін. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині. Львів: Сполом, 764 с.
36. Горальський, Л.П., Хомич, В.Т., Кононський, О.І. (2015). Основи гістологічної техніки та морфофункціональні методи досліджень у нормі та патології. 3-тє вид., випр. і доп. Житомир: Полісся
37. Горальський, Л.П., Хомич, В.Т., Кононський, О.І. (2019). Основи гістологічної техніки та морфофункціональних методів дослідження в нормі та патології. 5-тє вид. Житомир: Житомирський національний агроєкологічний університет

38. Демкіна, О. В. (2006). Стронгілоїдоз великої рогатої худоби та заходи боротьби з ним в умовах Амурської області: автореф. дис. ... канд. вет. наук: 03.00.19.

39. Дуда, Ю.В. (2022). Порівняння різних методів забарвлення нематоди *Strongyloides papillosus* виділеної від кролів. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Ветеринарні науки. Т. 24. № 105. 94 – 101 с. DOI: 10.32718/nvlvet10514.

40. Дуда, Ю.В., Кунєва, Л.В. Вплив пасалурозної та цистицеркозної інвазії на м'ясну продуктивність кролів. Ефективне кролівництво та звірівництво. 2019. № 5. 199 – 207 с. DOI:10.37617/2708-0617.2019.5.199-207.

41. Дуда Ю.В., Прус М.П., Кунєва Л.В., Шевчик, Р.С. (2018). Вплив цистицеркозної інвазії на стан внутрішніх органів та м'ясу продуктивність кролів. Ветеринарна біотехнологія. Т. 33. 31 – 38 с. DOI: DOI:10.31073/vet_biotech33-04.

42. Єрохіна, О.І. (2014). Паразитологія і інвазійні хвороби сільськогосподарських тварин: підручник. Харків: Еспада

43. Закон України «Про захист тварин від жорстокого поводження» № 3447-IV від 06.02.2006 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text>.

44. Кручиненко О. В., Скрипка М. В., Панікар І. І. (2017). Особливості патологічних змін у стінці кишківника при шлунково-кишковому стронгілятозі великої рогатої худоби. Біологія тварин. Т. 19, № 2. 44 – 49 с. DOI: DOI:10.15407/animbiol19.02.044.

45. Мельнічук, В. В., Сорокова, С.С.). 2018. Морфометрична структура *Strongyloides papillosus* (Wedl, (1856), ізольованих у овець. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 3. 137 – 142 с. DOI: DOI:10.31210/visnyk2018.03.21.

46. Погорельчук, Т. Я. (2007). Особливості розповсюдження та клінічних проявів стронгілоїдозу серед населення Одеської області: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук (16.00.11). Київ.

47. Пономар, С. І. (2013). Стронгілоїдоз та змішана нематодна інвазія свиней: дис. ... д-ра вет. наук. Нац. ун-т біоресурсів та природокористування України, Київ.

48. Пономар, С. І.; Гончаренко, В. П.; Соловійова, Л. М. (2010). Посібник з диференціації збудників інвазійних хвороб тварин. Київ: Аграрна освіта.

49. Пономар С. І., Корнєв М. О., Чубенко А. В. (2010). Копрогельмінтологічні методи діагностики стронгілоїдозу у кролів. *Veterinary Parasitology Journal*. Vol. 17, № 2. 45 – 52 с.

50. Прус, М., Дуда, Ю. (2021). Збудники хвороб травного каналу кролів у складі паразитоценозів. Науковий вісник ЛНУВМБ. Серія: Ветеринарні науки. Vol. 23, № 102. 93 – 98 с. DOI: 10.32718/nvlvet10214.

51. Прус, М., Дуда, Ю., Корейба, Л., Борисевич, Б., Лисова В. (2022). Сезонна та вікова динаміка пасалурозної інвазії кролів і патолого-гістологічні зміни за данного нематодозу *Scientific Horizons*. Vol. 25, № 11. 9 – 19 с. DOI: 10.48077

52. Резніков, О. Г. (2003). Загальні, моральні, принципи експериментів на тваринах. Ендокринологія. Vol. 8, № 1. 142 – 145 с.

53. Скрябін, К. І. (1928). Методика повного гельмінтологічного розтину хребтних тварин, включно з людиною. МГУ Прес, Москва.

54. Шевчик, Р., Дуда, Ю., Гавриліна, О., Самолюк, Г. (2021). Вплив амаранту *Amaranthus hypochondriacus* у раціоні кролів на якість м'яса. Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society. Vol. 72, № 1. 2713 – 2722 с. DOI: 10.12681/jhvms.26756.

References

1. Al-Bayati, M. A. S. (2021). Biochemical and histopathological changes in mice experimentally infected with nematodes. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. Vol. 11, No. 6. 243 – 250 p. DOI: 10.1016/j.apjtb.2021.03.012

2. Alkateb, Y. N. M., Abdullah, D. A., Alobaidy, A. A. A., Aljumaily, S. M. H. (2023). Prevalence and haemato-biochemical alterations associated with *Strongyloides papillosus* infection among Awassi breed of sheep in Mosul, Iraq. Comparative Clinical Pathology. Vol. 32. 225 – 230 p. DOI: 10.1007/s00580-022-03430-5

3. Boyko, O. O., Duda, Y. V., Pakhomov, O. Y., Brygadyrenko, V. V. (2016). Comparative analysis of different methods of staining the larvae *Haemonchus contortus*, *Mullerius* sp. (Nematoda, Strongylida) and *S. papillosus* (Nematoda, Rhabditida). Folia Oecologica. Vol. 43, No. 2. 129 – 137 p. DOI: 10.2478/foecol-2016-0010

4. Cringoli, G., Rinaldi, L., Veneziano, V., Capelli, G., Scala, A. (2004). The influence of flotation solution, sample dilution and the choice of McMaster slide area. Veterinary Parasitology. Vol. 123. 121 – 131 p. DOI: 10.1016/j.vetpar.2004.04.005

5. Dawkins, H., Muir, G., Grove, D. (1981). Histopathological appearances in primary and secondary infections with *Strongyloides ratti* in mice. International Journal for Parasitology. Vol. 11, No. 1. 97 – 103 p. DOI: 10.1016/0020-7519(81)90032-1

6. Elnagy, T. M. M. A., Osman, D. I. (2009). Histological, ultrastructural and histochemical study on the postnatal development of small intestine in male rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). Assiut Veterinary Medical Journal. Vol. 55, No. 123. 1 – 19 p. DOI: 10.21608/avmj.2009.174973

7. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes. Strasbourg, (1986). March.

8. Ferenczi, S., Marton, S., Szentgyörgyi, S. (2020). Liver function abnormalities in dogs with *Dirofilaria* infection. Parasites & Vectors. Vol. 13. Art. 568. DOI: 10.1186/s13071-020-04224-3

9. Handojo, C. M., Apsari, I. A. P., Widyastuti, S. K. (2021). Prevalence and risk factors of *Strongyloides papillosus* in goats in Denpasar City. Indonesia Medicus Veterinus. Vol. 10, No. 2. 245 – 254 p. DOI: 10.19087/imv.2021.10.2.245

10. Jaleta, T. G., Lok, J. B. (2019). Advances in molecular and cellular biology of *Strongyloides* spp. Current Tropical Medicine Reports. Vol. 6. 234 – 245 p. DOI: 10.1007/s40475-019-00187-9

11. Kobayashi, I., Horii, Y. (2008). Gastrointestinal motor disturbance in rabbits infected with *Strongyloides papillosus*. *Veterinary Parasitology*. Vol. 158, No. 1 – 2. 67 – 72 p. DOI: 10.1016/j.vetpar.2008.09.014
12. Kváč, M., et al. (2006). Occurrence of *Strongyloides papillosus* associated with extensive pulmonary lesions. *Acta Veterinaria Brno*. Vol. 75. 57 – 63 p. DOI: 10.2754/avb200675010057
13. Lennox, A. M., Kelleher, S. (2009). Bacterial and parasitic diseases of rabbits. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. Vol. 12, No. 3. 519 – 530p. DOI: 10.1016/j.cvex.2009.06.004
14. Mokhorro, M. G., Moiloa, M. J., Letsie, M. D., Senoko, S. C., Maphathe, L. P. (2023). Rabbit gastrointestinal parasites prevalence and farmer's knowledge in Maseru District, Lesotho. *Asian Journal of Research in Animal and Veterinary Sciences*. Vol. 6, No. 3. 231 – 240 p. DOI: 10.9734/ajrav/2023/v6i3250
15. Moqbel, R. (1980). Histopathological changes following infections of rats with *Strongyloides ratti*. *Parasite Immunology*. Vol. 2, No. 1. 11 – 27 p. DOI: 10.1111/j.1365-3024.1980.tb00040.x
16. Nakamura, Y., Motokawa, M. (2000). Hypolipemia associated with the wasting condition of rabbits infected with *Strongyloides papillosus*. *Veterinary Parasitology*. Vol. 88, No. 1 – 2. 147 – 151 p. DOI: 10.1016/S0304-4017(99)00194-6
17. Neilson, J. T., Nghiem, N. D. (1974). The dynamics of *S. papillosus* primary infections in neonatal and adult rabbits. *Journal of Parasitology*. Vol. 60, No. 5. 786 – 789 p. DOI: 10.2307/3278586
18. Neilson, J., Nghiem, N. N. (2005). Comparative development of *S. papillosus* in adult and neonatal rabbits. *Parasitology Research*. Vol. 97, No. 1. 1 – 6p. DOI: 10.1007/s00436-005-1303-0
19. Nwaorgu, O. C., Connan, R. M. (1980). The migration of *S. papillosus* in rabbits following infection by oral and subcutaneous routes. *Journal of Helminthology*. Vol. 54, No. 3. 223 – 232 p. DOI: 10.1017/S0022149X00006647
20. Rabbit.org. The Rabbit Liver in Health and Disease. (2023). URL: <https://rabbit.org/health/liver-disease-in-rabbits>.
21. Rahimi, M., Fallahi, S., Rostami, A. (2017). Level of liver enzymes in patients with mono-parasitic infections. *Infection Epidemiology and Microbiology*. Vol. 3(4). 137 – 142 p.
22. Sivajothi, S., Rayulu, V. C., Sudhakara Reddy, B. (2013). Haematological and biochemical changes in experimental *Trypanosoma evansi* infection in rabbits. *Journal of Parasitic Diseases*. Vol. 39(2). 216 – 220 p. DOI:10.1007/s12639-013-0321-6.
23. Sivajothi, S., Reddy, B. S., Rayulu, V. C. (2016). Study on impression smears of hepatic coccidiosis in rabbits. *Journal of Parasitic Diseases*. Vol. 40. 906 – 909 p. DOI:10.1007/s12639-014-0602-8.
24. Taira, N., Minami, T., Smitanon, J. (1991). Dynamics of faecal egg counts in rabbits experimentally infected with *Strongyloides papillosus*. *Veterinary Parasitology*. Vol. 39(3 – 4). 333 – 336 p. DOI:10.1016/0304-4017(91)90050-6.

25. Thamsborg, S. M., Ketzis, J., Horii, Y., Matthews, J. B. (2017). *Strongyloides* spp. infections of veterinary importance. *Parasitology*. Vol. 144(3). 274 – 284 p. DOI:10.1017/S0031182016001116.
26. Tsuji, N., Fujisaki, K. Development in vitro of free-living infective larvae to the parasitic stage of *Strongyloides venezuelensis* by temperature shift. *Parasitology*. 1994. Vol. 109(Pt 5). 643 – 648 p. DOI:10.1017/s0031182000076526.
27. Universal Declaration on Animal Welfare. (2007, March). Retrieved from https://web.archive.org/web/20090219033045/http://animalsmatter.org/downloads/UDAW_Text_2005.pdf
28. Viney, M. E., Lok, J. B. (2007). *Strongyloides* spp. Identification key. *Worm Book*. DOI:10.1895/wormbook.1.27.1.
29. Viney, M., Lok, J. (2015). The biology of *Strongyloides* spp. *Worm Book: The Online Review of C. elegans Biology*. 1 – 17 p. DOI:10.1895/wormbook.1.141.2.
30. Wyk, J. A. van, Cabaret, J., Michael, L. M. (2004). Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle simplified. *Veterinary Parasitology*. Vol. 119(4). 277 – 306 p. DOI:10.1016/j.vetpar.2003.11.012.
31. Wyk, J. A. van, Mayhew, E. (2013). Morphological identification of parasitic nematode infective larvae of small ruminants and cattle: A practical lab guide. Onderstepoort *Journal of Veterinary Research*. Vol. 80(1). DOI:10.4102/ojvr.v80i1.539.
32. Wyk, J. A. van, Mayhew, R. (2013). Atlas of larval nematodes. *Veterinary Parasitology Manuals*. 3rd ed. 112 – 145 p.
33. Wyk, J. A. van, Mayhew, R. (2013). Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle. *Veterinary Parasitology*. Vol. 27(4). 201 – 210 p.
34. Wynn, T. A., Kwiatkowski, D. (2014). Pathology and pathogenesis of parasitic disease. In: *Immunology of infectious diseases*. 293 – 305 p. DOI:10.1128/9781555817978.ch21.
35. Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., Ratych, I. B., et al. (2012). *Laboratory Methods of Research in Biology, Animal Husbandry and Veterinary Medicine*. Lviv :Spolom, 764 p.
36. Goralskyi, L. P., Khomych, V. T., Kononskyi, O. I. (2015). *Fundamentals of histological techniques and morphofunctional research methods in normal and pathological conditions*. 3rd ed., corr. and suppl. Zhytomyr :Polissya.
37. Goralskyi, L. P., Khomych, V. T., Kononskyi, O. I. (2019). *Fundamentals of histological technique and morphofunctional methods of research in normal and pathological conditions*. 5th ed. Zhytomyr : Zhytomyr National Agroecological University.
38. Demkina, O. V. (2006). *Strongyloidiasis in cattle and measures to combat it in the Amur region* : abstract of PhD dissertation for Cand. Vet. Sci.
39. Duda, Y.V. Comparison of different staining methods for the nematode *Strongyloides papillosus* isolated from rabbits. *Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytskyi*.

Series: Veterinary Sciences, 2022. Vol. 24(105), 94 – 101 p.
<https://doi.org/10.32718/nvlvet10514>

40. Duda, Y. V., Kuneva, L. V. (2019). The effect of passalurosis and cysticercosis invasion on the meat productivity of rabbits. *Effective Rabbit Breeding and Fur Farming*. No. 5. 199 – 207 p. DOI:10.37617/2708-0617.

41. Duda, Y. V., Prus, M. P., Kuneva, L. V., Shevchik, R. S. (2018). The effect of cysticercosis invasion on the internal organs condition and meat productivity of rabbits. *Veterinary Biotechnology*. Vol. 33. 31 – 38 p. DOI: 10.31073/vet_biotech33-04

42. Yerokhina, O. I. (2014). *Parasitology and invasive diseases of farm animals: textbook*. Kharkiv : Espada, 320 p.

43. Law of Ukraine No. 3447-IV “On the protection of animals from cruelty”. (2006). February.

44. Kruchynenko, O. V., Skrypka, M. V., Panikar, I. I. (2017). Features of pathological changes in the intestinal wall at gastrointestinal strongylosis of cattle. *The Animal Biology*. Vol. 19, No. 2. 44 – 49 p. DOI: 10.15407/animbiol19.02.044

45. Melnychuk, V. V., Sorokova, S. S. (2018). Morphometric structure of *Strongyloides papillosus* (Wedl, 1856) isolated from sheep. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. No. 3. 137 – 142 p. DOI: 10.31210/visnyk2018.03.21

46. Pogorelchuk, T. Y. (2007). Peculiarities of the distribution and clinical manifestations of strongyloidiasis in residents of the Odessa region: author's abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Medical Sciences (16.00.11). Kyiv. 20 p.

47. Ponomar, S. I. (2013). Strongyloidiasis and mixed nematode invasion of pigs: Doctoral dissertation. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 200 p.

48. Ponomar, S. I., Goncharenko, V. P., Solovyova, L. M. (2010). *Handbook on the differentiation of pathogens of invasive animal diseases* / ed. by S. I. Ponomar. Kyiv: Agrarna Osvita, 312 p.

49. Ponomar, S. I., Kornev, M. O., Chubenko, A. V. (2010). Coprohelminthological methods for strongyloidiasis diagnosis in rabbits. *Veterinary Parasitology Journal*. Vol. 17, No. 2. 45 – 52 p.

50. Prus, M., Duda, Y. (2021). Pathogens of diseases of the digestive tract of rabbits in the parasitocenosis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Veterinary Sciences. Vol. 23(102). 93 – 98 p. DOI:10.32718/nvlvet10214.

51. Prus, M., Duda, Y., Koreyba, L., Borisevich, B., Lisova, V. (2022). Seasonal and age dynamics of passalurosis invasion of rabbits and pathological and histological changes in this nematodosis. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25(11). 9 – 19 p. DOI:10.48077/scihor. 25(11). 9-19 p.

52. Reznikov, O. G. (2003). General moral principles of animal experimentation. *First National Congress on Bioethics. Endocrinology*. Vol. 8(1). 142 – 145 p.

53. Skryabin, K. I. (1928). *Method of complete helminthological dissections of vertebrates, including man*. Moscow: MSU Press, 112 p.

54. Shevchik, R., Duda, Y., Gavrilina, O., Samoyluk, H. (2021). Impact of *Amaranthus hypochondriacus* in nutrition of rabbits on meat quality. Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society. Vol. 72(1). 2713 – 2722 p. DOI:10.12681/jhvms.26756.

UDC 599.742.17: 595.132(477.54)

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.197-216>

MORPHOLOGICAL, HISTOLOGICAL AND ENZYMATIC CHANGES IN RABBITS (*ORYCTOLAGUS CUNICULUS*) WITH STRONGYLOIDIASIS CAUSED BY *STRONGYLOIDES PAPILLOSUS*

Duda Yulia¹, Prus Mikhailo², Koreyba Lyudmila¹

¹Dnipro State Agrarian and Economic University

49600, 25 S. EfremovStr., Dnipro, Ukraine

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, 15 Heroyiv Oborony Str., Kyiv, Ukraine

Strongyloidiasis is a common parasitic disease of rabbits caused by the nematode Strongyloides papillosus. This pathogen has a complex life cycle with alternating parasitic and free-living generations, which significantly complicates the process of eradication of the invasion and contributes to its chronicity. Parasites are localized mainly in the small intestine, causing destructive, inflammatory and toxic lesions that negatively affect the general condition of the body, liver function, intestinal barrier function and metabolic processes.

The aim of this study was a comprehensive study of strongyloidiasis in rabbits by assessing the morphological characteristics of the eggs and larvae of the parasite, the enzyme profile of the blood of animals at different degrees of invasion intensity, as well as histomorphological changes in the large intestine. For this purpose, the egg cultivation method was used with the subsequent identification of L1 – L3 larvae, in parallel, biochemical analysis of blood serum was performed to determine enzyme activity and histological examination of intestinal tissues.

As a result, it was found that the intensity of invasion was 459.26 ± 46.91 eggs/g in the first experimental group (low level) and 2370.37 ± 311.45 eggs/g in the second (high level). The morphological features of the eggs – oval shape, thin shell, dimensions $38.2 - 54.5 \mu\text{m}$ in length and $21.7 - 36.1 \mu\text{m}$ in width – correspond to the typical strongyloid morphotype. The cultivation method was effective for distinguishing larval stages, which provided reliable diagnostics of the species.

Biochemical analysis revealed a statistically significant ($p < 0.001$) increase in transaminase levels (ALT – by 36.37%, AST – by 67.78%) and GGT (by 41.48%) in animals with high intensity of invasion. At the same time, a significant decrease in cholinesterase activity was observed (by 1.32 – 1.64 times), which indicates toxic liver damage and impaired detoxification function. The results obtained are consistent with the data of international studies and confirm the systemic nature of the pathology in strongyloidiasis.

Histological analysis showed the presence of pronounced destructive-inflammatory changes in the mucous and muscular membranes of the cecum:

epithelial desquamation, necrosis, destruction of crypts, edema of the submucosal base, eosinophilic and lymphoid infiltration. Pathomorphological changes were similar to those described in other nematodoses in animals, which indicates the commonality of the mechanisms of parasitic intestinal damage.

*Thus, the results of the study prove the pathogenic role of *S. papillosus* in the formation of enteropathology in rabbits, confirm the feasibility of using morphological, histological and biochemical assessment as diagnostic criteria for the severity of the invasion. The data obtained can be the basis for improving approaches to early diagnosis, monitoring and therapy of strongyloidiasis in laboratory and agricultural veterinary practice.*

Keywords: *rabbits, *Strongyloides papillosus*, strongyloidiasis, invasion intensity, morphological signs, enzyme activity, histological structure of the intestine.*

УДК 636.92.053.112.385.4

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.217-223>

ВПЛИВ НАНОТЕХНОЛОГІЧНОГО СЕЛЕНУ ЦИТРАТУ НА КЛІНІЧНІ ПОКАЗНИКИ ОРГАНІЗМУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КРОЛІВ

Ковальчук І. І.^{1,2}, доктор ветеринарних наук, професор,

Проданчук О. В.¹, аспірант, olga271098@gmail.com,

Лесик Я.В.^{2,3}, доктор ветеринарних наук, професор

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

²Інститут біології тварин НААН, вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

³Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

Анотація. У статті наведено результати дослідження впливу різної кількості нанотехнологічного селену цитрату на клінічні показники організму кролів. Дослідження проводили в умовах приватної кролеферми на молодянку кролів породи Термонська. Тварин було поділено на чотири групи – контрольну та три дослідні. Кролі контрольної групи споживали стандартний гранульований комбікорм і воду без обмежень, згідно з чинними вимогами. Перша дослідна група, крім стандартного раціону з питною водою протягом доби, отримувала водний розчин нанотехнологічного селену цитрату в кількості 50 мкг Se/л. Відповідно, друга дослідна група споживала селену цитрат з розрахунку 100 мкг Se/л; третя дослідна група отримувала селену цитрат з розрахунку 200 мкг Se/л. У підготовчому періоді – на 45 добу і в дослідному – на 60 та 75 доби життя визначали температуру, частоту дихальних рухів, частоту пульсу. У дослідний період (15 та 30 доба дослідження) проводився щоденний контроль за збереженістю, інтенсивністю росту тварин. Всі отримані цифрові дані обробляли за допомогою комп'ютерної програми STATISTICA з використанням методу варіаційної статистики.

Аналіз отриманих результатів свідчить про позитивний вплив вживання селену цитрату на клінічні показники організму кролів залежно від його кількості та періоду застосування. Застосування селену цитрату в раціоні кролів активізувало метаболічні процеси в їх організмі.

Ключові слова: кролі, селену цитрат, клінічні показники, температура, пульс, дихання.

Актуальність. Для нівелювання впливу технологічних чинників та забезпечення повноцінного живлення організму тварин у світовій практиці застосовують мінеральні добавки, що містять Селен, Хром, Цинк та інші біогенні мікроелементи. Селен є сильнодіючим антиоксидантом. Він входить до складу глутатіон пероксидази (ГП), яка відновлює H_2O_2 і гідропероксиди ліпідів. Активність цього ензиму у тканинах організму залежить від кількості

спожитого Селену [1, 2, 3]. Однак, застосування Селену в якості добавки для сільськогосподарських тварин у вигляді неорганічної сполуки має певні обмеження через його токсичність, низьку засвоюваність та накопичення в організмі [4, 5].

Застосування нанотехнологічних підходів для синтезу мінеральних сполук відкриває нові можливості для підвищення їх ефективності, оскільки, попри значущість мінеральних елементів у метаболічних процесах, їх засвоєння в шлунково-кишковому тракті часто обмежується рівнем біодоступності. Цитрати мінеральних речовин є безпечними для здоров'я і дозволені для застосування в харчових продуктах, у т. ч. для дитячого харчування. Солі лимонної кислоти володіють антиоксидантною та радіопротекторною здатністю, а також оптимізуючим впливом на функціонування багатьох систем, у т. ч. серцево-судинної та імунної [6, 7].

Неорганічні та органічні форми Se (селеніт, селенід, збагачені селеном дріжджі та збагачені селеном водорості) використовуються як звичайні добавки. Відомо, що Nano-Se має вищу ефективність, ніж селеніт, селенометіонін та метилселеноцистеїн [8, 9]. Добавки Nano-Se позитивно вплинули на показники росту, а також підвищенні антиоксидантної активності, імунітету та продуктивності.

Мета дослідження – вивчити вплив застосування нанотехнологічного селену цитрату на клінічні показники організму та продуктивність молодняку кролів.

Матеріали та методи. Дослідження проводили у приватному кролівничому господарстві на молодняку кролів 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, середньою масою тіла 1000 – 1100 г. Селену цитрат отримали від ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології», м. Київ [10].

У віці 45 діб тварини були поділені на чотири групи – контрольну і три дослідні. Кролі контрольної групи, споживали стандартний гранульований комбікорм (ОР) і воду без обмеження згідно чинним вимогам. І дослідна група, крім (ОР) з питною водою впродовж доби отримувала водний розчин нанотехнологічного селену цитрату у кількості – 50 мкг Se/л. Відповідно, II дослідна – селену цитрату з розрахунку – 100 мкг Se/л; III дослідна – селену цитрату – 200 мкг Se/л. У дослідний період (15 і 30 доба дослідження) проводився щоденний контроль за збереженістю та інтенсивністю росту.

У підготовчому періоді – на 45 добу і в дослідному – на 60 та 75 доби життя визначали ректальну температуру. Її вимірювали за допомогою електронного термометра Longevita MT-4218 (Китай), шляхом введення наконечника у пряму кишку кролів на глибину 2 – 3 см із подальшою фіксацією температурних показників через 30 секунд. Частоту дихальних рухів визначали за рухами носових крил кролів упродовж хвилини; частоту пульсу визначали за скороченням вени на внутрішній поверхні стегна за 60 секунд [11, 12, 13]. Утримання тварин та всі маніпуляції проводили відповідно

до положень «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001) та «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986) [14]. Статистичний аналіз одержаних цифрових даних проводили за допомогою програми Statistika для Windows XP [15]. Після порівняння досліджуваних показників та їхніх міжгрупових різниць використовували *t* критерій Стюдента, а результат вважали вірогідним після $P < 0,05$.

Результати досліджень. Аналіз отриманих даних показав, що всі досліджені клінічні показники організму кролів відповідали фізіологічним нормам, характерним для цього виду тварин. Однак, спостерігали вірогідне збільшення ректальної температури у тварин I і III дослідних груп ($P < 0,02$) на 15 добу дослідження порівняно з контрольною групою (табл.).

Таблиця. Клінічні показники організму кролів за випоювання нанотехнологічного селену цитрату ($M \pm m$, $n=5$)

Показник	Група	Періоди досліджень			Норма
		підготовчий, 45 доба життя	дослідний (доба життя /період випоювання добавок)		
			60/15	75/30	
Ректальна температура, °C	К	38,8±0,20	38,3±0,20	39,1±0,07	38,5 – 39,5°C
	Д – I	38,7±0,10	39,1±0,07**	38,9±0,14	
	Д – II	39,2±0,17	38,7±0,10	39,1±0,14	
	Д – III	39,0±0,07	39,0±0,06**	38,8±0,13	
Пульс, ударів/хв.	К	140,8±4,63	120,4±1,33	124,4±8,58	120 – 240 ударів/хв.
	Д – I	128,8±3,44	133,6±2,71**	122,6±2,68	
	Д – II	129,6±2,99	128,8±4,08	123,2±6,85	
	Д – III	132,8±4,27	146,4±2,04***	122,8±7,03	
Дихання, вдих./хв.	К	59,6±3,37	54,8±2,15	59,4±1,99	30 – 60 вдих./хв.
	Д – I	59,4±1,33	60,0±3,41	56,2±2,82	
	Д – II	59,8±3,67	55,6±3,47	56,4±3,49	
	Д – III	59,6±1,83	59,4±4,81	53,4±2,84	

Примітка: У цій таблиці статистично вірогідні різниці враховували порівняно з контрольною групою: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$

Організм кролів характеризується інтенсивним та адаптивним обміном речовин, що позначилося на 75 добу їхнього життя незначними відхиленнями температури тіла дослідних груп порівняно до контрольної групи. Ректальна температура кролів варіює в межах 0,2 – 1,2 °C залежно від умов утримання та аліментарних чинників.

Відносна сталість температури тіла підтримується завдяки скоординованій взаємодії хімічних і фізичних механізмів терморегуляції, функціонування яких залежить від раціону, температурного режиму зовнішнього середовища та активності центральної нервової системи. Встановлено, що випоювання нанотехнологічного селену цитрату позитивно впливає на засвоєння поживних речовин, що, ймовірно, зумовлює активацію

метаболічних процесів і, як наслідок, незначне підвищення температури тіла в межах фізіологічної норми [16].

Відомо, що пульс кролів характеризується значними коливаннями, які зумовлені високою збудливістю їхньої нервової системи. Поріг збудження у цих тварин настільки високий, що навіть больові подразники не здатні спричинити відповідну реакцію [17, 18].

Дослідженнями встановлено підвищення на 15 добу ($P < 0,05-0,001$) дослідження частоти серцевих скорочень кролів дослідних груп порівняно з контролем. За вipoювання добавки цитрату селену спостерігали тенденцію до зниження частоти серцевих скорочень у дослідних групах порівняно до контролю на 30 добу дослідження. Зазначені коливання вказують на вплив досліджених кількостей селену на організм кроликів усіх дослідних груп і вищу потребу для забезпечення основного обміну та розвитку основних систем організму, у тому числі й серцево-судинної, що сприяє підвищенню інтенсивності вентиляції легень у кроленят.

Частота дихальних рухів є одним із ключових елементів механізму терморегуляції, що забезпечує підтримання теплового балансу в організмі тварини, причому для кролів цей показник має особливе значення з огляду на їхню фізіологічну чутливість до змін температурного режиму [19]. Слід зазначити, цей показник має особливе значення для кролів з огляду на фізіологічну чутливість. Дослідженнями не відзначено суттєвих між групових різниць коливання частоти дихання кролів дослідних груп впродовж дослідження порівняно з контрольною групою. Так, найвищі показники дихання були відзначені на 15 добу дослідження зі зниженням на завершальному періоді дослідження стосовно контролю.

Вipoювання кролям з 45 до 75 доби життя добавки нанотехнологічного селену цитрату у кількості 50, 100 і 200 мкг Se/л, зумовило підвищення показників температури тіла, частоти серцевих скорочень та дихальних рухів у межах фізіологічної норми. Отримані результати можуть свідчити про активацію метаболических процесів в організмі тварин під впливом селену цитрату, що проявляється у дозозалежній формі.

Висновки. Вipoювання кролям з 45 до 75 доби життя добавки нанотехнологічного селену цитрату у кількості 50, 100 і 200 мкг Se/л, зумовило підвищення показників температури тіла, частоти серцевих скорочень та дихальних рухів у межах фізіологічної норми. Отримані результати можуть свідчити про активацію метаболических процесів в організмі тварин під впливом селену цитрату, що проявляється у дозозалежній формі.

Література

1. Hassan, F., Mobarez, S., Mohamed, M., Attia, Y., Mekawy, A., Mahrose, K. (2021) Zinc and/or selenium enriched spirulina as antioxidants in growing rabbit diets to alleviate the deleterious impacts of heat stress during summer season. *Animals*. 11(3):756. <https://doi.org/10.3390/ani11030756>
2. Shima, A Amer, Omar, A.E. and Abd El-Hack, M.E. (2019). Effect of selenium and chromium enriched diets on growth performance, lipid profile and

mineral concentration in different tissues of growing rabbits. Biol. Trace Element Res. 187(1):92-99 p. doi:https://doi.org/10.1007/s12011-018-1356-4.

3. Zhang, Y., Zhu, S., Wang, X., Wang, C., Li, F. (2011). The effect of dietary selenium levels on growth performance, antioxidant capacity and glutathione peroxidase 1 (GSHPx1) mRNA expression in growing meat rabbits. Animal Feed Science and Technology.; 169 (3 – 4): 259-264 p. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.07.006

4. Yakubets, T., Bochkov, V. (2023). Influence of males of the paternal line with different weight index on the productivity of rabbits of the maternal form of the Hyla Cross. Animal Science and Food Technology, Вип.14(1), 113-1

5. AbdAllah, S, Hashem, KS (2015). Selenium nanoparticles increase the testicular antioxidant activity and spermatogenesis in male rats as compared to ordinary selenium. Int J AdvRes 3: 792-802 p.

6. Rajendran, D., Thulasi, A., Jash, S., Selvaraju, S., (2013). Rao SBN Synthesis and application of nano minerals in livestock industry. Animal Nutrition and Reproductive Physiology (RecentConcepts). Satish Serial Publishing House, Delhi, India, 517-530 p.

7. Albanese, A, Tang, P.S. and Chan, W.C. (2012). The effect of nano particle size, shape and surface chemistry on biological systems. Annual Review of Biomedical Engineering. 14:1-6 p.

8. Michalak, I., Dziergowska, K., Alagawany, M., Farag, M. (2022). The effect of metal-containing nanoparticles on the health, performance and production of livestock animals and poultry. Veterinary Quarterly Sci. 9 (1):68-94 p.

9. Diana, A.S., Abdel Ghfaar, Mostafa, A.H. and Inas, M.G. (2020). Evaluation of Nano Selenium on Rabbit growth and Immunity. Biomedical Journal of Scientific and Technical Research. 32(3): 24950 – 24960 p. DoI:10.26717 /BJSTR.32.005244.

10. Патент України на корисну модель № 38391. МПК (2006): C07C 51/41,C07F 5/00, C07F 15/00, C07C 53/126(2008.01), C07C 53/10 (2008.01),A23L1/00,B82B3/00.Спосіб отримання карбоксилатів металів. Нанотехнологія отримання карбоксилатів металів. КосіновМ.В., КаплуненкоВ.Г. Опубл.12.01.2009. Бюл.№1 (2009).

11. 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 Puebla/Papers/Reproduction/R-Marai.pdf).

12. 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. doi.org/10.1186/s41936-018-0031-9 ;

13. Askar, A.A. and Ismail, I. (2012). Impact of heat stress exposure on some reproductive and physiological traits of rabbit does. Egyptian Journal of Animal Production. 49 (2). 151 – 159 p. doi.org/10.21608/ejap.2012.94331.

14. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. (1986). Council of Europe, Strasbourg

15. Петровська, І., Салига, Ю., Вудмаска, І. (2022). Статистичні методи в біологічних дослідженнях: навчально-методичний посібник. Київ: Аграрна наука, 172 с.

16. Silva, M.A.J.G., Ferraz, P.F.P., Santos, L.M.d., Ferraz, G.A.e.S., Rossi, G.; Barbari, M. (2021). Effect of the Spatial Distribution of the Temperature and Humidity Index in a New Zealand White Rabbit House on Respiratory Frequency and Ear Surface Temperature. *Animals*, 11, 1657. <https://doi.org/10.3390/ani11061657>.

17. Vincent, J. B. (2015). Is the pharmacological mode of action of chromium. (III) as a second messenger. *Biol Trace Elem Res*. 166. 7 – 12 p. DOI: 10.1007/s12011-015-0231-9

18. Лесик, Я.В., Юзьвяк, М.О. (2023). Вплив хрому хлориду на клінічні показники організму кролів. Ефективне кролівництво і звірівництво. 88-94 с.

UDC 636.92.053.112.385.4

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.217-223>

INFLUENCE OF NANOTECHNOLOGICAL SELENIUM CITRATE ON CLINICAL PARAMETERS OF THE ORGANISM AND PRODUCTIVITY OF RABBITS

Kovalchuk I. I.^{1,3}, Prodanchuk O. V.¹, Lesyk Y. V.^{2,3}

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

²*Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University*

³*Institute of Animal Biology, 38 V. Stusa Str., Lviv, 79034, Ukraine*

The article presents the results of the study of the effect of different amounts of nanotechnological selenium citrate on the clinical parameters of the rabbit organism. The study was carried out in a private rabbit farm on young rabbits of the Termon breed. The animals were divided into four groups - control and three experimental. The rabbits in the control group consumed standard pelleted feed and water without restrictions, in accordance with current requirements. The experimental group, in addition to the standard diet with drinking water throughout the day, received an aqueous solution of nanotechnology selenium citrate in the amount of 50 µg Se/l. Accordingly, the second experimental group consumed selenium citrate at the rate of 100 µg Se/L; the third experimental group received selenium citrate at the rate of 200 µg Se/L. During the experimental period (days 15 and 30 of the study), daily monitoring of the safety, growth and development intensity was carried out. In the preparatory period - on day 45 and in the experimental period - on days 60 and 75 of life, temperature, respiratory rate, and pulse rate were determined. All the obtained digital data were processed using the STATISTICA computer program using the method of variation statistics.

The analysis of the results obtained indicates a positive effect of selenium citrate feeding on the clinical parameters of the rabbit body, depending on its

amount and period of use. The use of selenium citrate in the diet of rabbits has activated metabolic processes in their body.

Keywords: *rabbits, selenium citrate, clinical parameters, temperature, pulse, respiration.*

УДК 636.92.612.1.612.3

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.224-238>

ВПЛИВ ОРГАНІЧНОЇ ДОБАВКИ НА ПАРАМЕТРИ КРОВІ КРОЛІВ ЗА УМОВ ТЕПЛОВОГО СТРЕСУ

Лесик Я. В.¹, доктор ветеринарних наук, професор,

Бойко О. В.³, кандидат с.-г. наук, с. н. с.,

Гончар О. Ф.³, кандидат с.-г. наук, с. н. с.,

Юзьвяк М. О.², аспірант,

Денис Г. Г.², кандидат с.-г. наук,

Хомин М. М.², кандидат біол. наук, с. н. с.,

Кисців В. О.², кандидат с.-г. наук

¹Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка,
м. Дрогобич; e-mail: lesykyv@gmail.com

²Інститут біології тварин НААН, м. Львів.

³Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, м. Черкаси.

Використання традиційних кормових добавок у раціоні кролів під час теплового стресу є неефективним, що зумовлює необхідність пошуку альтернативних компонентів раціону. Дослідження проводили на молодняку кролів-аналогів породи термонська біла від 35-ї до 65-ї доби життя. Кролів утримували в окремому приміщенні промислової кролеферми, де створили умови підвищеної температури довкілля у межах від 28,9 до 30 °С та відносної вологості від 80 до 87,5 %. Для проведення дослідження було сформовано контрольну групу кролів, яких утримували на стандартному збалансованому гранульованому комбікормі, виготовленому в умовах господарства та воді досхочу. Дослідним групам тварин додатково до складу гранульованого комбікорму вводили лікарську траву: I група – календули звичайної (3г/0,6 кг корму); II група – чебрець повзучий (9 г/0,6 кг корму); III група – лаванди (9 г/0,6 кг корму). Кров для дослідження відбирали на 45 добу життя у підготовчому періоді та на 50 і 65 доби у дослідному періоді. Встановлено, що найбільше виражений вплив на зміну гематологічних показників крові кролів відзначили за додавання до раціону календули звичайної. Чебрець повзучий, на відміну від календули, не впливав на деякі гематологічні показники, проте виявляв аналогічну дію на окремі параметри крові тварин. Вплив лаванди відзначився менше вираженими змінами у порівнянні з іншими застосованими лікарськими травами стосовно контролю, що позначилося підвищенням рівнем еритроцитів, гемоглобіну, гематокритної величини, середнього вмісту гемоглобіну в окремому еритроциті, середнього об'єму тромбоцитів та зниженням абсолютного вмісту лейкоцитів та лімфоцитів на 50-ту та 65-ту добу експерименту.

Ключові слова: кролі, параметри крові, лікарські трави, тепловий стрес.

Актуальність. Лікарські рослини містять велику кількість біоактивних сполук, що дозволяє використовувати їх для пом'якшення негативної дії теплового стресу на організм кролів [1, 2, 3, 4]. Встановлено, що екстракти

лаванди містять флавоноїди з груп апігеніну, лютеоліну та кверцетину. Результати досліджень вказують, що листя та стебла лаванди містять антиоксидантні сполуки [5]. Календула лікарська характеризується різноманітною фітохімічною та біологічною активністю, зокрема антиоксидантною, протизапальною, антибактеріальною, гастропротекторною та гепатопротекторною дією [6, 7]. В екстрактах *чебрецю звичайного*, виявлено апігенін-7-глюкозид та кверцетин, що є характерними представниками флавоноїдних сполук з вираженою антиоксидантною активністю [8]. Згідно з дослідженням Ezzat Ahmed *et al.*, (2020), додавання до раціону кролів листя чебрецю у дозах 4 – 16 г/кг при температурі 39°C та відносній вологості повітря 30 – 35 % покращує апетит, швидкість росту та збільшує масу тіла порівняно з контрольною групою. Антибактеріальна активність фітокомпонентів чебрецю може бути пов'язана з покращенням обміну речовин, що зумовлює збільшення маси тіла кролів. Засвоюваність корму та приріст маси тіла кролів були пропорційні з кількістю доданого до раціону листя чебрецю. Згодовування чебрецю призвело до зменшення концентрації аміаку у калі, що вказує на покращення метаболізму азоту в організмі тварин [9]. Встановлено, що додавання ефірної олії чебрецю у раціон кролів у дозах 60 – 180 мг/кг призвело до вірогідного підвищення коефіцієнта засвоюваності корму та приросту живої маси порівняно з контрольною групою. Відзначається збільшення концентрації тестостерону в сироватці крові, а також зниження рівнів АСТ, АЛТ, сечовини та креатиніну, що вказує про позитивний вплив на функціональний стан печінки та нирок. Ефірна олія чебрецю покращує показники якості сперми у самців кролів, що має потенціал репродуктивно-активної фітодобавки [10].

Мета дослідження – з'ясувати вплив згодовування трави календули, чебрецю та лаванди на параметри крові кролів після відлучення за умов теплового стресу.

Матеріали та методи. Дослідження проведено в умовах приватної промислової кролеферми с. Загір'я, Івано-Франківської області на молодняку кролів породи термонської віком 35 діб, аналогів за віком, масою тіла та клінічним станом. Тварин формували у групи по 8 тварин із середньою масою тіла 1000 ± 50 г. Протягом дослідного періоду в окремому приміщенні кролеферми щодня створювали умови теплового стресу, підвищуючи температуру повітря до 28,9 – 30,0 °C та відносну вологість до 80 – 87,5 % протягом чотирьох годин на добу. Температуру та вологість контролювали за допомогою термогігрометра з реєстрацією даних (Trotec BL30). Індекс температури повітря та відносної вологості визначали за формулою:

$$ТНІ = Т - ((0,31 - 0,31 \cdot B/100) \cdot (T - 14,4)),$$

де: ТНІ = індекс температури і вологості; Т = температура (°C); В = відносна вологість (%) [11].

Для проведення дослідження було сформовано контрольну групу кролів, яких утримували на стандартному гранульованому комбікормі, виготовленому в умовах господарства. Дослідним групам тварин додатково до

трав'яного борошна під час виготовлення гранульованого комбікорму вводили фітогенну добавку. Дослідна І – група отримувала лікарську траву календули звичайної (3 г/0,6 кг корму); ІІ – дослідна група – чебрець повзучий (9 г/0,6 кг корму); ІІІ – дослідна група – траву лаванди (9 г/0,6 кг) корму. Згодовування добавки розпочинали у віці 45 діб і продовжували до 65 доби життя. У підготовчий період на 45 добу життя, а також у дослідному – на 50-ту та 65-ту добу життя – кожні 15 діб проводили відбір зразків крові.

За узагальненими результатами експерименту досліджувався вплив застосованих лікарських рослин на зміни морфологічних показників крові та визначали їхню ефективність у пом'якшенні негативного впливу теплового стресу на організм кролів. У восьми тварин з кожної групи з крайової вухної вени відбирали зразки цільної крові в пробірки з антикоагулянтом етилендіамінететраацетатом для проведення гематологічних досліджень, зокрема визначення абсолютного вмісту еритроцитів, концентрації гемоглобіну, гематокриту, еритроцитарних індексів (середній об'єм еритроцита, середній вміст гемоглобіну в окремому еритроциті, середню концентрацію гемоглобіну в еритроциті, ширину розподілу еритроцитів, абсолютного вмісту лейкоцитів, лімфоцитів, моноцитів, гранулоцитів та їх лейкоцитарних індексів, моноцитів, гранулоцитів, абсолютного вмісту тромбоцитів, тромбоцитарних індексів, тромбоцит, відносну ширину розподілу тромбоцитів за об'ємом на гематологічному аналізаторі Orphee Mythic 18 (Швейцарія).

Обчислення результатів дослідження проводили з використанням пакету програм «STATISTICA» 7.0 («Statsoft», США). Експериментальні дані виражали як середнє значення (M) $\pm$ та середньоквадратичне відхилення (SD). Отримані 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 $P \leq 0,05$ [12].

Результати досліджень. Середня вологість і температура повітря у окремому дослідному приміщенні приватної промислової кролеферми, де утримували кролів під час підготовчого періоду дослідження становила, відповідно 56,4 % і 20,0 °С. Для визначення ТНІ контролювали співвідношення температури та вологості кожної доби. Отримане значення ТНІ відповідало 19,3, що свідчить про відсутність теплового стресу впродовж підготовчого періоду дослідження.

Відповідно до мети експерименту, показники середньої температури у приміщенні за 15 діб дослідного періоду становили 29,9 °С та вологості – 86,5 %, ТНІ за період дослідження дорівнював 29,3. На 65 добу дослідного періоду середні значення вологості та температури відповідно були 85,2 % та 29,9 °С. ТНІ становив 29,2, що згідно з формулою вказує на параметри сильного теплового стресу у завершальному періоді застосування лікарських трав. Отже, отримані показники ТНІ впродовж підготовчого та дослідного

періоду відповідали меті дослідження, що свідчить про відсутність теплового стресу під час підготовчого етапу та його наявності за 65 діб експерименту.

У результаті проведеного дослідження встановлено, що додавання до раціону кролів суцвіття календули лікарської і трави лаванди підвищило рівень еритроцитів відповідно на 23,3 і 18,0 % ($P<0,05-0,01$) на 50-ту добу та 18,7 і 22,9 % ($P<0,05-0,01$) на 65-ту добу порівняно з контрольною групою. Аналіз отриманих результатів при додаванні подрібненої трави чебрецю повзучого був вираженим на 65-ту добу дослідження і збільшив рівень еритроцитів на 18,2 % ($P<0,05$). Використання фітодобавки календули звичайної та лаванди сприяло підвищенню рівня гемоглобіну у кролів на 18,5 і 14,2 % ($P<0,001$) на 50-ту добу і на 15,6 та 12,6 % ($P<0,05-0,01$) на 65-ту добу дослідження відповідно до показників контрольної групи (табл. 1).

Таблиця 1. Кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну та гематокриту в крові кролів за використання лікарських трав в умовах теплового стресу ($M\pm SD$, $n=8$)

Показники	Група	Період досліджень		
		Підготовчий	Дослідний	
			14-та доба	29-та доба
Загальна кількість еритроцитів, $10^{12}/л$	К	$5,82\pm 0,50$	$5,48\pm 0,46$	$5,49\pm 0,36$
	Д – 1	$6,24\pm 0,33$	$6,76\pm 0,48^{**}$	$6,52\pm 0,25^{*}$
	Д – 2	$5,69\pm 0,26$	$6,26\pm 0,47$	$6,49\pm 0,63^{*}$
	Д – 3	$5,73\pm 0,43$	$6,47\pm 0,30^{*}$	$6,75\pm 0,37^{**}$
Гемоглобін, г/л	К	$138,62\pm 9,45$	$123,00\pm 6,23$	$119,50\pm 8,46$
	Д – 1	$136,37\pm 5,42$	$145,87\pm 4,58^{***}$	$138,25\pm 7,10^{***}$
	Д – 2	$138,75\pm 9,57$	$133,12\pm 8,42$	$136,00\pm 6,48^{***}$
	Д – 3	$131,62\pm 8,15$	$140,50\pm 5,87^{**}$	$134,62\pm 6,09^{***}$
Гематокрит, г/л	К	$0,547\pm 0,023$	$0,466\pm 0,051$	$0,493\pm 0,067$
	Д – 1	$0,557\pm 0,035$	$0,575\pm 0,024^{***}$	$0,559\pm 0,039^{***}$
	Д – 2	$0,517\pm 0,039$	$0,484\pm 0,049$	$0,583\pm 0,033^{***}$
	Д – 3	$0,529\pm 0,215$	$0,561\pm 0,040^{**}$	$0,569\pm 0,038^{***}$

Примітка: у цій та наступних таблицях статистично вірогідні різниці враховували порівняно з контрольною групою: * – $P\leq 0,05$; ** – $P\leq 0,01$; *** – $P\leq 0,001$.

Застосування подрібненої трави чебрецю повзучого зумовило підвищення рівня гемоглобіну на 13,8 % ($P<0,001$) на 65-ту добу експерименту. Досліджено, що фітохімічний склад різних частин календули має широкий спектр біологічно активних речовин, зокрема тіофени, флавоноїди, каротиноїди та тритерпеноїди [13]. Встановлено, що суцвіття календули є природними джерелами необхідних мікроелементів, зокрема Калію та Феруму, що запобігає захворюванням, пов'язаним з їх дефіцитом на рівні організму [14]. На нашу думку, така особливість рослини впливає на процеси кровотворення та збільшує біодоступність Феруму в організмі кролів за додаткового використання лікарської трави. Чебрець повзучий

характеризується антиоксидантними, антибактеріальними і терапевтичними властивостями [15], що дозволяє, на нашу точку зору, зменшити негативний вплив оксидативного стресу на організм кролів. Основними компонентами ефірної олії лаванди є ліналоол, ліналоол ацетат, лавандулол та γ -терпінол, що виявляють антибактеріальну, протигрибкову, антиоксидантну та імуностимулюючу активність [5], що позитивно впливає на метаболічний стан організму. Таким чином, отримані результати підвищеного вмісту еритроцитів та гемоглобіну, можливо вказують на активацію процесу еритропоезу, внаслідок використання лікарських трав, як однієї з адаптивних реакцій організму на підвищену потребу в кисні за умов сильного теплового стресу.

Показник гематокритної величини за додавання календули звичайної та лаванди підвищився у крові кролів відповідно на 23,3 і 20,3 % ($P < 0,001 - 0,01$) на 50-ту добу та 13,3 і 15,4 % ($P < 0,001$) на 65-ту добу. Додавання чебрецю повзучого зумовило підвищення гематокритної величини на 18,2 % на 65-ту добу (табл. 1). Отримані дані вказують про позитивний вплив фітохімічних компонентів лікарських рослин на збільшення відсотка гематокритної величини, що можливо є результатом **фітогенних стимулювальних ефектів на процеси кровотворення**.

Середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті за додавання календули звичайної та чебрецю повзучого підвищився на 8,93 і 10,1 % ($P < 0,01$) на 65-ту добу дослідження. Додавання до раціону лаванди було вірогідно контрольної групи на 9,5 та 11,5 % ($P < 0,01-0,001$) за період проведення дослідження. Підвищення температури тіла кролів призводить до підвищення частоти дихання, що запускає в організмі процес терморегуляції і призводить до віддачі тепла через вуха під час дихання [16]. На нашу думку, підвищення середнього вмісту гемоглобіну, може бути компенсаторним механізмом організму для покращення транспортування кисню до тканин, що є важливим за умов теплового стресу.

За додавання до раціону кролів чебрецю повзучого спостерігали підвищення ширини розподілу еритроцитів на 11,0 % ($P < 0,01$) на завершальному етапі проведення дослідження (табл. 2). За теплового стресу організм кролів знаходиться у стресових умовах, і цей показник крові можливо вказує на те, що у крові з'являються еритроцити різних розмірів. Дослідженнями Abdelnour *et al.*, (2022) [17] встановлено, що додавання ефірної олії чебрецю в кількості 100 мг/кг раціону при температурі 33 °C та відносній вологості 80 %, вірогідно підвищувало концентрацію загального протеїну, альбуміну, глобуліну, гемоглобіну, гематокриту, відновленого глутатіону та загальну антиоксидантну активність у сироватці крові кролів, що узгоджується з отриманими нами результатами дослідження. Таким чином, підвищення ширини розподілу еритроцитів вказує на те, що додавання чебрецю звичайного до раціону тварин сприяє активації кровотворних процесів у їхньому організмі.

Таблиця 2. Індеси еритроцитів у крові кролів за використання лікарських трав в умовах теплового стресу ($M \pm SD$, $n=8$)

Показники	Група	Період досліджень,		
		Підготовчий	Дослідний	
			14-та доба	29-та доба
Середній об'єм еритроциту, фл	К	99,16 $\pm$ 2,37	94,62 $\pm$ 2,19	96,12 $\pm$ 3,51
	Д – 1	93,32 $\pm$ 3,32	96,56 $\pm$ 3,94	93,56 $\pm$ 3,46
	Д – 2	94,78 $\pm$ 3,81	95,97 $\pm$ 5,05	96,80 $\pm$ 3,97
	Д – 3	95,01 $\pm$ 3,87	97,10 $\pm$ 3,48	98,60 $\pm$ 1,33
Середній вміст гемоглобіну в еритроциті, пг	К	23,51 $\pm$ 1,37	23,27 $\pm$ 0,34	22,82 $\pm$ 0,39
	Д – 1	24,05 $\pm$ 0,72	24,86 $\pm$ 0,98	24,86 $\pm$ 0,85**
	Д – 2	23,93 $\pm$ 1,48	25,00 $\pm$ 1,51	25,13 $\pm$ 1,10**
	Д – 3	24,63 $\pm$ 1,27	25,50 $\pm$ 1,17**	25,46 $\pm$ 0,97***
Середня концентрація гемоглобіну в еритроциті, г/л	К	249,87 $\pm$ 9,01	247,12 $\pm$ 6,15	244,12 $\pm$ 5,89
	Д – 1	257,12 $\pm$ 7,86	258,62 $\pm$ 9,03	249,75 $\pm$ 7,44
	Д – 2	248,00 $\pm$ 10,25	252,87 $\pm$ 9,07	253,87 $\pm$ 8,90
	Д – 3	255,25 $\pm$ 7,88	250,12 $\pm$ 10,62	255,37 $\pm$ 10,07
Ширина розподілу еритроцитів, %	К	10,02 $\pm$ 0,62	10,63 $\pm$ 0,61	10,73 $\pm$ 8,46
	Д – 1	9,92 $\pm$ 0,21	10,70 $\pm$ 0,85	10,81 $\pm$ 0,86
	Д – 2	10,08 $\pm$ 0,45	11,82 $\pm$ 0,53	11,92 $\pm$ 0,31**
	Д – 3	9,68 $\pm$ 0,34	10,56 $\pm$ 0,93	10,03 $\pm$ 0,37

Абсолютний вміст лейкоцитів знижувався за додавання в раціон кролів календули звичайної на 18,0 % на 65-ту добу дослідження. Додавання чебрецю повзучого та лаванди знижував вміст лейкоцитів відповідно на 17,8 і 21,4 % ($P<0,01-0,05$) на 50-ту добу та на 17,1 і 22,2 % на 65-ту добу дослідження. Використання добавки до корму кролів календули звичайної знижувала рівень абсолютного вмісту лімфоцитів за період експерименту на 35,6 і 31,3 % ($P<0,01-0,05$). Чебрець повзучий та лаванда проявили виражену дію на завершальному етапі дослідження, що зумовило зниження лімфоцитів відповідно на 33,1 і 30,4 % ($P<0,05$) (табл. 3). Такі результати узгоджуються з дослідженнями Yu *et al.*, (2016), де встановлено, що чебрець знижує оксидативний стрес та експресію генів у кролів з гіперліпідемією [18]. Згідно досліджень Benlemlih *et al.*, (2020), додавання до раціону кролів 5% сушеного чебрецю сприяло зниженню рівня смертності на 39%, що вказує на його потенційну профілактичну та імунну дію [19]. Дослідженнями Skrivan *et al.*, (2015) встановлено, що додавання 950 мг екстракту календули на кг корму знижує інтенсивність перекисного окиснення ліпідів. Усі протестовані рівні екстракту квіток календули (150, 350, 550 та 750 мг/кг корму) вірогідно підвищували окислювальну стабільність ліпідів у яйцях під час зберігання протягом 28 діб при температурі 18 °С. Це вказує на властивості календули зменшувати оксидативне навантаження на організм кролів, що в свою чергу зменшує навантаження на імунну систему і відповідно зменшує рівень лейкоцитів та лімфоцитів [20]. Ефірна олія лаванди характеризується

седативною, антидепресивною, спазмолітичною та антибактеріальною дією і має позитивний вплив на обмін речовин [21, 22].

Таблиця 3. Кількість лейкоцитів у крові кролів за використання лікарських трав в умовах теплового стресу ($M \pm SD$, $n=8$)

Показники	Група	Період досліджень		
		Підготовчий	Дослідний	
			14-та доба	29-та доба
Загальна кількість лейкоцитів, $10^9/\text{л}$	К	$10,61 \pm 0,71$	$11,60 \pm 0,70$	$11,93 \pm 1,17$
	Д – 1	$9,63 \pm 0,96$	$9,78 \pm 0,76$	$9,78 \pm 0,47^*$
	Д – 2	$9,67 \pm 0,80$	$9,53 \pm 1,32^*$	$9,88 \pm 0,92^*$
	Д – 3	$10,12 \pm 0,97$	$9,11 \pm 1,38^{**}$	$9,27 \pm 1,50^{**}$
Загальна кількість лімфоцитів, $10^9/\text{л}$	К	$4,47 \pm 0,68$	$4,35 \pm 0,41$	$4,53 \pm 0,54$
	Д – 1	$3,97 \pm 0,64$	$2,80 \pm 0,68^{**}$	$3,11 \pm 0,44^*$
	Д – 2	$3,66 \pm 0,59$	$3,46 \pm 0,66$	$3,03 \pm 0,78^{**}$
	Д – 3	$3,70 \pm 0,59$	$3,71 \pm 0,55$	$3,15 \pm 0,75^*$
Загальна кількість моноцитів, $10^9/\text{л}$	К	$1,13 \pm 0,10$	$1,08 \pm 0,08$	$1,17 \pm 0,12$
	Д – 1	$1,40 \pm 0,13$	$1,51 \pm 0,32$	$1,67 \pm 0,14^{**}$
	Д – 2	$1,37 \pm 0,19$	$1,42 \pm 0,29$	$1,36 \pm 0,28$
	Д – 3	$1,27 \pm 0,21$	$1,47 \pm 0,31$	$1,28 \pm 0,38$
Загальна кількість гранулоцитів, $10^9/\text{л}$	К	$2,11 \pm 0,46$	$2,58 \pm 0,55$	$2,62 \pm 0,74$
	Д – 1	$2,36 \pm 0,32$	$2,90 \pm 0,62$	$4,07 \pm 0,68^{***}$
	Д – 2	$2,53 \pm 0,49$	$3,67 \pm 0,83$	$3,71 \pm 0,74$
	Д – 3	$2,61 \pm 0,59$	$2,75 \pm 0,62$	$3,30 \pm 0,64$

У результаті досліджень виявлено, що додавання до раціону бройлерів ефірної олії лаванди знижує рівень ліпопротеїдів низької щільності, триацилгліцеролів та альбуміну в сироватці крові, що свідчить про позитивний вплив на метаболізм ліпідів і протеїнів. Одночасно спостерігається лінійне збільшення загального рівня протеїну в сироватці крові, що є ознакою покращення фізіологічного стану здоров'я птиці [23]. Таким чином, зменшення кількості лейкоцитів і лімфоцитів у крові кролів за умов сильного теплового стресу при згодовуванні лаванди, календули і чебрецю звичайного є результатом багатofакторного впливу цих рослин через зниження оксидативного стресу та протизапальної активності завдяки біологічно активним речовинам у їхньому хімічному складі.

Дослідженням встановлено вірогідне підвищення абсолютного вмісту моноцитів на 65-ту добу при згодовуванні календули звичайної у раціоні кролів на 42,7 % ($P < 0,01$) (табл. 3). Моноцити, як ключові фагоцити та попередники макрофагів, є одними з основних ефекторних клітин вродженої імунної системи. Вони приймають участь у розпізнаванні та елімінації патогенних агентів і відіграють важливу роль у регуляції запальної відповіді [24]. Проведенні дослідження Vasiu *et al.*, (2024) на кролях виявили виражене активуюче співвідношення імунної відповіді на всі досліджені рослини

екстракти незалежно від концентрації у сировині рослин, що суттєво відрізняло їхню реакцію від реакції птахів. Усі екстракти в концентраціях (1,5 % і 6,5%) мали активуючий вплив на імунну відповідь порівняно з контролем, причому найпотужніший імуномодулюючий ефект відзначається в екстракті календули при концентрації 6,5 %. Це дозволяє розглядати його як перспективний природний імуностимулятор для використання у кролівництві [5]. На нашу думку, підвищення рівня моноцитів може вказувати на активацію імунного захисту організму кролів за дії теплового стресу.

Додавання до раціону календули звичайної підвищив рівень відносного та абсолютного вмісту гранулоцитів відповідно на 43,0 % ($P<0,01$) та 55,3 % ($P<0,001$) на 65-ту добу (табл. 3; 4). Гранулоцити є ключовими елементами першої лінії захисту від патогенних мікроорганізмів. Вони характеризуються функціональною гетерогенністю і пластичністю, що є важливим у формуванні адаптивних імунних відповідей. Збільшення кількості гранулоцитів свідчить про посилену потребу в протимікробному захисті, особливо в умовах стресу, коли бар'єрні функції організму ослаблені [25]. Встановлено, що додавання кролям з генотипом del/del екстракту календули призвело до дев'ятикратного підвищення концентрації лютеїну ($P<0,01$), одинадцятикратного підвищення концентрації зеаксантину ($P<0,01$) та двократного збільшення рівня β -каротину ($P<0,05$). Тому, на нашу точку зору, підвищення вмісту гранулоцитів у крові кролів, при додаванні суцвіття календули, можливо вказує на активацію неспецифічної імунної відповіді організму тварин зумовленої біологічно активними речовинами календули.

Таблиця 4. Лейкоцитарні індекси у крові кролів за використання лікарських трав в умовах теплового стресу ($M\pm SD$, $n=8$)

Показники	Група тварин	Період досліджень		
		Підготовчий	Дослідний	
			14-та доба	29-та доба
Відносний вміст лімфоцитів, %	К	47,56 $\pm$ 5,31	51,01 $\pm$ 6,19	53,38 $\pm$ 5,40
	Д – 1	45,32 $\pm$ 5,69	44,37 $\pm$ 4,15	42,81 $\pm$ 4,93
	Д – 2	44,26 $\pm$ 7,17	41,97 $\pm$ 6,75	44,47 $\pm$ 6,85
	Д – 3	44,70 $\pm$ 6,51	41,18 $\pm$ 4,03	45,08 $\pm$ 7,81
Відносний вміст моноцитів, %	К	22,88 $\pm$ 4,38	14,16 $\pm$ 2,96	15,18 $\pm$ 1,95
	Д – 1	22,26 $\pm$ 2,81	20,31 $\pm$ 4,67	20,98 $\pm$ 3,78
	Д – 2	21,78 $\pm$ 2,84	18,31 $\pm$ 3,32	18,96 $\pm$ 4,20
	Д – 3	21,18 $\pm$ 3,06	20,02 $\pm$ 4,21	18,95 $\pm$ 3,63
Відносний вміст гранулоцитів, %	К	33,22 $\pm$ 8,07	35,12 $\pm$ 5,58	36,47 $\pm$ 4,78
	Д – 1	31,91 $\pm$ 7,92	40,45 $\pm$ 8,84	52,16 $\pm$ 9,37**
	Д – 2	33,37 $\pm$ 6,69	43,48 $\pm$ 4,74	45,80 $\pm$ 3,77
	Д – 3	31,87 $\pm$ 5,82	40,16 $\pm$ 3,95	41,57 $\pm$ 4,80

Тромбоцити відіграють важливу роль у широкому спектрі фізіологічних і патологічних процесів. Вони містять різноманітні медіатори, що регулюють гемостаз і тромбоутворення. Вони виділяють хімічні сигнали, які сприяють

руху інших клітин до місця пошкодження або інфекції, регулюють кровообіг шляхом впливу на звуження або розширення судин, стимулюють проліферацію клітин для відновлення тканин після травм або пошкоджень, приймають участь у запальних процесах, сприяючи активації імунних клітин та загоєнню ушкоджених ділянок [26, 27]. Використання добавок календули звичайної, чебрецю повзучого і лаванди зумовило підвищення середнього об'єму тромбоцитів відповідно на 24,3, 30,7 і 21,6 % ($P < 0,01-0,05$) на 50-ту добу та 13,6, 15,6 і 12,5 % ($P < 0,001-0,05$) (табл. 5).

Таблиця 5. Кількість тромбоцитів та їхні індекси у крові кролів за використання лікарських трав в умовах теплового стресу ($M \pm SD$, $n=8$)

Показники	Група	Період досліджень		
		Підготовчий	Дослідний	
			14-та доба	29-та доба
Загальна кількість тромбоцитів, $10^9/\text{л}$	К	448,37 $\pm$ 35,23	492,25 $\pm$ 42,34	462,00 $\pm$ 56,97
	Д – 1	414,50 $\pm$ 70,96	463,12 $\pm$ 49,13	437,00 $\pm$ 68,20
	Д – 2	426,75 $\pm$ 49,45	436,75 $\pm$ 56,67	461,87 $\pm$ 37,45
	Д – 3	441,87 $\pm$ 66,67	444,62 $\pm$ 49,38	466,62 $\pm$ 55,04
Середній об'єм тромбоцита, фл	К	5,17 $\pm$ 0,45	4,07 $\pm$ 0,50	4,55 $\pm$ 0,46
	Д – 1	5,13 $\pm$ 0,28	5,06 $\pm$ 0,31**	5,17 $\pm$ 0,21*
	Д – 2	5,18 $\pm$ 0,18	5,32 $\pm$ 0,23***	5,26 $\pm$ 0,27**
	Д – 3	4,60 $\pm$ 0,41	4,95 $\pm$ 0,59*	5,12 $\pm$ 0,41*
Тромбоцитрит, %	К	0,293 $\pm$ 0,031	0,312,00 $\pm$ 0,072	0,303 $\pm$ 0,027
	Д – 1	0,284 $\pm$ 0,025	0,274 $\pm$ 0,047	0,287 $\pm$ 0,034
	Д – 2	0,283 $\pm$ 0,030	0,279 $\pm$ 0,030	0,280 $\pm$ 0,037
	Д – 3	0,287 $\pm$ 0,044	0,273 $\pm$ 0,039	0,283 $\pm$ 0,043
Ширина розподілу тромбоцитів по об'єму, %	К	10,78 $\pm$ 1,07	11,53 $\pm$ 0,81	11,85 $\pm$ 1,09
	Д – 1	11,85 $\pm$ 1,37	14,03 $\pm$ 0,43*	13,47 $\pm$ 0,94
	Д – 2	10,92 $\pm$ 0,98	14,05 $\pm$ 1,34*	13,60 $\pm$ 1,21
	Д – 3	12,08 $\pm$ 0,82	12,81 $\pm$ 1,65	13,58 $\pm$ 2,00

На нашу думку, отриманні зміни за додавання лікарських трав, вказує на активацію утворення клітин тромбоцитів, що є важливим для захисту організму у відновленні пошкоджених тканин та активним процесом проліферації клітин організму. Такі зміни, можливо зумовлені антиоксидантними властивостями застосованих лікарських трав.

Гематологічний показник відносної ширини розподілу тромбоцитів за об'ємом підвищувався на 50-ту добу при додаванні до раціону кролів календули звичайної і чебрецю повзучого на 21,6 і 21,8 % ($P < 0,05$) (табл. 5). На наш погляд, такі зміни вказують про підвищене утворення та гетерогенність розмірів тромбоцитів, що можливо вказує на їх активну роль у процесах адаптації та активації проліферативної функції їх організму в умовах стресу. Отже, отримані результати дослідження вказують на позитивну дію

лікарських трав на гематологічні параметри організму кролів після відлучення в умовах теплового стресу.

ВИСНОВКИ

1. Застосування лікарських трав у раціоні кролів за умов стресу сприяло позитивним змінам гематологічних показників з більше вираженим впливом календули звичайної у кількості 3 г на 0,6 кг корму стосовно контролю, що позначилося підвищенням рівня еритроцитів, гемоглобіну, гематокритної величини, середнього вмісту гемоглобіну в одному еритроциті, вмісту моноцитів, відносного та абсолютного вмісту гранулоцитів, середнього об'єму тромбоцитів, відносної ширини розподілу тромбоцитів за об'ємом та зниженням абсолютного вмісту лейкоцитів та лімфоцитів за періодами дослідження.

2. Чебрець повзучий (9г/0,6 кг корму) порівняно з контрольною групою тварин, не впливав на окремі показники клітин крові, проте сприяв до виражених змін у підвищенні рівня еритроцитів, гемоглобіну, гематокриту, середнього вмісту гемоглобіну в еритроциті, ширини розподілу еритроцитів; тромбоцитарних індексів (середнього об'єму тромбоцитів та їхньої відносної ширини розподілу) зі зниженням абсолютної кількості лейкоцитів і лімфоцитів на 50-ту й 65-ту добу дослідження.

3. Додаткове уведення до раціону лаванди з розрахунку 9 г/0,6 кг, було найменше вираженим у порівнянні з іншими застосованими лікарськими травами, проте виявлено підвищення показників рівня еритроцитів, гемоглобіну, гематокритної величини, середнього вмісту гемоглобіну в одному еритроциті, середнього об'єму тромбоцитів та зниженням абсолютного вмісту лейкоцитів та лімфоцитів на 50-ту та 65-ту добу експерименту стосовно контролю.

Література

1. Abdelnour, S.A., El-Ratel, I.T., Peris, S.I., El-Raghi, A.A., Fouda, S.F. (2022). Effects of dietary thyme essential oil on blood haematobiochemical, redox status, immunological and reproductive variables of rabbit does exposed to high environmental temperature. *Ital. J. Anim. Sci.* 21, 51 – 61p. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.2006807>
2. Abdel-Wareth, A.A., Metwally, A.E. (2020). Productive and physiological response of male rabbits to dietary supplementation with thyme essential oil. *Animals (Basel)*. 10(10), 1844. <https://doi.org/10.3390/ani10101844>
3. Adaszyńska-Skwirzyńska, M., Dzięcioł, M. (2017). Comparison of phenolic acids and flavonoids contents in various cultivars and parts of common lavender (*Lavandula angustifolia*) derived from Poland. *Nat. Prod. Res.* 31(21), 2575 – 2580 p. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1320792>
4. Ang, L., Karin, L. (2017). Granulocytes: New Members of the Antigen-Presenting Cell Family. *Front. Immunol.* 8, 1781. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.01781>
5. Austermann, J., Roth, J., Barczyk-Kahlert, K. (2022). The Good and the Bad: Monocytes' and Macrophages' Diverse Functions in Inflammation. *Cells*. 11(12), 1979. <https://doi.org/10.3390/cells11121979>

6. Benlemlih, M., Barchan, A., Aarab, A., Bakkali, M., Arakrak, A., Laglaoui, A. (2020). Effect of Dietary Dried Fennel and Oregano and Thyme Supplementation on Zootechnical Parameters of Growing Rabbits. *World Vet. J.* 10, 332 – 337 p. <https://doi.org/10.36380/scil.2020.wvj43>
7. Bikmoradi A., Seifi Z., Poorolajal J., Araghchian M., Safiaryan R., Oshvandi K. (2015). Effect of inhalation aromatherapy with lavender essential oil on stress and vital signs in patients undergoing coronary artery bypass surgery: A single-blinded randomized clinical trial. *Complement. Ther. Med.* 23(3), 331 – 338 p. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2014.12.001>
8. Bragueto Escher, G., Cardoso Borges, L.D.C., Sousa Santos, J., Mendanha Cruz, T., Boscacci Marques, M., Vieira do Carmo, M.A., Azevedo, L., Furtado, M., Sant'Ana, A.S., Wen, M., Zhang, L., Granato, D. (2019). From the Field to the Pot: Phytochemical and Functional Analyses of *Calendula officinalis* L. Flower for Incorporation in an Organic Yogurt. *Antioxidants (Basel)*. 8(11), 559 p. <https://doi.org/10.3390/antiox8110559>
9. Çolak, A., Yıldız, A. (2024). The effect of lavender essential oil on performance, carcass characteristics and serum parameters of broilers. *J. Hellenic Vet. Med. Soc.* 75(2), 7485 – 7492 p. <https://doi.org/10.12681/jhvms.35084>
10. El-Sabrou, K., Khalifah, A., Ciani, F. (2023), Current applications and trends in rabbit nutraceuticals. *Agriculture*. 13(7), 1424 p. <https://doi.org/10.3390/agriculture13071424>
11. Ezzat Ahmed, A., Alkahtani, M.A., Abdel-Wareth, A.A. (2020) Thyme leaves as an eco-friendly feed additive improves both the productive and reproductive performance of rabbits under hot climatic conditions. *Vet. Med. (Praha)*. 65, 553 – 563 p. <https://doi.org/10.17221/42/2020-VETMED>
12. Jan ,N., Andrabi, K.I., John, R. (2017). *Calendula officinalis* – An important medicinal plant with potential biological properties. *Proc. Indian Natl. Sci. Acad.* 83, 769 – 787 p. <https://doi.org/10.16943/ptinsa/2017/49126>
13. Liang, Z.L., Chen, F., Park, S., Balasubramanian, B., Liu, W.C. (2022). Impacts of heat stress on rabbit immune function, endocrine, blood biochemical changes, antioxidant capacity and production performance, and the potential mitigation strategies of nutritional intervention. *Front. Vet. Sci.* 9, 906084. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.906084>
14. Marai, I.F.M., Habeeb, A.A.M., Gad, A.E. (2002). Rabbit's productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. *Livest. Prod. Sci.* 78(2), 71 – 90 p. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00091-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00091-X)
15. Morgan & Claypool Life Sciences. (2010). *Integrated Systems Physiology: from Molecule to Function to Disease*. San Rafael (CA): Morgan & Claypool Life Sciences. Bookshelf ID: NBK53450. <https://doi.org/10.4199/C00007ED1V01Y201002ISP004>
16. Petrovska, I., Salyha, Y., Vudmaska, I. (2022). *Statistical methods in biological doslidzhennyykh*. Kyiv: Ahrarna nauka. (In Ukrainian).
17. Singh, Y., Gupta, A., Kannoja, P. (2020), *Tagetes erecta* (Marigold) – A review on its phytochemical and medicinal properties. *Curr. Med. Drug Res.* 4(1), 1 – 6 p. <https://doi.org/10.53517/CMDR.2581-5008.412020201>

18. Skrivan, M., Englmaierová, M., Skrivanová, E., Bubancová, I. (2015). Increase in lutein and zeaxanthin content in the eggs of hens fed marigold flower extract. *Czech J. Anim. Sci.* 60, 89 – 96 p. <https://doi.org/10.17221/8073-CJAS>
19. Sultana, H., Alakeel, K.A., Hassan, J., et al. (2025) p. Nutrients, bioactive compounds and antinutritional properties of marigold genotypes as promising functional food. *Sci. Rep.* 15, 4867. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-88694-x>
20. Varga, E., Bardocz, A., Belak, A., Maraz, A., et al. (2015) p. Antimicrobial activity and chemical composition of the *Thymus* essential oils and the polyphenolic content of different *Thymus* extracts. *Farmacia.* 63(3), 357 – 361p.
21. Vasiu, A., Spînu, M., Pall, E., Popescu, S., Șandru, C.D., Kaba, J., Duca, G. (2024). In vitro influence of plant extracts extending beyond taxonomy: A comparison of chicken and rabbit cell-mediated responses. *Med. Weter.* 80(6), 278 – 282 p. <https://doi.org/10.21521/mw.6876>
22. World Health Organization. (2019). *WHO global report on traditional and complementary medicine 2019*. Geneva: World Health Organization.
23. Yigit, N.O., Metin, S., Didinen, B.I., Didinen, H., Ozmen, O. (2022). Effect of lavender (*Lavandula angustifolia*) and laurel (*Laurus nobilis*) essential oils as anesthetics in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 557, 738328. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738328>
24. Yu, Y.M., Chao, T.Y., Chang, W.C., Chang, M.J., Lee, M.F. (2016). Thymol reduces oxidative stress, aortic intimal thickening, and inflammation-related gene expression in hyperlipidemic rabbits. *J. Food Drug Anal.* 24, 556 – 563 p. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.02.004>
25. Yuzviak, M., Lesyk, Y., Luchka, I., Denys, H., Salyha, Y. (2024). The effects of zinc citrate, selenium citrate, and germanium citrate on hematological parameters of rabbits under heat stress. *Stud. Biol.* 18(3), 69 – 86 p. <https://doi.org/10.30970/sbi.1803.790>
26. Yuzviak, M. (2024). Influence of zinc, selenium and germanium citrates nanoparticles on hematological and biochemical parameters of rabbits under moderate heat stress. *The Animal Biology.* 26(2), 47 – 55 p. <https://doi.org/10.15407/animbiol26.02.047>
27. Yuzviak, M.O., Lesyk, Y.V., Salyha, Y.T. (2025). The effect of zinc, selenium, and germanium citrate nanoparticles on the antioxidant activity of rabbits under thermal stress conditions. *Physiol. J.* 71(2), 67 – 76 p. <https://doi.org/10.15407/fz71.02.067>

REFERENCES

1. World Health Organization. (2019) *WHO global report on traditional and complementary medicine*. Geneva: World Health Organization.
2. Vasiu, A., Spînu, M., Pall, E., Popescu, S., Șandru, C.D., Kaba, J., Duca, G. (2024) In vitro influence of plant extracts extending beyond taxonomy: A comparison of chicken and rabbit cell-mediated responses. *Med Weter.* 80(6). 278 – 282 p. [doi:10.21521/mw.6876](https://doi.org/10.21521/mw.6876).
3. Liang, Z.L., Chen, F., Park, S., Balasubramanian, B., Liu, W.C. (2022). Impacts of heat stress on rabbit immune function, endocrine, blood biochemical changes, antioxidant capacity and production performance, and the potential

mitigation strategies of nutritional intervention. *Front Vet Sci.* 9. P. 906084. doi:10.3389/fvets.2022.906084.

4. Yuzviak, M.O., Lesyk, Y.V., Salyha, Y.T. (2025). The effect of zinc, selenium, and germanium citrate nanoparticles on the antioxidant activity of rabbits under thermal stress conditions. *Physiol J.* 71(2). 67 – 76 p. doi:10.15407/fz71.02.067.

5. Adaszyńska-Skwirzyńska, M., Dzięcioł, M. (2017). Comparison of phenolic acids and flavonoids contents in various cultivars and parts of common lavender (*Lavandula angustifolia*) derived from Poland. *Nat Prod Res.* 31(21). 2575 – 2580 p. doi:10.1080/14786419.2017.1320792.

6. Jan, N., Andrabi, K.I., John, R. (2017). *Calendula officinalis* – An important medicinal plant with potential biological properties. *Proc Indian Natl Sci Acad.* 83. 769 – 787 p. doi:10.16943/ptinsa/2017/49126.

7. Bragueto Escher, G., Cardoso Borges, L.D.C., Sousa Santos, J., Mendanha Cruz, T., Boscacci Marques, M., Vieira do Carmo, M.A., et al. (2019). From the field to the pot: Phytochemical and functional analyses of *Calendula officinalis* L. flower for incorporation in an organic yogurt. *Antioxidants (Basel).* 8(11). 559 p. doi:10.3390/antiox8110559.

8. Varga, E., Bardocz, A., Belak, A., Maraz, A., et al. (2015). Antimicrobial activity and chemical composition of the *Thymus* essential oils and the polyphenolic content of different *Thymus* extracts. *Farmacina.* 63(3). 357 – 361 p.

9. Ezzat Ahmed, A., Alkahtani, M.A., Abdel-Wareth, A.A. (2020). Thyme leaves as an eco-friendly feed additive improves both the productive and reproductive performance of rabbits under hot climatic conditions. *Vet Med (Praha).* 65. 553 – 563 p. doi:10.17221/42/2020-VETMED.

10. Abdel-Wareth, A.A., Metwally, A.E. (2020). Productive and physiological response of male rabbits to dietary supplementation with thyme essential oil. *Animals (Basel).* 10(10). 1844 p. doi:10.3390/ani10101844.

11. Marai, I.F.M., Habeeb, A.A.M., Gad, A.E. (2002). Rabbit's productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. *Livest Prod Sci.* 2002. 78(2). 71 – 90 p. doi:10.1016/S0301-6226(02)00091-X.

12. Petrovska, I., Salyha, Y., Vudmaska, I. (2022) *Statistical methods in biological doslidzhennykh*. Kyiv: Ahrarna nauka. (In Ukrainian).

13. Singh, Y., Gupta, A., Kannoja, P. (2020). *Tagetes erecta* (Marigold) – A review on its phytochemical and medicinal properties. *Curr Med Drug Res.* 4(1). 1 – 6 p. doi:10.53517/CMDR.2581-5008.412020201.

14. Sultana, H., Alakeel, K.A., Hassan, J., et al. (2025). Nutrients, bioactive compounds and antinutritional properties of marigold genotypes as promising functional food. *Sci Rep.* 15. 4867 p. doi:10.1038/s41598-025-88694-x.

15. El-Sabrou, K., Khalifah, A., Ciani, F. (2023). Current applications and trends in rabbit nutraceuticals. *Agriculture.* 13(7). 1424 p. doi:10.3390/agriculture13071424.

16. Yuzviak, M. (2024). Influence of zinc, selenium and germanium citrates nanoparticles on hematological and biochemical parameters of rabbits under

moderate heat stress. *The Animal Biology*. 26(2). 47 – 55 p. doi:10.15407/animbiol26.02.047.

17. Abdelnour, S.A., El-Ratel, I.T., Peris, S.I., El-Raghi, A.A., Fouda, S.F. (2022). Effects of dietary thyme essential oil on blood haematobiochemical, redox status, immunological and reproductive variables of rabbit does exposed to high environmental temperature. *Ital J Anim Sci*. 21. 51 – 61 p. doi:10.1080/1828051X.2021.2006807.

18. Yu, Y.M., Chao, T.Y., Chang, W.C., Chang, M.J., Lee, M.F. (2016). Thymol reduces oxidative stress, aortic intimal thickening, and inflammation-related gene expression in hyperlipidemic rabbits. *J Food Drug Anal*. 24. 556 – 563 p. doi:10.1016/j.jfda.2016.02.004.

19. Benlemlih, M., Barchan, A., Aarab, A., Bakkali, M., Arakrak, A., Laglaoui, A. (2020). Effect of dietary dried fennel and oregano and thyme supplementation on zootechnical parameters of growing rabbits. *World Vet J*. 10.332 – 337 p. doi:10.36380/scil.2020.wvj43.

20. Skrivan, M., Englmaierová, M., Skrivanová, E., Bubancová, I. (2015). Increase in lutein and zeaxanthin content in the eggs of hens fed marigold flower extract. *Czech J Anim Sci*. 60. 89 – 96 p. doi:10.17221/8073-CJAS.

21. Bikmoradi, A., Seifi, Z., Poorolajal, J., Aragchian, M., Safiaryan, R., Oshvandi, K. (2015). Effect of inhalation aromatherapy with lavender essential oil on stress and vital signs in patients undergoing coronary artery bypass surgery: A single-blinded randomized clinical trial. *Complement Ther Med*. 23(3). 331 – 338 p. doi:10.1016/j.ctim.2014.12.001.

22. Yigit, N.O., Metin, S., Didinen, B.I., Didinen, H., Ozmen, O. (2022). Effect of lavender (*Lavandula angustifolia*) and laurel (*Laurus nobilis*) essential oils as anesthetics in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 557 p. 738328. doi:10.1016/j.aquaculture.2022.738328.

23. Çolak, A., Yıldız, A. (2024). The effect of lavender essential oil on performance, carcass characteristics and serum parameters of broilers. *J Hellenic Vet Med Soc*. 75(2). 7485 – 7492 p. doi:10.12681/jhvms.35084.

24. Austermann, J., Roth, J., Barczyk-Kahlert, K. (2022). The good and the bad: Monocytes' and macrophages' diverse functions in inflammation. *Cells*. 11(12). 1979 p. doi:10.3390/cells11121979.

25. Ang, L., Karin, L. (2017). Granulocytes: New members of the antigen-presenting cell family. *Front Immunol*. 8. 1781 p. doi:10.3389/fimmu.2017.01781.

26. Morgan & Claypool Life Sciences. (2010). *Integrated Systems Physiology: From Molecule to Function to Disease*. San Rafael (CA): Morgan & Claypool Life Sciences. Bookshelf ID: NBK53450. doi:10.4199/C00007ED1V01Y201002ISP004.

27. Yuzviak, M., Lesyk, Y., Luchka, I., Denys, H., Salyha, Y. (2024). The effects of zinc citrate, selenium citrate, and germanium citrate on hematological parameters of rabbits under heat stress. *Stud Biol*. 18(3). 69 – 86 p. doi:10.30970/sbi.1803.790.

UDC 636.92.612.1.612.3

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.224-238>**INFLUENCE OF ORGANIC ADDITIVE ON RABBIT BLOOD
PARAMETERS UNDER HEAT STRESS**Y. Lesyk¹, O. Boiko³, O. Honchar³, M. Yuzviak²,G. Denys², M. Khomyn², V. Kystsiv²¹*Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Drohobych; e-mail: lesykyv@gmail.com*²*Institute of Animal Biology, NAAS, Lviv.*³*Cherkasy Experimental Station of Biological Resources, Cherkasy.*

The use of traditional feed additives in the diet of rabbits during heat stress is ineffective, which necessitates the search for alternative dietary components. The study was conducted on young rabbits of the Thermon White breed from 35 to 65 days of age. The rabbits were kept in a separate room of an industrial rabbit farm in the village of Zahirya, Ivano-Frankivsk region, where conditions were created for elevated ambient temperature in the range of 28.9 to 30 °C and relative humidity from 80 to 87.5 %. To conduct the study, a control group of rabbits was formed, which were kept on standard balanced pelleted feed produced on the farm and water to their heart's content. The experimental groups of animals were given a phytogenic supplement (medicinal herb) in addition to the pelleted feed: Group I - common calendula (3 g/0.6 kg of feed); Group II - creeping thyme (9 g/0.6 kg of feed); Group III - lavender (9 g/0.6 kg of feed). Blood for the study was taken on day 45 of life in the preparatory period and on days 50 and 65 in the experimental period. It was found that the most pronounced effect on the change in haematological parameters of rabbits' blood was observed when calendula officinalis was added to the diet. Creeping thyme, in contrast to calendula, did not affect some haematological parameters, but had a similar effect on some blood parameters of animals. The effect of lavender was marked by less pronounced changes compared to other applied medicinal herbs in relation to the control, which was reflected in an increased level of red blood cells, haemoglobin, haematocrit value, average haemoglobin content in a single red blood cell, average platelet volume and a decrease in the absolute content of leukocytes and lymphocytes on the 50th and 65th day of the experiment.

Keywords: rabbits, blood parameters, medicinal herbs, heat stress.

УДК 577.1/2:615.099:636.92

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.239-249>

ТОКСИКО-ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСУ ТОКОФЕРОЛУ І СЕЛЕНУ НА КРОЛЯХ У КОНТЕКСТІ ШКІЛЬНОГО ВИКЛАДАННЯ БІОЛОГІЇ ТА ХІМІЇ

Сачук¹ Р. М., *д-р вет. наук, професор,*
Велесик¹ Т. А., *канд. екон. наук, доцент,*
Стравський² Я. С., *д-р вет. наук, професор,*
Пономаренко¹ В. Ю., *викладач,*
Жигалюк³ С. В., *вчитель біології,*
Кацараба⁴ О. А., *канд. вет. наук, доцент,*
Барило⁴ Б. С., *канд. с.г. наук, доцент*

¹Рівненський державний гуманітарний університет, вул. Пластова, 29-а,
м. Рівне, 33028, Україна, sachuk.08@ukr.net

²Тернопільський національний медичний університет імені

І. Я. Горбачевського, майдан Волі, 1, м. Тернопіль, 46002, Україна

³Рівненський ліцей «Гармонія» Рівненської міської ради, просп. Генерала
Безручка, 26, м. Рівне, 33051, Україна

⁴Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені С. З. Гжицького, вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010,
Україна

У статті представлено результати токсико-екологічного дослідження ветеринарного препарату «Девівіт Селен», що містить токоферол та селен, на лабораторних кролях. Один мілілітр препарату містить такі діючі речовини (мг): альфа-токоферолу ацетат (вітамін Е) – 50,0 та селен (у формі натрію селеніту) – 0,5. Допоміжні речовини: спирт бензиловий, гідроксид натрію, вода для ін'єкцій. Дослідження мало на меті визначити безпечність препарату для подальшого клінічного застосування, а також можливість інтеграції наукових результатів у шкільне викладання біології та хімії. Встановлено, що при нанесенні на шкіру у дозах до 3000 мг/кг маси тіла та інстиляції в око, препарат не спричиняє токсичних реакцій, подразнення шкіри чи слизової оболонки, що дозволяє віднести його до IV класу малонебезпечних речовин.

Експеримент проводився з дотриманням біоетичних норм. Було використано стандартні методики токсикологічної оцінки, зокрема бальну систему визначення подразнювальної дії. Окрім наукового аспекту, особливу увагу приділено дидактичному потенціалу дослідження: автори розробили інтегровані навчальні завдання для шкільних курсів біології та хімії. Учням пропонується аналіз експериментальних даних, обчислення дозувань, вивчення антиоксидантних властивостей токоферолу та мікроелементної дії селену. Такий підхід сприяє формуванню міждисциплінарних зв'язків, розвитку критичного мислення та зацікавлення природничими науками.

Результати дослідження мають не лише ветеринарно-медичне, а й педагогічне значення, зокрема для створення STEM-уроків на основі реальних

експериментальних даних. Запропонований матеріал може слугувати ефективним інструментом інтеграції сучасної науки в освітній процес.

У подальшому доцільно розширити спектр токсикологічних випробувань комплексу токоферолу і селену, включивши дослідження хронічної токсичності, впливу на репродуктивну функцію та генетичну стабільність. Також перспективним напрямом є вивчення взаємодії комплексу з іншими біологічно активними речовинами та розробка навчальних STEM-модулів на основі реальних даних ветеринарної токсикології для закладів загальної середньої освіти.

Ключові слова: токсикологія, «Девівіт Селен», токоферол, селен, кролі, ветеринарна медицина, шкільне навчання, біологія, хімія, міжпредметні зв'язки.

Актуальність. З огляду на актуальні вимоги до екологічної безпеки та біоетичності у ветеринарній практиці, дослідження токсикологічних властивостей препаратів, що містять природні антиоксиданти, набувають особливого значення. До таких препаратів належить комплекс токоферолу і селену, що широко застосовується у ветеринарній медицині з метою профілактики та лікування захворювань, пов'язаних із порушенням обміну речовин. Особливо важливою є оцінка їхньої безпечності для тварин, яка дозволяє оптимізувати дози й запобігти можливим негативним наслідкам [1, 2, 3].

Окрім суто практичного значення для ветеринарії та екології, отримані результати таких досліджень можуть бути ефективно інтегровані у навчальний процес з біології та хімії в загальноосвітніх закладах. Це сприятиме формуванню міжпредметних зв'язків, розвитку критичного мислення учнів та підвищенню їхньої зацікавленості в науці.

У даному дослідженні токсиколого - екологічну характеристику комплексу токоферолу і селену вивчали на лабораторних кролях [4, 5, 6], з урахуванням можливості подальшого використання результатів у навчальному процесі як прикладу прикладної біології та хімії.

Мета досліджень – надати токсикологічну оцінку комплексу токоферолу і селену (на прикладі ветеринарного препарату «Девівіт Селен») за результатами дослідів на кролях, з подальшим аналізом отриманих даних у контексті формування міжпредметних зв'язків при викладанні біології та хімії в закладах загальної середньої освіти.

Матеріали і методи досліджень. Для дослідів використано препарат «Девівіт Селен». Один мілілітр препарату містить діючі речовини (мг): альфа-токоферолу ацетат (вітамін Е) – 50,0; селен (у формі натрію селеніту) – 0,5. Допоміжні речовини: спирт бензиловий, гідроксид натрію, вода для ін'єкцій. Слід зазначити, що препарат «Девівіт Селен» офіційно пройшов державну реєстрацію в Україні та внесений до реєстру ветеринарних лікарських засобів під номером АВ-09785-01-25 згідно з наказом Держпродспоживслужби від 07.04.2025 р. № 268 [7].

Препарат призначений для профілактики та лікування великої рогатої худоби (корів, телят) і свиней (свиноматок, поросят) при захворюваннях, що

виникають на тлі нестачі токоферолу та селену, а саме: м'язової дистрофії, білом'язової хвороби, кардіоміопатії, гепатодистрофії, безпліддя та зниження репродуктивної здатності самців, безпліддя самок, ембріональної смертності, абортів, післяродових ускладнень, кетозу, токсикозу. Також використовується при затримці росту й розвитку, ослабленні тварин внаслідок інфекційних і паразитарних захворювань. Препарат застосовується для запобігання інтоксикації залізовмісними засобами під час лікування анемії у поросят [8].

Параметри гострої дермальної токсичності препарату «Девівіт Селен» досліджували на 20 кролях породи Шиншила, віком (3-4) міс, масою (3,1-3,3) кг. Тварин утримували в стандартних умовах віварію за температури (18-21) °С, вологості (55-65) %, на стандартному раціоні, що відповідає нормативам [9].

Для проведення досліджень було сформовано одну контрольну та три дослідних групи, по 5 кролів у кожній. Дослідження проводили у віварії ТОВ «ДЕВІЕ». Лабораторні кролі породи Шиншила утримувались у стандартних клітках з розмірами підлоги 60×40 см, що забезпечувало достатній простір для пересування та збереження фізіологічної активності тварин. Клітки були обладнані годівницями та поїлками автоматичного типу. У віварії підтримувались оптимальні параметри мікроклімату: температура повітря 18-21 °С, відносна вологість 55- 65 %, 12-годинний світловий режим. Годування здійснювали збалансованим гранульованим кормом і свіжою водою *ad libitum*. Заміна підстилки проводилась щоденно для забезпечення санітарно-гігієнічних норм. За тваринами здійснювався постійний ветеринарний контроль для моніторингу їхнього загального стану та запобігання стресу. За день до початку досліду на передбачуваному місці аплікації видаляли шерсть, ретельно вистригали її ножицями. Крім того, тваринам були одягнені захисні комірці з метою попередження слизування препарату [10, 11].

Спостереження за дослідними тваринами тривало 14 діб, при цьому враховували загальний стан тварин, характер уражень шкіри в місці аплікації, а також терміни загибелі або видужання тварин. Аплікація препарату «Девівіт Селен» була проведена вранці до годівлі тварин.

Препарат рівномірно наносили на ділянку шкіри кролів розміром 6×6 см.

Кролям дослідних груп препарат «Девівіт Селен» наносили на шкіру в дозах (за абсолютною масою): I групі – 750,0 мг/кг, II – 1500,0 мг/кг, III – 3000,0 мг/кг маси тіла, відповідно. Тваринам контрольної групи за аналогічних умов наносили воду для ін'єкцій.

Подразнювальну (шкідливу) дію препарату «Девівіт Селен» на слизову оболонку ока досліджували на 3 кролях. В кон'юнктивальний мішок лівого ока тварин із піпетки закапували по 0,1 мл препарату.

Для контролю в праве око тварині закапували по 0,1 мл води для ін'єкцій. Тварину фіксували, відтягували кут кон'юнктивального мішка і протягом 1 хв пальцем перетискали слізно-носовий канал. Після обробки через одну, 24, 48, 72, 96 год та до 14 діб проводили ретельний огляд очей.

Подразнювальну дію препарату «Девівіт Селен» визначали за наявністю (відсутністю) гіперемії кон'юнктиви, ін'єкцією кровоносних судин, станом склери, рогівки, повік і оцінювали за бальною системою, згідно табл. 1.

Таблиця 1. Оцінка подразнювальної дії препарату «Девівіт Селен» на слизову оболонку ока кролів

А. Гіперемія кон'юнктиви та рогівки	
1. Судини ін'єктовані	1 бал
2. Окремі судини погано видно	2 бали
3. Дифузне глибоке почервоніння	3 бали
Б. набряк повік	
1. Слабкий набряк	1 бал
2. Виразений набряк з частковим виверненням повік	2 бали
3. У результаті набряку око закрите наполовину	3 бали
4. У результаті набряку око закрите більше, ніж наполовину	4 бали
В. Виділення	
1. Мінімальна кількість в кутику ока	1 бал
2. Кількість виділень зволожує повіку	2 бали
3. Кількість виділень зволожує повіку та шкіру навколо	3 бали

Слід зазначити, що маніпуляції над лабораторними тваринами здійснювали відповідно до існуючих нормативних документів, що регламентують організацію робіт із використанням експериментальних тварин і дотримання принципів «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986) [12-14].

Результати дослідження та їх обговорення. Установлено, що після нанесення препарату «Девівіт Селен» на шкіру кролів в дозах (750,0-3000,0) мг/кг маси тіла у тварин не спостерігали змін загального стану та апетиту, що свідчить про відсутність токсичного впливу препарату при одноразовому нанесенні на шкіру кролів. Слід також зазначити, що жодна з дослідних тварин не загинула впродовж експерименту.

У кролів протягом усього терміну дослідження (14 діб) не було виявлено еритеми, набряку шкіри, утворення кірочок та тріщин на шкірі, що свідчить про відсутність ознак дерматиту та подразнювальної дії на шкіру.

Отже, ветеринарний препарат «Девівіт Селен» при нанесенні на шкіру кролів у дозах від 750,0 до 3000,0 мг/кг маси тіла не проявляє подразливої дії, а за ступенем небезпечності його можна віднести до IV класу – малонебезпечних речовин ($LD_{50} > 2500,0$ мг/кг маси тіла) (Коцюмбас І.Я., 2005).

Після нанесення препарату «Девівіт Селен» на слизову оболонку ока кролів ($n=3$) установлено, що впродовж усього терміну спостережень він не викликав подразнювальної дії (табл.2). Лише протягом першої доби після нанесення спостерігали помірні виділення та ін'єкцію судин, при цьому набряку повік не спостерігали.

Отже, встановлено, що ветеринарний препарат «Девівіт Селен» не викликає подразнювальної дії на слизову оболонку ока кролів.

У контексті шкільного викладання біології та хімії, результати дослідження використовуються для ілюстрації міжпредметних зв'язків.

Таблиця 2. Оцінка подразнювальної дії препарату «Девівіт Селен» на слизову оболонку ока кролів, у балах

Подразнювальна дія	Термін досліджень, доба													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Оцінка подразнювальної (шкідливої) дії препарату на слизову оболонку ока першого кроля														
Гіперемія	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Виділення	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Оцінка подразнювальної (шкідливої) дії препарату на слизову оболонку ока другого кроля														
Гіперемія	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Виділення	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Оцінка подразнювальної (шкідливої) дії препарату на слизову оболонку ока третього кроля														
Гіперемія	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Виділення	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Зокрема, у курсі біології це дослідження слугує прикладом функціонування імунної системи, впливу токсинів на живі організми, принципів етичного поводження з лабораторними тваринами та вивчення дії антиоксидантів.

На основі проведених токсикологічних досліджень препарату «Девівіт Селен» та з урахуванням їх результатів, була розроблена практична частина – **інтеграція результатів токсикологічного дослідження у шкільне навчання з біології.**

Тема заняття: Вплив токсичних речовин на організм лабораторних тварин (кролів). Дослідження безпечності ветеринарних препаратів.

Мета уроку: Пояснити учням принципи оцінки токсичності ветеринарних препаратів на прикладі комплексу токоферолу і селену; розвивати вміння аналізувати біологічні спостереження, формувати екологічне мислення та ознайомити з етичними нормами у поводженні з лабораторними тваринами.

Форма роботи: Самостійна робота з елементами аналізу наукового дослідження.

Обладнання та ресурси:

- роздатковий матеріал: витяг з результатів досліджень (табл. 1-2);
- відео/презентація про принцип дії антиоксидантів та вплив токсинів;
- інструкція з аналізу токсикологічного експерименту.

Завдання для учнів:

1. Ознайомтесь із результатами експерименту, наведеними в табл. 1 та 2.
2. Визначте, чи мав препарат «Девівіт Селен» токсичну або подразнювальну дію на організм кролів. Аргументуйте відповідь.
3. Поясніть, чому для досліду використовували саме кролів.

4. Обґрунтуйте, як знання про токсичність речовин допомагає у захисті довкілля та здоров'я людей.

Зробіть висновок: як ви можете використати знання з хімії (про антиоксиданти, хімічні властивості речовин) для аналізу подібних біологічних експериментів.

Очікувані результати:

- учні демонструють розуміння зв'язку між біологією та хімією;
- здатні критично оцінювати експериментальні дані;
- виявляють обізнаність щодо етичних норм у роботі з тваринами.

Мають уявлення про практичну користь токсикологічних досліджень у ветеринарії та охороні здоров'я.

У курсі хімії такі дані ілюструють практичне значення органічних сполук (токоферол), роль мікроелементів (селен), особливості хімічної взаємодії в біологічних системах, а також поняття кислотно-лужної рівноваги й властивостей хімічних речовин.

На основі проведених токсикологічних досліджень препарату «Девівіт Селен» та з урахуванням їх хімічної природи, розроблена практична частина, що дозволяє інтегрувати результати експериментального аналізу у шкільне навчання – **інтеграція результатів токсикологічного дослідження у навчальний процес з хімії.**

Тема заняття: Антиоксиданти в живих організмах. Хімічна природа та біологічна дія токоферолу і селену.

Мета уроку: Розкрити хімічну природу токоферолу та селену, їхню роль у біохімічних процесах організму; ознайомити учнів із методами хімічного аналізу речовин у біосередовищі та оцінкою токсичності за хімічними критеріями.

Форма роботи: Дослідницька робота з елементами аналізу токсикологічних даних.

Обладнання та ресурси:

- хімічні формули токоферолу (вітаміну Е) і селену (у складі селеніту натрію);
- схеми біохімічних реакцій за участі антиоксидантів;
- Витяг з результатів токсикологічного експерименту (табл. 1-2);
- інструкції з обчислення маси речовини у дозуванні (мг/кг).

Завдання для учнів:

1. Вивчіть хімічну формулу токоферолу та опишіть його антиоксидантні властивості.

2. Поясніть, чому селен у малих дозах корисний, а у великих – токсичний (поняття «мікроелемент», «токсична доза», LD_{50}).

3. Обчисліть масу препарату «Девівіт Селен», яку отримував кріль масою 3,2 кг у III дослідній групі (доза – 3000 мг/кг).

4. Проаналізуйте дані досліді: чи свідчать спостереження про хімічну безпечність сполук?

5. Як результати експерименту можуть підтверджувати або спростовувати гіпотези щодо реакцій антиоксидантів з вільними радикалами?

Очікувані результати:

- учні засвоюють поняття «антиоксидант», «мікроелемент», «токсичність» з точки зору хімії;
- виконують розрахунки дозування;
- пояснюють роль хімічної будови у біологічній дії речовини;
- розуміють хімічну основу для інтерпретації експериментальних біологічних результатів.

Такий підхід розвиває у школярів міждисциплінарне мислення, що особливо важливо в умовах сучасної освіти.

Таке використання прикладних наукових даних у шкільному навчанні сприяє формуванню у школярів критичного мислення, розумінню практичного значення науки, а також популяризації природничих дисциплін.

Висновки

1. У результаті проведених токсикологічних досліджень встановлено, що ветеринарний препарат «Девіт Селен» при одноразовому нанесенні на шкіру кролів у дозах від 750,0 до 3000,0 мг/кг маси тіла не викликає змін загального стану, клінічних ознак інтоксикації та не має дерматотоксичного впливу. За критеріями токсикологічної оцінки препарат віднесено до IV класу малонебезпечних речовин. Також підтверджено відсутність подразнювальної дії на слизову оболонку ока.

2. Отримані результати були використані для розробки практичних матеріалів, адаптованих для шкільного курсу біології та хімії. Інтеграція даних експериментального дослідження у навчальний процес сприяє формуванню міждисциплінарних зв'язків, розвитку наукового мислення та екологічної свідомості в учнів.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому доцільно розширити спектр токсикологічних випробувань комплексу токоферолу і селену, включивши дослідження хронічної токсичності, впливу на репродуктивну функцію та генетичну стабільність. Також перспективним напрямом є вивчення взаємодії комплексу з іншими біологічно активними речовинами та розробка навчальних STEM-модулів на основі реальних даних ветеринарної токсикології для закладів загальної середньої освіти.

Література

1. Сачук, Р.М., та ін. (2024). Визначення подразнювальної дії залізовмісного ветеринарного препарату на кролях: результати доклінічних досліджень. *Ефективне кролівництво і звірівництво*. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, Вип. 10. 157 – 168с.

2. Sachuk, R.M., Guttyj, B.V., Radzyhovskyi, M.L., Velesyk, T.A., Lyko, S.M., Katsaraba, O.A., Pepko, V.O., Yakuta, O.O. (2023). Research on the embryotoxic effect and carcinogenicity of the drug “BTF plus” – a means for normalizing metabolic processes in animals and poultry // *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences* Vol. 6, № 3. 17 – 23p. doi: 10.32718/ujvas6-3.04.

3. Сачук, Р.М., та ін. (2023). Дослідження специфічної токсичності препарату “БТФ плюс” – засобу для нормалізації обмінних процесів у тварин і птиці. *Науковий вісник Львівського національного університету*

ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Ветеринарні науки. Т. 25, № 111. 33 – 42с. doi: 10.32718/nvlvet11106.

4. El-Sheikh, E.A., Mahrose, K.M., Ismail, I.E. (2015). Dietary exposure effect of sublethal doses of methomyl on growth performance and biochemical changes in rabbits and the protective role of vitamin E plus selenium *Egyptian Journal of Rabbit Science*. Vol. 25, № 1. 59 – 81p.

5. Ebeid, T.A., Zeweil, H.S., Basyony, M.M., Dosoky, W.M., Badry, H.(2013). Fortification of rabbit diets with vitamin E or selenium affects growth performance, lipid peroxidation, oxidative status and immune response in growing rabbits *Livestock Science*. Vol. 155, Issues 2 – 3. 323 – 331p.

6. Ткачук, О.М., Ткачук, Т.В. (2021). Кролі як біологічна модель для експериментальних досліджень (огляд літератури). *Ukrainian Journal of Modern Problems of Toxicology*. № 2. 109 – 114с. doi: 10.33273/2663-4570-2021-91-2-109-114.

7. Перелік зареєстрованих в Україні ветеринарних лікарських засобів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://data.gov.ua/dataset/8fe00b2-16e8-4b30-af7d-b9212837b0a6>.

8. Коцюмбас, І.Я., Бух, М.Ю. та ін. (2017). та ін.; Ветеринарні лікарські засоби. Львів: ТзОВ ВФ «Афіша». 1632 с.

9. Коцюмбас, І.Я., Малик, О.Г., Патерега, І.П. та ін.(2006). Доклінічні дослідження ветеринарних лікарських засобів . Львів: Тріада плюс. 360 с.

10. Гончарук, Є.Г., Кундієв, Ю.І., Бардов, В.Г. та ін. (1995). Керівництво по лабораторним тваринам і альтернативним моделям в біомедичних дослідженнях. К.: Вища школа. 138 – 142с.

11. Даценко, І.І. та ін. (2001). Лабораторні тварини. Розведення, утримання, використання в експерименті Львів: Світ, 472 с.

12. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. (1986). Strasbourg: Council of Europe, 53 p.

13. 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. 1 – 29 p.

14. Коцюмбас, І.Я., Коцюмбас, Г.І., Голубій, Є.М. та ін. (2009). Комплексна оцінка впливу ветеринарних препаратів на морфофункціональний стан імунної системи: Методичні рекомендації. Львів, 63 с.

References

1. Sachuk R.M., Velesyk T.A., Stravskyi Ya.S., Katsaraba O.A., Barylo B.S., & Pepko V.O. (2024). Vyznachennia podrazniuvanoi dii zalizovmisnogo veterynarnoho preparatu na kroliakh: rezultaty doklinichnykh doslidzhen. [Determination of the irritant effect of an iron-containing veterinary drug on rabbits: results of preclinical studies]. *Naukovyi zhurnal “Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo”*, Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv *NAAN*. № 10 S. 157-168.

2. Sachuk R. M., Gutyj B. V., Radzyhovskiy M. L., Velesyk T. A., Lyko S. M., Katsaraba O. A., Pepko V. O., & O. O. Yakuta. (2023). Research on the embryotoxic effect and carcinogenicity of the drug “BTF plus” – a means for normalizing metabolic processes in animals and poultry. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 6(3). P. 17-23. doi: 10.32718/ujvas6-3.04.

3. Sachuk R.M., Hutyi B.V., Stravskyi Ya.S., Katsaraba O.A., Dyshkant O.V., & Kalynovska L.V. (2023). Doslidzhennia spetsyficnoi toksychnosti preparatu “BTF plus” – zasobu dlia normalizatsii obminnykh protsesiv u tvaryn i ptytsi.[Research on the specific toxicity of the drug “BTF plus” – a means for normalizing metabolic processes in animals and poultry]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Gzhytskoho. Serii: Veterynarni nauky*. 25(111). S. 33-42. doi: 10.32718/nlvvet11106.

4. El-Sayed A. El-Sheikh, Khalid M. Mahrose and Ismail E. Ismail. (2015). Dietary exposure effect of sublethal doses of methomyl on growth performance and biochemical changes in rabbits and the protective role of vitamin E plus selenium. *Egyptian Journal of Rabbit Science*, 25(1): 59 – 81.

5. Ebeid T.A., Zeweil H.S., Basyony M.M., Dosoky W.M., & Badry H. (2013). Fortification of rabbit diets with vitamin E or selenium affects growth performance, lipid peroxidation, oxidative status and immune response in growing rabbits. *Livestock Science*. Volume 155, Issues 2 – 3, August, Pages 323-331.

6. Tkachuk O.M., & Tkachuk T.V. (2021). Kroli yak biolohichna model dlia eksperymentalnykh 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.

7. Perelik zareiestrovanykh v Ukraini veterynarnykh likarskykh zasobiv – <https://data.gov.ua/dataset/8f3e00b2-16e8-4b30-af7d-b9212837b0a6>.

8. Kotsiumbas I. Ya. (2017). Veterynarni likarski zasoby. [Veterinary medicinal products]. Lviv: TzOV VF «Afisha». 1632 s.

9. Kotsiumbas I. Ya., Malyk O. H., Patereha I. P. ta in. (2006). Doklinichni doslidzhennia veterynarnykh likarskykh zasobiv. [Preclinical studies of veterinary medicinal products]. Lviv: Triada plus, 360 s.

10. Honcharuk Ye. H., Kundiiev Yu. I., Bardov V. H. ta in. (1995). Kerivnytstvo po laboratornym tvarynam i alternatyvnym modeliam v biomedychnykh doslidzhenniakh. [Guidelines for laboratory animals and alternative models in biomedical research]. K. : Vyshcha shkola, 138-142 s.

11. Datsenko I. I. ta inshi (2001). Laboratorni tvaryny. Rozvedennia, utrymannia, vykorystannia v eksperymenti. [Laboratory animals. Breeding, maintenance, use in experiments]. Lviv : Svit, 472 s.

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

13. 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.

14. Kotsiumbas I. Ya., Kotsiumbas H. I., Holubii Ye. M. ta in (2009). Kompleksna otsinka vplyvu veterynarnykh preparativ na morfofunktsionalnyi stan immunnoi systemy: Metodychni rekomendatsii. [Comprehensive assessment of the impact of veterinary drugs on the morphofunctional state of the immune system: Methodological recommendations]. Lviv, 63 s

UDC 577.1/2:615.099:636.92

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.239-2249>

TOXICO-ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TOCOPHEROL AND SELENIUM COMPLEX ON RABBITS IN THE CONTEXT OF SCHOOL TEACHING OF BIOLOGY AND CHEMISTRY

Sachuk R. M., Velesy`k T. A., Stravs`ky`j Ya. S., Ponomarenko V. Yu.,
Zhy`galyuk S. V., Kaczaraba O.A., Bary`lo B. S.

The article presents the results of a toxicological and ecological study of the veterinary drug "Devivit Selen", containing tocopherol and selenium, on laboratory rabbits. One milliliter of the drug contains active ingredients (mg): alpha-tocopherol acetate (vitamin E) - 50.0; selenium (in the form of sodium selenite) - 0.5. Excipients: benzyl alcohol, sodium hydroxide, water for injection. The study aimed to determine the safety of the drug for further clinical use, as well as the possibility of integrating scientific results into school biology and chemistry teaching. It was established that when applied to the skin in doses up to 3000 mg/kg of body weight and instilled into the eye, the drug does not cause toxic reactions, irritation of the skin or mucous membrane, which allows it to be classified as class IV of low-hazard substances.

The experiment was conducted in compliance with bioethical standards. Standard toxicological assessment methods were used, in particular the point system for determining the irritant effect. In addition to the scientific aspect, special attention was paid to the didactic potential of the study: the authors developed integrated educational tasks for school biology and chemistry courses. Students are offered the analysis of experimental data, calculation of dosages, study of the antioxidant properties of tocopherol and the trace element action of selenium. This approach contributes to the formation of interdisciplinary connections, the development of critical thinking and interest in natural sciences.

The results of the study have not only veterinary and medical, but also pedagogical significance, in particular for the creation of STEM lessons based on real experimental data. The proposed material can serve as an effective tool for integrating modern science into the educational process.

In the future, it is advisable to expand the range of toxicological tests of the tocopherol and selenium complex, including studies of chronic toxicity, effects on reproductive function and genetic stability. Also a promising direction is the study of the interaction of the complex with other biologically active substances and the development of educational STEM modules based on real data of veterinary toxicology for secondary education institutions.

Keywords: *toxicology, "Devivit Selen", tocopherol, selenium, rabbits, veterinary medicine, school education, biology, chemistry, interdisciplinary connections.*

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.

