



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ТВАРИННИЦТВА

**Науково-технічний
бюлетень
Інституту тваринництва НААН
№ 129**

Харків-2023

УДК 636:001(045)

DOI 10.32900/2312-8402-2023-129

Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН № 129 / Нац. акад. аграр. наук України, Інститут тваринництва. Харків, 2023. 250 с.

Свідоцтво про державну реєстрацію: серія КВ № 21410-11210ПП від 25.06.2015 р.

Редакційна колегія:

Головний редактор – Россоха В. І., Інститут тваринництва НААН, завідувач лабораторії, к. с.-г. н., с. н. с.

Заступник головного редактора – Помітун І. А., Інститут тваринництва НААН, завідувач відділу, д. с.-г. н., професор

Відповідальний секретар редколегії – Панченко О. М., Інститут тваринництва НААН, с. н. с., к. с.-г. н.

Члени редакційної колегії:

Катеринич О. О., Державна дослідна станція птахівництва НААН, директор, д. с.-г. н., с. н. с.

Корх І. В., Інститут тваринництва НААН, заст. директора з наукової роботи, к. с.-г. н., с. н. с.

Кулібаба Р. О., Інститут тваринництва НААН, пров. н. с., д. с.-г. н., с. н. с.

Ляшенко Ю. В., Інститут тваринництва НААН, зав. лабораторії, к. с.-г. н., с. н. с.

Олійниченко Є. К., Інститут тваринництва НААН, с. н. с., к. с.-г. н.

Почерняєв К. Ф., Інститут свинарства і АПВ НААН, зав. відділу, д. с.-г. н., с. н. с.

Прудніков В. Г., Державний біотехнологічний університет, зав. кафедри, д. с.-г. н., професор

Рижкова Т. М., Державний біотехнологічний університет, професор кафедри, д. тех. н.

Руденко Є. В., Інститут тваринництва НААН, зав. відділу, д. вет. н., професор, член-кор. НААН

Ткачова І. В., Інститут тваринництва НААН, директор, д. с.-г. н., с. н. с.

Тришин О. К., Інститут тваринництва НААН, гол. н. с., д. с.-г. н., професор, академік НААН, заслужений працівник сільського господарства України

Юрко П. С., Державний біотехнологічний університет, доцент кафедри, к. вет. н.

Кургалюк Н. М., д. б. н., професор, Інститут біології наук про Землю, Поморська академія в Слупську (республіка Польща)

Ткаченко Г. І., д. б. н., професор, завідувач факультету, Інститут біології та наук про Землю, Поморська Академія в Слупську

Herbut Eugeniusz, Instytut Zootechniki PIB, Dział Technologii, Ekologii i Ekonomiki Produkcji Zwierzęcej, Doctor habilitowany, Profesor (республіка Польща)

Korol Waldemar, Instytut Zootechniki PIB, Kierownik Krajowego Laboratorium Pasz w Lublinie, Doctor habilitowany (республіка Польща)

Рекомендовано до друку за рішенням Вченої ради ІТ НААН (протокол №2 від 23 лютого 2023 р.).

*Наказом МОН України за № 886 від 2.07.2020 р. "Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН" включено до **Переліку наукових фахових видань України за спеціальністю "204 - сільськогосподарські науки"**. Виданню присвоєно категорію **«Б»** (номер у списку 228).*

Індексація видання: *Google Scholar, НБУВ (Національної бібліотеки ім. В. І. Вернадського), Бібліометрика української науки, Реєстр наукових фахових видань України (група Б), Crossref, OUCI, WordCat.*

*Індивідуальний префікс установи в системі **Crossref 10.32900**. Науковому контенту журналу присвоєно міжнародний цифровий індентифікатор **DOI (Digital Object Identifier)**.*

ISSN 2312-8402

© Інститут тваринництва НААН, 2023

UDK 636:001(045)

DOI 10.32900/2312-8402-2023-129

The Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science NAAS of Ukraine № 129.
Kharkiv, 2023. 250 p.

Certificate of state registration: series KB № 21410-11210IIP dated 25.06.2015

Editorial board:

Editor-in-Chief – Rossokha V. I., Institute of Animal Science of NAAS, HOL., Sc. D., SR.

Deputy Editor-in-Chief – Pomitun I. A., Institute of Animal Science of NAAS, D. of Sc.W., Prof.

Editor-in-Chief of the Editorial Board – Panchenko O. M., Institute of Animal Science of NAAS, SR., Sci. D.

Members of the Editorial Board:

Katerynych O. O., NAAS State Poultry Research Station, Dir., D., SR.

Korh I. V., Institute of Animal Science of NAAS, Dep. Dir., Sci. D., SR.

Kulibaba R. O., Institute of Animal Science of NAAS, LR., D., SR.

Liashenko Y.V., Institute of Animal Science of NAAS, HOL., Sci. D., SR.

Oliinychenko Y. K., Institute of Animal Science of NAAS, SR., Sci. D.

Pochernyaev K. F., Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production, HD., D., SR.

Prudnikov V.G., State Biotechnological University, HD., D., Prof.

Ryzhkova T. N., State Biotechnological University, Prof., D.

Rudenko E. V., Institute of Animal Science of NAAS, LR., D., Prof., COR MEM of NAAS.

Tkachova I. V., Institute of Animal Science of NAAS, Dir., D., SR.

Trishin O. K., Institute of Animal Science of NAAS, CR., D., Prof., Ac. of NAAS, Hon. W. of Agr. S.

Yurko P.S., State Biotechnological University, Doc., D. of V.M., D.

Kurhaluk N.M., Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk, D., (Poland)

Tkachenko H.I., Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk, HD., D., Prof. (Poland)

Eugeniusz Herbut, Instytut Zootechniki PIB, Dział Technologii, Ecology and Economics Produkcji Zwierzęcej, D., Prof. (Poland)

Waldemar Korol, Instytut Zootechniki PIB, Kierownik Krajowego Laboratorium Pasz w Lublinie, D. (Poland)

It is recommended for printing by the decision of the Scientific Council of the Institute of Animal Science of NAAS (protocol № 2 of 23.02.2023).

By the order of the Ministry of Education and Science of Ukraine on № 886 from 2.07.2020 "Scientific and technical bulletin of the Institute of Animal Science NAAS" is included in the List of scientific professional publications of Ukraine in the specialty "204 -agricultural sciences". The publication was assigned by category "B" (number 228 in the list).

Citation index (indexing) Google Scholar, VNLU (Vernadsky National Library of Ukraine), Bibliography of Ukrainian Science, Register of Scientific Professional Publications of Ukraine (Group B), Crossref, OUCI, WordCat.

Individual institution prefix in Crossref 10.32900. The scientific content of the journal is assigned an international DigitalObject Index (DOI).

ISSN 2312-8402

© Institute of Animal Science of NAAS, 2023



PHOTOPERIOD-DEPENDENT ALTERATIONS IN OXIDATIVELY MODIFIED PROTEINS IN THE PLASMA OF SHETLAND PONY MARES AND STALLIONS INVOLVED IN RECREATIONAL HORSEBACK RIDING

Kurhaluk N., Doctor of Biological Sci., <https://orcid.org/0000-0002-4669-1092>

Tkachenko H., Doctor of Biological Sci., <https://orcid.org/0000-0003-3951-9005>

Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk, Poland

Tkachova I., Doctor of Agrarian Sciences, Senior Researcher

<https://orcid.org/0000-0002-4235-7257>

Institute of Animal Science NAAS of Ukraine

Lukash O., Doctor of Biological Sci., <https://orcid.org/0000-0003-2702-6430>

T. G. Shevchenko National University “Chernihiv Collegium”, Chernihiv, Ukraine

This study focuses on the photoperiod-induced variability in the levels of oxidatively modified proteins in the plasma of Shetland pony mares and stallions before and after exercise. We have analyzed the effect of photoperiods and exercise on the levels of aldehydic (AD) and ketonic (KD) derivatives of oxidatively modified proteins (OMP) in the blood of Shetland pony mares and stallions involved in recreational horseback riding in the central Pomeranian region (Pomeranian Voivodeship, northern part of Poland). Twenty-one healthy adult Shetland ponies (11 mares and 10 stallions) aged 6.5 ± 1.4 years old were used in this study. All horses participated in recreational horseback riding. Training started at 10:00 AM, lasted 1 hour, and consisted of a ride of cross country by walking (5 min), trotting (15 min), walking (10 min), trotting (10 min), walking (5 min), galloping (5 min), and walking (10 min). Blood was drawn from the jugular veins of the animals in the morning, 90 minutes after feeding, while the horses were in the stables (between 8:30 and 10 AM), and immediately after the exercise test (between 11 AM and 12 AM). Blood samples were taken once per season for one year: summer and winter. The level of oxidatively modified proteins (OMP) was evaluated by the content of protein carbonyl derivatives in the reaction with 2,4-dinitro-phenylhydrazine (DNFH). There was a statistically significant reduction in the levels of aldehydic derivatives of OMP in the plasma of ponies during the winter photoperiods only after exercise in both sexes. A decrease in the levels of ketonic derivatives of OMP in the summer photoperiod was observed. These changes were observed independently of the sex and only after exercise. Levels of aldehydic and ketonic derivatives of OMP varied depending on the photoperiod and exercise session in our studies. These changes were dependent on the baseline levels of the enzymatic and non-enzymatic antioxidant defense systems in the ponies, which differed between the mares and the stallions (statistically significant differences in the winter period) both before and after exercise (winter).

Keywords: oxidatively modified proteins, plasma, exercise, seasonal alterations, photoperiods, Shetland ponies, mares and stallions.

The most important environmental factor is the duration of daylight hours, which has a strong impact on physiological processes [39]. According to modern concepts, melatonin in photoperiodic animals is a powerful regulator of the activity of the endocrine system and the seasonal rhythm of many processes [17]. Animals make use of changes in photoperiod to adapt their physiology to the forthcoming breeding season [15]. The pineal gland is a neurochemical transducer that converts nerve signals of light



perception into endocrine signals [20]. Its main hormone, melatonin, is involved in the coordination of circadian rhythms in mammals and is responsible for controlling seasonal rhythms [40], determining seasonal differences in body weight, appetite, coat, metabolic rate, and other physiological characteristics [18, 19, 25, 37], including reproductive function [11, 24, 36]. Seasonal changes in night length (scotoperiod) induce parallel changes in the duration of melatonin secretion (which occurs exclusively at night) so that it is longer in winter and shorter in summer. These changes in the duration of nocturnal melatonin secretion, in turn, trigger seasonal changes in behavior [40]. At both physiological and pharmacological concentrations, melatonin attenuates and counteracts oxidative stress and regulates cellular metabolism [36]. The study of seasonal levels of oxidative stress and antioxidant defenses in these conditions is an important issue in animal adaptation to season-induced changes. High ambient temperature has been reported to increase oxidative stress by increasing lipid peroxidation and decreasing antioxidant defense in transition dairy cows [6]. Exposure of adult female Wistar rats to high ambient temperature and humidity of the hot season increases neuroendocrine stress, and oxidative stress and decreases antioxidant defense in them [7].

Recently, seasonal fluctuations in the antioxidant status determined by association with final and initial substrates of energy metabolism in the blood of horses have attracted increasing interest as a function of their sex and ability to exercise [28, 35]. Investigation of the photoperiod-induced (seasonal) features of the processes of lipid peroxidation and oxidative modification of proteins together with basic antioxidants, such as antioxidant protection enzymes, is particularly useful for the prevention and treatment of cardiovascular, cerebrovascular, and laminitis diseases in ponies. These animals are characterized by a broad spectrum of physiological and biochemical characteristics of the functioning of various metabolic systems, which has been convincingly shown in a number of studies [8-10].

In horses, winter-associated hypometabolism has been interpreted as the capacity for seasonal adaptation to environmental conditions with the aim to reduce energy expenditure [8, 33]. Domesticated horses seem to have maintained the capacity for seasonal adaptation to environmental conditions through seasonal fluctuations in their metabolic rate [8]. In addition to day length, factors such as environmental temperature further modulate seasonal changes in different organ systems. The environmental temperature may also play an important adjuvant zeitgeber for the timing of the first ovulation of estrus in the mare [14]. During winter, free-living herbivores are often exposed to a reduced energy supply at the same time that energy needs for thermoregulation increase. Several wild herbivores as well as robust horse breeds reduce their metabolism during times of the low ambient temperature and food shortage [9]. Ponies acclimatize to different climatic conditions by changing their metabolic rate, behavior, and some physiological parameters. When exposed to energy challenges, ponies, like wild herbivores, exhibited hypometabolism and nocturnal hypothermia [10].

The oxidative modification of proteins plays a key role in the molecular mechanisms of oxidative stress and is the trigger mechanism for the oxidative destruction of other molecules (proteins, lipids, DNA) in the cell [16]. Since the oxidative modification of proteins is selective and specific and its products are markers of early oxidative stress, further studies of this process will contribute to improving the diagnosis and treatment of a number of pathological conditions in horses. The products of oxidative modification of proteins themselves, as well as lipid peroxidation products, have a cytotoxic effect. It was previously shown that during the cytotoxic action of oxidatively modified proteins (OMP), peroxide reactions are induced, leading to the modification of a number of the most important biomolecules in membranes and nuclear chromatin,



primarily proteins and DNA [12]. This study focuses on the photoperiod-induced variability in the levels of oxidatively modified proteins in the plasma of Shetland pony mares and stallions before and after exercise. We have analyzed the effect of photoperiods and exercise on the levels of aldehydic (AD) and ketonic (KD) derivatives of oxidatively modified proteins (OMP) in the blood of Shetland pony mares and stallions involved in recreational horseback riding in the central Pomeranian region (Pomeranian Voivodeship, northern part of Poland).

Materials and methods. Horses. The experiments were conducted in compliance with the Guidelines of the European Union Council and the current laws. Twenty-one healthy adult Shetland ponies (11 mares and 10 stallions) aged 6.5 ± 1.4 years old from the central Pomeranian region in Poland (Strzelinko, N54°30'48.0" E16°57'44.9") were used in this study. All horses participated in recreational horseback riding. The horses were housed in individual boxes, with feeding (hay and oat) provided twice a day at 08.00 and 18.00 h and water available ad libitum. All horses were thoroughly examined clinically and screened for hematological, biochemical, and vital parameters, which were within reference ranges. The females were non-pregnant.

Exercise. Training started at 10:00 AM, lasted 1 hour, and consisted of a ride of cross country by walking (5 min), trotting (15 min), walking (10 min), trotting (10 min), walking (5 min), galloping (5 min), and walking (10 min).

Blood samples. Blood was drawn from the jugular veins of the animals in the morning, 90 minutes after feeding, while the horses were in the stables (between 8:30 and 10 AM), and immediately after the exercise test (between 11 AM and 12 AM). Blood samples were taken once per season for one year: summer and winter. Blood was stored in tubes with K₃-EDTA and 3.8% sodium citrate and kept on the ice until centrifugation at 3,000 rpm for 10 minutes. The plasma was removed. The erythrocyte suspensions (one volume) were washed with five volumes of PBS (pH 7.35) three times and centrifuged at 3,000 rpm for 5 minutes.

Assay of carbonyl derivatives of protein oxidation. The level of oxidatively modified proteins (OMP) was evaluated by the content of protein carbonyl derivatives in the reaction with 2,4-dinitro-phenylhydrazine (DNFH) using the method described by Reznick and Packer (1994) and Levine and co-workers (1994). Proteins were precipitated with cold 20% trichloroacetic acid (TCA). After adding 1 mL of 2.5 mM 2,4-DNFH in 2.5 N HCl, the samples were incubated for 1 hour at room temperature. A 2.5 N solution of HCl was added to the control samples. The samples were centrifuged at 3,000 rpm for 15 min, and residual amounts of 2,4-DNFH were removed by washing the precipitate with an ethanol: ethyl acetate solution (1:1). Aldehydic (AD) and ketonic (KD) derivatives of OMP were determined in the samples. Optical density was measured at a wavelength of 370 and 430 nm with the molar extinction coefficient of $22,000 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ [32].

Statistical analysis. The results were expressed as mean \pm S.D. Significant differences between the means were measured using a multiple range test at min. $p < 0.05$. Data with no normal distribution were log-transformed. Statistical tests with 95% confidence intervals ($\alpha = 0.05$) were applied to determine the significance of differences between the parameters studied [34]. The data were tested for homogeneity of variance using Levene's test, and normality was checked with the Kolmogorov-Smirnov test. The data of MANOVA analysis were also confirmed by the results of the sum-of-squares test (total SS model) vs. residual SS regarding the values of the multiple correlation analysis (R), the coefficient of determination (R²), and its corrected form reduced by random errors (R² adjusted) in the data analysis. The basic statistical analysis (significance of regression slopes, analysis of variance for significance) was done using the



STATISTICA 13.3 package (TIBCO Software Inc.). We used the SS test to describe the share of all analyzed biomarkers of oxidative stress and biochemical parameters in the assessment of the antioxidant defenses (the F test and its significance) [34].

Results and discussion. We investigated the content of aldehydic (AD) and ketonic derivatives (KD) of OMP in the plasma of the Shetland ponies influenced by the three factors (photoperiods, sex, exercise). Levels of aldehydic and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins in the plasma of Shetland pony mares and stallions before and after exercise in summer and winter are presented in Fig. 1.

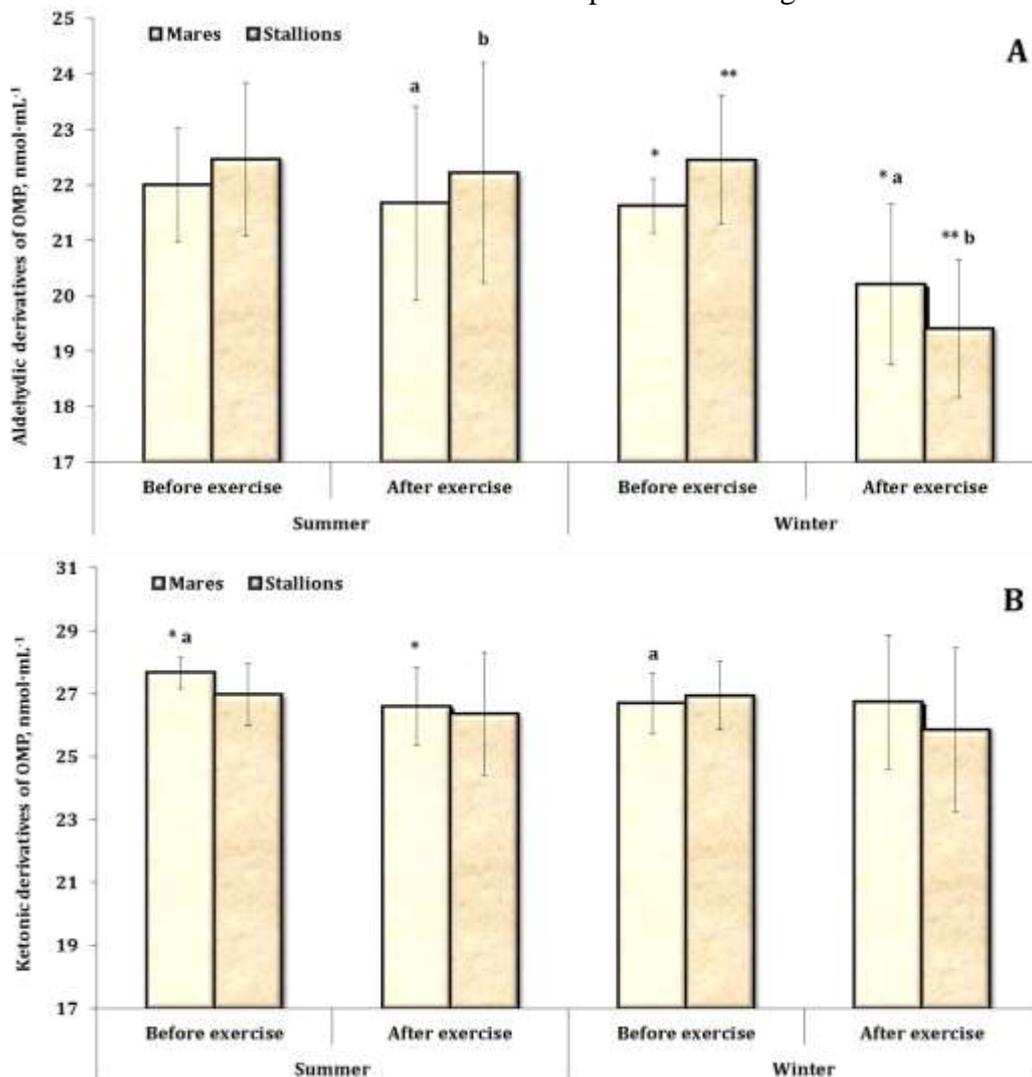


Fig. 1. Levels of aldehydic (A) and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins (B) in the plasma ($\text{nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$) of Shetland pony mares ($n = 11$) and stallions ($n = 10$) before and after exercise in summer and winter.

Statistically significant differences ($p < 0.05$) in the following dependency groups according to the ANOVA post-hoc Tukey (HSD) test:

- * – between values obtained before and after exercise in mares;
- ** – between values obtained before and after exercise in stallions;
- a – between values obtained in mares after exercise in winter and summer;
- b – between values obtained in stallions after exercise in winter and summer.

Results of our study revealed that levels of aldehydic derivatives of oxidatively modified proteins in the plasma of both mares and stallions of Shetland pony in summer were statistically non-significant decreased after exercise to ($21.67 \pm 1.75 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$)



and ($22.22 \pm 1.99 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$) compared to the state before exercise ($22.0 \pm 1.03 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$) and ($22.46 \pm 1.38 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$), respectively. Similarly, in the winter, levels of aldehydic derivatives of oxidatively modified proteins in the plasma of both mares and stallions of Shetland pony were statistically significantly decreased after exercise to ($20.20 \pm 1.45 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$) and ($19.41 \pm 1.24 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$) compared to the state before exercise ($21.62 \pm 0.49 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$) and ($22.45 \pm 1.17 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$), respectively. The percentage of decrease was 6.57% ($p < 0.05$) for mares and 13.54% ($p < 0.05$) for stallions (Fig. 1A).

Before exercise, levels of aldehydic derivatives of oxidatively modified proteins in the plasma of both mares and stallions of Shetland pony in summer were similar to the values obtained in the winter. After exercise, levels of aldehydic derivatives of oxidatively modified proteins in the plasma of both mares and stallions of Shetland pony in winter were less [$(20.20 \pm 1.45 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1})$ and ($19.41 \pm 1.24 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$)] compared to the values obtained in the summer, i.e. ($21.67 \pm 1.75 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$) for mares and ($22.22 \pm 1.99 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$) for stallions. The percentage of decrease was 6.78% ($p < 0.05$) for mares and 12.65% ($p < 0.05$) for stallions (Fig. 1A).

Similarly, levels of ketonic derivatives of oxidatively modified proteins in the plasma of both mares and stallions of Shetland pony in summer were decreased after exercise to ($26.6 \pm 1.24 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$) and ($26.36 \pm 1.96 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$) compared to the state before exercise ($27.67 \pm 0.50 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$) and ($26.97 \pm 0.99 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$), respectively. Similarly, in the winter, levels of ketonic derivatives of oxidatively modified proteins in the plasma of both mares and stallions of Shetland pony were statistically non-significantly decreased after exercise to ($26.74 \pm 2.13 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$) and ($25.86 \pm 2.60 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$) compared to the state before exercise ($26.7 \pm 0.95 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$) and ($26.94 \pm 1.08 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$), respectively. The percentage of decrease was 4% ($p > 0.05$) for stallions (Fig. 1B).

Before exercise, levels of ketonic derivatives of oxidatively modified proteins in the plasma of both mares and stallions of Shetland pony in summer were similar to the values obtained in the winter. After exercise, levels of ketonic derivatives of oxidatively modified proteins in the plasma of stallions of Shetland pony in winter were less ($25.86 \pm 2.60 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$) compared to the values obtained in the summer, i.e. ($26.36 \pm 1.96 \text{ nmol}\cdot\text{mL}^{-1}$). The percentage of decrease was 1.9% ($p > 0.05$) (Fig. 1B).

The changes in levels of ketonic derivatives of oxidatively modified proteins were independent of the sex and were observed only after exercise. It was noted that the aldehydic derivatives of OMP in the plasma of the Shetland ponies were distributed statistically significantly $F_{15,152} = 11.91$ ($p = 0.000$). There were statistically significant differences in levels of aldehydic derivatives of OMP as a function of sex and physical activity, as described below, at different photoperiods. In the mare group after exercise, these relationships were statistically significant ($p = 0.000$) in the spring-autumn and summer-autumn photoperiods. After exercise in the stallions, there were statistically significant differences in the level of aldehydic derivatives of OMP ($p < 0.05$) between spring and summer, spring and winter, summer and autumn, and summer and winter photoperiods. The data on the aldehydic derivatives of OMP were also confirmed by the results of the statistical ANOVA sum-of-squares test (total SS model) vs. residual SS regarding the values of the correlation coefficient ($R = 0.74$), the coefficient of determination ($R^2=0.54$), and its adjusted form $R^2_{ad} = 0.49$ at the value of $F=11.91$ ($p = 0.000$).

Another analyzed parameter was ketonic derivatives of OMP in plasma, which was shown to be statistically significant with $F_{15,152} = 5.07$ ($p = 0.000$). There were statistically significant sex differences in levels of the ketonic derivatives of OMP only during the post-exercise periods. In the group of mares after exercise, these differences



appeared to be statistically significant in both the spring-autumn and autumn-winter seasons. After exercising, these differences in the levels of ketonic derivatives of OMP in the stallion group were statistically significant ($p = 0.000$) between the spring-autumn and summer-autumn photoperiods. These data were also confirmed by the results of the statistical ANOVA analysis of the total SS model vs. residual SS regarding the values of the correlation coefficient ($R = 0.58$), the coefficient of determination ($R^2 = 0.33$), and its adjusted form $R^2_{ad} = 0.28$ at the value of $F = 5.07$ ($p = 0.000$).

A growing body of evidence has suggested the beneficial role of regular physical exercise. Exercise mode, intensity, and duration, as well as the subject population tested, all can impact the extent of oxidation [13]. Regular moderate training appears beneficial for oxidative stress and health. Conversely, acute exercise leads to increased oxidative stress, although this same stimulus is necessary to allow an up-regulation in endogenous antioxidant defenses (hormesis) [27]. This beneficial effect is associated with the fact that exercise-induced reactive oxygen species (ROS) production is necessary for oxidative stress-related adaptations [29, 31]. Endurance exercise-related angiogenesis, up to a significant degree, is regulated by ROS-mediated activation of hypoxia-inducible factor 1 α [31]. Some of these mechanisms may be related to the lower production of oxidants, up-regulation of antioxidant capacity, or even higher DNA repair activity. This specific signaling may be crucial for adaptive responses induced by physical exercise. In this sense, acute exercise increases the production of ROS in the muscle tissue, which can act as the initiation of two important redox-sensitive signaling pathways including nuclear factor κ B (NF- κ B) and mitogen-activated protein kinase (MAPK) [13, 31]. Based on our results, it is possible to suggest that the reduced OMP level in the plasma of the pony mares and stallions involved in recreational horseback riding in winter could be attributed to exercise-induced adaptation for minimizing the transient oxidative stress caused by exercise (Fig. 1).

Exercise can induce the activity of the proteasome complex, which is involved in the degradation of oxidatively modified proteins [29]. Increased activity of proteasomes could be an important determinant of the rate of protein turnover and the remodeling of skeletal muscle after injury [30]. An increased rate of protein turnover during exercise decreases the accumulation of oxidative damage, thereby exerting a beneficial effect on the physiological function of proteins. The proteasome complex plays a critical role in this process [29]. Thus, the significant decrease in the aldehydic and ketonic derivatives of OMP in the plasma of ponies after the exercise is the result of exercise-induced adaptation, especially in the winter period (Fig. 1).

In our study, levels of oxidatively modified proteins after exercise were decreased compared to the state before exercise, especially in the winter season. Other trends were obtained in the study of researchers from the Department of Experimental Medicine and Public Health, University of Camerino, Camerino, Macerata, Italy. Martarelli and co-workers (2011) determined the combined effects of cold and exercise on oxidative stress during submaximal exercise. Sixteen amateur male cyclists pedaled at a constant speed corresponding to 85% of maximal HR as determined in normal conditions. Eight athletes pedaled indoors at 23 °C while 8 athletes pedaled outdoors at a temperature of 4-6 °C. The levels of reactive oxygen metabolites and plasma levels of antioxidants after exercise were evaluated. Results of these researchers revealed that performing a physical task in cold conditions increased free radical production, as demonstrated by the augmented levels of reactive oxygen metabolites and the concomitant decrease of plasma levels of antioxidants in outdoor cyclists as compared to indoor cyclists. The overall ANOVA and the post hoc comparisons revealed a significant exercise and temperature effect. The mean level of reactive oxygen metabolites in athletes



who exercised indoors was significantly lower than that of the outdoor athletes. Moreover, the outdoor group presented plasma levels of antioxidants significantly lower than those of the indoor group. Thus, cyclists, football and rugby players, and runners are all affected by the elevation in oxygen radicals induced by cold and should take appropriate precautions, such as specific antioxidant integration [22]. Oxidative stress and antioxidant changes during a 24-hour mountain bike endurance exercise in master athletes were studied by Martarelli and Pompei (2009). Exposure to intense and prolonged exercise induced a marked increase in the reactive oxygen metabolite levels in master athletes, only partially counterbalanced by antioxidants in blood plasma [21].

On the other hand, Muñoz Marín and co-workers (2018) evaluated the oxidative stress, lipid peroxidation indexes, and antioxidant vitamins in long and middle-distance athletes during a sports season (12 months). Twenty-three long and middle-distance male athletes participated in this study. Basal malonic dialdehyde (MDA) as a biomarker of lipid peroxidation on plasma and antioxidant vitamins in plasma and erythrocytes were measured at four moments along the season (0, 3, 6, and 9 months). Fatty acid concentrations in erythrocytes were obtained to determine lipid peroxidation indexes. In plasma, vitamin C suffered significant decreases at 3 and 6 months compared with the beginning ($P < 0.01$), and an increase at 9 months, compared with 3 months. On the other hand, vitamin A level was significantly lower at 9 months compared with the other periods ($P < 0.01$ compared with 0 and 6 months; $P < 0.05$ compared with 3 months). In erythrocytes, significant decreases were observed in vitamin E during the season at 6 months and an increase from 6 to 9 months ($P < 0.05$). Vitamin A suffers a significant decrease in both for competitive periods, at 3 and 9 months, compared with the beginning of the season. The most of changes in lipid peroxidation indexes were produced in the first 3 months. Thus, physical training improves the antioxidant systems in order to reduce lipid peroxidation in trained athletes during the season [23].

In our previous study, we determined the level of oxidative stress biomarkers in sports horses involved in eventing before and after training [4]. All horses were in regular systematic training and had the same diet. Significant increases in the 2-thiobarbituric acid reactive substrates (TBARS) level in the blood of horses after exercise was observed. There were no significant differences in erythrocyte TBARS levels between the resting period and after exercises. Significant decreases by 8% ($p < 0.05$) in the aldehydic derivatives of protein oxidation in the plasma after training were noted. Exercise can induce the activity of the proteasome complex, which is significantly involved in the degradation of oxidatively modified proteins. The preventive effect of regular exercise leads to adaptation to prolonged exercises, which is accompanied by an increase of oxidative stress-induced adaptation and changes in redox homeostasis, increased antioxidant defenses, lower oxidative damage, and increased resistance to oxidative stress. Regularly performed exercise might induce an adaptive enhancement in skeletal muscle and erythrocytes of the defense mechanisms that protect them against oxidative stress [4].

In our previous study, we also have investigated the effect of an exercise test of moderate intensity on oxidative stress biomarkers, antioxidant enzyme activity, and osmotic resistance of erythrocytes in well-trained equine athletes [5]. The exercise test induced a significant increase in erythrocyte values, hemoglobin concentration, and hematocrit in horses of both breeds. Regular training induced activation of the antioxidant enzymes and thereby can reduce oxidative stress in athletic horses. The exercise test in horses of both breeds attenuated oxidative stress and was accompanied by a significant decrease in lipid peroxidation and oxidatively modified proteins in erythrocytes after exercise. Our data suggest that oxidative stress and enzymatic antioxidant defense



biomarkers can be used for the monitoring of fitness levels, health benefits, and performance of equine athletes [5].

The effects of gender differences on the blood oxidative stress biomarkers, antioxidant defenses, and resistance of erythrocytes to hemolytic agents of trained horses before and after exercise were evaluated in other our study [3]. The study was carried out on nine mares and 14 stallions of Ukrainian Warmblood well-trained horses, involved in jumping, eventing, and dressage. Trained stallions showed a decrease in lipid peroxidation and higher glutathione reductase activity, whereas mares presented a higher superoxide dismutase activity after exercise. The resistance of erythrocytes was similar in females and males. No statistically significant differences were observed in the percentage of hemolyzed erythrocytes between after and before exercise. A correlation between the oxidative stress biomarkers and antioxidant defenses in the stallions after exercises were observed, which may indicate a protective response of superoxide dismutase and catalase against exercise-induced oxidative stress [3]. Stallions showed a significant increase in leucocytes and granulocytes amount, as well as erythrocytes, hemoglobin, and hematocrit levels after the exercise test. Pre-exercise level of mean corpuscular hemoglobin concentration was higher in stallions. Trained mares and stallions showed a decrease in lipid peroxidation after exercise. Exercise also caused an increase in the oxidatively modified protein of erythrocytes in stallions indicated by exercise-induced oxidative stress. The resistance of erythrocytes in 0.1N HCl was similar between females and males. No statistically significant differences in the percentage of haemolysed erythrocytes before and after exercise were observed [1].

Our prior studies have assessed the seasonal-induced variations of exercise impact on hematological indices and oxidative stress biomarkers in plasma and erythrocytes in horses involved in recreational horseback riding [38]. The results of our study showed statistically significant alterations of oxidative stress biomarkers in erythrocytes after the exercise test in autumn. The results observed in our study suggest that ROS production may contribute to exercise-induced damage to the erythrocyte membrane. There were no statistically significant alterations in the derivatives of protein destruction level in the erythrocytes of trained horses involved in recreational horseback riding before and after exercise. Only in the autumn season, aldehydic and ketonic derivatives of OMP increased after exercise by 88% ($p < 0.05$) and 77% ($p < 0.05$), respectively [26]. There were no statistically significant alterations in the aldehydic derivatives of protein destruction level in the plasma of trained horses involved in recreational horseback rides before and after exercise in the spring and summer seasons. In the autumn season, aldehydic and ketonic derivatives of OMP were increased after exercise by 7.2% and 12.8% ($p < 0,05$), respectively. On the contrary, aldehydic and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins were decreased after a training session in winter. Increasing the level of oxidative-modified proteins suggests the activation of oxidative stress during a training session in spring and autumn as adaptive changes in the horse's body due to changing ambient temperatures. Significant reductions in aldehyde derivatives of oxidatively modified proteins in the plasma of horses after training in winter are the result of adaptation induced by constant ambient temperature and exercise. This is an important seasonal adaptive reaction to stabilize ambient temperature [41]. The increase in plasma lipid peroxidation level in horses after exercise could be attributed to oxidative damage in various organs mainly in muscle tissue, owing to free radicals being produced, as a consequence of endurance exercise. Based on our results, it is concluded that endurance exercises lead to specific metabolic changes accompanied by a redistribution of energy supply for improving resistance to exercises and the athletic performance of horses [41]. A significant increase in erythrocytes amount after exercise



tests both in the summer and autumn seasons was observed. Moreover, increased erythrocytes count by 18% ($p < 0.05$) in the autumn compared to the value in the spring season after the exercise test was noted. Hemoglobin level was increased after exercise in the summer season (by 15%, $p < 0.05$). Our results also revealed the increased hematocrit level after exercise tests in the summer, autumn, and winter seasons. We assume that it was due to the release of erythrocytes into the circulation as a result of the increased splenic function [2, 38].

Conclusions. In conclusion, there was a statistically significant reduction in the levels of aldehydic derivatives of OMP in the plasma of ponies during the winter photoperiods only after exercise in both sexes. A decrease in the levels of ketonic derivatives of OMP in the summer photoperiod was observed. These changes were observed independently of the sex and only after exercise. Levels of aldehydic and ketonic derivatives of OMP varied depending on the photoperiod and exercise session in our studies. These changes were dependent on the baseline levels of the enzymatic and non-enzymatic antioxidant defense systems in the ponies, which differed between the mares and the stallions (statistically significant differences in the winter period) both before and after exercise (winter).

References

1. Andriichuk, A., & Tkachenko, H. (2017). Effect of gender and exercise on haematological and biochemical parameters in Holsteiner horses. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 101(5), e404–e413. <https://doi.org/10.1111/jpn.12620>.
2. Andriichuk, A., Tkachenko, H. (2015). Seasonal variations of hematological indices in equines involved in recreational horse riding. *Journal of Ecology and Protection of the Coastline (Baltic Coastal Zone)*, 19, 11-22.
3. Andriichuk, A., Tkachenko, H., Kurhaluk, N. (2014). Gender Differences of Oxidative Stress Biomarkers and Erythrocyte Damage in Well-Trained Horses During Exercise. *Journal of Equine Veterinary Science*, 34(8), 978-985. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2014.05.005>.
4. Andriichuk, A., Tkachenko, H., Kurhaluk, N., Tkachova, I. (2013). Markery stresu oksydacyjnego i parametry biochemiczne we krwi koni biorących udział we Wszechstronnym Konkursie Konia Wierzchowego w dynamice treningu. *Śląskie Prace Biologiczne*, 10, 5-25.
5. Andriichuk, A., Tkachenko, H., Tkachova, I. (2016). Oxidative Stress Biomarkers and Erythrocytes Hemolysis in Well-Trained Equine Athletes Before and After Exercise. *Journal of Equine Veterinary Science*, 36, 32-43. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.09.011>.
6. Bernabucci, U., Ronchi, B., Lacetera, N., & Nardone, A. (2002). Markers of oxidative status in plasma and erythrocytes of transition dairy cows during hot season. *Journal of dairy science*, 85(9), 2173–2179. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74296-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74296-3).
7. Bhat, S., Rao, G., Murthy, K. D., & Bhat, P. G. (2008). Seasonal variations in markers of stress and oxidative stress in rats. *Indian journal of clinical biochemistry: IJCB*, 23(2), 191–194. <https://doi.org/10.1007/s12291-008-0042-2>.
8. Brinkmann, L., Gerken, M., & Riek, A. (2012). Adaptation strategies to seasonal changes in environmental conditions of a domesticated horse breed, the Shetland pony (*Equus ferus caballus*). *The Journal of experimental biology*, 215 (Pt 7), 1061–1068. <https://doi.org/10.1242/jeb.064832>.
9. Brinkmann, L., Gerken, M., Hambly, C., Speakman, J. R., & Riek, A. (2016). Thyroid hormones correlate with field metabolic rate in ponies, *Equus ferus ca-*



ballus. *The Journal of experimental biology*, 219 (Pt 16), 2559–2566. <https://doi.org/10.1242/jeb.138784>.

10. Brinkmann, L., Gerken, M., Hambly, C., Speakman, J. R., & Riek, A. (2014). Saving energy during hard times: energetic adaptations of Shetland pony mares. *The Journal of experimental biology*, 217 (Pt 24), 4320–4327. <https://doi.org/10.1242/jeb.111815>.

11. Brzezinski, A., Rai, S., Purohit, A., & Pandi-Perumal, S. R. (2021). Melatonin, Clock Genes, and Mammalian Reproduction: What Is the Link?. *International journal of molecular sciences*, 22(24), 13240. <https://doi.org/10.3390/ijms222413240>.

12. Davies K. J. (2001). Degradation of oxidized proteins by the 20S proteasome. *Biochimie*, 83(3-4), 301–310. [https://doi.org/10.1016/s0300-9084\(01\)01250-0](https://doi.org/10.1016/s0300-9084(01)01250-0).

13. Fisher-Wellman, K., & Bloomer, R. J. (2009). Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. *Dynamic medicine: DM*, 8, 1. <https://doi.org/10.1186/1476-5918-8-1>.

14. Guerin, M. V., & Wang, X. J. (1994). Environmental temperature has an influence on timing of the first ovulation of seasonal estrus in the mare. *Theriogenology*, 42(6), 1053–1060. [https://doi.org/10.1016/0093-691x\(94\)90127-5](https://doi.org/10.1016/0093-691x(94)90127-5).

15. Guh, Y. J., Tamai, T. K., & Yoshimura, T. (2019). The underlying mechanisms of vertebrate seasonal reproduction. *Proceedings of the Japan Academy. Series B, Physical and biological sciences*, 95(7), 343–357. <https://doi.org/10.2183/pjab.95.025>.

16. Hawkins, C. L., & Davies, M. J. (2019). Detection, identification, and quantification of oxidative protein modifications. *The Journal of biological chemistry*, 294(51), 19683–19708. <https://doi.org/10.1074/jbc.REV119.006217>.

17. Ikegami, K., & Yoshimura, T. (2016). Comparative analysis reveals the underlying mechanism of vertebrate seasonal reproduction. *General and comparative endocrinology*, 227, 64–68. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2015.05.009>

18. Kurhaluk, N. (2021). Alcohol and melatonin. *Chronobiology international*, 38(6), 785–800. <https://doi.org/10.1080/07420528.2021.1899198>.

19. Kurhaluk, N., & Tkachenko, H. (2020). Melatonin and alcohol-related disorders. *Chronobiology international*, 37(6), 781–803. <https://doi.org/10.1080/07420528.2020.1761372>.

20. Lee, B. H., Hille, B., & Koh, D. S. (2021). Serotonin modulates melatonin synthesis as an autocrine neurotransmitter in the pineal gland. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(43), e2113852118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2113852118>.

21. Martarelli, D., & Pompei, P. (2009). Oxidative stress and antioxidant changes during a 24-hours mountain bike endurance exercise in master athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 49(1), 122–127.

22. Martarelli, D., Cocchioni, M., Scuri, S., Spataro, A., & Pompei, P. (2011). Cold exposure increases exercise-induced oxidative stress. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 51(2), 299–304.

23. Muñoz Marín, D., Barrientos, G., Alves, J., Grijota, F. J., Robles, M. C., & Maynar, M. (2018). Oxidative stress, lipid peroxidation indexes and antioxidant vitamins in long and middle distance athletes during a sport season. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 58(12), 1713–1719. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07887-2>.

24. Olcese, J. M. (2020). Melatonin and Female Reproduction: An Expanding Universe. *Frontiers in endocrinology*, 11, 85. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00085>.

25. Pang, S. F., Tsang, C. W., Hong, G. X., Yip, P. C., Tang, P. L., & Brown, G. M. (1990). Fluctuation of blood melatonin concentrations with age: result of



changes in pineal melatonin secretion, body growth, and aging. *Journal of pineal research*, 8(2), 179–192. <https://doi.org/10.1111/j.1600-079x.1990.tb00678.x>.

26. Pażontka-Lipiński, P., Witaszek, M., Tkachenko, H. (2017). Seasonal alterations in exercise-induced resistance of erythrocytes in horses involved in recreational horseback riding. *Scientific and technical bulletin of Institute of Animal Husbandry, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*, Kharkiv, 118, 22-29.

27. Pingitore, A., Lima, G. P., Mastorci, F., Quinones, A., Iervasi, G., & Vassalle, C. (2015). Exercise and oxidative stress: potential effects of antioxidant dietary strategies in sports. *Nutrition* (Burbank, Los Angeles County, Calif.), 31(7-8), 916–922. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2015.02.005>.

28. Pohlin, F., Brabender, K., Fluch, G., Stalder, G., Petit, T., & Walzer, C. (2017). Seasonal Variations in Heart Rate Variability as an Indicator of Stress in Free-Ranging Pregnant Przewalski's Horses (*E. ferus przewalskii*) within the Hortobágy National Park in Hungary. *Frontiers in physiology*, 8, 664. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00664>.

29. Radak, Z., Chung, H. Y., & Goto, S. (2008). Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. *Free radical biology & medicine*, 44(2), 153–159. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2007.01.029>.

30. Radák, Z., Sasvári, M., Nyakas, C., Taylor, A. W., Ohno, H., Nakamoto, H., & Goto, S. (2000). Regular training modulates the accumulation of reactive carbonyl derivatives in mitochondrial and cytosolic fractions of rat skeletal muscle. *Archives of biochemistry and biophysics*, 383(1), 114–118. <https://doi.org/10.1006/abbi.2000.2042>

31. Radak, Z., Zhao, Z., Koltai, E., Ohno, H., & Atalay, M. (2013). Oxygen consumption and usage during physical exercise: the balance between oxidative stress and ROS-dependent adaptive signaling. *Antioxidants & redox signaling*, 18(10), 1208–1246. <https://doi.org/10.1089/ars.2011.4498>.

32. Reznick, A. Z., & Packer, L. (1994). Oxidative damage to proteins: spectrophotometric method for carbonyl assay. *Methods in enzymology*, 233, 357–363. [https://doi.org/10.1016/s0076-6879\(94\)33041-7](https://doi.org/10.1016/s0076-6879(94)33041-7).

33. Schmidt, K., Deichsel, K., de Oliveira, R. A., Aurich, J., Ille, N., & Aurich, C. (2017). Effects of environmental temperature and season on hair coat characteristics, physiologic and reproductive parameters in Shetland pony stallions. *Theriogenology*, 97, 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.04.035>.

34. Stanisz, A. (2006, 2007). *An affordable course of statistics using STATISTICA PL on examples from medicine*. Vol. 1-3. Basic Statistics. StatSoft Polska, Krakow. 532.

35. Takahashi, Y., & Takahashi, T. (2017). Seasonal fluctuations in body weight during growth of Thoroughbred racehorses during their athletic career. *BMC veterinary research*, 13(1), 257. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1184-3>.

36. Tamura, H., Takasaki, A., Taketani, T., Tanabe, M., Lee, L., Tamura, I., Maekawa, R., Aasada, H., Yamagata, Y., & Sugino, N. (2014). Melatonin and female reproduction. *The journal of obstetrics and gynaecology research*, 40(1), 1–11. <https://doi.org/10.1111/jog.12177>.

37. Tan, D. X., Xu, B., Zhou, X., & Reiter, R. J. (2018). Pineal Calcification, Melatonin Production, Aging, Associated Health Consequences and Rejuvenation of the Pineal Gland. *Molecules* (Basel, Switzerland), 23(2), 301. <https://doi.org/10.3390/molecules23020301>.

38. Tkachenko, H., Pażontka-Lipiński, P., Witaszek, P. (2016). Seasonal alterations in exercise-induced oxidative stress of horses involved in recreational horseback ride. In: *Globalisation and regional environmental protection. Technique, technology,*



ecology. Eds Tadeusz Noch, Wioleta Mikołajczewska, Alicja Wesołowska. Gdańsk, Gdańsk High School Publ., P. 193–212.

39. Vanitallie, T. B. (2006). Sleep and energy balance: Interactive homeostatic systems. *Metabolism: clinical and experimental*, 55(10 Suppl 2), S30–S35. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2006.07.010>.

40. Wehr, T. A. (1997). Melatonin and seasonal rhythms. *Journal of biological rhythms*, 12(6), 518–527. <https://doi.org/10.1177/074873049701200605>.

41. Witaszek, M., Pażontka-Lipiński, P., & Tkachenko, H. (2017). Sezonowe zmiany markerów stresu oksydacyjnego w osoczu krwi koni biorących udział w rekreacyjnych jazdach konnych w dynamice treningu. *Śląskie Prace Biologiczne*, 14, 185–208.

ЗАЛЕЖНІСТЬ ВІД ФОТОПЕРІОДУ ЗМІНИ ВМІСТУ ОКИСНЮВАЛЬНО МОДИФІКОВАНИХ БІЛКІВ У ПЛАЗМІ КОБИЛ ТА ЖЕРЕБЦІВ ШЕТЛАНДСЬКИХ ПОНІ, ЯКІ БЕРУТЬ УЧАСТЬ У РЕКРЕАЦІЙНІЙ ВЕРХОВІЙ ЇЗДІ

Кургалюк Н., Ткаченко Г., Інститут біології та наук про Землю, Поморський університет у Слупську, Польща.

Ткачова І., Інститут тваринництва НААН України.

Лукаш О., Національний університет "Чернігівський колегіум" імені Т. Г. Шевченка, м. Чернігів, Україна.

У цьому дослідженні зосередилися на вивченні індукованих фотоперіодом змінах окиснювально модифікованих білків у плазмі кобил і жеребців шотландських поні до і після тренування. Ми проаналізували вплив фотоперіоду і фізичних вправ на рівні альдегідних (АП) і кетонів (КП) похідних окиснювально модифікованих білків (ОМБ) у крові кобил і жеребців шотландських поні, які беруть участь у рекреаційній верховій їзді в центральній частині Поморського регіону (Поморське воєводство, північна частина Польщі). Двадцять один здоровий дорослий шотландський поні (11 кобил і 10 жеребців) віком $6,5 \pm 1,4$ років були використані в цьому дослідженні. Усі коні брали участь у рекреаційній верховій їзді. Тренування розпочиналося о 10:00, тривало 1 годину і складалося з кросу ходьбою (5 хв), риссю (15 хв), ходьбою (10 хв), риссю (10 хв), ходьбою (5 хв), галопом (5 хв) і ходьбою (10 хв). Кров брали з яремної вени тварин вранці, через 90 хвилин після годування, під час перебування коней у стайні (між 8:30 та 10 ранку) та відразу після тесту з фізичним навантаженням (між 11 ранку та 12 ранку). Забір крові проводили один раз за сезон протягом року: влітку та взимку. Рівень окиснювально модифікованих білків (ОМБ) оцінювали за вмістом карбонільних похідних білків у реакції з 2,4-динітрофенілгідразином (ДНФГ). Як показали результати наших досліджень, спостерігалось статистично істотне зниження рівнів альдегідних похідних ОМБ у плазмі поні обох статей протягом зимового фотоперіоду лише після фізичного навантаження. Подібне зниження рівнів кетонів похідних ОМБ показано нами також у літній фотоперіод. Ці зміни спостерігались незалежно від статі і тільки після фізичних навантажень. Рівні альдегідних і кетонів похідних ОМБ змінювалися залежно від фотоперіоду та фізичних навантажень у наших дослідженнях. Ці зміни залежали від базових рівнів ферментативної та неферментативної систем антиоксидантного захисту у поні, які відрізнялися між кобилами та жеребцями (статистично значущі відмінності в зимовий період) як до, так і після фізичних навантажень (взимку).

Ключові слова: окиснювально модифіковані білки, плазма, фізичні навантаження, сезонні зміни, фотоперіод, Шотландські поні, кобили та жеребці.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-16-25

UDC 639.2:577.115.4

EFFECTS OF DIETARY YEAST β -1,3/1,6-GLUCANS ON LIPID PEROXIDATION IN THE HEPATIC AND CARDIAC TISSUES OF RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS* WALBAUM), EUROPIAN WHITEFISH (*COREGONUS LAVARETUS* L.), AND GRAYLING (*THYMALLUS THYMALLUS* L.)

Tkachenko H., Doctor of Biological Sciences

<https://orcid.org/0000-0003-3951-9005>

Kurhaluk N., Doctor of Biological Sciences

<https://orcid.org/0000-0002-4669-1092>

Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk, Poland

Grudniewska J., Ph.D., <https://orcid.org/0000-0002-4272-8337>

Stanisław Sakowicz Inland Fisheries Institute, Rutki, Żukowo, Poland

*Dietary β -glucans may be a useful tool to prime the host immune system and increase resistance against invading pathogens as the β -glucans influence the immune response. This prompted us to investigate the effects of dietary yeast β -1,3/1,6-D-glucans supplemented for a 14-day feeding period on liver and cardiac function and the oxidative mechanisms underlying these effects. We assessed relevant lipid peroxidation in the hepatic and cardiac tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), European whitefish (*Coregonus lavaretus*), and graylings (*Thymallus thymallus*) after a 14-day period of supplementation with β -glucans. Thirty healthy grayling weighing 34.9 ± 1.9 g, thirty healthy rainbow trout weighing 55.9 ± 2.1 g, and thirty healthy European whitefish weighing 43.3 ± 2.7 g were used in the experiments. The fish were fed with a commercial basal diet at a rate of 1.5% body weight four times a day. After acclimation, the fish were randomly divided into six groups. The groups were fed for 14 days as follows: the control groups comprising grayling ($n = 15$), rainbow trout ($n = 15$), and European whitefish ($n = 15$) received a control basal diet and the β -glucan groups were fed with the Yestimun[®] food product at a dose of 1% of the basal feed (with 85% of β -1,3/1,6-glucans, Leiber GmbH, Bramsche, Germany). The basal feed was supplemented with 1% of Yestimun[®] powder (dose: 1 kg per 99 kg, w/w). This insoluble and highly purified preparation contains natural polysaccharides, e.g. β -1,3/1,6-D-glucans derived from Spent Brewers' Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). Yeast cell walls typically contain approximately 30% of β -glucans of dry weight. Our results showed that feeding with low doses of β -glucans induced a decrease in TBARS levels in the hepatic and cardiac tissues of rainbow trout, and European whitefish. Similarly, 14 days of feeding graylings with low doses of β -glucans resulted in a decrease in the TBARS levels both in the hepatic and cardiac tissues. This study confirms that dietary β -glucan is beneficial for promoting growth and enhancing antioxidant capacity against oxidative stress in rainbow trout, European whitefish, and graylings. Indeed, we cautiously hypothesized that feeding low β -glucans doses may help to boost antioxidant function, especially by the decrease of biomarkers of lipid peroxidation in the hepatic and cardiac tissues of these fish.*

Keywords: β -glucans, oxidative stress, lipid peroxidation, *Thymallus thymallus*, *Oncorhynchus mykiss*, *Coregonus lavaretus*



Among the various immunostimulants used in aquaculture practice, one of the promising immunostimulants is β -glucan, which is a homopolysaccharide of a glucose molecule linked by a glycosidic bond. It forms the main components of the cell walls of some plants, fungi, bacteria, fungi, yeasts, and algae [17]. Antitumor, immunomodulatory, antimicrobial, antinociception, antiinflammatory, prebiotic, antioxidant, and antidiabetic are some of the different properties already described for β -glucans [8]. β -Glucans are a class of polysaccharides consisting of D-glucose units that are polymerized primarily *via* the β -1,3 glycosidic bonds, in addition to the β -1,4 and/or β -1,6 bonds [20]. Dietary β -glucans exert immunostimulatory and antitumor effects by acting on cells of the mucosal immune system *via* β -glucan receptors, such as dectin-1 [20]. The immunostimulatory activity of β -glucans occurs as a result of its attachment to specific receptors present on the immune cell surface [17].

In vitro, as well as *in vivo* animal and human studies demonstrate that especially β -glucans derived from fungi and yeast exhibit immunomodulatory properties [30]. Many studies have shown that β -glucan and mannan from yeast cell walls have the potential to replace antibiotics for the prevention and treatment of animal diseases, thereby reducing the development and spread of antibiotic-resistant bacterial pathogens [15]. β -Glucans appear to be effective at enhancing immune function and reducing susceptibility to infection and cancer [19].

In recent years, the effective immunomodulatory properties of β -Glucans derived from bacteria, fungi, algae, and plants have been extensively proved, not only in mammals but also in fish [30]. β -glucan naturally forms polysaccharides with glucose linked by β -glycosidic bonds [29] and can stimulate macrophages to actively fight against fish pathogens [6]. They can also enhance the activity of non-specific immune factors such as lysozyme and the complement system [11], alter immune cytokine-like gene expressions, such as tumor necrosis factor- α (TNF- α) and interleukin-1 β (IL-1 β) [17]. The β -glucan which forms a structural part of yeast, is able to generate immune activity in fish due to recognition by cellular receptors [16]. Non-digestible β -glucans may induce alterations in the composition of the gut microbiota and thereby indirectly influence the immune system and/or the bacterial community in the gut may help to digest non-digestible oligosaccharides such as β -glucans into short-chain fatty acids with a physiological effect of their own [21, 28].

Little is known about the biochemical changes in various tissues of salmonids after oral administration of β -glucan. The effects of dietary β -glucans on the general health status of three fish species (rainbow trout, European whitefish, grayling) as well as oxidative stress biomarkers in different tissues specifically should be explored. This prompted us to investigate the effects of dietary yeast β -1,3/1,6-D-glucans supplemented for a 14-day feeding period on liver function and the oxidative mechanisms underlying these effects. We assessed relevant lipid peroxidation in the hepatic and cardiac tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), European whitefish (*Coregonus lavaretus*), and graylings (*Thymallus thymallus*) after a 14-day period of supplementation with β -glucans.

Materials and methods. Fish and experimental design. Thirty healthy grayling (*Thymallus thymallus*) weighing 34.9 ± 1.9 g, thirty healthy rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) weighing 55.9 ± 2.1 g, and thirty healthy European whitefish (*Coregonus lavaretus*) weighing 43.3 ± 2.7 g were used in the experiments. The fish were kept in an indoor system with a supply of freshwater with adequate aeration and internal power filter. The water quality parameters were as follows: a temperature of 16 ± 2 °C, 12 ± 0.5 ppm of dissolved oxygen, and a pH value of 7.4–7.6. During the acclimation period (14 days), the fish were fed with a commercial basal diet at a rate of 1.5%



body weight (BW) four times a day. After acclimation, the fish were randomly divided into six groups kept in aerated 250-L square tanks containing dechlorinated tap water (70 fish per tank). One tank comprised one group. Natural photoperiod conditions were maintained throughout the feeding trial. The experimental part of the study was carried out in the Department of Salmonid Research, Stanislaw Sakowicz Inland Fisheries Institute (Rutki, Poland).

The groups were fed for 14 days as follows: the control groups comprising grayling ($n = 15$), rainbow trout ($n = 15$), and European whitefish ($n = 15$) received a control basal diet and the β -glucan groups were fed with the Yestimun[®] food product at a dose of 1% of the basal feed (with 85% of β -1.3/1.6-glucans, Leiber GmbH, Bramsche, Germany). The basal feed was supplemented with 1% of Yestimun[®] powder (dose: 1 kg per 99 kg, w/w). This insoluble and highly purified preparation contains natural polysaccharides, e.g. β -1,3/1,6-D-glucans derived from Spent Brewers' Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). Yeast cell walls typically contain approximately 30% of β -glucans of dry weight [27].

The survival rate of fish in the different treatment groups was recorded during the feeding trial. An increase in fish weight was observed as well. At the end of the 14-day feeding period, the fish were decapitated, and the liver and heart were dissected. Blood was sampled with plastic syringes from the caudal vein. The experiments were performed in duplicate.

Hepatic and cardiac tissue isolation. Tissue samples were removed from fish after decapitation. One fish was used for each homogenate preparation. Briefly, the liver and heart were excised, weighed, and washed in the ice-cold buffer. The minced tissue was rinsed clear of blood with ice-cold 100 mM Tris-HCl isolation buffer, homogenized in 10 vol. (v/w) in isolation buffer, and centrifuged at $3,000 \times g$ at 4°C for 10 min. The resulting supernatant was stored in a refrigerator at -22°C and used for analyses of enzyme activities and biomarkers of oxidative stress. The isolation buffer contained 100 mM Tris-HCl; the pH value was adjusted to 7.2 with HCl.

Biochemical assays. All enzymatic assays were carried out at $24 \pm 0.5^\circ\text{C}$ with the use of a Specol 11 spectrophotometer (Carl Zeiss Jena, Germany). The homogenate suspension was added to start the enzymatic reactions. The specific assay conditions are presented below. Each sample was analyzed in duplicate. The protein concentration in each sample was determined as in Bradford (1976) using bovine serum albumin as a standard [5].

2-Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS). Lipid peroxidation was determined in aliquots of 10% hepatic and cardiac tissue homogenates from the treated and control groups with the procedure developed by Kamyshnikov (2004). The absorbance of each aliquot was measured at 540 nm, and the lipid peroxidation level was expressed as nanomoles of TBARS formed per milligram of protein ($\text{nmol MDA} \cdot \text{mg}^{-1}$ protein) using a molar extinction coefficient of $1.56 \cdot 10^5 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ [14].

Statistical analysis. The basic statistical analysis was performed using the Statistica 13.3 package (TIBCO Software Inc.). The data were tested for homogeneity of variance using Levene's test of equality of error variances. Normality was checked with the Kolmogorov-Smirnov test. The results are expressed as mean \pm S.D. Significant differences among the means were measured with the use of a multiple range test at min. $P < 0.05$. Differences between the control and experimental groups were analyzed with MANOVA and Bonferroni's post-hoc test. Differences were considered significant at $P < 0.05$. Non-normally distributed data were log-transformed [31].

Results and discussion. Oral administration of β -glucan resulted in better growth performance in rainbow trout fry compared to fish fed the other diets. As the



healthy and positive growth of fish that are in the early stages of development guarantees successful production in the aquaculture industry, the age of fish used in our study was chosen.

Lipid peroxidation can be described broadly as the process by which oxidizing agents, such as free radicals or non-radical species, attack lipids containing carbon-carbon double bonds, especially polyunsaturated fatty acids (PUFAs) that involve hydrogen abstraction from carbon, with oxygen insertion resulting in lipid peroxy radicals and hydroperoxides [2]. Determining levels of MDA (malonaldehyde) by thiobarbituric acid reactive substances assay allows for measuring the levels of lipid peroxidation [13]. Levels of TBARS (nmol MDA·mg⁻¹ protein) in the cardiac and hepatic tissues of rainbow trout (*O. mykiss*), European whitefish (*C. lavaretus*), and grayling (*T. thymallus*) fed the β-glucan-supplemented diet were presented in Fig. 1.

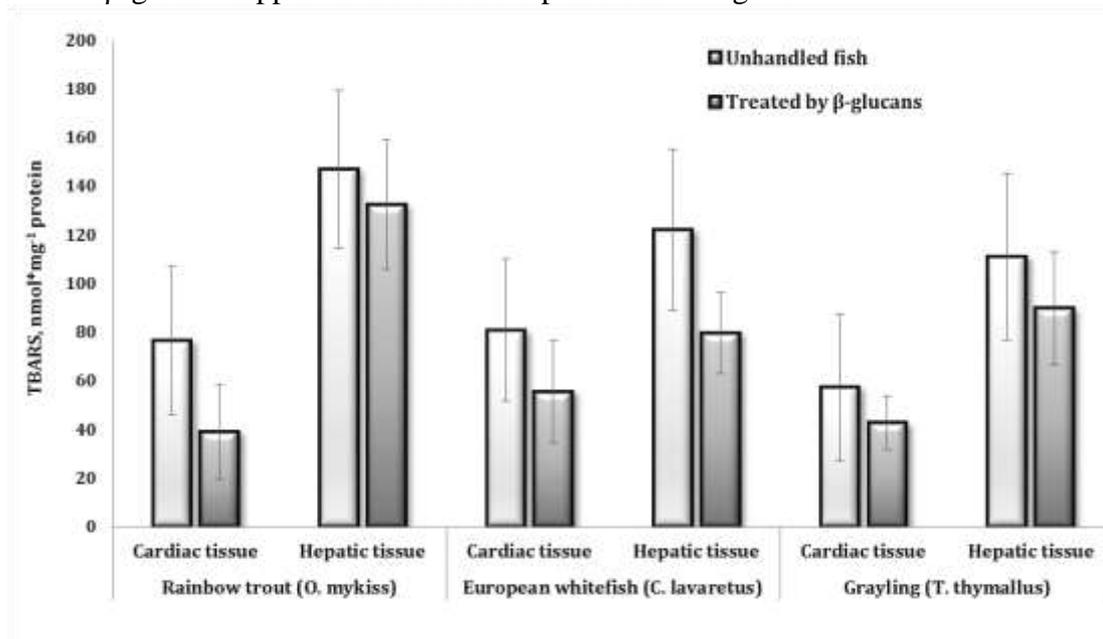


Fig. 1. Levels of TBARS (nmol MDA·mg⁻¹ protein) in the cardiac and hepatic tissues of rainbow trout (*O. mykiss*), European whitefish (*C. lavaretus*), and grayling (*T. thymallus*) fed the β-glucan-supplemented diet.

The results are expressed as mean ± S.D. Differences between the control and experimental groups were analyzed with MANOVA and Bonferroni's post-hoc test. Differences were considered significant at $P < 0.05$.

In the current study, the levels of lipid peroxidation-related biomarkers (TBARS) were evaluated. Our results showed that feeding with low doses of β-glucans induced a decrease in TBARS level in the hepatic tissue of rainbow trout to (132.41 ± 26.65 nmol·mg⁻¹ protein) compared to the untreated trout (147.03 ± 32.33 nmol·mg⁻¹ protein) (by 9.9%, $p > 0.05$). In the cardiac tissue, TBARS level was also decreased to (39 ± 19.55 nmol·mg⁻¹ protein) compared to the untreated trout (76.51 ± 30.29 nmol·mg⁻¹ protein) (by 49%, $p > 0.05$). In the hepatic tissue of European whitefish, the TBARS level was decreased to (79.59 ± 16.79 nmol·mg⁻¹ protein) compared to the untreated fish (122.05 ± 33.14 nmol·mg⁻¹ protein) (by 34.8%, $p > 0.05$) after 14 days of feeding with low doses of β-glucans. In the cardiac tissue, TBARS level was also decreased to (55.54 ± 20.76 nmol·mg⁻¹ protein) compared to the untreated group (80.74 ± 29.13 nmol·mg⁻¹ protein) (by 31.2%, $p > 0.05$). Similarly, 14 days of feeding graylings with low doses of β-glucans resulted in a decrease of the TBARS level in the hepatic tissue to (89.74 ± 23.44 nmol·mg⁻¹ protein) compared to the untreated



fish ($110.97 \pm 34.34 \text{ nmol}\cdot\text{mg}^{-1} \text{ protein}$) (by 19.1%, $p > 0.05$). In the cardiac tissue, TBARS level was also decreased to ($42.67 \pm 11.22 \text{ nmol}\cdot\text{mg}^{-1} \text{ protein}$) compared to the untreated group ($57.36 \pm 30.23 \text{ nmol}\cdot\text{mg}^{-1} \text{ protein}$) (by 25.6%, $p > 0.05$) (Fig. 1).

Similar to our results, several authors have reported that β -glucans such as yeast glucan obtained from *Saccharomyces cerevisiae* incorporated in fish feed increase the growth rate of certain species [1, 7, 18]. The aim of an immunostimulant treatment is to improve immune response and disease resistance but it may also help to counteract the immunosuppressive effects of stress. The results of Dietrich-Muszalska and co-workers (2011) indicated that β -glucan seems to have distinctly protective effects against the impairment of plasma lipid molecules. These researchers showed that in the presence of β -glucan, lipid peroxidation in plasma samples treated with haloperidol was significantly decreased. Moreover, they did not observe the synergistic action of β -glucan and amisulpride on the inhibition of plasma lipid peroxidation. However, the β -d-glucan was found to be a more effective antioxidant, than the solution of pure resveratrol [9]. β -Glucan as a potentially safe and effective dietary supplement may be used for a prolonged time for systemic photoprotection of humans [24]. β -1,3-glucans can extend the lifespan, delay the onset of age-related biomarkers and exert an antioxidant action on the aged fish, *Nothobranchius guentheri*. It also implies that β -1,3-glucans may be potentially useful for health care in the elderly, including the extension of the lifespan [26].

As already suggested in previous studies [10], desensitization of the stress axis to the prolonged β -glucans stimulation probably occurred as a result of hormonal feedback regulation. However, this may also correspond to physiological exhaustion, resulting in the fish's inability to mount an adequate stress response. This may be particularly true when considering the administration of higher doses of β -glucans since it could constitute a more intense stimulation. This might be the case in healthy fish fed the low doses of β -glucans given the absence of a significant stress response either at 15 or 30 days of feeding while up-regulation of stress-related genes was observed for lower doses (at least after 15 days). Soltanian and co-workers (2014) reached a similar conclusion when feeding striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) with several doses of β -glucans (0.5, 1, and 2%) and evaluating the effects of the supplementation on resistance to a subsequent cold shock stressor. These authors reported lower post-stress mortality in fish fed low β -glucans doses while values increased the following feeding with high doses of β -glucans, thereby demonstrating the deleterious effects of a β -glucans overdose and the importance of appropriate dosage and duration of the treatment [25].

The effects of β -glucan on oxidative stress, inflammation, and copper transport in two intestinal regions of large yellow croaker under acute copper stress were investigated by Zeng and co-workers (2018). Fish were injected with β -glucan at a dose of 0 or 5 mg kg⁻¹ body weight on 6, 4, and 2 days before being exposed to 0 and 368 $\mu\text{g Cu L}^{-1}$ for 48 h. Biochemical indicators (MDA, Cu content, MTs protein levels, Cu/Zn-SOD, CAT, and iNOS activities), gene expressions of oxidative stresses (Cu/Zn-SOD, CAT, Nrf2, MTs, and MTF-1), inflammatory responses (NF- κ B, iNOS, IL-1 β , IL-6, and TNF- α) and Cu transporters (ATP7A, ATP7B, and CTR1) were determined. In the anterior intestine, β -glucan increased MTs levels, activities of Cu/Zn-SOD, CAT, and iNOS, mRNA levels of MTs, CAT, iNOS, ATP7A, and ATP7B, and reduced Cu content and CTR1 gene expression to inhibit Cu-induced MDA. But β -glucan had no effect on inflammatory gene expressions. In the mid intestine, β -glucan increased activities of Cu/Zn-SOD and iNOS, mRNA levels of Cu/Zn-SOD, CAT, and iNOS to maintain MDA content. However, unlike the anterior intestine, β -glucan had no effect on Cu



transporter gene expressions. Furthermore, transcription factors (Nrf2, NF- κ B, and MTF-1) paralleled with their target genes in the mid-intestine, but no correlation was observed between NF- κ B and IL-1 β and TNF- α gene expressions in the anterior intestine. β -glucan induced oxidative stress, inflammation, and copper transport varied between the anterior and mid intestines of fish under Cu stress [32].

The dietary pulse administration of a microalga (*Phaeodactylum tricornutum*) 37% enriched- β -glucans extract might be used as a counter-measure in the context of gut inflammation, due to its immune-tolerant and anti-oxidative effects. The effects of dietary supplementation with β -glucans extracted from yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and microalga (*P. tricornutum*) on gene expression, oxidative stress biomarkers, and plasma immune parameters in gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles were evaluated by Reis and co-workers (2021). A practical commercial diet was used as the control (CTRL), and three others based on CTRL were further supplemented with different β -glucan extracts. One was derived from *S. cerevisiae* (diet MG) and two different extracts of 21% and 37% *P. tricornutum*-derived β -glucans (defined as Phaeo21 and Phaeo37), to give a final 0.06% β -glucan dietary concentration. Quadruplicate groups of 95 gilthead seabream (initial body weight: 4.1 ± 0.1 g) were fed to satiation three times a day for 8 weeks in a pulse-feeding regimen, with experimental diets intercalated with the CTRL dietary treatment every 2 weeks. After 8 weeks of feeding, all groups showed equal growth performance, and no changes were found in plasma innate immune status. Nonetheless, fish groups fed β -glucans supplemented diets showed an improved antioxidant status compared to those fed CTRL at both sampling points (i.e., 2 and 8 weeks). The intestinal gene expression analysis highlighted the immunomodulatory role of Phaeo37 diet after 8 weeks, inducing an immune tolerance effect in the gilthead seabream intestine, and a general down-regulation of immune-related gene expression [22].

Salah and co-workers (2017) evaluated the effect of different in-feed doses of β -1,3/1,6-glucans on the expression of antioxidant and stress-related genes (GST, HSP-70, Vtg), inflammation-related genes (IL-8, TNF α , CXC-chemokine, and CAS) and adaptive immune-related genes (MHC-II β , TLR-7, IgM-H, and Mx) of *Oreochromis niloticus* challenged and non-challenged with *Streptococcus iniae*. Six experimental groups were established: non-challenged control (non-supplemented diet), challenged control (non-supplemented diet), non-challenged supplemented with 0.1% β -glucan, challenged supplemented with 0.1% β -glucan, non-challenged supplemented with 0.2% β -glucan and challenged supplemented with 0.2% β -glucan. Fish were fed with β -glucan for 21 days prior challenge and then sampled after 1, 3, and 7 days post-challenge. In the non-challenged group, variable effects of the two doses of β -Glucans on the expression of the studied genes were observed; 0.1% induced higher expression of HSP70, CXC chemokine, MHC-II β , and MX genes. Meanwhile, 0.2% induced a better effect on the expression of Vtg, TNF- α , CAS, and IgM-H, and almost equal effects of both doses on GST and IL8. However, with the challenged group, 0.2% β -Glucans showed a better effect than 0.1% on day one post-challenge through significant up-regulation of GST, HSP, IL8, TNF- α , CXC, and MHC-II β , meanwhile, the effect of 0.1% was only on the expression of HSP70, MHC-II β , and TLR7 at day 3 post-challenge. No stimulatory role for both doses of β -Glucans on the expression of almost all genes at day 7 post-challenge. These researchers concluded that both doses of β -glucan can modulate the antioxidant, inflammation, stress, and immune-related genes in Nile tilapia, moreover, 0.2% β -Glucans showed a better protective effect with *Streptococcus iniae* challenge [23].

Glucans may be considered a potent protector against microwave radiation-induced cell damage. A significant decrease in the conjugated diene production, quanti-



fied as Klein oxidation index, was observed in the presence of a moderate amount of added glucan, as Babincová and co-workers (1999) demonstrated. The increase in the oxidation index was accompanied by enhanced carboxyfluorescein leakage as a result of liposome membrane destabilization. This process was markedly suppressed with glucan present in the liposome suspension [4]. Also, glucans as a potentially safe and effective dietary supplement may be used for a prolonged time for systemic photoprotection of humans [24]. β -glucans are antioxidants with the scavenging ability lying between that of alpha-tocopherol, which is known to be incorporated in the lipid bilayer, and the water-soluble antioxidant, mannitol [3]. β -D-glucan may serve as a source of bioactive compounds with effective antioxidant activity [12].

Conclusions. This study confirms that dietary β -glucan is beneficial for promoting growth and enhancing antioxidant capacity against oxidative stress in rainbow trout, European whitefish, and graylings. Indeed, we cautiously hypothesized that feeding low β -glucans doses may help to boost antioxidant function, especially by the decrease of biomarkers of lipid peroxidation in the hepatic and cardiac tissues of these fish.

References

1. Ai, Q., Mai, K., Zhang, L., Tan, B., Zhang, W., Xu, W., & Li, H. (2007). Effects of dietary beta-1, 3 glucan on innate immune response of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea*. *Fish & shellfish immunology*, 22(4), 394–402. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2006.06.011>.
2. Ayala, A., Muñoz, M. F., & Argüelles, S. (2014). Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2014, 360438. <https://doi.org/10.1155/2014/360438>.
3. Babincová, M., Bacová, Z., Machová, E., & Kogan, G. (2002). Antioxidant properties of carboxymethyl glucan: comparative analysis. *Journal of medicinal food*, 5(2), 79–83. <https://doi.org/10.1089/109662002760178159>.
4. Babincová, M., Machová, E., & Kogan, G. (1999). Carboxymethylated glucan inhibits lipid peroxidation in liposomes. *Zeitschrift fur Naturforschung. C, Journal of biosciences*, 54(12), 1084–1088. <https://doi.org/10.1515/znc-1999-1213>.
5. Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, 72, 248–254. <https://doi.org/10.1006/abio.1976.9999>.
6. Bridle, A. R., Carter, C. G., Morrison, R. N., & Nowak, B. F. (2005). The effect of beta-glucan administration on macrophage respiratory burst activity and Atlantic salmon, *Salmo salar* L., challenged with amoebic gill disease – evidence of inherent resistance. *Journal of fish diseases*, 28(6), 347–356. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2005.00636.x>.
7. Cook, M. T., Hayball, P. J., Hutchinson, W., Nowak, B. F., & Hayball, J. D. (2003). Administration of a commercial immunostimulant preparation, EcoActiva as a feed supplement enhances macrophage respiratory burst and the growth rate of snapper (*Pagrus auratus*, Sparidae (Bloch and Schneider)) in winter. *Fish & shellfish immunology*, 14(4), 333–345. <https://doi.org/10.1006/fsim.2002.0441>.
8. Dalonso, N., Goldman, G. H., & Gern, R. M. (2015). β -(1→3),(1→6)-Glucans: medicinal activities, characterization, biosynthesis and new horizons. *Applied microbiology and biotechnology*, 99(19), 7893–7906. <https://doi.org/10.1007/s00253-015-6849-x>.
9. Dietrich-Muszalska, A., Olas, B., Kontek, B., & Rabe-Jabłońska, J. (2011). Beta-glucan from *Saccharomyces cerevisiae* reduces plasma lipid peroxidation induced



by haloperidol. *International journal of biological macromolecules*, 49(1), 113–116. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2011.03.007>.

10. Douxfils, J., Fierro-Castro, C., Mandiki, S. N., Emile, W., Tort, L., & Kestemont, P. (2017). Dietary β -glucans differentially modulate immune and stress-related gene expression in lymphoid organs from healthy and *Aeromonas hydrophila*-infected rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish & shellfish immunology*, 63, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.02.027>.

11. Engstad, R. E., Robertsen, B., & Frivold, E. (1992). Yeast glucan induces increase in lysozyme and complement-mediated haemolytic activity in Atlantic salmon blood. *Fish & shellfish immunology*, 2, 287–297. [https://doi.org/10.1016/S1050-4648\(06\)80033-1](https://doi.org/10.1016/S1050-4648(06)80033-1).

12. Giese, E. C., Gascon, J., Anzelmo, G., Barbosa, A. M., da Cunha, M. A., & Dekker, R. F. (2015). Free-radical scavenging properties and antioxidant activities of botryosphaeran and some other β -D-glucans. *International journal of biological macromolecules*, 72, 125–130. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.07.046>.

13. Heras, R. L., Rodríguez-Gil, J. L., Sauto, J. S. S., Sánchez, P. S., & Catalá, M. (2018). Analysis of lipid peroxidation in animal and plant tissues as field-based biomarker in Mediterranean irrigated agroecosystems (Extremadura, Spain). *Journal of environmental science and health. Part. B, Pesticides, food contaminants, and agricultural wastes*, 53(9), 567–579. <https://doi.org/10.1080/03601234.2018.1473962>.

14. Kamyshnikov, V. S. (2004). *A reference book on the clinic and biochemical research and laboratory diagnostics*. MEDpress-inform, Moscow.

15. Liu, Y., Wu, Q., Wu, X., Algharib, S. A., Gong, F., Hu, J., Luo, W., Zhou, M., Pan, Y., Yan, Y., & Wang, Y. (2021). Structure, preparation, modification, and bioactivities of β -glucan and mannan from yeast cell wall: A review. *International journal of biological macromolecules*, 173, 445–456. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.01.125>.

16. Machuca, C., Méndez-Martínez, Y., Reyes-Becerril, M., & Angulo, C. (2022). Yeast β -Glucans as Fish Immunomodulators: A Review. *Animals: an open access journal from MDPI*, 12(16), 2154. <https://doi.org/10.3390/ani12162154>.

17. Meena, D. K., Das, P., Kumar, S., Mandal, S. C., Prusty, A. K., Singh, S. K., Akhtar, M. S., Behera, B. K., Kumar, K., Pal, A. K., & Mukherjee, S. C. (2013). Beta-glucan: an ideal immunostimulant in aquaculture (a review). *Fish physiology and biochemistry*, 39(3), 431–457. <https://doi.org/10.1007/s10695-012-9710-5>.

18. Misra, C. K., Das, B. K., Mukherjee, S. C., & Pattnaik, P. (2006). Effect of multiple injections of beta-glucan on non-specific immune response and disease resistance in *Labeo rohita* fingerlings. *Fish & shellfish immunology*, 20(3), 305–319. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2005.05.007>.

19. Murphy, E. A., Davis, J. M., & Carmichael, M. D. (2010). Immune modulating effects of β -glucan. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 13(6), 656–661. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32833f1afb>.

20. Nakashima, A., Yamada, K., Iwata, O., Sugimoto, R., Atsuji, K., Ogawa, T., Ishibashi-Ohgo, N., & Suzuki, K. (2018). β -Glucan in Foods and Its Physiological Functions. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 64(1), 8–17. <https://doi.org/10.3177/jnsv.64.8>.

21. Petit, J., & Wiegertjes, G. F. (2016). Long-lived effects of administering β -glucans: Indications for trained immunity in fish. *Developmental and comparative immunology*, 64, 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2016.03.003>.

22. Reis, B., Gonçalves, A. T., Santos, P., Sardinha, M., Conceição, L. E. C., Serradeiro, R., Pérez-Sánchez, J., Caldach-Giner, J., Schmid-Staiger, U., Frick, K., Di-



as, J., & Costas, B. (2021). Immune Status and Hepatic Antioxidant Capacity of Gilt-head Seabream *Sparus aurata* Juveniles Fed Yeast and Microalga Derived β -glucans. *Marine drugs*, 19(12), 653. <https://doi.org/10.3390/md19120653>.

23. Salah, A. S., El Nahas, A. F., & Mahmoud, S. (2017). Modulatory effect of different doses of β -1,3/1,6-glucan on the expression of antioxidant, inflammatory, stress and immune-related genes of *Oreochromis niloticus* challenged with *Streptococcus iniae*. *Fish & shellfish immunology*, 70, 204–213. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.09.008>.

24. Schronerová, K., Babinová, M., Machová, E., & Kogan, G. (2007). Carboxymethylated (1 \rightarrow 3)-beta-D-glucan protects liposomes against ultraviolet light-induced lipid peroxidation. *Journal of medicinal food*, 10(1), 189–193. <https://doi.org/10.1089/jmf.2006.260>.

25. Soltanian, S., Adloo, M. N., Hafeziyeh, M., & Ghadimi, N. (2014). Effect of β -Glucan on cold-stress resistance of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878). *Veterinární Medicína*, 59(9), 440–446. <https://doi.org/10.17221/7684-VETMED>.

26. Song, L., Zhou, Y., Ni, S., Wang, X., Yuan, J., Zhang, Y., & Zhang, S. (2020). Dietary Intake of β -Glucans Can Prolong Lifespan and Exert an Antioxidant Action on Aged Fish *Nothobranchius guentheri*. *Rejuvenation research*, 23(4), 293–301. <https://doi.org/10.1089/rej.2019.2223>.

27. Stier, H., Ebbeskotte, V., & Gruenwald, J. (2014). Immune-modulatory effects of dietary Yeast Beta-1,3/1,6-D-glucan. *Nutrition journal*, 13, 38. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-13-38>.

28. Swennen, K., Courtin, C. M., & Delcour, J. A. (2006). Non-digestible oligosaccharides with prebiotic properties. *Critical reviews in food science and nutrition*, 46(6), 459–471. <https://doi.org/10.1080/10408390500215746>.

29. Tokunaka, K., Ohno, N., Adachi, Y., Tanaka, S., Tamura, H., & Yado-mae, T. (2000). Immunopharmacological and immunotoxicological activities of a water-soluble (1 \rightarrow 3)-beta-D-glucan, CSBG from *Candida* spp. *International journal of immunopharmacology*, 22(5), 383–394. [https://doi.org/10.1016/s0192-0561\(99\)00093-4](https://doi.org/10.1016/s0192-0561(99)00093-4).

30. Volman, J. J., Ramakers, J. D., & Plat, J. (2008). Dietary modulation of immune function by beta-glucans. *Physiology & behavior*, 94(2), 276–284. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.11.045>.

31. Zar, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis*. 4th ed., Prentice Hall Inc., New Jersey.

32. Zeng, L., Wang, Y. H., Ai, C. X., & Zhang, J. S. (2018). Differential effects of β -glucan on oxidative stress, inflammation and copper transport in two intestinal regions of large yellow croaker *Larimichthys crocea* under acute copper stress. *Ecotoxicology and environmental safety*, 165, 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.08.098>.



ВПЛИВ ДІСТИЧНИХ β -1,3/1,6-ГЛЮКАНІВ З ДРІЖДЖІВ НА ПЕРЕКИСНЕ ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ У ПЕЧІНЦІ І СЕРЦІ РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ (*ONCORHYNCHUS MYKISS WALBAUM*), ЄВРОПЕЙСЬКОГО СИГА (*COREGONUS LAVARETUS L.*) І ХАРІУСА (*THYMALLUS THYMALLUS L.*)

Ткаченко Г., Курхалюк Н., Інститут біології наук про Землю, Поморська академія в Слупську, Польща.

Грудневська Й., Інститут рибальства імені Станіслава Саковича, Руткі, Жуково, Польща

Дістичні β -глюкани можуть бути корисним засобом для активізації імунної системи господаря та підвищення стійкості проти вторгнення патогенів. Це спонукало нас дослідити вплив β -1,3/1,6- D -глюканів з дріжджів, доданих до кормів протягом 14-денного періоду годування, на функціонування печінки та серця, а також на окиснювальні механізми, які лежать в основі ефектів β -глюканів. Ми оцінили перекисне окиснення ліпідів у печінці та серці райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*), європейського сига (*Coregonus lavaretus*) і харіуса (*Thymallus thymallus*) після 14-денного періоду прийому β -глюканів. У дослідях використовували 30 здорових харіусів масою $34,9 \pm 1,9$ г, 30 здорових райдужної форелі вагою $55,9 \pm 2,1$ г і 30 здорових європейських сигів масою $43,3 \pm 2,7$ г. Рибу годували комерційною дієтою з розрахунку 1,5% маси тіла чотири рази на день. Після акліматизації рибу розділили на шість груп. Групи годували протягом 14 днів наступним чином: контрольні групи, що склалися з харіуса ($n = 15$), райдужної форелі ($n = 15$) і сига ($n = 15$), отримували контрольну основну дієту, а групи, які отримували β -глюкан, годували харчовим продуктом Yestimun[®] у дозі 1% основного корму (з 85% β -1,3/1,6-глюканів, Leiber GmbH, Bramsche, Germany). Основний корм доповнювали 1% порошком Yestimun[®] (доза: 1 кг на 99 кг маси риби). Цей нерозчинний і високоочищений препарат містить природні полісахариди, β -1,3/1,6- D -глюкани, отримані з відпрацьованих пивних дріжджів (*Saccharomyces cerevisiae*). Клітинні стінки дріжджів зазвичай містять приблизно 30% β -глюканів. Наші результати показали, що годування низькими дозами β -глюканів викликало зниження рівня маркерів перекисного окиснення ліпідів (TBARS) у тканинах печінки та серця райдужної форелі та європейського сига. Подібним чином, 14-денне годування харіусів низькими дозами β -глюканів призвело до зниження рівня TBARS як у печінці, так і у серці. Це дослідження підтверджує, що β -глюкани є корисними для сприяння росту та посилення антиоксидантної здатності печінки і серця райдужної форелі, європейського сига та харіуса. Дійсно, ми припускаємо, що згодовування низьких доз β -глюканів може сприяти посиленню антиоксидантної функції, особливо за рахунок зниження біомаркерів перекисного окиснення ліпідів у печінці і серці цих видів риб.

Ключові слова: β -глюкани, окиснювальний стрес, перекисне окиснення ліпідів, *Thymallus thymallus*, *Oncorhynchus mykiss*, *Coregonus lavaretus*.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-26-36

UDC 58.85: 579.62: 639.2: 615.322: 639.309

ANTIBACTERIAL EFFICACY OF LEAF EXTRACTS DERIVED FROM *FICUS ELASTICA* ROXB. EX HORNEM. (MORACEAE) AND ITS CULTIVARS AGAINST *AEROMONAS SOBRIA* STRAIN

Tkachenko H., Doctor of Biological Sciences,
<https://orcid.org/0000-0003-3951-9005>

Kurhaluk N., Doctor of Biological Sciences,
<https://orcid.org/0000-0002-4669-1092>

Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk, Poland

Pėkala-Safińska A., Doctor of Biological Sciences
<https://orcid.org/0000-0002-5515-8329>

University of Life Sciences, Poznań, Poland

Buyun L., Doctor of Biological Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-9158-6451>

M. M. Gryshko National Botanic Garden, National Academy of Science of Ukraine,

Honcharenko V., Ph.D., <https://orcid.org/0000-0001-6888-2124>

Ivan Franko National University in Lviv, Lviv, Ukraine

Prokopiv A., Ph.D., <https://orcid.org/0000-0003-1690-4090>

Ivan Franko National University in Lviv, Lviv, Ukraine

Botanic Garden of Ivan Franko National University in Lviv, Lviv, Ukraine

The range of healing targets for particular Ficus species compiled from local medicines can be competitive with that of broad-spectrum traditional remedies. In the current study, we studied the antimicrobial activity of the ethanolic extracts derived from the leaves of Ficus elastica Roxb. ex Hornem. and its cultivars (F. elastica 'Rubra', 'Robusta', 'Burgundy', 'Variegata') against Aeromonas sobria to evaluate the possible use of this plant in preventing infections caused by this fish pathogen in aquaculture. The current study was conducted as a part of an ongoing project between five universities undertaken in the frame of a cooperation program aimed at the assessment of medicinal properties of tropical and subtropical plants, cultivated in vitro. The leaves of F. elastica and its cultivars, cultivated under glasshouse conditions, were sampled at M. M. Gryshko National Botanic Garden (NBG), National Academy of Science of Ukraine. Specifically, the leaves of F. elastica and its cultivars, i.e. F. elastica 'Rubra', 'Robusta', 'Burgundy', 'Variegata' were sampled for our study. Aeromonas sobria (K825) strain, originated from freshwater fish species such as common carp (Cyprinus carpio L.) and rainbow trout (Oncorhynchus mykiss Walbaum), respectively, was isolated in the Department of Fish Diseases, The National Veterinary Research Institute in Pulawy (Poland). Antimicrobial susceptibility of the tested Aeromonas sobria was performed by the Kirby-Bauer disc diffusion method (1966) according to the recommendations of the Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) (2014), with our some modifications. Our results of the antimicrobial screening revealed, that F. elastica and its cultivars possessed mild antibacterial properties against the A. sobria strain. The ethanolic extract obtained from leaves of F. elastica 'Variegata' exhibited the maximum antimicrobial activity against A. sobria. Thus, F. elastica and its cultivars (F. elastica 'Rubra', 'Robusta', 'Burgundy', 'Variegata') disclosed mild bioactivity, and this plant can be regarded as a potential source of antibacterial agents. The results of the current study provide a new perspective for the use of various species belonging to the Ficus genus as medicinal plants to improve the antibacterial responses in salmonid aquaculture.



Keywords: *Ficus elastica* Roxb. ex Hornem., extract, antimicrobial efficacy, Kirby-Bauer disk diffusion technique, fish pathogens, susceptibility, resistance.

In aquaculture, medicinal herbs and extracts are widely used for the treatment of aquatic animals. They are approved for their growth-promoting, anti-inflammatory and antioxidant properties. Herbal essential oils contain many bioactive components with potent antibacterial, antioxidant, and immune-boosting properties, suggesting their use in aquatic animals [9]. Moreover, the use of herbal medicines and their extracts can reduce oxidative stress caused by several stressors in fish farming. Accordingly, aquatic animals may acquire increased resistance to infectious pathogens and environmental stressors [1]. Plant powders and extracts are natural feed additives that, due to their bioactive compounds, including phenolic compounds, proteins, vitamins, and minerals, have anti-stress, antiviral, antibacterial, and antifungal effects on fish [32]. Some of these herbs are *Ficus* species that have a long history of use in traditional medicine.

Ficus has a long history of use by humans as a food source, in medicine, planting, and other industries and fields of human activity, partly owing to its great diversity and wide distribution range. Among popular ethnomedicinal uses of *Ficus* are treatments of skin damage, disorders of the digestive system and related organs, and parasitic infections. Besides these, the range of healing targets for particular *Ficus* species compiled from local medicines can be competitive with that of broad-spectrum traditional remedies [12].

Ficus elastica Roxb. ex Hornem. is a large monoecious evergreen (rarely deciduous) tree up to 30 m tall. The species is considered to naturally originate from NE India, Myanmar, Malay Peninsula, Sumatra, and Java, but is also commonly cultivated in that areas and throughout the world. It belongs to those species known as hemiepiphytes, which start life as an epiphyte in the crown of another tree and then send roots down to the ground enveloping the trunk of the host tree. Although usually occurring in forests, this species can also grow as a terrestrial tree or shrub in dry habitats such as cliffs and limestone hills. Its glabrous coriaceous spirally arranged leaves reach 10-40 cm in length and 5-22 cm in width; they are elliptic to oblong with an acuminate apex and cuneate to obtuse or rounded base. The pedunculate glabrous figs of 1-1.5 cm in diameter are born axillary or just below the leaves, in pairs or solitary, and turn yellow at maturity [3].

The latex of *F. elastica* showed significant antischistosomal activity [22]. Leaf extract of *F. elastica* is employed as a diuretic agent besides treating skin infections and allergies [18]. Standardized extracts of *F. elastica* could be used in traditional medicine for the treatment of wounds and other topical infections [14]. Mbosso Teinkela and co-workers (2018) revealed *in vitro* cell-growth inhibition activities by methanolic extract of *F. elastica* against *Plasmodium falciparum* strain 3D7 and *Trypanosoma brucei brucei*, as well as against HeLa human cervical carcinoma cells. At the 25 µg/mL concentration, the extract of *F. elastica* exhibited plasmodiacidal activity (IC₅₀ value of 9.5 µg/mL) and trypanocidal (IC₅₀ value of 0.9 µg/mL) activity. Extract presented low cytotoxic effects on the HeLa cancer cell line [13].

In the current study, we studied the antimicrobial activity of the ethanolic extracts derived from the leaves of *F. elastica* and its cultivars (*F. elastica* 'Rubra', 'Robusta', 'Burgundy', 'Variegata') against *Aeromonas sobria* to evaluate the possible use of this plant in preventing infections caused by this fish pathogen in aquaculture. The current study was conducted as a part of an ongoing project between the Institute of Biology and Earth Sciences (Pomeranian University in Słupsk, Poland), Faculty of Veterinary



Medicine and Animal Sciences, University of Life Sciences (Poznań, Poland), M.M. Gryshko National Botanic Gardens of National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine), and Ivan Franko National University in Lviv (Lviv, Ukraine) undertaken in the frame of cooperation program aimed at assessment of medicinal properties of tropical and subtropical plants, cultivated *in vitro*.

Materials and methods.

Collection of plant material and preparing plant extract. The leaves of *F. elastica* and its cultivars (Photo 1), cultivated under glasshouse conditions, were sampled at M.M. Gryshko National Botanic Garden (NBG), National Academy of Science of Ukraine. Specifically, the leaves of *F. elastica* and its cultivars, i.e. *F. elastica* 'Rubra', 'Robusta', 'Burgundy', 'Variegata' were sampled for our study.

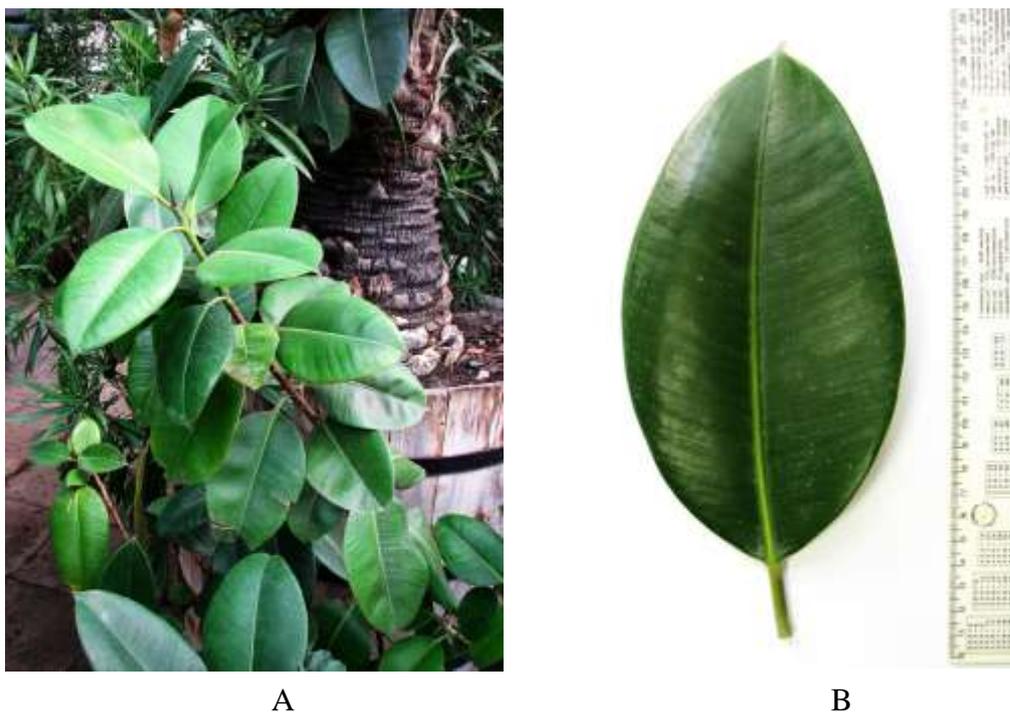


Fig. 1. General view of *Ficus elastica* plant (A) and a leaf of this plant (B).

Photo: Yevhen Sosnovsky

The sampled leaves were brought into the laboratory for antimicrobial studies. Freshly sampled leaves were washed, weighed, crushed, and homogenized in 96 % ethanol (in proportion 1:10) at room temperature, and centrifuged at 3,000 g for 5 minutes. Supernatants were stored at -20°C in bottles protected with laminated paper until required.

Bacterial strains for antimicrobial activity assay. *Aeromonas sobria* (K825) strain, originated from freshwater fish species such as common carp (*Cyprinus carpio* L.) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum), respectively, was isolated in the Department of Fish Diseases, The National Veterinary Research Institute in Pulawy (Poland). Bacteria were collected from fish exhibiting clinical disorders. Each isolate was inoculated onto trypticase soy agar (TSA) (BioMérieux Polska Sp. z o.o.) and incubated at 27°C ± 2°C for 24 h. Pure colonies were used for biochemical identifications, according to the manufacturer's instructions, except the temperature of incubation, which was at 27°C ± 1°C. The following identification systems were used in the study: API 20E, API 20NE, API 50CH (BioMérieux Polska Sp. z o.o.). Presumptive



Aeromonas isolates were further identified to the species level by restriction analysis of 16S rDNA genes amplified by polymerase chain reactions (PCR) [11].

Bacterial growth inhibition test of plant extracts by the disk diffusion method.

Antimicrobial susceptibility of the tested *Aeromonas sobria* was performed by the Kirby-Bauer disc diffusion method (1966) [2] according to the recommendations of the Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) (2014) [4, 5], with our some modifications. Each inoculum of particular bacteria species in the density of 0.5 McFarland was cultured on Mueller-Hinton agar. After inoculation of bacteria, a maximum of 5 wells per Petri dish with a diameter of 6 mm each was cut into the medium, and plant extracts were added to them. Plates were incubated for 24 h at $28 \pm 2^\circ\text{C}$ and the inhibition zones for each well were measured. For each extract, eight replicates were assayed. The plates were observed and photographs were taken. Zone diameters were determined and averaged. Ethanol (at 96% strength, POCH, Poland) as used to prepare the extracts was also used as the negative control for the microbiological study.

Statistical analysis. Statistical analysis of the data obtained was performed by employing the mean \pm standard error of the mean (S.E.M.). All variables were tested for normal distribution using the Kolmogorov-Smirnov test ($p > 0.05$). To find significant differences (significance level, $p < 0.05$) between groups, the Kruskal-Wallis test by ranks was applied to the data [31]. All statistical analyses were performed using STATISTICA 8.0 software (StatSoft, Poland). The following zone diameter criteria were used to assign susceptibility or resistance of bacteria to the phytochemicals tested: Susceptible (S) ≥ 15 mm, Intermediate (I) = 10–15 mm, and Resistant (R) ≤ 10 mm [15].

Results and discussion. Results on *in vitro* antimicrobial activity assessment of ethanolic extracts derived from leaves of *F. elastica* and its cultivars (*F. elastica* 'Rubra', 'Robusta', 'Burgundy', 'Variegata') against *Aeromonas sobria* strain expressed as a mean of diameters of inhibition zone is presented in Figure 1.

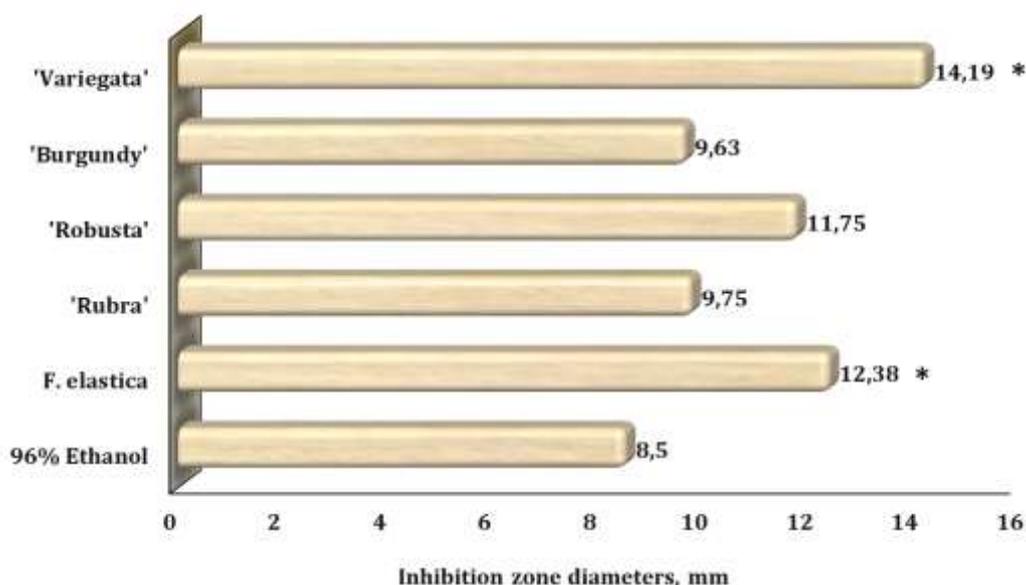


Fig. 1. The mean inhibition zone diameters induced by ethanolic extracts derived from leaves of *F. elastica* and its cultivars (*F. elastica* 'Rubra', 'Robusta', 'Burgundy', 'Variegata') against *Aeromonas sobria* strain (1000 μL inoculum) ($M \pm m$, $n = 8$).

*– changes are statistically significant compared to the 96% ethanol.



Our results of the antimicrobial screening revealed, that *F. elastica* and its cultivars possessed mild antibacterial properties against the *A. sobria* strain. The ethanolic extract obtained from leaves of *F. elastica* 'Variegata' exhibited the maximum antimicrobial activity against *A. sobria* (the mean of inhibition zone diameters was 14.19 ± 0.73 mm). *A. sobria* strain was susceptible to the *F. elastica* (12.38 ± 0.82 mm) and 'Robusta' (11.75 ± 0.53 mm). *A. sobria* strain was the most resistant to *F. elastica* 'Rubra' (9.75 ± 0.41 mm) and *F. elastica* 'Burgundy' (9.63 ± 0.38 mm) leaf extracts. Statistically significant increase in the mean inhibition zone diameters induced by ethanolic extracts derived from leaves of *F. elastica* and its cultivars was demonstrated for *F. elastica* (by 45.6%, $p < 0.05$) and *F. elastica* 'Variegata' (by 66.9%, $p < 0.05$) (Fig. 1).

Moreover, in our previous study [16], we evaluated the *in vitro* possible antioxidant effects of extracts derived from leaves of *F. elastica* and its cultivars (*F. elastica* 'Rubra', 'Robusta', 'Burgundy', 'Variegata') using oxidative stress biomarker [2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) as a biomarker of lipid peroxidation] using of human erythrocytes as a cell model after incubation with plant extracts in two doses (5 mg/mL and 0.5 mg/mL). Our results revealed that treatment of human erythrocytes by extracts derived from leaves of *F. elastica* and its cultivars 'Rubra' and 'Burgundy' in the dose of 0.5 mg/mL caused a statistically significant decrease of TBARS level by 27.3% ($p < 0.05$), 32.4% ($p < 0.05$), and 33.5% ($p < 0.05$), respectively. The increase in TBARS level was observed after the treatment of human erythrocytes by extracts derived from leaves of *F. elastica* 'Robusta' and 'Variegata' (by 12.3% and 9.3%, $p > 0.05$, respectively) compared to untreated controls. After treatment of human erythrocytes by extracts derived from leaves of *F. elastica* and its cultivars ('Rubra', 'Burgundy', and 'Robusta') in the dose 5 mg/mL, the increase of TBARS level (by 5.7%, 39.5%, 82%, and 87.5%, $p < 0.05$) was observed. Only extract derived from leaves of *F. elastica* 'Variegata' (5 mg/mL) caused the decrease in TBARS level (by 29.2% $p < 0.05$) compared to untreated controls. Among extracts studied (0.5 mg/mL), *F. elastica* 'Burgundy' exhibited the lowest TBARS level (decreased by 33.5%, $p < 0.05$) while in dose 5 mg/mL, *F. elastica* 'Variegata' decreased TBARS level by 29.2% ($p < 0.05$) [16].

We also evaluated the *in vitro* effect of extracts obtained from leaves of *Ficus elastica* and its cultivars (*F. elastica* 'Rubra', 'Robusta', 'Burgundy', 'Variegata') on the levels of aldehydic and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins in the muscle tissue of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) [28]. Our results revealed that the incubation of muscle tissue of rainbow trout with extracts derived from the leaves of *F. elastica* and its cultivars resulted in the same levels of aldehydic derivatives of OMP compared to the untreated samples. On the other hand, the levels of ketonic derivatives of OMP were statistically non-significant decreased to the values (12.83 ± 1.0 nmol/mg protein) for *F. elastica* extract, (12.03 ± 1.26 nmol/mg protein) for *F. elastica* 'Rubra' extract, (12.89 ± 1.25 nmol/mg protein) for *F. elastica* 'Robusta' extract, (11.81 ± 1.21 nmol/mg protein) for *F. elastica* 'Burgundy' extract, (12.39 ± 1.35 nmol/mg protein) for *F. elastica* 'Variegata' extract compared to the untreated samples (14.16 ± 1.02 nmol/mg protein). The percentage of decreased levels of ketonic derivatives of OMP in the muscle tissue of rainbow trout after incubation with extracts derived from leaves of *F. elastica* and its cultivars compared to the values of untreated controls was as follows: 9.4% for *F. elastica* extract, 15% for *F. elastica* 'Rubra' extract, 9% for *F. elastica* 'Robusta' extract, 16.6% for *F. elastica* 'Burgundy' extract, 12.5% for *F. elastica* 'Variegata' extract, respectively. Thus, two extracts derived from leaves of *F. elastica* 'Burgundy' and *F. elastica* 'Rubra' after incubation with muscle tissue of rainbow trout resulted in the maximum decrease in the levels of ketonic derivatives of



OMP. The present study ascertained the antioxidant potency of the extracts derived from the leaves of *F. elastica* and its cultivars as a potential source of natural antioxidants [28].

Many of our studies confirmed the antioxidant properties of *Ficus* plants against fish pathogens [17, 23-27, 29, 30]. In our previous study, we evaluated the antimicrobial activity of ethanolic extracts of *Ficus* plant species against *Aeromonas* strains [17]. As the average over the three *Aeromonas* species, the highest antimicrobial activity among all the tested ethanolic extracts was observed in *F. binnendijkii* leaves with inhibition zone diameters (IZD) of 23.75 ± 1.64 mm against *A. sobria*, 20.63 ± 1.45 mm against *A. hydrophila*, and 15.75 ± 0.80 mm against *A. salmonicida*. *F. craterostoma* extract was effective against *A. sobria* with an IZD of 15.25 ± 0.90 mm and against *A. salmonicida* with a zone of 15.25 ± 1.15 mm, while *F. deltoidea* extract was effective against *A. sobria* across 18.81 ± 1.25 mm and *A. salmonicida* across 20.13 ± 0.79 mm diameters. *F. hispida* extract inhibited *A. sobria* the best and showed an IZD of 25.56 ± 1.63 mm followed by the extracts of *F. binnendijkii* presenting an IZD of 23.75 ± 1.64 mm and *F. tinctoria* giving one of 22.5 ± 1.20 mm. The IZD results also showed that isolates of *A. sobria* revealed intermediate susceptibility to ethanolic extracts of *F. aspera*, *F. benjamina*, *F. elastica*, *F. formosana*, *F. johannis* subsp. *afghanistanica*, *F. natalensis* subsp. *leprieurii*, *F. religiosa*, *F. villosa*, and *F. virens*, which created mean IZDs ranging from 10 to 15 mm. The isolates appeared to be resistant to extracts of 18 *Ficus* species (43.9%), which only restricted growth in mean IZDs of less than 10 mm [17].

Therapeutic potential for the use of various plants of the *Ficus* genus in the control of bacterial diseases was evaluated against fish pathogens in *in vitro* study with promising results [23-27, 29, 30]. In our previous study, the *in vitro* antimicrobial activity of the ethanolic leaf extracts of various *Ficus* species against *Citrobacter freundii* was evaluated. The results proved that the extracts from *F. drupacea*, *F. septica*, *F. deltoidea*, as well as *F. hispida*, *F. mucoso*, *F. pumila*, *F. craterostoma*, exhibit favorable antibacterial activity against *C. freundii* (200 μ L of standardized inoculum) [24]. Our results also proved that the ethanolic extracts obtained from *F. pumila*, *F. binnendijkii* 'Amstel Gold', *F. carica*, *F. erecta*, *F. hispida*, *F. mucoso*, *F. palmeri*, *F. religiosa* possess considerably sufficient antibacterial potential against *C. freundii* [24]. Among various species of *Ficus* screened ethanolic extracts of the leaves of ten *Ficus* species: *F. hispida*, *F. binnendijkii*, *F. pumila*, *F. rubiginosa*, *F. erecta*, *F. erecta* var. *sieboldii*, *F. sur*, *F. benjamina*, *F. craterostoma*, *F. lyrata*, *F. palmeri* (the species are listed in the order of effectiveness against pathogen tested) were the most effective against *P. fluorescens* (200 μ L of standardized inoculum) [23]. Moreover, previous investigation has shown that the most effective against *P. fluorescens* (400 μ L of standardized inoculum) were the ethanolic extracts obtained from leaves of ten *Ficus* species: *F. craterostoma*, *F. cyathistipula*, *F. drupacea* 'Black Velvet', *F. hispida*, *F. macrophylla*, *F. mucoso*, *F. pumila*, *F. villosa* [27]. In our study, most ethanolic extracts derived from *Ficus* spp. proved effective against the bacterial strain of Gram-negative *A. hydrophila* tested, with 10-12 mm zones of inhibition being observed. *A. hydrophila* demonstrated the highest susceptibility to *F. pumila*. The highest antibacterial activity against *A. hydrophila* (200 μ L of standardized inoculum) was displayed by *F. benghalensis*, *F. benjamina*, *F. deltoidea*, *F. hispida*, *F. lyrata* leaf extracts [25]. Among various species of *Ficus* genus exhibiting moderate activity against *A. hydrophila* (400 μ L of standardized inoculum), the highest antibacterial activity was displayed by *F. benghalensis*, *F. benjamina*, *F. deltoidea*, *F. hispida*, *F. lyrata* leaf extracts [26, 30].

It is generally assumed that the antibacterial activity of various *Ficus* species can be explained due to the presence of secondary metabolites that are probably responsible



for the test organism's susceptibility to them. The main chemical classes of the phytochemical compounds occurring in the extracts, obtained from the plants belonging to the genus *Ficus*, are alkaloids, anthocyanins, balsams, carbohydrates, flavonoids, free anthraquinones, tannins, glycosides, amino acids, organic acids, fatty acids, terpenes, resins, phytosterols, aliphatic alcohols, volatile components and saponins [10, 20, 21]. The presence of alkaloids and flavonoids both reveals their activity against pathogenic bacteria and suggests a role in the limitation of fungal infection, given that many flavonoids exhibit antifungal activity [7]. Among polyphenols, flavan-3-ols, flavonols, and tannins received the most attention due to their wide spectrum and higher antimicrobial activity in comparison with other polyphenols, and to the fact that most of them are able to suppress a number of microbial virulence factors (such as inhibition of biofilm formation, reduction of host ligands adhesion, and neutralization of bacterial toxins) and show synergism with antibiotics [8]. Furthermore, it is interesting that antibacterial flavonoids might be having multiple cellular targets, rather than one specific site of action. One of their molecular actions is to form a complex with proteins through nonspecific forces such as hydrogen bonding and hydrophobic effects, as well as by covalent bond formation [6]. The B ring of the flavonoids may intercalate or form a hydrogen bond with the stacking of nucleic acid bases and further lead to the inhibition of DNA and RNA synthesis in bacteria. Thus, their mode of antimicrobial action may be related to their ability to inactivate microbial adhesins, enzymes, cell envelope transport proteins, and so forth. Lipophilic flavonoids may also disrupt microbial membranes [6].

The results of Sackeyfio and Lugeleka (1986) indicated that *F. elastica* is a good source of antioxidants with a high anti-inflammatory effect. Sackeyfio and Lugeleka (1986) have been carried out to determine whether the aqueous extract of *F. elastica* is active as an anti-inflammatory agent in carrageenin-induced edema and adjuvant-induced arthritis in the rat. This investigation was prompted by the fact that practitioners of herbal medicine in West Africa use the plant for the treatment of muscle and joint pain. The results of the investigation clearly indicated that orally administered *F. elastica* extract markedly inhibited the experimentally induced inflammation in the two test models. This effect of *F. elastica* was very similar to that of indomethacin. Thus, in the carrageenin-induced edema, *F. elastica* (2-10 mg/kg) and indomethacin (1-5 mg/kg) produced inhibition of the magnitude of 5.41-68.92% and 27.03-69.26%, respectively. Similarly, both the extract of *F. elastica* and indomethacin inhibited the primary as well as the secondary lesions of adjuvant arthritis in the rat [19].

Conclusions. In the current study, we studied the antimicrobial activity of the ethanolic extracts of *F. elastica* and its cultivars (*F. elastica* 'Rubra', 'Robusta', 'Burgundy', 'Variegata') against *Aeromonas sobria* to evaluate the possible use of this plant in preventing infections caused by this fish pathogen in aquaculture. Our results of the antimicrobial screening revealed, that *F. elastica* and its cultivars possessed mild antibacterial properties against the *A. sobria* strain. The ethanolic extract obtained from leaves of *F. elastica* 'Variegata' exhibited the maximum antimicrobial activity against *A. sobria*. Thus, *F. elastica* and its cultivars (*F. elastica* 'Rubra', 'Robusta', 'Burgundy', 'Variegata') disclosed mild bioactivity, and this plant can be regarded as a potential source of antibacterial agents. The results of the current study provide a new perspective for the use of various species belonging to the *Ficus* genus as medicinal plants to improve the antibacterial responses in salmonid aquaculture. *The authors are grateful to The Visegrad Fund for supporting our study.*



References

1. Ahmadifar, E., Pourmohammadi Fallah, H., Yousefi, M., Dawood, M. A. O., Hoseinifar, S. H., Adineh, H., Yilmaz, S., Paolucci, M., & Doan, H. V. (2021). The Gene Regulatory Roles of Herbal Extracts on the Growth, Immune System, and Reproduction of Fish. *Animals: an open access journal from MDPI*, 11(8), 2167. <https://doi.org/10.3390/ani11082167>.
2. Bauer, A. W., Kirby, W. M., Sherris, J. C., & Turck, M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American journal of clinical pathology*, 45(4), 493–496.
3. Berg C. C., Corner E. J. H. 2005. Moraceae (*Ficus*). In: Noteboom H. P. (ed.) *Flora Malesiana*, Ser. 1, Vol. 17, Part 2. National Herbarium Nederland, Leiden, pp. 1-730.
4. *Clinical and Laboratory Standards Institute: VET03-/VET04-S2* Performance standards for antimicrobial susceptibility testing of bacteria isolated from aquatic animals, Second Informational Supplement. Vol. 34, No. 15. CLSI, Wayne, 2014.
5. *Clinical and Laboratory Standards Institute: VET03-A: Methods for antimicrobial disk susceptibility testing of bacteria isolated from aquatic animals; Approved Guideline*. Vol. 26, No. 23. CLSI, Wayne, 2006.
6. Cowan M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 564–582. <https://doi.org/10.1128/CMR.12.4.564>.
7. Cushnie, T. P., & Lamb, A. J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *International journal of antimicrobial agents*, 26(5), 343–356. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2005.09.002>.
8. Daglia M. (2012). Polyphenols as antimicrobial agents. *Current opinion in biotechnology*, 23(2), 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2011.08.007>.
9. Dawood, M. A. O., El Basuini, M. F., Yilmaz, S., Abdel-Latif, H. M. R., Alagawany, M., Kari, Z. A., Abdul Razab, M. K. A., Hamid, N. K. A., Moonmanee, T., & Van Doan, H. (2022). Exploring the Roles of Dietary Herbal Essential Oils in Aquaculture: A Review. *Animals: an open access journal from MDPI*, 12(7), 823. <https://doi.org/10.3390/ani12070823>.
10. Hajam, T. A., & Saleem, H. (2022). Phytochemistry, biological activities, industrial and traditional uses of fig (*Ficus carica*): A review. *Chemico-biological interactions*, 368, 110237. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2022.110237>.
11. Kozińska, A. (2007). Dominant pathogenic species of mesophilic aeromonads isolated from diseased and healthy fish cultured in Poland. *Journal of fish diseases*, 30(5), 293–301. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2007.00813.x>.
12. Lansky, E. P., Paavilainen, H. M. (2011). Figs: the genus *Ficus*. In: Hardman R. (ed.) *Traditional herbal medicines for modern times*, Vol. 9. CRC Press, Boca Raton, pp. 1-357.
13. Mbossso Teinkela, J. E., Siwe Noundou, X., Nguemfo, E. L., Meyer, F., Wintjens, R., Isaacs, M., Mpondo Mpondo, A. E., Hoppe, H. C., Krause, R. W. M., & Azebaze, A. G. B. (2018). Biological activities of plant extracts from *Ficus elastica* and *Selaginella vogelli*: An antimalarial, antitrypanosomal and cytotoxicity evaluation. *Saudi journal of biological sciences*, 25(1), 117–122. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.07.002>.
14. Mbossso, E. J., Nguedia, J. C., Meyer, F., Lenta, B. N., Ngouela, S., Lallemand, B., Mathieu, V., Antwerpen, P. V., Njunda, A. L., Adiogo, D., Tsamo, E., Looze, Y., Kiss, R., & Wintjens, R. (2012). Ceramide, cerebroside and triterpenoid saponin from the bark of aerial roots of *Ficus elastica* (Moraceae). *Phytochemistry*, 83, 95–103. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2012.07.010>.



15. Okoth, D. A., Chenia, H. Y., & Koorbanally, N. A. (2013). Antibacterial and antioxidant activities of flavonoids from *Lannea alata* (Engl.) Engl. (Anacardiaceae). *Phytochemistry Letters*, 6, 476–481, <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2013.06.003>.
16. Opryshko, M., Maryniuk, M., Gyrenko, O., Tkachenko, H., Kurhaluk, N., Buyun, L., Honcharenko, V., & Prokopiv, A. (2020). Dose-dependent assessment of the possible antioxidant effects of extracts derived from leaves of *Ficus elastica* Roxb. ex Hornem. and its cultivars. In: *Youth and Progress of Biology: Abstracts of XVI International Scientific Conference for Students and Ph.D. Students, dedicated to the 75th anniversary of the faculty of biology of Ivan Franko National University of Lviv and 90th anniversary from the birthday of prof. M.P. Derkach* (Lviv, April 27–29, 2020). Lviv. 44-45.
17. Pękala-Safińska, A., Tkachenko, H., Kurhaluk, N., Buyun, L., Osadowski, Z., Honcharenko, V., & Prokopiv, A. (2021). Studies on The Inhibitory Properties of Leaf Ethanolic Extracts Obtained from *Ficus* (Moraceae) Species Against *Aeromonas* Spp. Strains. *Journal of veterinary research*, 65(1), 59–66. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2021-0007>.
18. Phan, V. K., Chau, V. M., Nguyen, X. N., Bui, H. T., Tran, H. Q., Hoang, L. T. A., Nguyen, X. C., Truong, N. H., Seung, H. K., Jin, K. K., Hae-Dong, J., Young, H. K. (2012). Chemical constituents of the *Ficus elastica* leaves and their antioxidant activities. *Bulletin of the Korean Chemical Society*, 33, 3461–3464.
19. Sackeyfio, A. C., & Lugeleka, O. M. (1986). The anti-inflammatory effect of a crude aqueous extract of the root bark of "*Ficus elastica*" in the rat. *Archives internationales de pharmacodynamie et de therapie*, 281(1), 169–176.
20. Salehi, B., Prakash Mishra, A., Nigam, M., Karazhan, N., Shukla, I., Kiełtyka-Dadasiewicz, A., Sawicka, B., Głowacka, A., Abu-Darwish, M. S., Hussein Tarawneh, A., Gadetskaya, A. V., Cabral, C., Salgueiro, L., Victoriano, M., Martorell, M., Docea, A. O., Abdolshahi, A., Calina, D., & Sharifi-Rad, J. (2021). *Ficus* plants: State of the art from a phytochemical, pharmacological, and toxicological perspective. *Phytotherapy research: PTR*, 35(3), 1187–1217. <https://doi.org/10.1002/ptr.6884>.
21. Salem, M. Z. M., Salem, A. Z. M., Camacho, L. M., & Ali, H. M. (2013). Antimicrobial activities and phytochemical composition of extracts of *Ficus* species: An overview. *African Journal of Microbiology Research*, 7(33), 4207–4219. <https://doi.org/10.5897/AJMR2013.5570>.
22. Seif el-Din, S. H., El-Lakkany, N. M., Mohamed, M. A., Hamed, M. M., Sterner, O., & Botros, S. S. (2014). Potential effect of the medicinal plants *Calotropis procera*, *Ficus elastica* and *Zingiber officinale* against *Schistosoma mansoni* in mice. *Pharmaceutical biology*, 52(2), 144–150. <https://doi.org/10.3109/13880209.2013.818041>.
23. Tkachenko, H., Buyun, L., Terech-Majewska, E., Osadowski, O., Sosnovskyi, Y., Honcharenko, V., & Prokopiv, A. (2016). *In vitro* antibacterial efficacy of *Ficus* spp. against fish pathogen, *Pseudomonas fluorescens*. In: *International Forum "The Current State and Prospects for the Development of Aquaculture in the Caspian Region"*, dedicated to the 85th anniversary of Dagestan State University and the 75th anniversary of Professor F. Magomayev. Ed. F. Magomayev, S. Chalayeva, S. Kurbanova, A. Shakhnazova (Makhachkala, 17-19 October, 2016) Makhachkala, Printing house IPE RD. 182-189.
24. Tkachenko, H., Buyun, L., Terech-Majewska, E., Osadowski, Z. (2016). Antibacterial activity of ethanolic leaf extracts obtained from various *Ficus* species



(Moraceae) against the fish pathogen, *Citrobacter freundii*. *Baltic Coastal Zone – Journal of Ecology and Protection of the Coastline*, 20, 117–136.

25. Tkachenko, H., Buyun, L., Terech-Majewska, E., & Osadowski, Z. (2016). *In vitro* antimicrobial activity of ethanolic extracts obtained from *Ficus* spp. leaves against the fish pathogen *Aeromonas hydrophila*. *Archives of Polish Fisheries*, 24, 219–230. <https://doi.org/10.1515/aopf-2016-0019>

26. Tkachenko, H., Buyun, L., Terech-Majewska, E., Osadowski, Z., Sosnovskyi, Y., Honcharenko, V., Prokopiv, A. (2016). The antimicrobial activity of some ethanolic extracts obtained from *Ficus* spp. leaves against *Aeromonas hydrophila*. *Trudy VNIRO*, 162, 172–183.

27. Tkachenko, H., Buyun, L., Terech-Majewska, E., Osadowski, Z., Sosnovskyi, Y., Honcharenko, V., & Prokopiv, A. (2016). *In vitro* antibacterial efficacy of various ethanolic extracts obtained from *Ficus* spp. leaves against fish pathogen, *Pseudomonas fluorescens*. In: *Globalisation and regional environment protection. Technique, technology, ecology*. Eds Tadeusz Noch, Wioleta Mikołajczewska, Alicja Wesołowska. Gdańsk, Gdańsk High School Publ., 265-286.

28. Tkachenko, H., Kurhaluk, N., Buyun, L., Honcharenko, V., & Prokopiv, A. (2022). Carbonyl derivatives of oxidatively modified proteins in the muscle tissue of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) after *in vitro* incubation with extracts derived from leaves of *Ficus elastica* Roxb. ex Hornem. (Moraceae) and its cultivars. In: *Medicinal Herbs: from Past Experience to New Technologies: Proceedings of Tenth International Scientific and Practical Conference, November, 21-22, 2022, Poltava State Agrarian University, Poltava*. 161-166. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7493011>.

29. Tkachenko, H., Pękala-Safińska, A., Buyun, L., & Kurhaluk, N. (2022). A comparative assessment of the antibacterial activity of extracts derived from leaves of various *Ficus* species (Moraceae) against fish pathogens. *Fisheries & Aquatic Life*, 30(4), 217–231. <https://doi.org/10.2478/aopf-2022-0021>.

30. Tkachenko, H., Buyun, L., Terech-Majewska, E., Sosnovskyi, Y., Honcharenko, V., & Prokopiv, A. (2016). *In vitro* inhibition of *Aeromonas hydrophila* growth by ethanolic extracts obtained from leaves of various *Ficus* species (Moraceae). Proceedings of V scientific and practical conference of International Association of Parasitologists "Parasitic systems and parasitocoenoses of animals", June 24-27, 2016, Vytebsk, Republic Belarus, Vytebsk. 231-234.

31. Zar, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis*. 4th ed., Prentice Hall Inc., New Jersey.

32. Zare, M., Esmaeili, N., Paolacci, S., & Stejskal, V. (2023). Nettle (*Urtica dioica*) Additive as a Growth Promoter and Immune Stimulator in Fish. *Aquaculture nutrition*, 2023, 8261473. <https://doi.org/10.1155/2023/8261473>.



АНТИБАКТЕРІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСТРАКТІВ ЛИСТЯ,
ОТРИМАНИХ З *FICUS ELASTICA ROXB. EX HORNEM. (MORACEAE)* ТА ЙОГО
КУЛЬТИВАРІВ ЩОДО ШТАМУ *AEROMONAS SOBRIA*

Ткаченко Г., Кургалюк Н., Інститут біології та наук про Землю, Поморський університет у Слупську, Польща.

Пенкала-Сафінська А., Університет природничих наук, Познань, Польща.

Буюн Л., Національний ботанічний сад імені М. М. Гришко НАН України.

Гончаренко В., Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна.

Прокопів А., Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна, Ботанічний сад Львівського національного університету імені Івана Франка, Львів, Україна

У цьому дослідженні вивчали антимікробну активність спиртових екстрактів, отриманих з листя *Ficus elastica Roxb. ex Hornem.* та його сортів (*F. elastica 'Rubra'*, *'Robusta'*, *'Burgundy'*, *'Variegata'*) щодо *Aeromonas sobria*, щоб оцінити можливе використання цієї рослини для запобігання інфекціям у риб, спричиненим цим збудником в аквакультурі. Поточне дослідження було проведено в рамках проекту між п'ятьма університетами, який здійснюється в рамках програми співпраці, спрямованої на оцінку лікувальних властивостей тропічних і субтропічних рослин, культивованих *in vitro*. Зразки листя *F. elastica* та його сортів, культивованих у тепличних умовах, відбирали у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришко (НБС) НАН України. Зокрема, були відібрані зразки листя *F. elastica* та його сортів, наприклад *F. elastica 'Rubra'*, *'Robusta'*, *'Burgundy'*, *'Variegata'*. Штам *Aeromonas sobria* (K825), що походив від прісноводних видів риб, таких як звичайний корон (*Syrprinus carpio L.*) і райдужна форель (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*), відповідно, був виділений у Відділі хвороб риб Національного ветеринарного науково-дослідного інституту в Пулавах (Польща). Антимікробну чутливість досліджуваного штаму *Aeromonas sobria* проводили методом дискової дифузії Кірбі-Бауера (1966) згідно з рекомендаціями Інституту клінічних і лабораторних стандартів (CLSI, 2014) з нашими деякими модифікаціями. Наші результати антимікробного скринінгу показали, що *F. elastica* та його сорти володіють помірними антибактеріальними властивостями щодо штаму *A. sobria*. Найбільш виражену антимікробну активність щодо *A. sobria* проявив спиртовий екстракт, отриманий із листя *F. elastica 'Variegata'*. Зокрема, *F. elastica* та його сорти (*F. elastica 'Rubra'*, *'Robusta'*, *'Burgundy'*, *'Variegata'*) проявляють помірну біоактивність. Отже, цю рослину можна розглядати як потенційне джерело антибактеріальних препаратів. Результати поточного дослідження відкривають нову перспективу для використання різних видів, що належать до роду *Ficus*, як лікарських рослин з антибактеріальними властивостями з метою використання в аквакультурі лососевих риб.

Ключові слова: *Ficus elastica Roxb. ex Hornem.*, екстракти, антимікробна ефективність, методика дискової дифузії Кірбі-Бауера, патогени риб, чутливість, резистентність.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-37-51

УДК 636.2.034.061.082

ВПЛИВ ТИПУ БУДОВИ ТІЛА КОРІВ НА ЇХ НАДІЙ ТА ЯКІСТЬ МОЛОКА

Адмін О. Є., к. с.-г. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0002-5070-8926>Адміна Н. Г., к. с.-г. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0001-5224-2640>Помітун І. А., д. с.-г. н., проф. <https://orcid.org/0000-0002-7743-3600>

Філіпенко І. Д.

Інститут тваринництва НААН

У представленій статті наведено результати оцінки типу будови тіла первісток української чорно-рябої молочної породи, встановлено вплив лінійних ознак будови тіла та вимені на їх надій та якість молока, а також визначено зв'язки між цими показниками у вигляді регресійних рівнянь. Виявлено, що середньодобовий надій корів вірогідно корелював з їх ростом, глибиною тулубу, шириною заду, заднім прикріпленням вимені, центральною зв'язкою, глибиною вимені. Середній вміст масової частки жиру в молоці мав вірогідний кореляційний зв'язок із оцінкою заднього прикріплення вимені та центральної зв'язки, тоді як середній вміст масової частки білка вірогідно корелював з оцінкою їх росту, ширини грудей, глибини тулубу, ширини заду та переднього прикріплення вимені, що вказує на наявність слабких позитивних зв'язків між цими показниками. Вірогідний кореляційний зв'язок середнього вмісту соматичних клітин із лінійною оцінкою показників типу будови тіла був встановлений лише з оцінкою глибини вимені, центральної зв'язки вимені та розміщення задніх дійок. У процесі досліджень виявлено, що на середньодобові надої первісток вірогідний вплив мали такі ознаки лінійної оцінки типу будови тіла: ріст, ширина грудей, кутастість, ширина заду, заднє прикріплення вимені, глибина вимені, центральна зв'язка та розміщення задніх дійок. За результатами досліджень розроблено регресійну модель прогнозування середньодобових надоїв корів-первісток за значеннями показників лінійної оцінки типу будови тіла корів, що дасть змогу на другому місяці лактації приймати рішення щодо доцільності подальшого їх використання. Обґрунтовані моделі для прогнозування масових часток жиру та білка в молоці необхідно використовувати за оцінки первісток як допоміжні. Також за значеннями показників лінійної оцінки типу будови тіла корів створено моделі для прогнозування кількості випадків захворювання на мастит у первісток та вмісту соматичних клітин у молоці.

Ключові слова: **молочні корови, будова тіла, лінійна оцінка, добовий надій, масові частки білка і жиру, соматичні клітини, регресійна модель.**

Класифікація корів за екстер'єрним типом є однією із вимог селекційного процесу в удосконаленні існуючих порід і типів молочної худоби. Установлено, що лінійні ознаки на сучасному етапі селекції мають високу успадкованість і реєструюся в єдиній базі оцінки, що робить їх надійними і відносно дешевими показниками, які включено до селекційних індексів [1-4].

Практикою селекційної роботи з великою рогатою худобою доведено, що добре виражені породна типовість, конституційна міцність, екстер'єрні якості будови тіла та вимені обумовлюють високу продуктивність, життєздатність та довголіття тварин. Тому методи лінійної класифікації використовують для кількісної



оцінки їх екстер'єрного типу. На широких можливостях застосування цього методу індивідуальної оцінки корів та оцінки бугаїв-плідників за якістю потомства наголошує ряд вчених [5-8].

Дослідженнями виявлено зв'язок більшості лінійних ознак корів із показниками їх молочної продуктивності, тривалості та економічної ефективності використання. Як свідчить досвід країн із високорозвиненим скотарством, розробка і практичне використання новітніх методів оцінки типу є ваговою складовою у визначенні плеємної цінності тварин, дає змогу істотно підвищити ефективність селекції шляхом відбору корів за типом і подовжити терміни їх господарського використання [9-11].

Результати досліджень вітчизняних вчених [12-16] також підтверджують наявність різноспрямованого та різного за величиною кореляційного зв'язку між окремими параметрами лінійної оцінки та господарськи-корисними ознаками тварин. У всіх країнах із розвиненим скотарством в селекційний процес впроваджено уніфіковану систему оцінки типу будови тіла молочних корів. Ця робота здійснюється на високому методичному рівні й скоординована в міжнародному масштабі. Зі вступом України до Міжнародного комітету з реєстрації тварин (ICAR) оцінка за екстер'єром молочних корів, згідно з його вимогами є актуальним завданням.

У зв'язку з цим **метою** дослідження було оцінити екстер'єр первісток, встановити вплив лінійних ознак будови тіла та вимені корів на їх надій та якість молока, а також визначити зв'язки між цими параметрами.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження виконували на стаді плеємного заводу із розведення української чорно-рябої молочної породи державного підприємства дослідного господарства „Гонтарівка” Інституту тваринництва НААН Харківської області упродовж 2015-2020 рр. Середньорічний надій у господарстві за період досліджень становив 6500–7000 кг молока на корову, з вмістом масових часток жиру 3,9–4,1 % і білка 3,2–3,3 %. У господарстві використовують бугаїв-плідників, перевірених за якістю нащадків закордонної селекції. Лінійну класифікацію типу будови тіла корів-первісток проводили на 2–4 місяцях лактації, згідно з вимогами міжнародної шкали ICAR [17] за двома системами: лінійний опис окремих ознак екстер'єру та оцінка комплексних ознак типу за 100-бальною шкалою. Оцінку корів за молочною продуктивністю здійснювали за матеріалами плеємного обліку. Вміст соматичних клітин у молоці визначали в умовах лабораторії з оцінки якості кормів та продуктів тваринного походження Інституту тваринництва НААН на обладнанні фірми Bentley. Середньодобовий надій, вміст масових часток жиру, білка та соматичних клітин установлювали за даними контрольних доїнь. Частку випадків захворювання первісток розраховували як відношення кількості контрольних доїнь з вмістом соматичних клітин більше 500 тис/см³ до загальної кількості контрольних доїнь. Цей показник обчислювали лише для первісток, які мали більше 4-х контрольних доїнь. Опрацювання експериментальних даних проводили за основними статистичними методами (кореляційний, дисперсійний та регресійний аналізи). За проведення факторного аналізу групу з кількістю спостережень менше п'яти об'єднували з сусідньою. Оскільки кількість соматичних клітин в молоці має досить значний асиметричний розподіл, а його дисперсії серед популяцій та груп неоднорідні, то оцінку кількості соматичних клітин визначали логарифмічним перетворенням [18].

Результати досліджень. Мінімальні, максимальні та середні значення показників лінійної оцінки, середньодобових надоїв та якості молока корів-первісток української чорно-рябої молочної породи ДП ДГ „Гонтарівка” Харківської області наведено в табл. 1.



Аналіз оцінки результатів описових ознак екстер'єру свідчить про те, що оцінені тварини, в основному, мали високий ріст, достатню ширину грудей та крижів, добре виражені молочні форми. Однак, у стаді були тварини із недостатньо міцним переднім та заднім прикріпленням вим'я, з короткими та зближеними задніми дійками та характеризувались низькими оцінками за стан кута ратиць.

У процесі проведення досліджень корів-первісток за значеннями оцінки ознак типу будови тіла розподілили на групи і порівняли середні значення середньодобових надоїв та якості молока за допомогою дисперсійного аналізу, а також визначали силу впливу окремих ознак на величину добових надоїв.

Таблиця 1

Показники лінійної оцінки типу будови, середньодобових надоїв та якості молока корів-первісток (n=190)

Показник	Умове позначення	Мінімум	Максимум	M±m	Ї
Ріст	S	4	8	6,04 ±0,068	0,95
Ширина грудей	CW	4	7	5,46 ±0,062	0,87
Глибина тулубу	BD	4	8	5,67 ±0,079	1,09
Кутастість	A	5	7	6,24 ±0,055	0,76
Нахил заду	RA	4	7	5,30 ±0,057	0,79
Ширина заду	RW	4	7	5,46 ±0,063	0,87
Кут тазових кінцівок	RLS	4	7	5,54 ±0,071	0,99
Постава тазових кінцівок	RLSV	3	8	5,34 ±0,090	1,24
Кут ратиць	FA	3	5	3,95 ±0,054	0,75
Переднє прикріплення вим'я	FUA	2	8	4,74 ±0,130	1,81
Заднє прикріплення вим'я	RUH	3	7	5,41 ±0,092	1,28
Центральна зв'язка вим'я	CL	3	7	5,80 ±0,100	1,39
Глибина вим'я	UD	5	8	6,69 ±0,059	0,83
Розміщення передніх дійок	FTP	3	5	4,36 ±0,056	0,77
Розміщення задніх дійок	RTP	4	8	5,85 ±0,079	1,10
Довжина дійок	TL	3	5	4,26 ±0,043	0,60
Середньодобовий надій, кг	MY	10,5	28,6	19,9 ±0,251	3,5
Вміст масової частки жиру, %	FP	2,44	4,51	3,75 ±0,021	0,29
Вміст масової частки білка, %	PP	1,98	3,54	2,98 ±0,017	0,23
Кількість соматичних клітин, тис/см ³	SCC	19	2062	268 ±25,7	357
Оцінка кількості соматичних клітин	SCS	2,94	7,63	5,00 ±0,076	1,06
Частка випадків маститу	MI	0	1	0,11 ±0,014	0,19

Дослідженнями встановлено, що в цілому по господарству ріст корів вірогідно впливав на їх добову продуктивність ($\eta^2=12,2\%$, $p<0,01$) та вміст масової частки білка у молоці ($\eta^2=9,3\%$, $p<0,01$) (табл. 2).

Зі збільшенням росту тварин підвищувались й їх надої. Так, від корів із середньою оцінкою росту в 7 балів було отримано 21,1 кг молока, а з оцінкою 8 балів - 23,1 кг молока за добу, що відповідно на 3,3 кг ($p<0,01$) і на 5,3 кг ($p<0,001$) більше, ніж від корів із оцінкою росту в 4 бали. За 305 дів різниця у продуктивності низькорослих та високорослих корів становитиме 1616,5 кг молока за лактацію. Аналогічна закономірність спостерігається і за вмістом масової частки білка в молоці. Із підвищенням росту корів-первісток одночасно підвищувалась і їх біл-



ковомолочність. Корови з оцінкою росту в 8 балів мали більший вміст масової частки білка в молоці на 0,35 %, порівняно з їх ровесницями з оцінкою у 4 бали ($p < 0,001$). Вірогідних відмінностей за вмістом масової частки жиру в молоці, кількістю соматичних клітин та часткою випадків маститу від росту корів-первісток у проведених дослідженнях не виявлено.

Таблиця 2

Залежність середньодобових надоїв та якості молока корів-первісток від оцінки їх росту ($M \pm m$)

Оцінка росту, бал	Кількість тварин	Добовий надій, кг	Уміст масової частки, %		Кількість соматичних клітин, тис/см ³	Частка випадків маститу
			жиру	білка		
4	12	17,8±0,92	3,78±0,069	2,74±0,089	402±148,0	0,16±0,063
5	31	19,0±0,49	3,81±0,066	2,97±0,037	287±61,0	0,14±0,035
6	94	19,5±0,34	3,74±0,028	2,99±0,020	282±41,0	0,12±0,021
7	41	21,1±0,58	3,77±0,045	3,02±0,043	197±30,5	0,07±0,017
8	12	23,1±0,98	3,67±0,080	3,09±0,062	235±102,1	0,07±0,055
Сила впливу, η^2		12,2**	1,3	9,3**	1,9	1,9

Відповідно до таблиці 2 проведено аналіз за всіма ознаками типу будови тіла корів та визначено силу впливу окремих лінійних ознак на показники добових надоїв (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив показників лінійної оцінки корів-первісток на середньодобові надої та якість молока

Показник лінійної оцінки тварин	Добовий надій, кг	Вміст масової частки в молоці, %		Кількість соматичних клітин, тис/см ³	Частка випадків маститу
		жиру	білка		
Ріст	12,2**	1,3	9,3**	1,9	1,9
Ширина грудей	7,8**	3,4	2,3	4,5	5,3*
Глибина тулуба	2,7	1,4	5,9**	1,9	2,4
Кутастість	11,3**	1,9	2,0	0,6	0,4
Нахил заду	2,4	1,6	3,9	0,8	0,8
Ширина заду	7,5**	1,9	5,8*	1,6	3,2
Кут тазових кінцівок	2,1	1,6	1,7	0,5	0,5
Постава тазових кінцівок	1,8	1,6	3,7	0,9	0,3
Кут ратиць	0,1	0,1	1,4	0,6	0,4
Переднє прикріплення вимені	3,2	5,9	11,9***	3,3	3,5*
Заднє прикріплення вимені	8,9**	7,6**	5,2*	1,3	1,3
Центральна зв'язка вим'я	10,7**	9,6**	1,5	4,8	3,4
Глибина вим'я	9,1***	0,4	2,8	2,2	1,9
Розміщення передніх дійок	1,7	0,1	3,1	0,5	0,1
Розміщення задніх дійок	5,5*	1,3	3,1	1,5	3,6
Довжина дійок	0,4	1,1	0,6	0,7	0,1

Примітка. * – вірогідність $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$



Установлено, що молочна продуктивність корів-первісток також залежала від ширини грудей та глибини тулубу, які є характерними ознаками розвитку травного тракту тварини.

Сила впливу ширини грудей на добові надої становила 7,8 % ($p < 0,01$). Із збільшенням ширини грудей у корів підвищувались й надої. Якщо за оцінки ширини грудей у 4 бали від корови було отримано 17,6 кг молока за добу, то за оцінки у 8 балів – 21,6 кг, що свідчить про збільшення надою на 22,7 % ($p < 0,01$). Вміст масової частки жиру в молоці був максимальним за оцінки цієї ознаки у 6 балів – 3,84 %, що вище мінімального показника у корів з оцінкою 4 бали на 0,14 % ($p < 0,05$), однак за результатами дисперсійного аналізу сила впливу чинника «ширина грудей» 3,4 % була невірогідною. Також не встановлено вірогідного впливу досліджуваного чинника на вміст масової частки білка в молоці.

Дослідженнями доведено, що кількість соматичних клітин із збільшенням ширини грудей відповідно зменшувалась. За оцінки ширини грудей у 4 бали кількість соматичних клітин у молоці корів була максимальною і становила 447,4 тис/см³, а за оцінки у 6 та 7 балів була нижчою на 242–223 тис/см³ ($p < 0,05$). Хоча сила впливу цього чинника становила 4,5 %, її вірогідність була на рівні тенденції. У той же час імовірність захворювання на мастит вірогідно ($p < 0,05$) залежала від оцінки ширини грудей. Різниця в імовірності захворювання на мастит між групами з оцінкою ширини грудей у 4 та 8 балів становила 3,5 рази. Сила впливу цієї ознаки на частку випадків маститу була 5,3 %.

За результатами дисперсійного аналізу оцінка глибини тулубу вірогідно впливала лише на вміст масової частки білка в молоці. Сила впливу цієї ознаки на білковомолочність становила 5,9 % ($p < 0,01$). Хоча зі збільшенням глибини тулубу спостерігались тенденції підвищення добових надоїв на 7 %, зменшення вмісту соматичних клітин у молоці – на 39 % та частки випадків захворювання на мастит – на 47 %.

Тварини молочного типу характеризуються добре вираженою кутастістю, тому бажаний їй розвиток оцінюється найвищим балом. Сила впливу цієї ознаки на надій становила 11,3 % ($p < 0,01$). Із підвищенням бала за оцінку кутастості підвищувався і середньодобовий надій первісток. За оцінки цього показника у 5 балів від корови отримали 19,6 кг молока за добу, а за оцінки у 7 балів – надій був вищим на 3,4 кг ($p < 0,01$). Відмінності за вмістом масових часток жиру, білка, соматичних клітин, а також в імовірності захворювання первісток на мастит у корів з різними балами за кутастість не встановлено.

Нахил заду молочної худоби – одна із ознак, бажаний вираз якої є оптимальним і оцінюється у 5 балів, а відхилення у бік оцінки положення заду до 1 бала (піднятості) або 9 балів (звислості) є недоліками статі, тому що пов'язані з легкістю отелення. Цей показник лінійної оцінки екстер'єру не мав вірогідного впливу на рівень середньодобових надоїв та імовірність захворювання на мастит. Однак тенденція підвищення середньодобового надою за зростання бала за оцінку цієї статті спостерігалась. Відповідно невірогідно зростав і вміст масової частки білка в молоці первісток.

Сила впливу оцінки ширини заду на середньодобові надої корів становила 7,5 % ($p < 0,01$), а на вміст масової частки білка в молоці – 5,8 % ($p < 0,05$). Якщо за оцінки цієї ознаки у 4 бали від корови за добу отримали 18,4 кг молока, то за оцінки у 6 балів цей показник зріс на 1,8 кг ($p < 0,05$), а за оцінки 7 балів – на 3,6 кг ($p < 0,01$). Вміст масової частки білка у молоці також вірогідно відрізнявся у первісток з оцінкою ширини заду 5–7 балів на 0,12–0,16 % ($p < 0,05$) від тварин з оцінкою цього показника 4 бала. На вміст масової частки жиру та кількість соматич-



них клітин у молоці первісток, а також вірогідність захворювання на мастит оцінка цієї ознаки вірогідно не впливала. Однак спостерігалась тенденція щодо зменшення кількості соматичних клітин у молоці на 181,2 тис/см³, тобто більше ніж у 2 рази, та зменшення імовірності захворювання на мастит.

Тривалість господарського використання молочної худоби досить часто залежить від міцності тазових кінцівок. Зменшення кута скакального суглоба (слоновість) або збільшення (шаблестість) є недоліками статі. Оцінка первісток за кутом постанови тазових кінцівок не мала вірогідного впливу на жодний із показників середньодобового надою первісток та на імовірність їх захворювання на мастит. Хоча за отриманими результатами спостерігались тенденції до зменшення середньодобового надою, кількості соматичних клітин у молоці та імовірності захворювання на мастит. Відмінності між усіма групами були також не вірогідні.

Подібні результати було отримано й за вивчення впливу постави тазових кінцівок на молочну продуктивність та якість молока корів-первісток. Оцінка постанови тазових кінцівок не мала вірогідного впливу на жоден з показників, що вивчалися. Також не встановлено залежності середньодобового надою та показників його якості від оцінки екстер'єру за кутом ратиць.

Підсумовуючи вищевказане, можна зробити висновок, що стан тазових кінцівок та кут ратиць первісток не впливає на середньодобовий надій та якісні показники молока. Як свідчать літературні дані ці показники екстер'єру більшою мірою зумовлюють тривалість господарського використання корів, ніж їх продуктивність.

Найважливішим елементом лінійної оцінки є характеристика ознак вимені корів. За літературними даними вони якнайбільше пов'язані з кількісними та якісними показниками добових надоїв.

Міцне прикріплення вимені – найбільш бажана характеристика ознаки, тому що не дає змоги звиснути йому з віком. Встановлено вірогідний вплив цієї ознаки на вміст масової частки білка в молоці та імовірність випадку захворювання на мастит. Сила впливу оцінки переднього прикріплення вим'я на вміст масової частки білка у молоці становила 11,9 % ($p < 0,001$) і на частку випадків захворюваності на мастит – 3,5 % ($p < 0,05$). Вміст масової частки білка в середньодобовому надої первісток з оцінкою цієї ознаки у 5 балів був вірогідно меншим, ніж у тварин з оцінкою 2, 4, 6, 7 та 8 балів на 0,2 % ($p < 0,001$), 0,12 % ($p < 0,05$), 0,25 % ($p < 0,001$), 0,15 % ($p < 0,05$) та 0,21 % ($p < 0,001$) відповідно. Однак виразної залежності у виконаних дослідженнях не встановлено. Не виявлено також залежності між оцінкою імовірності захворювання на мастит та оцінкою переднього прикріплення вим'я. Ймовірно це пояснюється тим, що середньодобові надої і показники якості молока визначались у первісток, а не у повновікових корів.

Висота прикріплення задньої частини вимені також виконує утримуючу функцію. Сила впливу цього показника на добові надої становила 8,9 % ($p < 0,01$), на вміст масових часток жиру – 7,6 % ($p < 0,01$) і білка в молоці - 5,2 % ($p < 0,05$). Із підвищенням бала за оцінку висоти прикріплення задньої частини вимені відповідно збільшувався добовий надій і зменшувався вміст масової частки жиру в молоці. Так, за оцінки цієї ознаки у 7 балів добовий надій корів-первісток був на 11,5 % вищим, ніж за оцінки у 3 бали ($p < 0,01$). При високому задньому прикріпленні вимені відчутно знижувалась і частка захворювань корів на мастит, проте різниця була невірогідна.

Сила впливу центральної зв'язки на добовий надій становила 10,7 % ($p < 0,01$) та на вміст масової частки жиру в молоці - 9,6 % ($p < 0,01$). На вміст масової частки білку, кількість соматичних клітин в молоці та імовірність захворюван-



ня первісток на мастит оцінка центральної зв'язки вим'я вірогідного впливу не мала. Із підвищенням бала за оцінку центральної зв'язки вимені відповідно збільшувався і добовий надій. Зокрема, за оцінки цієї ознаки у 7 балів добовий надій корів-первісток був на 11,6 % вищим, ніж за оцінки у 3 бали ($p < 0,001$). У той же час вміст масової частки жиру в молоці зменшувався на 0,23 % ($p < 0,01$). За добре вираженої центральної зв'язки вим'я відчутно знижувалась і частка захворювань корів на мастит, проте різниця була невірогідна.

Досить важливою технологічною ознакою за оцінки молочної системи корів є глибина вимені. Сила впливу цієї ознаки на добовий надій становила 9,1 %. На якісні показники молока та імовірність захворювання на мастит оцінка цього показника вірогідного впливу на мала. Найвищий добовий надій було отримано від первісток з оцінкою глибини вимені у 5 балів. При високому розміщенні вимені надій істотно ($p < 0,001$) знижувався (4,3 кг), тому що тварини з більш глибоким, спущеним відносно скакального суглоба вим'ям здатні вмістити більшу кількість молока. Однак при досить високому розміщенні вимені спостерігалась тенденція до зменшення кількості соматичних клітин та імовірності захворювання корів на мастит.

У ході досліджень не встановлено впливу розміщення передніх дійок на добовий надій та його якісні характеристики. Ймовірно це обумовлено тим, що в результаті селекційної роботи в дослідному стаді варіабельність цього показника незначна. Практично всі первістки мали оцінку за цей показник екстер'єру 3–5 балів, тобто зближених дійок не було. Сила впливу оцінки розміщення задніх дійок на добовий надій становила 5,5 % ($p < 0,05$). На якісні показники молока та імовірність захворювання первісток на мастит досліджений фактор вірогідного впливу не мав. Також у дослідному стаді не було первісток як з довгими дійками, так і з дуже короткими. Варіабельність за цим показником була низькою. На власний погляд ймовірно низька варіабельність довжини дійок є чинником відсутності впливу цього показника на середньодобовий надій, якісні показники молока та імовірність захворювання первісток на мастит.

Отже, на середньодобові надої первісток вірогідний вплив мали наступні ознаки лінійної оцінки типу будови корів: ріст, ширина грудей, кутастість, ширина заду, заднє прикріплення вим'я, центральна зв'язка вим'я, глибина вим'я, розміщення задніх дійок. На вміст масової частки жиру в молоці вірогідно впливали заднє прикріплення вимені та центральну зв'язку вимені. Вміст масової частки білка залежав від росту, глибини тулуба, ширини заду, переднього та заднього прикріплення вимені. Вірогідного впливу показників екстер'єру на вміст соматичних клітин в молоці не встановлено.

Подальше опрацювання даних проводили за допомогою кореляційного та регресійного аналізу задля розробки рівнянь для прогнозування середніх показників добових надоїв за оцінками статей екстер'єру.

Перед проведенням регресійного аналізу залежності середньодобового надою, вмісту масових часток жиру, білка та соматичних клітин у молоці первісток від значень показників лінійної оцінки будови тіла розраховували коефіцієнти кореляції між ними (табл. 4).

Середньодобовий надій первісток вірогідно корелював з оцінкою росту тварини (+0,325), глибини тулуба (+0,229), ширини заду (+0,260), заднього прикріплення вимені (+0,290), центральної зв'язки (+0,278) та глибини вимені (-0,284).

Додатні коефіцієнти кореляції між середньодобовим надоєм первісток та оцінкою їх росту, глибини тулуба та ширини заду свідчать, що крупні тварини, як правило, дають більше молока.



Таблиця 4

Значення коефіцієнтів кореляції між показниками лінійної оцінки екстер'єру дослідних первісток та показниками середньодобових надойв

Показник лінійної оцінки тварин	Середньодобовий надій, кг	Вміст масової частки в молоці, %		Оцінка кількості соматичних клітин	Кількість випадків захворювання на мастит
		жиру	білка		
Ріст	+0,325**	-0,064	+0,264**	-0,078	-0,133
Ширина грудей	+0,130	-0,063	+0,184*	-0,127	-0,150*
Глибина тулуба	+0,229**	+0,076	+0,148*	-0,138	-0,203**
Кутастість	+0,047	-0,136	-0,006	+0,033	+0,032
Нахил заду	+0,120	-0,110	0,103	-0,060	-0,031
Ширина заду	+0,260**	+0,079	+0,213**	-0,065	-0,157*
Кут тазових кінцівок	-0,116	-0,037	0,046	-0,126	-0,028
Постава тазових кінцівок	+0,091	+0,110	0,069	-0,057	-0,035
Кут ратиць	+0,022	-0,026	-0,077	+0,122	+0,056
Переднє прикріплення вим'я	+0,025	+0,069	+0,166*	-0,016	-0,060
Заднє прикріплення вим'я	+0,290**	-0,232**	-0,105	-0,088	-0,094
Центральна зв'язка вим'я	+0,278**	-0,247**	-0,050	-0,152*	-0,176*
Глибина вим'я	-0,284**	-0,047	-0,128	-0,155*	-0,085
Розміщення передніх дійок	-0,034	+0,029	-0,139	-0,059	-0,005
Розміщення задніх дійок	+0,139	-0,023	0,113	-0,168*	-0,180*
Довжина дійок	+0,018	+0,019	0,047	+0,041	+0,026

Примітка. * – вірогідність $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$

Середній вміст масової частки жиру в молоці мав вірогідний кореляційний зв'язок із оцінкою заднього прикріпленням вимені (-0,232) та центральної зв'язки (-0,247). Ці значення коефіцієнтів кореляції, в протилежність з позитивними значеннями зв'язку аналогічних показників із надоем, були від'ємними, що пояснюється вірогідним зв'язком вмісту масової частки жиру з середньодобовим надоем (-0,177).

Наступним показником, що характеризує якість молока та впливає на його ціну є вміст масової частки білка. Середній вміст масової частки білка в молоці первісток вірогідно корелював з оцінкою їх росту (+0,264), ширини грудей (+0,184), глибини тулуба (+0,148), ширини заду (+0,213) та переднього прикріплення вимені (+0,166), що вказує на наявність слабких позитивних зв'язків між цими показниками.



Середній вміст соматичних клітин у молоці первісток вірогідно від'ємно корелював лише з оцінкою глибини вимені (-0,155), центральної зв'язки вимені (-0,152) та розміщення задніх дійок (-0,168). Вірогідного кореляційного зв'язку середнього вмісту соматичних клітин із лінійною оцінкою решти показників типу будови тіла не встановлено.

Кількість випадків захворювання на мастит у первісток вірогідно від'ємно корелювала з оцінкою ширини грудей (-0,150), глибини тулуба (-0,203), ширини заду (+0,128), центральної зв'язки (-0,176), розміщення задніх дійок (-0,180).

Коефіцієнти лінійних моделей для прогнозування середньодобового надою первісток, вмісту масових часток жиру і білка, соматичних клітин у молоці залежно від значень ознак лінійної оцінки типу будови тіла дослідних первісток здійснювали кроковим методом включення.

Найбільш точно можна прогнозувати середньодобовий надій первісток використовуючи модель, яка характеризується наступними вірогідними значеннями коефіцієнтів регресії: заднє прикріплення вим'я (+0,503), ріст (+0,970), глибина вимені (-0,959), центральна зв'язка вимені (+0,511) та глибина тулуба (+0,444).

У модель прогнозування середньодобового надою не було включено оцінку ширини заду. Це обумовлено наявністю вірогідного кореляційного зв'язку цього показника з оцінкою росту (+0,402) та глибиною тулуба (+0,427)

Адекватність моделі для прогнозування середньодобового надою первісток за значеннями показників лінійної оцінки типу будови тіла характеризувалась: коефіцієнтом кореляції між фактичними та теоретичними даними, що дорівнював +0,540, скорегований коефіцієнт детермінації становив - 0,273 за мінімальної стандартної похибки оцінки. Регресійна модель 1 має наступний вигляд:

$$MY=0,970 \times S+0,503 \times RUH-0,959 \times UD+0,511 \times CL+0,444 \times BD+12,264 \quad (1)$$

Значення всіх коефіцієнтів регресії, крім глибини вимені, є додатними. Це вказує на те, що збільшення бала оцінки за визначеними показниками позитивно впливало на середньодобовий надій первісток, у той же час збільшення оцінки за глибину вимені – зменшувало надій. Це ймовірно пояснюється тим, що міцно прикріплене вим'я має менший об'єм.

Розрахунки проведені за цією моделлю за використання граничних та середніх значень оцінки показників типу будови тіла корів наступні: мінімальний середньодобовий надій становить 6,1 кг, максимальний – 33,2 кг, середній – 20 кг. Розроблена модель може бути використана для прогнозування середньодобового надою первісток за значеннями показників лінійної оцінки типу будови тіла корів, що дасть змогу на другому місяці лактації приймати рішення про доцільність подальшого використання корови.

За результатами розрахунків регресійної моделі, що описує залежність вмісту масової частки жиру в молоці від значень показників лінійної оцінки типу будови тіла дослідних первісток, встановлено, що єдиним вірогідно впливовим параметром є оцінка центральної зв'язки вимені. Значення коефіцієнту регресії дорівнює -0,051. Заднє прикріплення вимені не було включено до моделі за наявності кореляційного зв'язку з оцінкою центральної зв'язки вимені (+0,533)

Результати оцінки моделей для прогнозування середнього вмісту масової частки жиру в молоці первісток за значеннями показників лінійної оцінки типу будови тіла наступні: коефіцієнт кореляції між фактичними та теоретичними даними дорівнював +0,247, скорегований коефіцієнт детермінації - 0,056.

Рівняння лінійної регресії 2 має наступний вигляд:



$$FP=4,053-0,051 \times CL \quad (2)$$

Розрахунки, проведені за цією моделлю, за використання граничних та середніх значень оцінки показників лінійної оцінки типу будови тіла наступні: мінімальний вміст масової частки жиру дорівнює 3,6 %, максимальний – 4,0 %, середнє значення – 3,76 %. Значення коефіцієнту регресії є від'ємним. Відсутність зв'язків та низькі їх значення між оцінкою показників лінійної оцінки та вмістом масової частки жиру в молоці ймовірно обумовлені значною варіабельністю цього показника та значним впливом на нього чинника «годівля». Залежно від складу раціону, а особливо за невідповідності його нормам годівлі, вміст масової частки жиру в молоці може значно змінюватись. Розроблену модель необхідно використовувати як допоміжну в оцінці первісток.

Регресійна модель (3) для прогнозування вміст масової частки білка в молоці первісток залежно від значень показників лінійної оцінки типу будови тіла мала наступні вірогідні значення: коефіцієнт регресії для оцінки росту (+0,065) та константи (+2,592). Вона має такий вигляд:

$$PP=0,065 \times S+2,592 \quad (3)$$

У регресійну модель не було включено показники оцінки ширини грудей, глибини тулубу, ширини задку і переднього прикріплення вимені, які мали вірогідний зв'язок із середнім вмістом масової частки білка в молоці. Цей факт пояснюється наявністю кореляційного зв'язку досліджених показників із оцінкою росту. Значення коефіцієнтів кореляції оцінки росту з цими показниками відповідно становили відповідно +0,348, +0,308, +0,402 і +0,118.

Коефіцієнт кореляції між фактичними та теоретичними даними +0,264 і скорегований коефіцієнтом детермінації 0,065 вказують на досить низьку адекватність моделі.

Результати розрахунків за цією моделлю за використання граничних та середніх значень оцінки росту наступні: мінімальний вміст масової частки білка дорівнює 2,66 %, максимальний – 3,18 %, середнє значення – 2,98 %. Розроблену модель також необхідно використовувати як допоміжну в оцінці первісток.

Найбільш важливим показником якості молока є вміст соматичних клітин, тому що він є основним у визначенні його гатунку.

Розрахунок коефіцієнтів лінійних моделей для прогнозування середнього вмісту соматичних клітин від значень показників лінійної оцінки типу будови тіла дослідних первісток вказує на те, що найбільш точно можна прогнозувати середній вміст соматичних клітин в молоці за другою моделлю. Вона характеризується наступними вірогідними значеннями коефіцієнтів регресійної моделі для показників екстер'єру: кут тазових кінцівок (-0,192), розміщення задніх дійок (-0,139), центральна зв'язка вим'я (-0,102) та глибина вим'я (-0,201). Важливо відмітити, що всі коефіцієнти були від'ємними.

Результати оцінки моделей для прогнозування середньої оцінки вмісту соматичних клітин в молоці первісток за значеннями показників лінійної оцінки типу будови тіла наступні: коефіцієнт кореляції між фактичними та теоретичними даними дорівнює +0,353, скорегований коефіцієнт детермінації становить 0,101, за мінімальної стандартної похибки оцінки.

Таким чином, рівняння регресії (4) має наступний вигляд:

$$SCS=8,819-0,192 \times RLS-0,139 \times RTP-0,102 \times CL-0,201 \times UD \quad (4)$$



Розрахунки проведені за цією моделлю з використанням граничних та середніх значень оцінки показників лінійної оцінки екстер'єру наступні: мінімальний вміст соматичних клітин у молоці дорівнює 22 тис/см³, максимальний – 3587 тис/см³, середнє значення – 149 тис/см³. Розроблена модель може бути використаною для прогнозування середнього вмісту соматичних клітин в молоці первісток за значеннями показників лінійної оцінки екстер'єру.

Однак вміст соматичних клітин в молоці первісток може значно змінюватись, і перш за все, залежить від наявності захворювання на клінічний чи субклінічний мастит. Збільшення кількості соматичних більше 500 тис/см³ є ознакою захворювання на мастит.

Найбільш точно можна прогнозувати кількість випадків захворювання на мастит у первісток за моделлю, яка характеризується наступними вірогідними значеннями коефіцієнтів регресійної моделі: глибина тулуба (–0,036), центральна зв'язка вим'я (–0,024) та розміщення задніх дійок (–0,025).

Адекватність моделі для прогнозування кількості випадків захворювання на мастит у первісток за значеннями показників лінійної оцінки екстер'єру характеризувалась: коефіцієнтом кореляції між фактичними та теоретичними даними +0,317, скорегованим коефіцієнтом детермінації – 0,086, за мінімальної стандартної похибки оцінки. Регресійна модель (5) має наступний вигляд:

$$MI=0,601-0,036 \times BD-0,024 \times CL-0,025 \times RTP \quad (5)$$

Розрахунки проведені за цією моделлю за використання граничних та середніх значень оцінки показників лінійної оцінки екстер'єру наступні: мінімальна імовірність захворювання на мастит дорівнює нулю, максимальна – 0,516, середнє значення – 0,11. Розроблена модель може бути використаною для прогнозування кількості випадків захворювання на мастит у первісток за значеннями показників лінійної оцінки екстер'єру.

Висновки:

1. Як результат проведеного дослідження було оцінено тип будови тіла первісток української чорно-рябої молочної породи, встановлено вплив лінійних ознак будови тіла та вимені на їх надій та якість молока, а також визначено зв'язки цих показників у вигляді регресійних рівнянь.

2. Установлено, що середньодобовий надій первісток, вміст масових часток жиру і білка, оцінку кількості соматичних клітин, а також вірогідність захворювання на мастит з певною часткою вірогідності можна прогнозувати, що дає змогу на другому місяці лактації за результатами лінійної оцінки будови тіла тварин приймати рішення про доцільність подальшого використання корів.

Бібліографічний список

1. Хмельничий Л. М., Салогуб А. М., Хмельничий С. Л., Лобода А. В. Співвідносна мінливість та успадкованість лінійних ознак екстер'єру корів сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво»*. 2018. Вип. 2 (34), С. 92–96.

2. Кочук-Яценко О.А. Особливості екстер'єрного типу та молочної продуктивності корів-первісток української чорнорябої молочної породи за різних варіантів підбору. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво»*, 2017. Вип. 5/1(31). С. 90-96.

3. Хмельничий Л. М. Ефективність використання методики лінійної класифікації для оцінки бугаїв-плідників за екстер'єрним типом їхніх дочок у стаді з



розведення української червоно-рябої молочної породи. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво»*. 2017. Вип. 7(33). С. 17-24.

4. Салогуб А. М., Бондарчук В. М. Особливості екстер'єру корів сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво»*. 2017. Вип. 7 (33). С. 121-127.

5. Battagin M., Sartori C., Biffani S., Penasa M., Cassandro M. Genetic parameters for body condition score, locomotion, angularity, and production traits in Italian Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 2013. Vol. 96. Iss. 8. P. 5344–5351. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6352>.

6. Imbayarwo-Chikosi V. E., Dzama K., Halimani T. E., van Wyk J. B., Maiwashe A., Banga C. B. Genetic prediction models and heritability estimates for functional longevity in dairy cattle. *South African Journal of Animal Science*. 2015. Vol. 45. Iss. 2. P. 106-121. <https://doi.org/10.4314/sajas.v45i2.1>

7. Elisandra Lurdes Kern, Cobuci Jaime Araujo, Costa Cláudio Napolis, McManus Concepta Margaret, Braccini Neto José. Genetic association between longevity and linear type traits of Holstein cows. *Scientia Agricola*. 2015. Vol. 72. Iss. 3. P. 203-209.

8. Кочук-Ященко О. А., Кучер Д. М. Застосування концепції бажаного типу у стаді джерсейської породи. *Розведення і генетика тварин*. 2020. Вип. 59. С. 41-50. <https://doi.org/10.31073/abg.59.05>.

9. Гладій М. В., Полупан Ю. П., Базишина І. В., Безрутченко І. М., Полупан Н. Л. Зв'язок тривалості та ефективності довічного використання корів з окремими ознаками первісток. *Розведення і генетика тварин*. 2015. Вип. 50. С. 28–39.

10. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Сполучена мінливість описових ознак із груповими в системі лінійної класифікації корів української чорно-рябої молочної породи. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво»*. 2015. Вип. 6 (28). С. 3–8.

11. Ладика, В. І., Хмельничий Л. М., Вечорка В. В., Хмельничий С. Л. Стан та перспектива селекції бурої худоби сумського регіону за молочною продуктивністю та екстер'єрним типом. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво»*. 2017. Вип. 7 (33). С. 3-17.

12. Петренко І. П., Бірюкова О. Д., Кругляк Т. О., Кругляк А. П. Кореляційні зв'язки між показниками продуктивності та племінної цінності тварин голштинської породи. *Розведення і генетика тварин*. 2012. Вип. 46. С. 85–86.

13. Кругляк А. П., Кругляк Т. О. Співвідносна мінливість селекційних ознак тварин молочних порід худоби. *Вісник аграрної науки*. 2019, №4 (793). С. 45-51.

14. Хмельничий Л. М., Лобода В. П., Шевченко А. П. Фенотипова та сполучена мінливість лінійних ознак екстер'єру корів молочних порід Сумщини. *Розведення і генетика тварин*. 2015. Вип. 50, С.103-111.

15. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В., Хмельничий С. Л. Особливості екстер'єрного типу молочної худоби різного походження та співвідносна мінливість лінійних ознак з надоем корів голштинської породи. *Розведення і генетика тварин*. 2018. Вип. 56, С. 77-84. <https://doi.org/10.31073/abg.56.10>.

16. Помітун І. А., Адміна Н. Г., Осипенко Т. Л., Філіпенко І. Д., Адмін О. Є. Оцінка типу будови тіла корів-первісток на сучасному етапі селекції у племінних господарствах різних регіонів України. *Вісник ПДАА*. 2020. № 2. С. 134–142. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.16>.



17. Хмельничий Л. М., Ладика В. І., Полупан Ю. П., Салогуб А. М. Методика лінійної класифікації корів молочних і молочно-м'ясних порід за типом. Суми: ВВП "Мрія-1" ТОВ, 2008. 28 с.

18. Ali A. K. A., Shook G. E. S. An Optimum Transformation for Somatic Cell Concentration in Milk. *J. Dairy Sci.* 1980. Vol. 63. P. 487–490.

References

1 Khmelnychi, L. M., Salohub, A. M., Khmelnychi, S. L., & Loboda, A. V. (2018). Spivvidnosna minlyvist ta uspadkovuvanist liniinykh oznak ekster'ieru koriv sumskoho vnutrishnoporodnoho typu ukrainiskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Correlative variability and heritability of cows exterior linear traits of sumy intrabreed type of ukrainian black-and-white dairy breed]. *Visnyk Sumskoho NAU. Seriiia «Tvarynnytstvo»*. Seriiia «Tvarynnytstvo». 2 (34), 92–96 [in Ukrainian].

2. Kochuk-Iashchenko, O. A. (2017). Osoblyvosti ekster'ierneho typu ta molochnoi produktyvnosti koriv-pervistok ukrainiskoi chornoriaboi molochnoi porody za riznykh variantiv pidboru [Features of exterior type and milk production of firstborn cows ukrainian black- and -white dairy breed of different types of pedigree selection]. *Visnyk Sumskoho NAU. Seriiia «Tvarynnytstvo»*. 5/1 (31), 90-96 [in Ukrainian].

3. Khmelnychi, L. M. (2017). Efektyvnist vykorystannia metodyky liniinoi klasyfikatsii dlia otsinky buhaiv-plidnykiv za ekster'iernym typom yikhnykh dochok u stadi z rozvedennia ukrainiskoi chervono-riaboi molochnoi porody [The method of linear classification and its effectiveness for estimation of bull-sires accordance with exterior type of their daughters in the herd of breeding ukrainian red-and-white dairy breed]. *Visnyk Sumskoho NAU. Seriiia «Tvarynnytstvo»*. 7(33), 17-24 [in Ukrainian].

4. Salohub, A. M., Bondarchuk, V. M. (2017). Osoblyvosti ekster'ieru koriv sumskoho vnutrishnoporodnoho typu ukrainiskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Features of the cow's exterior of sumy intrabreed type of ukrainian black-and-white dairy breed]. *Visnyk Sumskoho NAU. Seriiia «Tvarynnytstvo»*. 7 (33), 121-127 [in Ukrainian].

5. Battagin, M., Sartori, C., Biffani, S., Penasa, M., & Cassandro, M. (2013). Genetic parameters for body condition score, locomotion, angularity, and production traits in Italian Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*. 96 (8), 5344–5351. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6352>.

6. Imbayarwo-Chikosi, V. E., Dzama, K., Halimani, T. E., van Wyk, J. B., Maiwashe, A., Banga, C. B. (2015). Genetic prediction models and heritability estimates for functional longevity in dairy cattle. *South African Journal of Animal Science*. 45 (2), 106-121. <https://doi.org/10.4314/sajas.v45i2.1>.

7. Elisandra Lurdes Kern, Cobuci Jaime Araujo, Costa Cláudio Napolis, McManus Concepta Margaret, & Braccini Neto José. (2015). Genetic association between longevity and linear type traits of Holstein cows. *Scientia Agricola*. 72 (3), 203-209.

8. Kochuk-Iashchenko, O. A., & Kucher, D. M. (2020). Zastosuvannia kontseptsii bazhanoho typu u stadi dzherseiskoi porody [Application of the desired type concept in herd of jersey breed]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 59, 41-50. <https://doi.org/10.31073/abg.59.05> [in Ukrainian].

9. Hladii, M. V., Polupan, Yu. P., Bazyshyna, I. V., Bezrutchenko, I. M., & Polupan, N. L. (2015). Zv'iazok tryvalosti ta efektyvnosti dovichnoho vykorystannia koriv z okremymy oznakamy pervistok [Relationship of lifetime use duration and efficiency of cows with some traits of first-calf heifers]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 50, 28–39 [in Ukrainian].



10. Khmelnychi, L. M., & Vechorka, V. V. (2015). Spoluchena minlyvist opysovykh oznak iz hrupovymy v systemi liniinoi klasyfikatsii koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Correlated changeability of descriptive signs with a group in the system of linear classification of cows of the Ukrainian black-and-white dairy breed]. *Visnyk Sumskoho NAU. Seriiia «Tvarynnytstvo»*. 6 (28), 3–8 [in Ukrainian].
11. Ladyka, V. I., Khmelnychi L. M., Vechorka V. V., & Khmelnychi S. L. (2017). Stan ta perspektyva selektsii buroi khudoby sumskoho rehionu za molochnoiu produktyvnistiu ta ekster'iernym typom [Status and prospects of breeding brown cattle in sumy region by milk production and exterior type]. *Visnyk Sumskoho NAU. Seriiia «Tvarynnytstvo»*. 7 (33), 3-17 [in Ukrainian].
12. Petrenko, I. P., Biriukova, O. D., Kruhliak, T. O., & Kruhliak, A. P. (2012). Koreliatsiini zv'iazky mizh pokaznykamy produktyvnosti ta plemynnoi tsinnosti tvaryn holshtynskoi porody [Correlations between indicators of productivity and breeding value of animals of the Holstein breed]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 46, 85–86 [in Ukrainian].
13. Kruhliak, A. P., & Kruhliak, T. O. (2019). Spivvidnosna minlyvist selektsiinykh oznak tvaryn molochnykh porid khudoby [Correlative variability of selection attributes of animals of dairy breeds of cattle]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 4 (793), 45-51 [in Ukrainian].
14. Khmelnychi, L. M., Loboda, V. P., & Shevchenko, A. P. (2015). Fenotypova ta spoluchena minlyvist liniinykh oznak ekster'ieru koriv molochnykh porid Sumshchyny [Phenotypic and correlative changeability of linear signs of exterior of cows of dairy breeds sumy region]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 50, 103-111 [in Ukrainian].
15. Khmelnychi, L. M., Vechorka, V. V., & Khmelnychi, S. L. (2018). Osoblyvosti ekster'ierneho typu molochnoi khudoby riznoho pokhodzhennia ta spivvidnosna minlyvist liniinykh oznak z nadoiem koriv holshtynskoi porody [Features of the conformation type of dairy cattle of different origin and correlative variability of linear type traits with milk yield cows of holstein breed]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 56, 77-84. <https://doi.org/10.31073/abg.56.10> [in Ukrainian].
16. Pomitun, I. A., Admina, N. H., Osypenko, T. L., Filipenko, I. D., & Admin, O. Ye. (2020). Otsinka typu budovy tila koriv-pervistok na suchasnomu etapi selektsii u plemynnykh hospodarstvakh riznykh rehioniv Ukrainy [Estimation of cow-heifers' body structure type at the present stage of election on breeding farms of different regions of Ukraine]. *Visnyk PDAA*. 2, 134–142. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.16> [in Ukrainian].
17. Khmelnychi, L. M., Ladyka, V. I., Polupan, Yu. P., & Salohub, A. M. (2008). Metodyka liniinoi klasyfikatsii koriv molochnykh i molochno-m'iasnykh porid za typom [The method of linear classification of dairy and dairy-meat cows by type]. Sumy: VVP “Mriia-1” TOV. 28 s. [in Ukrainian].
18. Ali, A. K. A., & Shook, G. E. S. (1980). An Optimum Transformation for Somatic Cell Concentration in Milk. *Journal of Dairy Science*. 63, 487–490.



THE EFFECT OF THE TYPE OF BODY BUILD OF COWS ON THEIR MILK OUTPUT AND MILK QUALITY

Admin O. Ye., Admina N. G., Pomitun I. A., Filipenko I. D., Institute of Animal Science of NAAS

The presented article gives the results of evaluation of the body build type of firstling cows of Ukrainian black and white dairy breed, there are determined the influence of linear features of body build and udder on their milk output and quality and also the relations between these indicators in the form of regression equations. It was revealed that the average daily milk output of cows had a probable correlation influence with height, body depth, width of loin, rear udder attachment, central ligament, udder depth. Average milk fat content had a probable correlation with rear udder attachment and central ligament, while average protein content had a probable correlation with their height, chest width, body depth, butt width and front udder attachment, indicating a weak positive correlation between these parameters. A probable correlation between the average somatic cell content and the linear estimate of body type indicators was found only with the estimate of udder depth, central udder ligament and posterior dugs position. In the course of the research it was revealed that the average daily milk output of firstlings was likely influenced by the following attributes of linear estimation of the type of body build: height, breast width, angularity, butt width, posterior attachment of udder, udder depth, central ligament and posterior dugs location.

By the results of the researches the regression model of prognostication of the average daily milk output of the firstling cows by the values of the linear estimation of the body build type of the cows is developed, that will allow making the decision on expediency of their further utilization in the second month of lactation. The proved models for predicting fat and protein content percentages in milk should be used for evaluation of firstling cows as auxiliary ones. There were created the models for prediction of number of mastitis cases in firstlings and content of somatic cells in milk on the basis of values of indicators of linear estimation of body type of cows.

Keywords: dairy cows, body build, linear estimate, daily output, fat and protein content percentages, somatic cells, regression model.



ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УТРИМАННЯ ТА ГОДІВЛІ

Адміна Н. Г., к. с.-г. н., с. н. с., <http://orcid.org/0000-0001-5224-2640>

Адмін О. Є., к. с.-г. н., с. н. с., <http://orcid.org/0000-0002-5070-8926>

Осипенко Т. Л., к. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0002-2605-3587>

Інститут тваринництва НААН

Проаналізовано дані виробничої діяльності 32 дослідних господарств системи НААН за останні 20 років. Встановлено зв'язки та особливості впливу технологій утримання та годівлі худоби на енергоефективність виробництва продукції у молочному скотарстві.

Встановлено, що у господарствах із безприв'язним утриманням корів кількість концентрованих кормів, згодованих за рік на одну голову була на 6 ц кормових одиниць більша у порівнянні з на фермах з прив'язним утриманням ($p < 0,01$). Загальні витрати кормів на корову в рік не відрізнялись. Надій на середньорічну корову в господарствах з безприв'язним утриманням був на 1290 кг більшим, ніж за прив'язного утримання при витратах кормів на 1 кг молока на 0,1 кормову одиницю менше ($p < 0,001$). Сила впливу технології утримання корів складала 4,5 % та 8,6 %, відповідно.

Витрати кормів на корову в рік та кількість згодованих концентрованих кормів у господарствах, що використовують технологію годівлі кормосумішами були більшими на 25 % та 92 %, відповідно ($p < 0,001$) у порівнянні з технологією роздільної годівлі. У цих господарствах надій на середньорічну корову був більшим на 2070 кг, а витрати кормів на 1 кг молока на 0,2 кормові одиниці менше ($p < 0,001$). Сила впливу технології годівлі корів складала 10,8 % та 38,4 %, відповідно.

Загальні витрати кормів та витрати концентрованих кормів вірогідно не відрізнялись на фермах з різними технологіями утримання молодняка. Однак за безприв'язного утримання тварин середньодобові прирости молодняка були вищими на 45 г у порівнянні з прив'язним утриманням при нижчих на 1,1 ц кормових одиниць витратах кормів на одиницю продукції ($p < 0,05$). Встановлено невелику силу впливу технології утримання на ці показники – 2,8 % та 2,7 %, відповідно.

Витрати кормів на 1 голову молодняка за рік при годівлі кормосумішами були більшими на 3 ц кормових одиниць ($p < 0,001$), а кількість витрачених концентрованих кормів не відрізнялась. У результаті в господарствах, що використовували технологію годівлі кормосумішами, було отримано більший на 123 г середньодобовий приріст, а витрати на одиницю продукції були меншими на 1,4 ц кормових одиниць. Сила впливу розглянутого чинника складала відповідно 23 % та 6,2 %.

Встановлені зв'язки та особливості впливу технологій утримання і годівлі молочної худоби вказують на більшу енергоефективність безприв'язної технології утримання корів і молодняка з годівлею повнораціонними кормосумішами. У дослідних господарствах приділяють недостатню увагу балансуванню раціонів годівлі, особливо молодняка, що приводить до перевитрат кормів.

Ключові слова: технологія утримання, годівля, витрати кормів, молочна худоба, надій, середньодобовий приріст, відтворні функції.



Перспективним напрямом зниження енергоємності виробництва молока є підвищення продуктивності корів за рахунок повноцінної годівлі, використання високопродуктивних порід корів, покращення їх генетичного потенціалу. До заходів із підвищення продуктивності корів відносять: використання кормових раціонів, збалансованих по енергії, білку, амінокислотах; впровадження спеціалізованих, високопродуктивних порід великої рогатої худоби; збільшення терміну використання корів; використання необхідних ветпрепаратів; дотримання режиму роботи ферми, недопущення зупинки технологічних процесів по догляду за тваринами (доїння, напування, годівля, видалення гною). При зростанні продуктивності корів в 2 рази (з 3600 кг до 7200 кг енергоємність виробництва молока зменшується в 1,54 рази, витрати кормів в розрахунок на 1 ц молока – в 1,26 рази, а собівартість – в 1,22 рази (при цьому вартість кормів (без вартості енергоресурсів) зменшується на 21,8 %, енергоресурсів на обслуговування молочної ферми – на 19,4 %, а вартість енергоресурсів на виробництво кормів – на 44,5 %) [1].

За останні роки ефективність використання кормових ресурсів у скотарстві значно підвищилася. Це пов'язано із впровадженням промислової технології виробництва молока і яловичини, круглорічної однотипової годівлі, механізації та автоматизації виробництва та роздавання кормів, спеціалізації та індивідуалізації годівлі за потребою з урахуванням комплексу ендо- та екзогенних чинників [2-5].

Інтенсифікацію галузі молочного скотарства варто починати зі зміцнення й удосконалювання кормової бази. Мається на увазі поліпшення якісного складу раціонів, забезпечення їх повноцінним перетравлюваним протеїном, мінеральними речовинами і мікроелементами. Однак ріст економічної ефективності спостерігається не при будь-якому підвищенні рівня годівлі, а тільки в тих випадках, коли ріст продуктивності тварин значно випереджає додаткові витрати кормів. [6].

Незадовільний стан годівлі корів є однією із важливих причин низької економічної ефективності виробництва молока. Досвід функціонування передових господарств в Україні та розвинених країнах світу свідчить, що при застосуванні сучасних технологій годівлі та утримання корів витрати кормів на 1 ц молока складають до 1 ц к од [7]. Тобто, в Україні йде перевитрата кормів в середньому на 0,06 ц к од або близько 6 %. При середній вартості 1 ц к од близько 3000 грн. втрати становлять близько 180 грн. на 1 ц молока. При умові, що на одну умовну голову використовується 25,6 ц кормів, втрати складають близько 4,2 ц кормів, або близько 4,6 тис. грн. на одну корову. Це підтверджує і П. С. Березівський, який вказує, що перевитрати кормів дуже суттєво знижують ефективність виробництва молока [8]. Саме недостатня забезпеченість кормами та низька їх якість призводить до того, що генетичний потенціал тварин реалізується лише на 40-90 %. Корми значною мірою є визначальними і для економічних показників, оскільки в структурі собівартості тваринницької продукції на їх частку припадає до 70 % витрат [9].

Оптимальною повноцінною годівлею можна підтримувати високий рівень лактації протягом тривалого часу. Повноцінна і нормована годівля впливає не тільки на рівень надою, а й на склад молока. При недостатньому енергетичному живленні у корів спочатку знижуються надої, а потім зменшується вміст жиру в молоці [10-13].

Отже, рівень та повноцінність годівлі в значній мірі впливають на енерго-ефективність виробництва молока у скотарстві.

Мета роботи – встановити зв'язки та особливості впливу технологій утримання та годівлі худоби на енергоефективність виробництва продукції у молочному скотарстві.



Матеріали та методи досліджень. У дослідженні використовувались дані виробничої діяльності 32 дослідних господарств системи НААН за останні 20 років на підставі паспортів господарств, які було надано Інституту тваринництва НААН. На фермах господарств використовувалось прив'язне та безприв'язне утримання. Годівля худоби була як повнораціонними кормосумішами, так і роздільна за різними видами корму. Доїння корів проводилось у стійлах та доїльних залах. Енергетичний рівень годівлі тварин відрізнявся у різних господарствах за різними роками. Відрізнялись підприємства і за кількістю поголів'я.

При проведенні дослідження господарства групували за наступними показниками: технологія утримання, годівлі та доїння, витрати кормів на голову за рік, відсоток концентрованих кормів у раціоні. Визначали середній надій за рік, вихід телят на 100 корів та середньодобовий приріст молодняка. Показники витрат кормів порівнювали з ВНТП- АПК-01.05 «Скотарські підприємства».

При проведенні розрахунків використовували дані за витратами кормів, які відповідали наступним діапазнам: витрати на 1 ц молока від 0,8 до 1,9 ц кормових одиниць, витрати на 1 ц приросту від 8 до 19 ц кормових одиниць.

Обробку даних проводили за основними статистичними методами за допомогою комп'ютерної програми SPSS-20. Було розраховано середні значення та їх помилки. Порівняння середніх значень та визначення сили впливу проводили за результатами дисперсійного аналізу за допомогою критерію Фішера.

Результати досліджень. У процесі досліджень було розглянуто відмінності між господарствами, які використовують різні технології утримання молочних корів (табл. 1)

Таблиця 1

Продуктивність, відтворна здатність корів та витрати кормів за різних технологій утримання

Технологія утримання	Кількість спостережень	Поголів'я корів, голів	Витрати кормів, ц к. од.			Надій на корову, кг	Вихід телят на 100 корів
			на корову за рік		на 1 ц молока		
			всього	в т.ч. конц-кормів			
Безприв'язна	36	882±97,7	59±2,1	23±1,8	1,1±0,03	5466±226,6	81±1,8
Прив'язна	187	351±16,0	56±1,2	17±0,9	1,2±0,02	4176±115,8	76±1,2

Як свідчать дані таблиці, більшість господарств використовують прив'язну технологію утримання молочних корів і мають поголів'я у 2,5 рази менше у порівнянні з підприємствами, які використовують безприв'язне утримання. При цьому за загальними витратами кормів на корову в рік відмінності складала лише 3 ц кормових одиниць і були невірогідними ($p > 0,1$). Однак у господарствах з безприв'язним утриманням молочної худоби кількість концентрованих кормів згодованих за рік на одну голову була на 6 ц кормових одиниць більшою, ніж на фермах із прив'язним утриманням ($p < 0,01$).

У результаті надій на середньорічну корову в господарствах із безприв'язним утриманням був на 1290 кг більшим при витратах кормів на 1 кг молока на 0,1 кормову одиницю менше ($p < 0,001$), ніж за прив'язного утримання. Сила впливу технології утримання корів складала 4,5 % та 8,6 %, відповідно. Також за безприв'язного утримання спостерігалась тенденція кращою відтворної здатності тварин.



При порівнянні фактичних витрат корму на 1 ц молока з нормативними встановлено, що вони перевищують нормативні на 12 % у господарствах із безприв'язним утриманням корів та на 19 % за технології прив'язного утримання.

Також було проведено аналіз підприємств, які використовують різні технології годівлі корів (табл. 2), а саме запровадження в годівлі повнораціонних кормосумішей.

Таблиця 2

Продуктивність, відтворна здатність та витрати кормів за різних технологій годівлі

Технологія годівлі	Кількість спостережень	Поголів'я корів, голів	Витрати кормів, ц к. од.			Надій на корову, кг	Вихід телят на 100 корів
			на корову за рік		на 1 ц молока		
			всього	в т.ч. конц-кормів			
Роздільна	140	276±15,1	52±1,3	14±0,7	1,3±0,02	3614±97,5	76±1,6
Кормосуміш	83	709±47,3	65±1,6	27±1,1	1,1±0,02	5684±159,4	79±1,1

Технологія годівлі кормовими сумішами використовувалась в господарствах як із прив'язним, так і з безприв'язним утриманням корів. Як правило, таку технологію годівлі запроваджено на великих фермах. Середнє поголів'я корів на них майже в 2,6 рази більше у порівнянні з фермами із традиційною технологією роздільного роздавання кормів. Витрати кормів на корову в рік та кількість згодованих концентрованих кормів у господарствах, які використовують сучасну технологію годівлі були більшими на 25 % та 92 %, відповідно ($p < 0,001$). Однак, у господарствах, що запровадили технологію годівлі кормосумішами надій на середньорічну корову був більшим на 2070 кг, а витрати кормів на 1 кг молока на 0,2 кормові одиниці менше ($p < 0,001$). Значною також була сила впливу технології годівлі корів, яка складала 10,8 % та 38,4 %, відповідно. Технологія годівлі не мала вірогідного впливу на вихід телят на 100 корів.

Фактичні витрати корму на 1 ц молока, у порівнянні з нормативними, були більшими на 15 % у господарствах де використовували технологію годівлі кормосумішами і на 19 % - на фермах із роздільним роздаванням кормів.

Було розглянуто, як впливають витрати кормів за рік на продуктивність та відтворну здатність корів у дослідних господарствах (табл. 3).

Таблиця 3

Продуктивність та відтворна здатність корів за різних рівнях годівлі

Рівень годівлі, ц к.о.	Кількість спостережень	Поголів'я корів, голів	Витрати кормів, ц к. од.			Надій на корову, кг	Вихід телят на 100 корів
			на корову за рік		на 1 ц молока		
			всього	в т.ч. конц-кормів			
До 40	31	274±39,9	33±0,8	7±1,1	1,3±0,05	2584±206,8	77±3,6
40-50	54	284±26,7	45±0,4	12±1,0	1,3±0,04	3261±100,7	76±2,3
Більш 50	138	534±34,5	67±0,9	23±0,9	1,2±0,02	5228±113,9	77±1,2



Більшість господарств витрачали на корову в рік більше 50 ц кормових одиниць. При цьому середнє поголів'я корів, яке вони утримували, було в 1,9 рази більше, ніж на підприємствах з нижчим рівнем годівлі. Безумовно, із підвищенням загальної енергії годівлі збільшувались і витрати концентрованих кормів. Їх кількість зростала від 21 % до 34 %. У результаті підвищувався і середній надій на корову.

Корови, які отримували до 40 ц кормових одиниць, мали надій у 2 рази менший, у порівнянні з тваринами, які споживали більше 50 ц кормових одиниць за рік ($p < 0,001$). Сила впливу кількості витрачених кормів на молочну продуктивність корів складала 45,9 %. У той же час, цей чинник не мав ніякого впливу на вихід телят на 100 корів. Витрати кормів на 1 ц молока зменшувались із зростанням загального рівня годівлі корів.

Перевищення фактичних витрат корму до нормативних у дослідних господарствах було наступним: при загальних витратах корму до 40 ц кормових одиниць витрати на 1 ц молока склали 11 %, при витратах 40-50 ц кормових одиниць – 17 % та при витратах більше 50 ц кормових одиниць – 20 %. Це свідчить про незбалансованість раціонів годівлі в господарствах.

Як було зазначено вище, витрати кормів на корову в рік пов'язані з відсотком концентрованих кормів у раціоні, тому при розподілі господарств за останнім показником спостерігались аналогічні результати (табл. 4).

Таблиця 4

Продуктивність та відтворна здатність корів за різних рівнів годівлі концентратами

Відсоток концентрованих кормів у раціоні	Кількість спостережень	Поголів'я корів, голів	Витрати кормів, ц к. од.			Надій на корову, кг	Вихід телят на 100 корів
			на корову за рік		на 1 ц молока		
			всього	в т.ч. конц-кормів			
До 30	63	332±29,0	54±2,1	11±0,6	1,3±0,03	3839±139,4	77±1,8
Більше 30	75	571±60,2	61±1,4	26±0,9	1,1±0,02	5484±182,0	75±1,7

Сила впливу відсотка концентрованих кормів на середній надій корів за рік складала 26,3 %, а на витрати кормів у розрахунку на 1 ц молока 21,0 %.

Важливо зауважити, що збільшення частки концентрованих кормів у раціонах годівлі дозволила їх збалансувати. Так, якщо концентрованих кормів в раціоні було до 30 %, то перевищення нормативних витрат кормів складало 22 %, за більш високого рівня концентратів – 10 %.

Таким чином, наведені дані свідчать, що з точки зору ресурсозбереження кращі результати були у господарствах, у яких використовували безприв'язну технологію утримання молочних корів із годівлею повнораціонними кормосумішами. При цьому важливу роль має не тільки підвищення загальних витрат кормів на корову в рік, а й балансування раціонів годівлі за рахунок використання достатньої кількості концентрованих кормів.

Було розглянуто вплив технології утримання молодняка на його середньодобові прирости та витрати кормів (табл. 5).

Аналіз даних показує, що в господарствах із прив'язним утриманням корів часто використовують технологію безприв'язного утримання молодняка. Це під-



приємства, середнє поголів'я корів у яких у 1,8 рази більше, ніж тих, які утримують молодняк на прив'язі. Загальні витрати кормів та витрати концентрованих кормів вірогідно не відрізнялись на фермах із різними технологіями утримання молодняку. Однак за безприв'язного утримання тварин середньодобові прирости молодняку були вищими на 45 г при нижчих на 1,1 ц кормових одиниць витратах кормів на одиницю продукції ($p < 0,05$) у порівнянні з прив'язним. Встановлено невелику силу впливу технології утримання на ці показники – 2,8 % та 2,7 %, відповідно.

Таблиця 5

Середньодобові прирости молодняку та витрати кормів за різних технологій утримання

Технологія утримання	Кількість спостережень	Поголів'я корів, голів	Витрати кормів, ц к. од.			Середньодобовий приріст, г
			на голову за рік		на 1 ц приросту	
			всього	в т.ч. конц-кормів		
Безприв'язна	64	646±65,3	21±0,6	5±0,4	12,0±0,34	535±16,1
Прив'язна	155	351±18,2	23±0,5	5±0,4	13,1±0,23	490±9,6

При порівнянні фактичних витрат корму на 1 ц приросту молодняку з нормативними, встановлено, що вони були більшими на 16 % у господарствах з безприв'язним утриманням та на 21 % за технології прив'язного утримання.

Наступним етапом дослідження було визначення впливу технології годівлі на показники вирощування молодняку (табл. 6).

Таблиця 6

Середньодобові прирости молодняку та витрати кормів за різних технологій годівлі

Технологія годівля	Кількість спостережень	Поголів'я корів, голів	Витрати кормів, ц к. од.			Середньодобовий приріст, г
			на голову за рік		на 1 ц приросту	
			всього	в т.ч. конц-кормів		
Роздільна	137	274±14,8	21±0,5	5±0,3	13,3±0,25	457±9,5
Кормосуміш	82	711±47,8	24±0,6	5±0,6	11,9±0,29	580±11,6

У 37 % господарств використовували технологію годівлі кормосумішами. При цьому поголів'я корів у цих господарствах було в 2,6 рази більшим, ніж у підприємствах, що використовували технологію роздільної годівлі молодняку. Витрати кормів на 1 голову молодняку в рік при годівлі кормосумішами були більшими на 3 ц кормових одиниць ($p < 0,001$), а кількість витрачених концентрованих кормів не відрізнялась. У результаті, в господарствах, які використовували технологію годівлі кормосумішшою, було отримано середньодобовий приріст на 123 г більший, а витрати на одиницю продукції були на 1,4 ц кормових одиниць меншими. Сила впливу розглянутого чинника складала відповідно 23 % та 6,2 %.

Фактичні витрати корму на 1 ц приросту були більшими на 16 % в порівнянні з нормативними у господарствах, які використовували технологію годівлі кормосумішами і на 21 % - на фермах із роздільним роздаванням кормів.

Результати дослідження впливу витрат кормів в рік на голову молодняку на середньодобові прирости наведено в таблиці 7.



Таблиця 7

Середньодобові прирости молодняку за різного рівня годівлі

Рівень годівлі, ц к. од.	Кількість спостережень	Поголів'я корів, голів	Витрати кормів, ц к. од.			Середньодобовий приріст, г
			на голову за рік		на 1 ц приросту	
			всього	в т.ч. концкормів		
До 20	83	355±25,9	17±0,3	5±0,5	11,5±0,32	438±14,1
20 -30	115	500±41,2	24±0,3	5±0,4	13,2±0,23	530±8,7
Більш 30	21	422±54,4	34±0,7	5±0,5	15,5±0,54	614±26,5

Більшість господарств витрачали на вирощування молодняку в рік більше 20-30 ц кормових одиниць. При цьому середнє поголів'я корів у цих підприємствах було найбільшим. Важливо вказати, що середня кількість концентрованих кормів була однаковою при всіх рівнях годівлі. Підвищення загальної енергії годівлі приводило до збільшення середньодобового приросту. Молодняк великої рогатої худоби, який отримував більше 30 ц кормових одиниць в рік за добу набирив на 176 г живої маси більше, ніж тварини на вирощування яких витрачали до 20 ц кормових одиниць ($p < 0,001$). Сила впливу кількості витрачених кормів на середньодобовий приріст складала 20,8 %. Важливо зауважити, що витрати кормів на 1 ц приросту зростали зі збільшенням витрат кормів на голову за добу. На наш погляд, це результат незбалансованості раціонів годівлі за вмістом енергії в сухій речовині, тому що кількість концентрованих кормів була однаковою.

Перевищення фактичних витрат корму у порівнянні з нормативними у дослідних господарствах було наступним: при загальних витратах корму до 20 ц кормових одиниць витрати на 1 ц приросту складала 3 %, при витратах 20-30 ц кормових одиниць – 26 % та при витратах більше 30 ц кормових одиниць – 55 %. Це свідчить про значну незбалансованість раціонів годівлі молодняку в господарствах, особливо з високими витратами корму.

Про це свідчать також результати дослідження впливу різного рівня концентрованих кормів в раціоні на середньодобові прирости молодняку (табл. 8).

Таблиця 8

Середньодобові прирости молодняку за різного рівня концентрованих кормів в раціоні

Відсоток концкормів у раціоні	Кількість спостережень	Поголів'я корів, голів	Витрати кормів, ц к. од.			Середньодобовий приріст, г
			на голову за рік		на 1 ц приросту	
			всього	в т.ч. концкормів		
До 30	70	327±33,4	23±0,6	4±0,2	14,1±0,37	470±11,9
Більше 30	13	306±92,0	21±1,0	9±0,7	11,2±0,52	507±21,4

Якщо в раціоні годівлі молодняку частка концентрованих кормів складала більше 30 %, то за умови дещо менших витрат кормів на голову молодняку господарства отримували більший середньодобовий приріст. Він був на 37 г більшим ($p < 0,05$) ніж у господарствах, які використовували раціони з вмістом концентрованих кормів меншим 30 %. При цьому витрати енергії корму на одиницю продукції були на 2,9 ц кормових одиниць меншими ($p < 0,001$). Сила впливу зазначено-



го чинника на середньодобовий приріст молодняку в господарствах складала 1,9 %, а на витрату кормів на 1 ц приросту 11 %.

Збільшення частки концентрованих кормів у раціонах годівлі молодняку дозволило їх збалансувати. Так, якщо концентрованих кормів у раціоні було до 30 %, то перевищення нормативних витрат кормів складало 29 %, за більш високого рівня концентратів – 6 %.

Вищенаведені дані вказують на те, що дослідні господарства приділяють недостатню увагу вирощуванню молодняку. При безприв'язній технології утримання молодняку з годівлею повнораціонними кормосумішами використовується менше енергоресурсів. У годівлі молодняку, так як і при годівлі корів важливу роль має не тільки підвищення загальних витрат кормів на голову в рік, а й балансування раціонів годівлі за рахунок використання достатньої кількості концентрованих кормів.

Висновки:

1. Встановлені зв'язки та особливості впливу технологій утримання та годівлі молочної худоби вказують на більшу енергоефективність безприв'язної технології утримання корів і молодняку з годівлею повнораціонними кормосумішами.

2. Виявлено, що у дослідних господарствах приділяють недостатню увагу балансуванню раціонів годівлі, особливо молодняку, що приводить до перевитрат кормів.

Бібліографічний список

1. Брагінець С. М., Брагінець А. М., Голубовська О. В. Напрями енергозбереження в молочному скотарстві. Зб. наук. праць ТДАУ (економічні науки) / За ред. М.Ф. Кропивка. Мелітополь: Вид-во Мелітопольська типографія «Люкс», 2013. № 1 (21), том 1. С. 91-97. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znptdau_2013_1_1_12

2. Бусенко О. Т., Столюк В. Д., Могильний О. Й. Технологія виробництва продукції тваринництва. Підручник: за ред. О.Т. Бусенка. К.: Вища освіта, 2005. 496 с. URL: http://kizman-tehn.com.ua/wp-content/uploads/2017/09/1busenko_o_t_red_tekhnologiya_virobnitstva_produktsiyi_tvarin-1.pdf

3. Рибаченко О. М. Основні проблеми розвитку кормовиробництва в Україні. *Агро інком*. 2011. №10-12. URL: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/chem_biol/agroin.pdf

4. Melin M., Svennersten-Sjaunja K., Wiktorsson H. Feeding Patterns and Performance of Cows in Controlled Cow Traffic in Automatic Milking Systems. *J. Dairy Sci.* 2005. Vol. 88, Iss. 11. P. 3913-3922. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73077-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73077-0)

5. Deming J. A., Bergeron R., Leslie K. E., T. J. DeVries. Associations of cow-level factors, frequency of feed delivery, and standing and lying behaviour of dairy cows milked in an automatic system. *Can. J. Anim. Sci.* 2013. Vol. 93. P. 427-433. <https://doi.org/10.4141/cjas2013-055>

6. Андрійчук В. Г. Економіка підприємств агропромислового комплексу. Підручник. К.: КНЕУ, 2013. 779 с.

7. Волошка В. «Терезине» - символ перспективи. *Пропозиція*. 2006. № 1. С. 46-47.

8. Березівський П. Економічна ефективність скотарства та шляхи її підвищення. Львів: Українські технології, 1998. 156 с. URL: <https://eprints.oa.edu.ua/6493/1/1.pdf>

9. Кравчук В. І., Луценко М. М., Мечта М. Прогресивні технології заготов-



лі, приготування і роздавання кормів: *Наук.-практ. посібник*. К.: Фенікс, 2008. 104 с.

10. Пелехатий М. С., Шуляр А. Л. Молочна продуктивність корів новостворених українських молочних порід. *Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи: мат. міжнар. наук.-практ. конф. Кам'янець-Подільський*, 2011. С. 190–191.

11. Haug A., Hostmark A. T., Harstad O. M. Bovine milk in human nutrition-A review. *Lipids Health Dis*, 2007. Vol. 25. P. 1-16. URL: <https://lipidworld.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-511X-6-25>

12. Tyasi T. L., Gxasheka M., Tlabela C. P. Assessing the effect of nutrition on milk composition of dairy cows: A review. *Int. J. Curr. Sci.* 2015. Vol. 17. P. 56-63. URL: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153338571>

13. Erickson Peter S., Kalscheur Kenneth F. Nutrition and feeding of dairy cattle. *Animal Agriculture*. 2020. P. 157–180. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817052-6.00009-4>

References

1. Brahinets, S. M., Brahinets, A. M., Holubovska, O. V., Kropyvka M. F. (Ed.) (2013). *Napriamy enerhozberezhennia v molochnomu skotarstvi* [Directions of energy saving in dairy farming]. Zb. nauk. prats TDAU (ekonomichni nauky). Melitopol: Vydvo Melitopolska typohrafiia «Liuks», 1 (21), 91-97 URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znptdau_2013_1_1_12 [in Ukrainian].

2. Busenko, O. T., (Ed.) Stoliuk. V. D., & Mohylnyi, O. Y. (2005) *Tekhnolohiia vyrobnytstva produktii tvarynnytstva* [Production technology of animal husbandry products]. K.: Vyshcha osvita, 496. URL: http://kizman-tehn.com.ua/wp-content/uploads/2017/09/1busenko_o_t_red_tekhnologiya_virobnitstva_produktsiyi_tvarin-1.pdf [in Ukrainian].

3. Rybachenko, O. M. (2011) *Osnovni problemy rozvytku kormovyrobnytstva v Ukraini* [The main problems of fodder production development in Ukraine]. Ahro inkom., 10-12. URL: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/chem_biol/agroin.pdf [in Ukrainian].

4. Melinm M., Svennersten-Sjaunjam K., & Wiktorsson, H. (2005). Feeding Patterns and Performance of Cows in Controlled Cow Traffic in Automatic Milking Systems. *J. Dairy Sci.*, 88, 11, 3913-3922. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73077-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73077-0)

5. Deming, J. A., Bergeron, R., Leslie, K. E., DeVries, T. J. (2013). Associations of cow-level factors, frequency of feed delivery, and standing and lying behaviour of dairy cows milked in an automatic system. *Can. J. Anim. Sci.*, 93, 427–433. <https://doi.org/10.4141/cjas2013-055>

6. Andriichuk, V. H. (2013). *Ekonomika pidpriemstv ahropromysloвого kompleksu* [Economics of enterprises of the agro-industrial complex]. Pidruchnyk. K.: KNEU, 779. [in Ukrainian].

7. Voloshka, V. (2006). «Terezyne» - *symvol perspektyvy* [«Terezine» is a symbol of perspective]. Propozytsiia, 1, 46-47. [in Ukrainian].

8. Berezivskiy, P. (1998). *Ekonomichna efektyvnist skotarstva ta shliakhy yii pidvyshchennia* [Economic efficiency of cattle breeding and ways to increase it]. Lviv: Ukrainski tekhnolohii, 156. URL: <https://eprints.oa.edu.ua/6493/1/1.pdf> [in Ukrainian].

9. Kravchuk, V. I., Lutsenko, M. M., & Mechta, M. (2008). *Prohresyvni tekhnolohii zahotivli, pryhotuvannia i rozdavannia kormiv* [Progressive technologies of procurement, preparation and distribution of fodder]. K. : Feniks, 104. [in Ukrainian].



10. Pelekhatyi, M. S., & Shuliar, A. L. (2011). Molochna produktyvnist koriv novostvorenykh ukrainskykh molochnykh porid [Milk productivity of cows of newly created Ukrainian dairy breeds]. *Zootekhnichna nauka: istoriia, problemy, perspektyvy: mat. mizhnar. nauk.-prakt. konf. Kamianets-Podilskyi*, 190–191. [in Ukrainian].

11. Haug, A., Hostmark, A. T., & Harstad, O. M. (2007). Bovine milk in human nutrition-A review. *Lipids Health Dis.*, 25, 1-16. URL: <https://lipidworld.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-511X-6-25>

12. Tyasi, T. L., Gxasheka, M., & Tlabela, C. P. (2015). Assessing the effect of nutrition on milk composition of dairy cows: A review. *Int. J. Curr. Sci.*, 17, 56-63. URL: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153338571>

13. Erickson, Peter S., Kalscheur, & Kenneth F. (2020). Nutrition and feeding of dairy cattle. *Animal Agriculture.*, 157–180. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817052-6.00009-4>

THE PRODUCTIVITY OF DAIRY CATTLE UNDER DIFFERENT HOUSING AND FEEDING TECHNOLOGIES

Admina N. G., Admin O. Ye., Osypenko T. L., Institute of Animal Science NAAS

There have been analyzed the data of production activity of 32 experimental farms of NAAS system for the last 20 years. There have been established connections and peculiarities of influence of cattle housing and feeding technologies on energy efficiency of production in dairy cattle breeding. It is established that the amount of concentrated feeds on one cow per year was 6 metric cent more fodder units on loose housing farms than on tied one ($p < 0,01$). Total feed costs per cow per year did not differ. Milk output per average cow per year was 1,290 kg higher in loose housing compared to tied housing with feed consumption per 1 kg of milk being 0.1 fodder unit lower ($p < 0.001$). The strength of the effect of cow housing technology was 4.5% and 8.6% respectively. The feed consumption per cow per year and the amount of concentrated feed fed in the farms using the feed mixture feeding technology were 25% and 92% higher, respectively ($p < 0.001$) compared to the separate feeding technology. In these farms, the milk output per average annual cow was 2070 kg higher and feed consumption per 1 kg of milk was 0.2 feed units lower ($p < 0.001$). The strength of the impact of cow feeding technology was 10.8% and 38.4% respectively.

Total feed intake and concentrate feed consumption probably did not differ between farms with different housing technologies for young cows. However, with loose housing, average daily gains of young animals were 45g higher compared to tied housing with 1.1 t of feed consumed per unit ($p < 0.05$). There was a small effect of holding technology on these figures of 2.8% and 2.7% respectively.

Consumption of forage per 1 head of young animals was higher by 3 cent of fodder units ($p < 0,001$) while the amount of the consumed concentrated forage was not different when feeding with fodder mixtures. As a result, an average daily gain by 123g was higher in the farms that used the feed mixture feeding technology and the cost per unit of production was lower by 1.4 t of feed units. The strength of the influence of the factor in question was 23% and 6.2% respectively.

The established relations and features of influence of technologies of the housing and feeding of dairy cattle indicate the greater energy efficiency of loose housing technology of cows and young cattle with feeding by full-feed mixture of fodder. Experimental farms pay insufficient attention to balancing feed rations, especially for young cattle, which leads to overconsumption of feed.

Keywords: housing technology, feeding, feed consumption, dairy cattle, output, average daily gains, reproduction capability.



ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ D –СИСТЕМИ ГРУПИ КРОВІ У ЖЕРЕБЦІВ НОВООЛЕКСАНДРІВСЬКОЇ ВАГОВОЗНОЇ ТА ТОРІЙСЬКОЇ ПОРІД

Бровко О. В., н. с., <https://orcid.org/0000-0001-5379-309X>
Задерихіна О. А., н. с., <https://orcid.org/0000-0002-8907-4908>
Інститут тваринництва НААН

В Україні новоолександрівська вагвозна та торійська породи коней відносяться до порід з обмеженим генофондом. Це створює проблему збереження та ефективного розведення зазначених порід. Однією з пріоритетних задач сучасної роботи з новоолександрівською вагвозною та торійською породами є збереження унікального генофонду, покращення племінних якостей та робочої продуктивності. Тому актуальним є вивчення генетичних особливостей цих порід.

У статті представлені результати досліджень імуногенетичної структури коней новоолександрівської та торійської порід коней різних господарств України за D-системою груп крові. Метою роботи було виявлення генетичних маркерів, притаманних новоолександрівській вагвозній і торійській породам, які дають можливість вирішувати селекційно-генетичні питання при збереженні та покращенні порід.

Дослідженням коням новоолександрівської вагвозної породи властива висока частота алелей: D^{ds} (0,230), D^{ad} (0,202), D^{de} (0,174), D^d (0,115). Відносно рідше виявлені алелі D^{cgm} (0,080), D^{bcm} (0,048), D^{dk} (0,024), D^{cegm} (0,017) D^d (0,015). Найбільш рідкісним алелем у коней новоолександрівської вагвозної породи є D^{cgm} (0,017), який на 14,78 % спостерігаються рідше від D^d (0,115).

У коней торійської породи висока частота алелей D^{cgm} (0,25), D^d (0,112), D^{ds} (0,097), D^{bcm} (0,073), D^{dk} (0,225). Рідше поширені алелі D^{de} (0,048), D^{cegm} (0,016), D^{ad} (0,032) відповідно.

Фактичний ступінь гомозиготності у новоолександрівській вагвозній породі становить G (0,132), очікуваний – Ca (0,148), у торійської – G (0,064), Ca (0,144). Рівень поліморфності Ae у породах становить 6,75 та 6,919 відповідно, що свідчить про дефіцит гомозигот і низький рівень консолідації.

Фактичний ступінь гетерозиготності у коней новоолександрівській вагвозній породі становить 0,867, а очікуваний 0,871. Фактичний ступінь гетерозиготності у коней торійської породи становить 0,935, а очікуваний - 0,855.

Таким чином, рівень генетичного різноманіття у досліджених коней досить високий, що свідчить про значний резерв мінливості та дає змогу уникнути інбредної депресії.

Ключові слова: алель, коні, новоолександрівська вагвозна порода, торійська порода, генні частоти, генетична мінливість.

До унікальних, оригінальних і малочисельних запряжних порід коней в Україні відносять новоолександрівську вагвозну та торійську [7, 9, 10].

Роботу з вагвозними породами коней в Україні проводили з 1868 року із завезенням з Бельгії та інших країн Західної Європи в кінні господарства Полтавської області коней вагвозних порід: брабансонів, першеронів, бельгійських арденів [1]. Плідниками завезених порід поліпшували місцеве поголів'я кобил робо-



чого типу. До 1920 року було сформовано декілька типів ваговозів, в тому числі тип Дібрівського кінного заводу, який став основою виведення новоолександрівської ваговозної породи. Перші наукові дослідження щодо ваговозів України стосувалися обстеження племінного поголів'я, що входило до зони обслуговування Роменського державного племінного розсадника. Пізніше співробітник Українського науково-дослідного інституту тваринництва (нині ІТ НААН) І. Д. Манаков більш детально вивчав походження ваговозних коней Роменського ДПР. На цьому етапі навіть було виділено окрему породну групу ваговозів, створену на базі цього племінного розсадника [14]. Цілеспрямовану селекційну роботу з масивом ваговозних коней української селекції здійснювали у період 1961-1985 рр. під керівництвом Д. А. Волкова методом чистопородного розведення на базі Новоолександрівського кінного заводу № 64 [1]. Новоолександрівську ваговозну породу коней апробовано та затверджено, як нове селекційне досягнення у 1998 році.

Коні новоолександрівської ваговозної породи вирізняються масивністю, міцністю конституції, високою адаптованістю до кліматичних умов в різних регіонах України, характеризуються високою роботоздатністю, скороспілістю, плодючістю та молочністю. Еталоном за екстер'єром та типом визнано жеребця Новоолександрівського кінного заводу 5 Вальса [1, 3].

Торійська порода – універсальна порода запряжних коней. Її формування розпочато в кінці XIX століття на території сучасної Естонії і тісним чином пов'язано з діяльністю кінного заводу «Торі». На початковому етапі виведення, аборигенних естонських кобил схрещували з фінськими та арабськими жеребцями і фінських кобил з арабськими жеребцями, пізніше – використовували арденів та орловських рисаків, але отримували занадто полегшених коней. У 1894 році в кінний завод «Торі» був поставлений куплений в Польщі в кінному заводі Клеменцово-Замойського жеребець Хетман – син помісного (норфольк-родстер) жеребця Стюарта і матки невідомого походження типу гунтер [2, 5, 6, 12, 13]. Хетман став родоначальником торійської породи коней, так як відповідав найбільш бажаному типу сільськогосподарської коні естонських фермерів того часу. У 1906 році з Франції та Англії були завезені норфольк-родстерські жеребці, які використовувалися на дочках і внучках Хетмана. У 1906-1912 роках за потребою у кавалерійських конях нащадків Хетмана почали масово схрещувати з чистокривною верховою, англо-арабською, ганноверською, тракененською та іншими верховими породами. У період 1925-1935 років велася більш систематична і цілеспрямована робота з розширення лінії Хетмана і створення коней схожих з ним за типом. З 1932 року в породі офіційно існує два типи: більш важкий тип А, який використовується для сільськогосподарських робіт, більш легкий, спортивний тип В і проміжний АВ. У подальшому виникла потреба в освіженні крові породи з одночасним доданням масивності і хорошого розвитку мускулатури. З цією метою були закуплені у Франції постъе-бретонські жеребці найбільш бажаного типу, більш масивні, ніж торійські коні [15]. Торійська порода затверджена як у 1950 році. Сучасна естонська популяція торійських коней за результатами лінійної оцінки являє собою майже повністю вирівняний масив, що відповідає стандарту породи [16]. Разом із тим, генетичними дослідженнями доведено, що торійській породі притаманне високе гаплотипове різноманіття у порівнянні з іншими локальними породами Естонії [17].

Оцінені під час експедиційного обстеження коні торійської породи вітчизняної селекції, на відміну від естонського генофонду, у більшості віднесені до важкого запряжного типу і вирізняються оригінальними мастями (солова, булана, ігренева, ізабеллова, чала). Саме оригінальна масть і універсальна робоча продук-



тивність є факторами, що визначають їх розповсюдження [18].

Однією з пріоритетних задач сучасної роботи з новоолександрівською ваговою та торійською породами є збереження унікального генофонду, покращення племінних якостей та робочої продуктивності. Тому актуальним є вивчення генетичних особливостей цих порід.

Метою роботи було виявлення генетичних маркерів, притаманних новоолександрівській ваговою та торійській породам, які дають можливість вирішувати селекційно-генетичні питання при збереженні та покращенні порід.

Матеріали та методи досліджень. Імуногенетичні дослідження D-системи груп крові виконано на зразках крові новоолександрівської ваговою та торійської порід різних кінних заводів та господарств України. Еритроцитарні антигени визначили за загальноприйнятими методиками [3, 4, 8] із використанням реагентів, ідентифікованих згідно з міжнародними стандартами і розроблених у лабораторіях генетики ВНДК та ІТ НААН.

Серологічною реакцією аглютинації (РА) визначили еритроцитарні антигени складної поліфакторної D-системи (Da, Db, Dc, Dd, De, Dg, Dk, Dm) із використанням моноспецифічних сироваток-реагентів. Розрахунки проводили згідно з методиками, викладеними в рекомендаціях із використанням спадкового поліморфізму у племінному тваринництві України [10, 11]: генної частоти (M), похибки до генної частоти (m), коефіцієнта фактичної гомозиготності (Hi), коефіцієнта очікуваної гомозиготності (Ca), коефіцієнта реалізації гомозиготності (W), рівня поліморфності (Na).

Результати досліджень. Встановлено (табл. 1), що дослідженим коням новоолександрівської ваговою породи властива висока частота алелей: D^{dg} (0,230), D^{ad} (0,202), D^{de} (0,174), D^d (0,115). Відносно рідше виявлені алелі D^{cgm} (0,080), D^{bcm} (0,048), D^{dk} (0,024), D^{ceg} (0,017) D^d (0,015). Найбільш рідкісним алелем у коней новоолександрівської ваговою породи є D^{ceg} (0,017), який на 14,78 % спостерігається рідше від D^d (0,115).

У коней торійської породи висока частота алелей D^{cgm} (0,25), D^d (0,112), D^{dg} (0,097), D^{bcm} (0,073), D^{dk} (0,225). Рідше поширені алелі D^{de} (0,048), D^{ceg} (0,016), D^{ad} (0,032) відповідно.

Фактичний ступінь гомозиготності у новоолександрівській ваговою породи становить G (0,132), очікуваний – Ca (0,148), у торійської – G (0,064), Ca (0,144). Рівень поліморфності Ae у породах становить 6,75 та 6,919 відповідно, що свідчить про дефіцит гомозигот і низький рівень консолідації.

Фактичний ступінь гетерозиготності у коней новоолександрівській ваговою породи становить 0,867, а очікуваний 0,871. Фактичний ступінь гетерозиготності у коней торійської породи становить 0,935, а очікуваний 0,855.

Таким чином, рівень генетичного різноманіття у досліджених коней досить високий, що свідчить про значний резерв мінливості та дає змогу уникнути інbredної депресії.

Аналіз генофонду системи D груп крові свідчить, що деякі алелі в досліджених породах присутні з високою частотою, інші – зустрічаються рідше або взагалі відсутні. Так, алелі ad і dg в цілому є типовими для коней вагових порід і присутні у коней новоолександрівської ваговою породи але у торійської породи вітчизняної популяції зустрічаються рідше.

Частоти алелів ad та dk у коней новоолександрівської ваговою та торійської порід мають найвищі відмінності ($p < 0,001$), нижчі відмінності спостерігаються за частотою алелів cgm, de ($p < 0,01$), частоти алелів d, bcm, cegm відрізняються не суттєво de ($p > 0,05$).



Таблиця 1

Порівняльна характеристика генетичних параметрів D-системи групи крові у жеребців новоолександрівської ваговної та торійської порід

Генетична система	Алель, Імуногенетичні показники	Породи	
		Новоолександрівська ваговна (n=143)	Торійська (n=62)
D	cgm	0,080±0,01	0,25±**0,04
	de	0,174±0,02	0,048±**0,019
	d	0,115±0,01	0,112±0,028
	dg	0,230±0,02	0,097±*0,027
	ad	0,202±0,02	0,032±***0,016
	bcm	0,048±0,012	0,073±0,023
	cegm	0,017±0,007	0,016±0,011
	dk	0,024±0,009	0,225±***0,037
Генетичні показники	G	0,132	0,064
	Ca	0,148	0,144
	W	0,0062	0,446***
	Ae	6,75	6,919
	Ho	0.867	0.935
	He	0.871	0.855
	Def	-0,015	-0,079
	V(%)	85,79	86,95

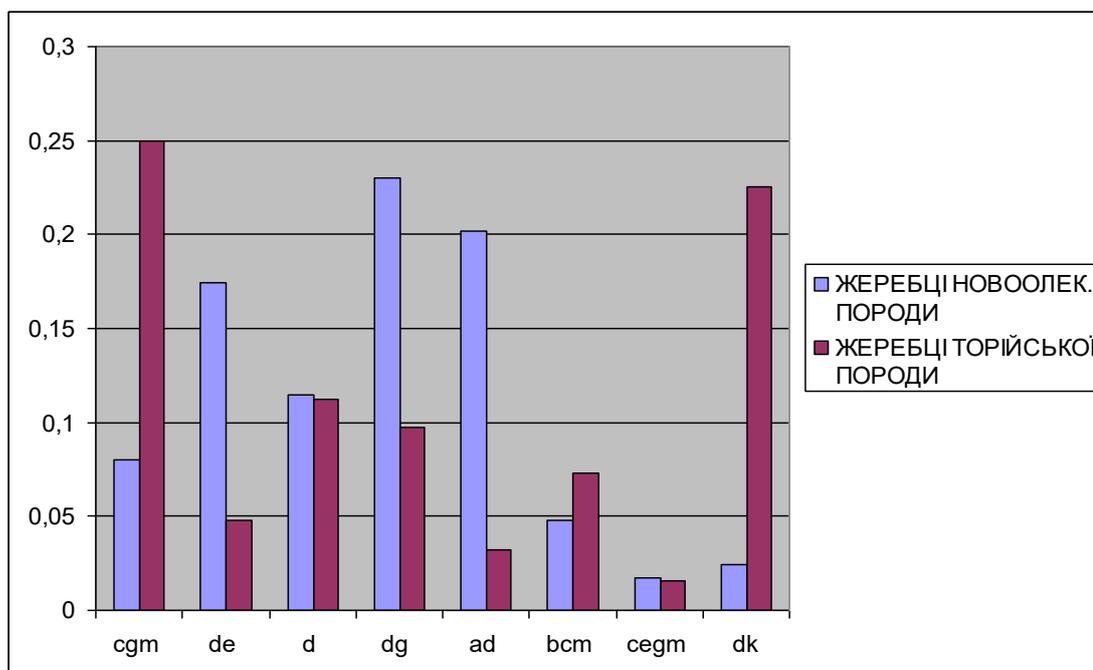


Рис. 1. Імуногенетична характеристика за D - системою груп крові жеребців новоолександрівської ваговної і торійської порід



Висновки:

1. Дослідженим коням новоолександрівської ваговозної породи властива висока частота алелей D^{dg} (0,230), D^{ad} (0,202), D^{de} (0,174), D^d (0,115). Алелі ad і dg є типовими для коней ваговозних порід і за частотою переважають у досліджених коней новоолександрівської ваговозної породи, у торійської породи вітчизняної селекції зустрічаються рідше.

2. У коней торійської породи визначено високу частоту алелей D^{cgm} (0,25), D^d (0,112), D^{dg} (0,097), D^{bcm} (0,073), D^{dk} (0,225). Алелі D^{cgm} та D^{dk} значно переважають інші і можуть слугувати своєрідним «генетичним паспортом» породи.

3. Рівень генетичного різноманіття у досліджених коней досить високий, що свідчить про значний резерв мінливості та дає змогу уникнути інбредної депресії.

Бібліографічний список

1. Волков Д. А., Лютих С. В. Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку новоолександрівської ваговозної породи коней. *Вісник аграрної науки*. К., 2013. № 10. С. 33-36.

2. Задерихіна О. А., Россоха В. І. Генетична характеристика торійської породи коней в Україні. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків, 2019. № 122. С. 84-91.

3. Дубровская Р. М., Стародумов И. М. Методические рекомендации по использованию полиморфных систем белков и групп крови при контроле достоверности происхождения лошадей / Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства. Дивово 1996. 39 с.

4. Храброва Л. А., Дубровская Р. М. Методические рекомендации по производству и использованию сывороток-реагентов для типирования групп крови лошадей / Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства. Дивово 2005. 42 с.

5. Герасимов В. И., Слинко В. Г., Пронь Е. В., Петрушко Н. П., Березницкий В. И., Хохлов А. М., Черный Н. В., Пасечник В. А., Данилов С. Б., Жерноклеев Н. Н., Сокрыт А. В., Афанасенко В. Ю. Мировой генофонд лошадей и его использование: монография. Харків : Эспада, 2011. 472 с.

6. Мирось В. В., Головкин В. А., Ткачева И. В. Коневодство. Х., 2007. 185 с.

7. Ткачева И. В. Перспективы развития тяжеловозного коневодства НААН *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Х. 2008. № 98. С. 33-35.

8. Россоха В. І., Тур Г. М., Задерихіна О. А., Ковальова Т. М., Дробязко О. В. Методичні рекомендації по генетичній оцінці біорізноманіття та формування генотипової структури малочисельних порід сільськогосподарських тварин / Інститут тваринництва НААН. Харків: 2016. 18 с.

9. Ткачева И. В., Корниенко А. А. Новоалександровская тяжеловозная порода. Х., 2008. 8 с.

10. Genome analysis: a laboratory manual: mapping genomes /Green E. – C. Cold Spring Harbor Lab. USA., 1998 № 4. P. 37-38.

11. Smithies O. Zone electrophoresis in starch gels: group variation in the serum proteins of normal human adults *Biochem. J.* 1955. Vol. 61. P. 629-641.

12. Tori Hobusekasvandus. Торійський конний завод. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.torihobune.ee/Russian/avaleht.htm> (дата звернення 10.04.2023)



13. Государственная племенная книга лошадей торийской породы. Т. XI. Таллин, 1974. 407 с.
14. Помітун І.А., Ткачова І.В. До 100-річчя Волкова Дмитра Андрійовича – корифея вітчизняного конярства. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків, 2019. № 121. С. 5-10.
15. Old-Tori Horse Society. 2015. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.vana-torihobune.ee/en/>
16. Kaart T. (2018). Kokkuvote Eesti tougu hobuste lineaarsest hindamisest aastail 2016-2018. *Eesti Hobusekasvatajate selts: Aastaraamat*. S. 20-24.
17. Sild E., Rooni K., Varv S., Roed K., Popov R., Kantanen J. & Viinlass H. Genetic diversity of Estonian horse breeds and their genetic affinity to northern European and some Asian breeds. *Livestock Science*. 2019. 220, 57-66.
18. Ткачова І. В., Марущак В. Д., Банас В. М. Торійська порода в Україні. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків, 2020. № 124. С. 185-195. doi.org/10.32900/2312-8402-2020-124-185-195

References

1. Volkov, D. A. (2013). Suchasnyi stan, problemy ta perspektyvy rozvytku novooleksandrivskoi vahovoznoi porody konei [The current state, problems and prospects of the development of the novoaleksandrovsky weight-carrying horse breed]. Kyiv: *Visnyk ahrarnoi nauky* 10, 33-36 [in Ukrainian] .
2. Zaderykhina, O. A., & Rossokha, V. I. (2019). Henetychna kharakterystyka toriiskoi porody konei v Ukraini [Genetic characteristics of the Torii breed of horses in Ukraine]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*. Kharkiv, 122, 84-91. [in Ukrainian] .
3. Dubrovskaya, R. N., & Starodumov, I. M. (1996). *Metodicheskiye rekomendatsii po ispol'zovaniyu polimorfnykh sistem belkov i grupp krovi pri kontrole dostovernosti proiskhozhdeniya loshadey* [Methodical recommendations for the use of polymorphic systems of proteins and blood groups in the control of the reliability of the origin of horses]. Divovo [in Russian].
4. Khrabrova, L. A., & Dubrovskaya, R. N. (2005). *Metodicheskie rekomendatsii po proizvodstvu i ispol'zovaniyu syvorotok-reagentov dlya tipirovaniya grupp krovi loshadey* [Methodical recommendations for the production and use of serum reagents for typing of blood groups of horses]. Divovo [in Russian].
5. Gerasimov, V. I., Slin'ko, V. G., Pron', E. V., Petrushko, N. P., Berezniyskiy, V. I., Khokhlov, A. M., Chernyj, N. V., Pasechnik, V. A., Danilov, S. B., Zhernokleev, N. N., Sokrut, A. V., & Afanasenko, V. Ju. (2011). *Mirovoy genofond loshadey i ego ispol'zovanie* [The global gene pool of horses and its use]. Kharkov : Espada [in Russian].
6. Miros, V. V., Golovko, V. A., & Tkacheva, I. V. (2007). *Konevodstvo* [Horse breeding]. Kharkov [in Russian].
7. Tkacheva Y. V. (2008). Perspektivy razvytyia tiazhelovoznoho konevodstva [Prospects for the development of heavy horse breeding]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*. Kharkiv, 98, 33-35. [in Russian].
8. Rossokha, V. I., Tur, H. M., Zaderykhina, O. A., Koval'ova, T. M., & Drobiazko O. V. (2016). *Metodychni rekomendatsii po henetychnii otsintsi bioriznomanittia ta formuvannia henotypovoi struktury malochyselnykh porid*



silskohospodarskykh tvaryn [Methodical recommendations on genetic evaluation of biodiversity and formation of genotype structure of not numerous breeds of farm animals]. Kharkiv [in Ukrainian].

9. Tkacheva, Y. V. & Korniyenko, A. A. (2008). *Novoaleksandrovskaya tiazhelovoznaia poroda* [Novoaleksandrovsky heavy breeds horse]. Kharkiv [in Ukrainian].

10. Green, E. (1998). *Genome analysis: a laboratory manual: mapping genomes C. Cold Spring Harbor Lab. USA.* 4. P. 37–38.

11. Smithies O. (1955). Zone electrophoresis in starch gels: group variation in the serum proteins of normal human adults. *Biochem. J.* 61. P. 629–641.

12. *Tori Hobusekasvandus. Toriyskiy konnyy zavod* [Tori Hobusekasvandus. Tori stud farm]. (2023). Retrieved from : <http://www.torihobune.ee/Russian/avaleht.htm> [in Russian].

13. *Gosudarstvennaya plemennaya kniga loshadey toriyskoy porody* [State breeding book of horses of Tori breed] (1974). Tallin. XI [in Russian].

14. Pomitun, I. A., & Tkachova, I. V. (2019). Do 100-rychchia Volkova Dmytra Andriio-vycha – koryfeia vitchyznianoho koniarstva [To the 100th anniversary of Dmytro Andriiovych Volkov - the luminary of the country's horse breeding]. *Naukovo-tehnichniy biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine.* Kharkiv. 121. 5-10. [in Ukrainian].

15. *Old-Tori Horse Society.* (2015). Retrieved from: <http://www.vana-torihobune.ee/en/>

16. Kaart, T. (2018). Kokkuvote Eesti tougu hobuste lineaarsest hindamisest aastail 2016-2018. *Eesti Hobusekasvatajate selts: Aastaraamat.* 20-24.

17. Sild, E., Rooni, K., Varv, S., Roed, K., Popov, R., Kantanen, J. & Viinlass, H. (2019). Genetic diversity of Estonian horse breeds and their genetic affinity to northern European and some Asian breeds. *Livestock Science.* 220, 57-66.

18. Tkachova, I. V., Marushchak, V. D., & Banas V. M. (2020). Toriiska poroda v Ukraini [Tory breed in Ukraine]. *Naukovo-tehnichniy biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine.* Kharkiv. 124. 185-195. doi.org/10.32900/2312-8402-2020-124-185-195

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF GENETIC PARAMETERS OF D - SYSTEM BLOOD GROUP OF NOVOALEXANDROVSKAYA DRAFTER AND TORIAN BREEDS STALLIONS

Brovko O. V., Zaderykhina E. A., Institute of Animal Science of NAAS

In Ukraine, the Novoalexandrovskaya and Torian drafter horse breeds belong to breeds with a limited genetic resources. This creates a problem of conservation and efficient breeding of these breeds. One of the priority tasks of modern work with the Novoalexandrovskaya drafter and Torian horse breeds is to preserve the unique genetic resource, improve breeding qualities and working efficiency. Therefore, it is relevant to study the genetic features of these breeds.

The article presents the results of research of the immunogenetic structure of Novoalexandrovskaya and Torian horse breeds of different farms of Ukraine on D-system of blood groups. The aim of the work was to identify genetic markers inherent in the Novoalexandrovskaya drafter and Torian horse breeds, which make it possible to solve breeding and genetic issues in the preservation and improvement of the breeds.



A high frequency of alleles was found in Novoalexandrovskaya drafter horse breed, there are D^{dg} (0,230), D^{ad} (0,202), D^{de} (0,174), D^d (0,115). The alleles D^{cgm} (0,080), D^{bcm} (0,048), D^{dk} (0,024), D^{cegm} (0,017) D^d (0,015) were found relatively less common. The allele D^{cegm} (0,017) was the rarest allele among the Novoalexandrovskaya drafter horse breed and it was 14.78% less common than the allele D^d (0,115).

The Torian horse breed has the high frequency of occurrence of alleles D^{cgm} (0,25), D^d (0,112) D^{dg} (0,097), D^{bcm} (0,073), D^{dk} (0,225). Less common alleles are D^{de} (0,048), D^{cegm} (0,016), D^{ad} (0,032).

The actual degree of homozygosity of Novoalexandrovskaya grafter horse breed is G (0.132), the expected degree is Ca (0.148), the Torian horse breed degrees are G (0.064) and Ca (0.144) accordingly. The polymorphism level of Ae of the breeds is 6.75 and 6.919 accordingly, indicating homozygote deficiency and low level of consolidation.

The actual degree of heterozygosity of Novoalexandrovskaya drafter horse breed is 0.867, while the expected degree is 0.871. The actual degree of heterozygosity of Torian horse breed is 0.935, while the expected degree is 0.855.

Thus, the level of genetic diversity in the examined horses is rather high, which indicates a significant reserve of variability and avoids inbreeding depression.

Keywords: allele, horses, Novoalexandrovskaya grafter horse breed, Torian breed, genetic frequency, genetic variability.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-70-78

УДК 636.4.082.453.5:57.085.2:57.089.3

КОНТРОЛЬ КОНТАМІНАЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ ЗРАЗКІВ *SUS SCROFA* З ВИКОРИСТАННЯМ ГАПЛОЇДНИХ ДНК-МАРКЕРІВ

Будаква Є. О., асп., м. н. с., <https://orcid.org/0000-0001-5941-1953>

Почерняєв К. Ф., д. с.-г. н., гол. н. с., <https://orcid.org/0000-0001-9973-6429>

Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН

м. Полтава, Україна

Почерняєв А. К., <https://orcid.org/0000-0001-9520-4492>

Полтавський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр

МВС України

У цій роботі ми пропонуємо ефективний спосіб контролю контамінації (забруднення) біологічних зразків виду *Sus scrofa* чужорідним матеріалом на преаналітичному етапі у дослідженнях нуклеїнових кислот методом ПЛР. Оскільки ПЛР має високу чутливість, навіть мізерна кількість чужорідного біологічного матеріалу що містить ДНК може привести до хибних результатів. У випадку аналізу забруднених біологічних зразків з використанням диплоїдних ДНК-маркерів, суміш диких та мутантних гомозигот буде визначено як гетерозигота. На відміну від диплоїдних ДНК-маркерів, суміш двох різних гаплотипів визначаються однозначно. Забір біологічного матеріалу свині (вуха з биркою ідентифікаційного номера тварини). ДНК виділяли з епітеліальної тканини вушної раковини. У якості гапліодного маркеру були використані 5 SNP мітохондріального геному. Дослідження проведено з залученням багатосайтового ПЛР-ПДРФ способу, особливість якого полягала у аналізі фрагмента D-петлі між позиціями 15531 і 15959 мітохондріального геному свині (GenBank: AJ002189.1). На цій ділянці розташовані один мономорфний 15558W і п'ять поліморфних сайтів рестрикції *Tas I*: 15580T > C, 15616T > C, 15714T > C, 15758T > C та 15916A > T. Наявність або відсутність сайту *Tas I* у зазначених вище позиціях визначає мітохондріальні гаплотипи, що позначені латинськими літерами від A до P (К. Почерняєв, 2017). ПЛР-ПДРФ аналіз зразків ДНК визначив на електрофореграмі фрагменти ДНК, які вказували на об'єднання двох та більше гаплотипів. Встановити наявність контамінації вдалося завдяки використанню багатосайтового ПЛР-ПДРФ способу, який припускає для мітохондріальної ДНК окремої тварини суворо дискретний набір рестриктних фрагментів. В сумі, розміри рестриктних фрагментів повинні складати 428 п.н., а наявність додаткових смуг ДНК вказують на об'єднання двох та більше гаплотипів. Таким чином, було продемонстровано, що використання гапліодних ДНК-маркерів дозволяє визначати забруднення зразків чужорідним біологічним матеріалом. Даний спосіб може бути використаний при дослідженні ядерної ДНК свиней, як лабораторний контроль якості на преаналітичному етапі, що дозволить зменшити витрати лабораторії, поліпшити організацію роботи та уникнути драматичних помилок при виконання генетичних експертиз.

Ключові слова: свині, епітелій, мітохондріальний геном, генотипування, гапліодні ДНК-маркери, ПЛР, контамінація.

Для генотипування використовують різноманітні методи, вибір яких залежить від того, яку інформацію потрібно отримати. Значна частка методів вимагає



попередню ампліфікацію ДНК, що зазвичай виконується за допомогою ПЛР. Оскільки метод ПЛР має високу чутливість, він дозволяє виконувати дослідження навіть на мізерних кількостях ДНК. Так, S. Furutani et al. (2012) повідомили про можливість отримання продуктів RT-PCR з використанням від 10 до 400 клітин. Необхідність аналізу експресії генів окремих клітин призвів до розроблення методів у яких достатньо для аналізу геному однієї клітини – одноклітинна або мікрокрапельна РТ-ПЛР (англ. *single-cell droplet RT-PCR* – одноклітинна крапельна РТ-PCR). Безумовна цінність чутливості методу ПЛР визначає певні вимоги, які передбачають ідеальну стерильність лабораторних приміщень, обладнання, пластику та компонентів розчинів [2-5]. Як правило, на ці умови звертають основну увагу, маючи на увазі, що забір біологічного матеріалу було виконано з дотриманням комплексу заходів преаналітичного етапу. На преаналітичному етапі основну увагу звертають на спосіб відбору біологічних зразків, чітку систему маркування, реєстрації та забезпечення температурного режиму транспортування і зберігання проб. На практиці відбір проб у польових умовах (приміщення з груповим утриманням тварин, забійні цехи м'ясокомбінатів, на полюванні) відбувається з різними порушеннями преаналітичного етапу, які уникнути технологічно неможливо. З тією самою проблемою стикаються і криміналісти. Повх А. С., Романчук С. М. (2018) зауважують, що молекулярно-генетичне дослідження зазвичай пов'язане з ризиком забруднення – контамінацією (англ. *Contamination*) біологічних об'єктів (зразків) чужорідною ДНК, тобто ДНК інших осіб (трупів) [6-9, 11]. Вона може виникнути на будь-якому етапі дослідження (огляд речових доказів, пошук слідів біологічного походження, виділення ДНК з об'єктів дослідження, проведення ПЛР у реальному часі, ампліфікації, фрагментного капілярного електрофорезу тощо). Контамінація сьогодні є важливою проблемою, що спонукає до розроблення заходів контролю з метою запобігти забрудненню об'єктів біологічного походження, виділеної та ампліфікованої ДНК, реактивів, лабораторного посуду, обладнання тощо, які використовують під час молекулярно-генетичного дослідження.

Проблематика контролю за контамінацією при генетичних дослідженнях у тваринництві набула особливого в значення при використанні одержаних даних в суді. Оскільки, сьогодні генетична експертиза домашніх тварин є суттєвим доказом видової та індивідуальної ідентифікації об'єктів у судових справах, коли тварина підозрюється у нападі або нанесенні збитку майну. Така експертиза доцільна під час розслідування як цивільних, так і кримінальних справ викрадення тварин, жорстокого поводження з тваринами, а також фальсифікації харчових продуктів [12]. Велика частина розбіжностей лабораторій, які знаходяться у підпорядкуванні ISAG, стосується надання судово-генетичних послуг з експертизи зразків тваринного походження. На це, можливо, впливає відсутність чіткого визначення судової генетики тварин. Для вирішення цього питання ISAG створило "Постійний комітет судової генетики тварин", одним із завдань якого було розроблення рекомендацій щодо використання генетичної інформації в криміналістичних дослідженнях тварин [13].

Зрозуміло, що проблема контролю за контамінацією набуває більшого значення завдяки впровадженню маркер-асоційованої селекції. Так, в Україні набувають поширення методи селекції свиней у яких використовують дані щодо певних ДНК-маркерів та їх асоціацій з господарсько-корисними ознаками. Вже встановлені формули ДНК-маркерів для певних порід свиней. Так, наприклад, П. А. Ващенко та співавтори (2019) пропонують відбір тварин для відтворення



здійснювати після типування молодняку і віддавати перевагу свиням із генотипами *c.1426 MC4R^{GA}*, *MC4R^{AA}*, *g. 22 CTSF^{CC}*, *g.2845 LEP^{TT}* [14].

З огляду на це, метою даної роботи було розробити спосіб визначення забруднення чужорідною ДНК з використанням гаплоїдних ДНК-маркерів. У цій роботі ми пропонуємо ефективний механізм контролю, що запобігає виникненню помилок пов'язаних з відбором проб у польових умовах. Він полягає у визначенні контамінації ДНК за допомогою гаплоїдних ДНК-маркерів, а саме ПЛР-ПДРФ варіабельної ділянки мітохондріального геному. Визначення можливої контамінації ДНК дозволить зменшити витрати лабораторії, поліпшити організацію роботи та уникнути драматичних помилок при виконання генетичних експертиз.

Мета дослідження. Визначити ефективність використання гаплоїдних ДНК-маркерів для контролю контамінації біологічних зразків чужорідним матеріалом.

Матеріали та методи дослідження. Забір біологічного матеріалу свині (вуха) виконували під час проведення забою на Глобинському м'ясокомбінаті, Глобинського району, Полтавської області на помісних свинках (175 голів) велика біла × ландрас у поєднанні з термінальними кнурами Махгго. Після забою з туш свиней було відрізано по одному вуху з биркою ідентифікаційного номера тварини.

ДНК виділяли з епітеліальної тканини вушної раковини з використанням набору для виділення нуклеїнових кислот ДНК-сорб-Б виробника ТОВ «ІнтерЛаб Сервіс-Україна» згідно рекомендацій виробника.

Дослідження мітохондріальної ДНК (мтДНК) свиней було здійснено з використанням полісайтового способу ПЛР-ПДРФ [1]. Для ПЛР-реакції використовували набір (Thermo Scientific™), олігонуклеотидні праймери власного дизайну МІТПРОФ: GCACCCAAAGCTGAAATTCTA та МІТПРО2R: CATACAAATATGTGACCCCAA було синтезовано (Metabion international AG, ФРН). Ампліфікацію проводили на програмованому термостаті (Biometra GmbH) за наступних умов. Початкова денатурація – 5 хв за 95 °С та 35 циклів: денатурація – 94 °С (40 с), випалювання праймерів – 63 °С (40 с), синтез – 72 °С (40 с), завершальний синтез – 72 °С, 5 хв, (зберігання – 4 °С).

Якість та специфічність продуктів ПЛР перевіряли за допомогою електрофорезу у 2% агарозному гелі у буфері 1×ТВЕ, при напрузі 2В/см гелю. Як маркери молекулярної маси використовували: 1 kb DNA Ladder (Thermo Scientific™). Після закінчення електрофорезу гель фарбували розчином бромистого етидію (10 мг/см³) упродовж 4–7 хв. Гідроліз продуктів ПЛР виконували з використанням ендонуклеази *Tas I* (Thermo Scientific™) за умов виробника. Продукти гідролізу ПЛР були розділені за допомогою електрофорезу у 8% поліакриламідному гелі у 1×ТВЕ буфері за сили струму 50мА, як маркер молекулярної маси використовували ДНК *pUC19/Msp I* (Hpa II) та *pBlueScript DNA/MspI* (Thermo Scientific™). Після закінчення електрофорезу гель фарбували розчином бромистого етидію (10 мг/см³) упродовж 4–7 хв, промивали гель дистильованою водою та документували результати електрофорезу цифровою камерою на транслюмінаторі (Micro DOC Gel Documentation Digital camera with UV Transilluminator, Cleaver Scientific).

Результати досліджень. Дослідження проведено з залученням багатосайтового ПЛР-ПДРФ способу, особливість якого полягала у аналізі фрагмента D-петлі між позиціями 15531 і 15959 мітохондріального геному свині (GenBank: AJ002189.1), де розташовані один мономорфний 15558W і п'ять поліморфних сайтів *Tas I*: 15580T > C, 15616T > C, 15714T > C, 15758T > C та 15916A > T. Наяв-



ність або відсутність сайту пізнавання *Tas I* у зазначених вище позиціях визначає мітохондріальні гаплотипи, що позначені латинськими літерами від А до Р [1]. Електрофорез продуктів ПЛР ампліфікації ДНК свиней у 2% агарозному гелі визначив розмір фрагментів 428 п.н. Ампліфікована ДНК всіх зразків відповідала очікуваним розмірам фрагментів та не містила додаткових смуг на електрофореграмі, що свідчить про специфічність синтезу (Рис. 1.).

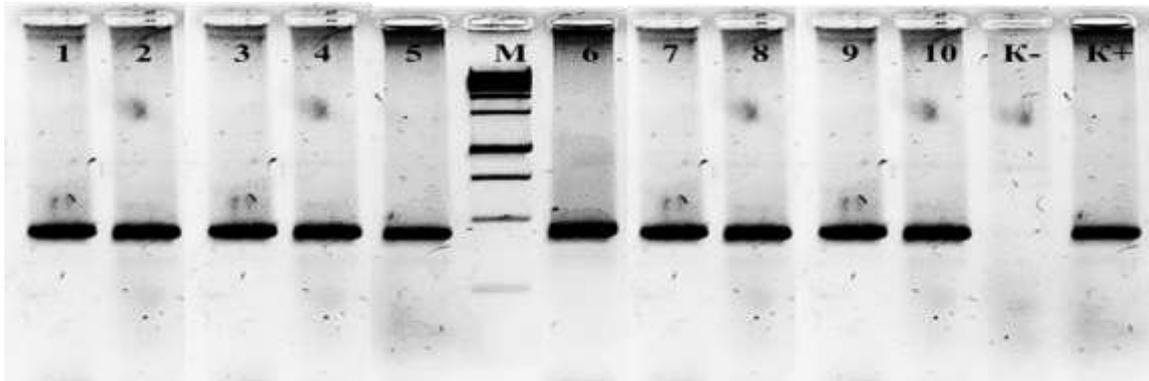


Рис. 1. Ампліфікована у ПЛР мтДНК свиней з парою олігонуклеотидних праймерів MITPROF та MITPRO2R фракціонованих у 2% агарозному гелі: М – маркер молекулярної маси 1 kb DNA Ladder, зразки 1-10 ДНК свині, К- негативний контроль (H_2O), К+ – позитивний контроль (ДНК свині).

Рестриктний аналіз продукту ПЛР розміром 428 п.н., з використанням ендонуклеази *Tas I*, визначив на електрофореграмі неспецифічні фрагмент ДНК (Рис. 2).

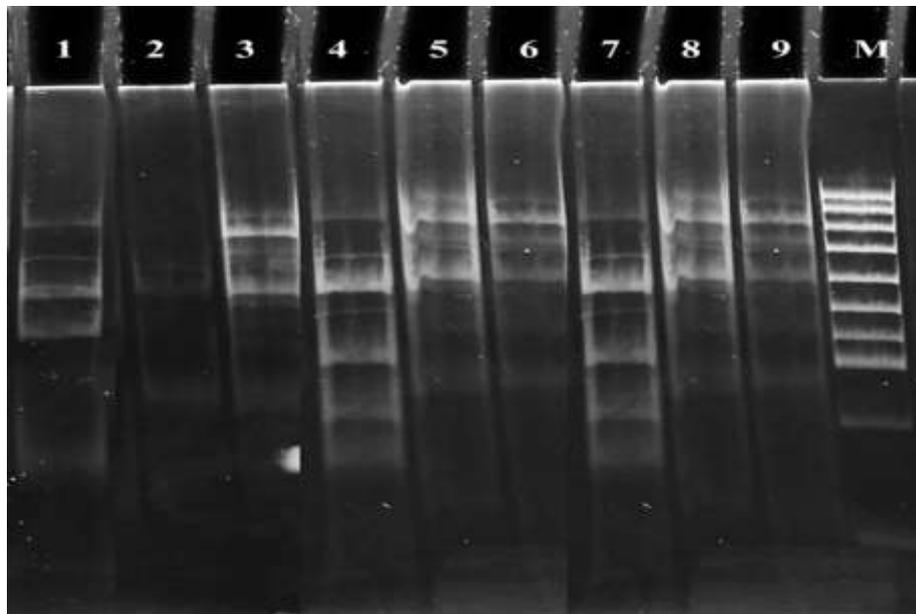


Рис. 2. Ампліфікована у ПЛР та гідролізована з використанням ендонуклеази *Tas I* мітохондріальна ДНК свині, фракціонована у 8 % ПААГ: 1–9 ДНК свиней, М – маркер pUC19/MspI (HpaII).

Оскільки, при використанні багатосайтового ПЛР-ПДРФ способу аналізу мітохондріального геному свині для гаплотипу кожної тварини повинний спосте-



рігатися суворо дискретний набір рестриктних фрагментів. В сумі розміри рестриктних фрагментів мають скласти 428 п.н. Так, наприклад, після гідролізу ділянки фрагменту D-петлі мітохондріального геному повинні були утворюватися наступні можливі комбінації рестриктних фрагментів ДНК: $406 + 22 = 428$ п.н., $383 + 23 + 22 = 428$ п.н., і так далі, всього можливих 18 варіантів. Гаплотипи, що мають найбільшу концентрацію серед транскордонних порід свиней приведено на ілюстративному фото (Рис. 3).

На підставі цього, було зроблено висновок, про наявність змішаних зразків ДНК. Аналізуючи можливі шляхи контамінації на преаналітичному та аналітичному етапах дослідження, ми прийшли висновку, що під час забору зразків при забої на Глобинському м'ясокомбінаті, відбулося перехресне забруднення біологічним матеріалом свиней.

Оскільки ці зразки планувалося використати для генотипування за ядерними SNP ДНК-маркерами, одержані результати дозволили уникнути хибних результатів при використанні забрудненої ДНК. Зрозуміло, що при дослідженні змішаних зразків ДНК, з високою імовірністю міг спостерігатися надлишок гетерозигот.

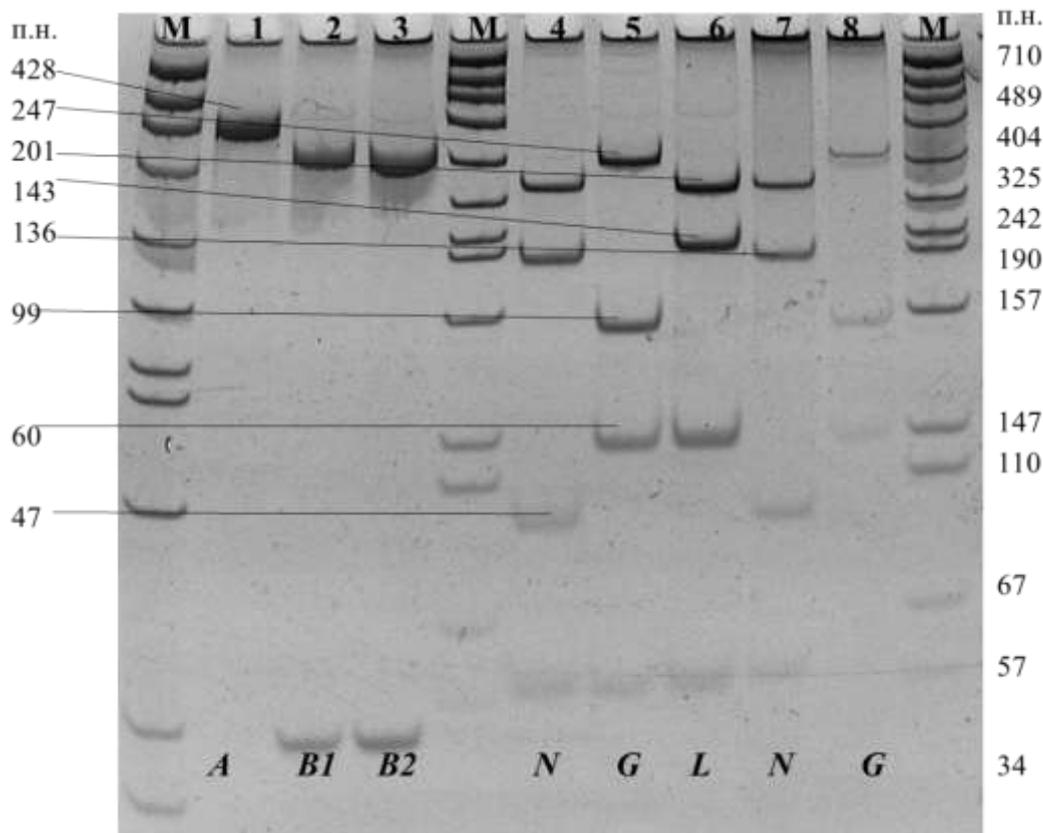


Рис. 3. Приклад різних профілів мітохондріальної ДНК (гаплотипів). Ампліфікована у ПЛР та гідролізована з використанням ендонуклеази *Tas I* мітохондріальна ДНК свиней, фракціонована у 8 % ПААГ: М – маркер *pBlueScript DNA/Msp I*. Зразки 1,2,3 разом з маркером *pBlueScript DNA/Msp I* фракціонували 1 годину, потім наносили зразки на лунки 4,5,6,7,8 з маркерами *pBlueScript DNA/Msp I* та фракціонували ще 2 години.



Залучення даного способу контролю контамінації біологічних зразків чужорідним матеріалом не доцільне при використанні аналізу STR-локусів, оскільки завдяки наявності множинних алелів притаманних мікросателітам, змішані зразки ДНК визначаються однозначно.

Таким чином, ми схилиємося до думки Van Oorschot R. A. H. et al. (2019) [10], що експертиза пов'язана з аналізом ДНК відрізняється від інших. Вона має підкріплюватися спеціальною підготовкою, перевіркою кваліфікації, авторизацією та регулярним тестуванням кваліфікації. Можливості для експертів повідомляти про проблеми, пов'язані з діяльністю, будуть збільшуватися, оскільки наші знання збільшуються завдяки подальшим дослідженням, розширюється доступ до відповідних даних, а інструменти, що допомагають інтерпретації, краще використовуватимуться. Можливості вдосконалення будуть досягнуті швидше, якщо більше лабораторій і агенцій визнають необхідність інвестувати в ці аспекти, а також у навчання практиків.

Висновок. Використання гапloidних ДНК-маркерів, у нашому випадку мітохондріального геному дозволяє визначити забруднення зразків біологічним матеріалом виду *Sus scrofa*. Даний спосіб може бути використаний при дослідженнях SNPДНК свиней, як лабораторний контроль якості, що дозволить зменшити витрати лабораторії, поліпшити організацію роботи та уникнути драматичних помилок при виконанні генетичних досліджень.

Вдячності. Дослідження виконано за підтримки Національної академії аграрних наук України в межах виконання завдання 31.01.00.07.Ф. «Дослідити плейотропний ефект генів, SNP яких використовують в маркер-асоційованій селекції свиней» ДР № 0121U109838.

Бібліографічний список

1. Почерняєв, К., Ф. Нові можливості багатосайтового способу визначення мітохондріальних гаплотипів свиней. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. 2017. 69, 100-108. <https://svinarstvo.com/zbirnyk/archive/69/69-100-108.pdf>.

2. Furutani S., Nagai H., Takamura Y., Aoyama Y., Kubo I. Detection of expressed gene in isolated single cells in microchambers by a novel hot cell-direct RT-PCR method. *Analyst*. 2012. Vol. 137. P. 2951-2957. <https://doi.org/10.1039/C2AN15866C>.

3. Shunsuke F., Naoki S., Hidenori N., Yuri A., Izumi K. Development of a Detection System for Expressed Genes in Isolated Single Jurkat Cells. *Sensors and Materials*. 2014. Vol. 26 (8). P. 623-635. URL: https://sensors.myu-group.co.jp/sm_pdf/SM1029.pdf.

4. Luyao L., Xiaobin D., Yunping T., Guijun M., Zhongping Z., Lulu Z., Zewen W., Duli Y., Xianbo Q. Methods and platforms for analysis of nucleic acids from single-cell based on microfluidics. *Microfluidics and Nanofluidics*. 2021. Vol. 25 (87). <https://doi.org/10.1007/s10404-021-02485-0>

5. Ma J., Tran G., Wan A. M. D., Young E. W. K., Kumacheva E., Iscove N. N., Zandstra P. W. Microdroplet-based one-step RT-PCR for ultrahigh throughput single-cell multiplex gene expression analysis and rare cell detection. *Scientific Reports*. 2021. Vol. 11 (1). P. 6777. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86087-4>.

6. Повх А. С., Романчук С. М. Контамінація під час молекулярно-генетичного дослідження. Причини її виникнення та наслідки. *Криміналістичний вісник*. 2018. №30(2). С. 106-115. <https://doi.org/10.37025/1992-4437/2018-30-2-106>.



7. Степанюк Р. Л., Іонова В. В. Призначення судової молекулярно-генетичної експертизи на стадії досудового розслідування: проблеми та шляхи їх вирішення. *Вісник Луганського державного університету внутрішніх справ імені Е. О. Дідоренка*. 2020. № 3(91). С. 307-319. <https://doi.org/10.33766/2524-0323.91.307-319>.
8. Balk C. Reducing Contamination in Forensic Science. *Themis*. 2015. Vol. 3. P. 222-239. <https://doi.org/10.31979/THEMIS.2015.0312>.
9. Angela G., Scot E. D., Susan G., Brian D., Rodrick J. C. Inherent bacterial DNA contamination of extraction and sequencing reagents may affect interpretation of microbiota in low bacterial biomass samples. *Gut Pathogens*. 2016. Vol. 8(24). <https://doi.org/10.1186/s13099-016-0103-7>.
10. Van Oorschot R. A. H., Szkuta B., Meakin G. E., Kokshoorn B., Goray M. DNA transfer in forensic science: A review. *Forensic Science International: Genetics*. 2019. Vol. 38. P. 140-166. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.10.014>
11. Georgina E. M., Bas K., Roland A. H. O., Bianca S. DNA transfer in forensic science. *WIREs Forensic Sci.* 2021. Vol. 3 (1404). P. 1-19. <https://doi.org/10.1002/wfs2.1404>.
12. Giovambattista G., Ripoli M. V., Lirón J. P., Villegas Castagnasso E. E., Peral-García P., Lojo M. M. DNA typing in a cattle stealing case. *J. Forensic Sci.* 2001. Vol. 46(6). 1484-6. PMID:11714164.
13. Budowle B., Garofano P., Hellman A., Ketchum M., Kanthaswamy S., Parson W., et al. Recommendations for animal DNA forensic and identity testing. *Int J Legal Med.* 2005. Vol. 119(5). P.295-302. <https://doi.org/10.1007/s00414-005-0545-9>.
14. Vashchenko P. A, Balatsky V. M, Pocherniaev K. F, Voloshchuk V. M, Tsybenko V. H, Saenko A. M, Oliynychenko Ye. K, Buslyk T. V, Rudoman H. S. Genetic characteristic of the Mirhorod pig breed by analysing single nucleotide polymorphisms. *Agricultural Science and Practice.* 2019. Vol. 6(2). P.47-57. <https://doi.org/10.15407/agrisp6.02.047>.

References

1. Pocherniaiev, K., F. (2017). Novi mozhyvosti bahatosaitovoho sposobu vyznachennia mitokhondrialnykh haplotypiv svynei [New possibilities of the multi-site method of determination of mitochondrial haplotypes of pigs] *Svynarstvo. Mizhvidomchy itematychnyinaukovy izbirnyk Instytutu svynarstva i APV NAAN*. 69, 100-108 <https://svynarstvo.com/zbirnyk/archive/69/69-100-108.pdf> [inUkrainian].
2. Furutani, S., Nagai, H., Takamura, Y., Aoyama, Y., & Kubo, I. (2012). Detection of expressed gene in isolated single cells in microchambers by a novel hot cell-direct RT-PCR method. *Analyst*. Vol. 137. P. 2951-2957. <https://doi.org/10.1039/C2AN15866C>.
3. Shunsuke, F., Naoki, S., Hidenori, N., Yuri, A., & Izumi, K. (2014). Development of a Detection System for Expressed Genes in Isolated Single Jurkat Cells. *Sensors and Materials*, 26(8), 623–635. URL: https://sensors.myu-group.co.jp/sm_pdf/SM1029.pdf
4. Luyao, L., Xiaobin, D., Yunping, T., Guijun, M., Zhongping, Z., Lulu, Z., Zewen, W., Duli, Y., & Xianbo, Q. (2021). Methods and platforms for analysis of nucleic acids from single-cell based on microfluidics. *Microfluidics and Nanofluidics*, 25(87). <https://doi.org/10.1007/s10404-021-02485-0>.
5. Ma, J., Tran, G., Wan, A., M., D., Young, E., W., K., Kumacheva, E., Iscove, N., N., Zandstra, & P., W. (2021). Microdroplet-based one-step RT-PCR for ul-



trahigh throughput single-cell multiplex gene expression analysis and rare cell detection. *Scientific Reports*, 11(1), 6777. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86087-45>.

6. Povkh, A. S., & Romanchuk, S., M. (2018). Kontaminatsiia pid chas molekuliarno-henetychnoho doslidzhennia. Prychyny yii vynykennia ta naslidky. [Contamination during molecular-genetic research. Its causes and consequences]. *Forensis Herald*, 30(2), 106–115. <https://doi.org/10.37025/1992-4437/2018-30-2-106> [in Ukrainian].

7. Stepaniuk, R. K., & Ionova, V. V. (2020). Pryznachennia sudovoi molekuliarno-henetychnoi ekspertyzy na stadii dosudovoho rozsliduvannia: problemy ta shliakhy yikh vyrishennia. [The assignment of forensic molecular-genetic examination during pre-trial investigation: problems and ways to solve them]. *Bulletin of Luhansk State University of Internal Affairs Named After E. Didorenko*, 3(91), 307-319. <https://doi.org/10.33766/2524-0323.91.307-319> [in Ukrainian].

8. Balk, C. (2015). Reducing Contamination in Forensic Science. *Themis*, 3, 222-239. <https://doi.org/10.31979/THEMIS.2015.0312>

9. Angela, G., Scot, E., D., Susan, G., Brian, D., & Rodrick, J., C. (2016). Inherent bacterial DNA contamination of extraction and sequencing reagents may affect interpretation of microbiota in low bacterial biomass samples. *Gut Pathogens*, 8(24); <https://doi.org/10.1186/s13099-016-0103-7>

10. Van Oorschot, R. A., H., Szkuta, B., Meakin, G. E., Kokshoorn, B., & Go-ray, M. (2019). DNA transfer in forensic science: A review. *Forensic Science International: Genetics*, 38; 140-166. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.10.014>

11. Georgina, E. M., Bas, K., Roland, A. H. O., & Bianca, S. (2021). DNA transfer in forensic science. *WIREs Forensic Sci*, 3(1404); 1-19. <https://doi.org/10.1002/wfs2.1404>

12. Giovambattista, G., Ripoli, M. V., Lirón, J. P., Villegas Castagnasso, E. E., Peral-García P., & Lojo, M. M. (2001). DNA typing in cattle stealing case. *J Forensic Sci*. 46(6);1484-6.PMID:11714164

13. Budowle, B., Garofano, P., Hellman, A., Ketchum, M., Kanthaswamy, S., Parson, W., et al. (2005). Recommendations for animal DNA forensic and identity testing. *Int J. Legal Med*. 119(5); 295-302.<https://doi.org/10.1007/s00414-005-0545-9>

14. Vashchenko, P. A., Balatsky, V. M., Pocherniaev, K. F., Voloshchuk, V. M., Tsybenko, V. H., Saenko, A. M., Oliynychenko, Ye. K., Buslyk, T. V., & Rudoman, H. S. (2019). Genetic characteristic of the Mirhorod pig breed by analysing single nucleotide polymorphisms. *Agricultural Science and Practice*. 6(2); 47-57. <https://doi.org/10.15407/agrisp6.02.047>

BIOLOGICAL SAMPLES CONTAMINATION CONTROL OF THE *SUS SCROFA* USING HAPLOID DNA MARKERS

Y. O. Budakva, K. F. Pochernyaev, Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production NAAS

A. K. Pochernyaev, Poltava Scientific Research Forensics Center, MIA of Ukraine

*This paper proposes an effective method for controlling the contamination of biological samples of *Sus scrofa* with alien material in the preanalytical phase of a PCR study. Because PCR is highly sensitive, even a small amount of DNA containing alien biological substances can lead to false results. In the case of analysis of contaminated biological samples using diploid DNA markers, a mixture of two different homozygotes will be defined as a heterozygote. Unlike diploid DNA markers, a mixture of two differ-*



*ent haplotypes is uniquely determined. To perform the study in the slaughter shop of the Globinsky Meat Processing Plant, after slaughter, one ear was cut off from the carcasses of pigs with an animal identification number tag. DNA was isolated from the epithelial tissue of the auricle. Five SNPs of the mitochondrial genome were used as a haploid marker. The study was carried out using a multisite PCR-RFLP method, the peculiarity of which was the analysis of the D-loop fragment between positions 15531 and 15959 of the porcine mitochondrial genome (GenBank: AJ002189.1). This sequence contains one monomorphic site (15558W) and five polymorphic *Tas I* restriction enzyme sites (15616T > C, 15714T > C, 15758T > C, and 15916A > T). The presence or absence of the *Tas I* site in the above positions determines mitochondrial haplotypes, denoted by Latin letters from A to P. PCR-RFLP analysis of DNA samples revealed DNA fragments on the electrophoregram, indicating a mixture of two or more haplotypes. It was possible to establish the presence of contamination due to the use of a multisite PCR-RFLP method, which implies a strictly discrete set of restrictive fragments for the mitochondrial DNA of an individual animal. The total size of the restriction fragments should be 428 bp and the presence of additional DNA bands indicate the association of two or more haplotypes. Thus, it was demonstrated that the use of haploid DNA markers makes it possible to determine the contamination of samples with alien material. This method can be used in the study of porcine nuclear DNA as a laboratory quality assurance of the preanalytical phase, which will reduce laboratory costs, improve the organization of work and avoid dramatic errors when performing genetic examinations.*

Keywords: pigs, epithelium, mitochondrial genome, haploid DNA markers, PCR, contamination.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-79-89

УДК 636.92.087.8:591.111

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ПАРАМЕТРІВ КРОВІ МОЛОДНЯКУ КРОЛІВ ПІД ВПЛИВОМ ФІТОБІОТИКУ

Корх О. В., к. с.-г. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0002-7010-1574>
Інститут тваринництва НААН

Біологічно-активні кормові добавки рослинного походження (фітобіотики) сприяють корекції процесу травлення, впливають на імунітет тварин, і, як результат, оптимізують захисні функції їх організму та забезпечують найбільший прояв генетичного потенціалу. У контексті зазначеного, реалізація програм якісного покращення вітчизняних порід кролів за детермінантами, що формують високу біологічну і харчову цінність продукції, залежить від рівня впливу багатьох генотипових та паратипових чинників, котрі суттєво змінюються в часі. Одним із найважливіших паратипових чинників є умови годівлі. У проведеному досліді встановлено, що одночасне використання фітодобавки із кропиви дводомної молодняком III групи через організм матері та перорально з 21-ї доби після народження дало змогу збільшити їх живу масу в усі періоди росту і на 90 добу ця відмінність досягла 14,3 і 7,7 % проти ровесників II і I груп. У віці 120 діб за показником живої маси вони вірогідно переважали тварин II групи на 196,5 г або 8,5 % ($p < 0,001$) і I групи – на 166,5 г або 7,1 % ($p < 0,001$).

Водночас, контроль годівлі повинен здійснюватися за показниками крові, які в комплексі з іншими параметрами організму дають змогу виявити непомітні зміни в органах та тканинах, а також мати уявлення про функціональний стан як окремих органів, так і загального стану тварини. Тим не менш одержана інформація забезпечує керування процесами, які впливають на продуктивність тварин. У рамках проведених досліджень виявлено, що основні гематологічні параметри крові молодняку кролів усіх груп упродовж дослідження перебували в межах фізіологічної норми. Натомість на початку дослідження зразки периферичної крові молодняку III групи характеризувались незначно більшим вмістом еритроцитів на 3,6 і 8,0 %, гемоглобіну – на 1,5 і 6,3 %, концентрацією загального білка – на 1,8 і 1,5 %, альбумінів – на 1,9 і 3,4 % та глобулінів – на 1,1 і 2,6 %. Згодуювання молодняку фітодобавки в натальний і постембріональний період не викликало різких змін в стані їх здоров'я та порушень в обміні речовин наприкінці дослідження зумовлюючи зростання у крові рівня майже усіх складових крові, але їх величини не виходили за межі 9,0 % (0,9–8,6 %), без вірогідної різниці між групами, крім вмісту еритроцитів, де відмінність між тваринами III і II груп становила 10,5 %, за статистично вірогідної різниці між ними на рівні $p < 0,05$.

Результати проведених досліджень розкривають нові можливості реалізації генетичного потенціалу продуктивності молодняку кролів за рахунок включення до їх раціону фітодобавки рослинного походження – борошна з кропиви дводомної.

Ключові слова: молодняк, кропива дводомна, жива маса, параметри крові, середньодобовий приріст.

Перспективною галуззю тваринництва є кролівництво, яка до останнього часу вважалася найприбутковішою. У чисельній різноманітності продукції кролівництва важливе місце займає виробництво високоякісного дієтичного м'яса, по-



живні та дієтичні властивості якого значно вищі за інших видів тварин. Кролі мають високу плодючість і скоростиглість, завдяки цьому потенційно можливе одержання в короткі строки значної кількості продукції їх забою.

У цьому сенсі подальше збільшення виробництва продукції кролівництва, поряд із створенням нових високопродуктивних порід тварин із високим генетичним потенціалом, пов'язане з розробкою ефективних способів підвищення їх продуктивності шляхом застосування природних біологічно-активних добавок нового покоління [1–3], і насамперед природного походження, які є найбільш перспективними завдяки своїй доступності, відсутності побічної дії та широкому спектру біологічного впливу на організм тварини [4–6].

Варто зауважити, що останнім часом фахівцями галузі все більше уваги надається використанню у годівлі фітогеніків (фітобіотиків), ароматичних і смакових добавок рослинного походження, одержаних із трав, котрі мають високі високі смакові і лікувальні властивості та є натуральними стимуляторами росту [7–9]. У своєму складі фітобіотики мають низку біологічно-активних речовин, у тому числі: полісахариди, азотовмісні речовини, органічні кислоти, глікозиди, алкалоїди, флаваноїди, кумарини, сапоніни, дубильні, мінеральні речовини, гіркоти, ефірні олії та смоли, які виробляються і накопичуються у процесі їх росту і розвитку. Крім того, вони виконують ряд важливих функцій в організмі: сприяють антиоксидантному, антимікробному захисту, знижують ризик захворювань шлунково-кишкового тракту, поліпшують функціональний стан, активізують апетит, нормалізують функції печінки і жовчного міхура та за дії заспокійливих речовин, що вони містять, покращують роботу нервової системи [10–15]. Окрім цього фітобіотики є фітокоректорами, що модифікують роботу травних залоз, забезпечуючи таким чином умови для конкурентного росту корисної мікрофлори [16], покращують смакові якості корму, стимулюють слиновиділення, секрецію травних соків завдяки швидкому проходженню корму та всмоктуванню поживних речовин, а також поліпшують стан імунної системи організму [17, 18].

Разом із тим, крім бачення важливих аспектів розвитку проблеми до цього часу ціла низка питань щодо використання природних кормових добавок в годівлі кролів, а особливо молодняку, далекі від остаточного вирішення, що підтверджує актуальність та практичну цінність проведеної роботи.

Мета досліджень – визначити особливості формування продуктивності та параметрів крові молодняку кролів під впливом фітобіотику – борошна з кропиви дводомної.

Для досягнення поставленої мети передбачено вирішити наступні завдання:

– дослідити динаміку живої маси та її приростів у молодняку кролів за згодовування борошна з кропиви дводомної;

– визначити гематологічні показники крові піддослідного молодняку.

Матеріали та методи досліджень. Експериментальну роботу проводили в умовах відділу селекційно-технологічних досліджень у дрібному тваринництві та конярстві Інституту тваринництва НААН, лабораторії оцінки якості кормів і продуктів тваринного походження Інституту тваринництва НААН та приватного господарства Харківської області. Об'єктом досліджень слугував молодняк м'ясошкуркового напрямку продуктивності породи сірій велетень. У ході пошукових досліджень обґрунтували оптимальну дозу введення кропиви дводомної до складу комбікорму для годівлі кролематок у кількості 10 % проти 3,5 і 15%. Схему науково-господарського дослідження на молодняку наведено у табл. 1.

Згідно зі схемою із одержаного від самиць приплоду сформували три групи



молодняку, по 4 голови у кожній: I – споживання фітодобавки з 21-ї доби після народження, II група – споживання фітодобавки через організм матері, III – споживання фітодобавки через організм матері і перорально з 21-ї доби після народження. Формування груп проводили за принципом груп-аналогів з урахуванням живої маси, віку, статі та стану здоров'я кролів.

Таблиця 1

Схема науково-господарського досліду

Група	Порода	Основний період досліду (період згодовування фітодобавки)
I – дослідна	сірий велетень	із 21 до 120 доби
II – дослідна	сірий велетень	30 діб через організм матері
III – дослідна	сірий велетень	30 діб через організм матері та з 21 до 120 доби

Умови догляду та утримання молодняку були однакові: розміщення – у приміщенні в односторонніх клітках, напування – за застосування чашкових напувалок з вільним цілодобовим доступом до них, обслуговування – одним працівником, годівля – повноцінна та збалансована за використання комбікормів власного виробництва.

Параметри живої маси молодняку контролювали шляхом індивідуального зважування на електронних вагах: при народженні, у віці 30, 60, 90 і 120 діб. На підставі одержаних даних розраховували абсолютний та середньодобовий прирости живої маси піддослідних тварин.

Абсолютний приріст живої маси молодняку визначали за формулою 2.1:

$$A = W_2 - W_1, \tag{2.1}$$

де A – абсолютний приріст, кг;

W₁ – жива маса молодняку на початку періоду, кг;

W₂ – жива маса молодняку наприкінці періоду, кг.

Середньодобовий приріст живої маси молодняку обчислювали за формулою 2.2:

$$A = \frac{W_k - W_n}{t}, \tag{2.2}$$

де A – середньодобовий приріст, г;

W_k – жива маса молодняку наприкінці вікового періоду, г;

W_n – жива маса молодняку на початку вікового періоду, г;

W_k – W_n – загальний приріст за період, г;

t – тривалість періоду, кормоднів.

Відносний приріст живої маси молодняку розраховували за формулою 2.3:



$$K = \frac{W_2 - W_1}{0,5 * (W_1 + W_2)} * 100, \quad (2.3)$$

де W_1 – жива маса молодняку на початку вікового періоду, г;
 W_2 – жива маса молодняку наприкінці вікового періоду, г.

Зразки крові відбирали на початку та наприкінці досліду з крайньої вушної вени від усього поголів'я молодняку в ранковий час до годівлі, з дотриманням всіх необхідних правил асептики й антисептики.

У крові за методикою [19] визначали:

- кількість еритроцитів – на ФЕК;
- кількість лейкоцитів – підрахунком в камері Горєва;
- вміст гемоглобіну – методом Салі;
- білкові фракції в сироватці крові – фосфатним буфером за розчинами помутніння, яку встановлювали за допомогою рефрактометра.

Первинний цифровий матеріал, одержаний за проведення досліджень, опрацьовували методами варіаційної статистики з використанням персонального комп'ютера та пакету базових прикладних програм Microsoft Excel та SPSS 15.

Результати досліджень. Доведено, що споживання фітодобавки кроленят є доцільним, але її вплив на продуктивні ознаки у період раннього онтогенезу проявлявся різною мірою (табл. 1).

Таблиця 1

Параметри живої маси та рівень її приростів у молодняку в ранній період онтогенезу, $M \pm m$

Показник	Група		
	I	II	III
Жива маса 1 голови, г			
у т. ч.: при народженні	62,8±1,39	64,8±0,87	63,9±1,04
у віці 30 діб	424,8±8,99**	410,3±7,32***	459,3±6,61
Абсолютний приріст від народження до 30 діб, г	362,0±9,15**	345,5±7,52***	395,4±6,72
Середньодобовий приріст від народження до 30 діб, г	12,1±0,29**	11,5±0,25***	13,2±0,22

Примітка. ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ – вірогідність різниці щодо III групи

Наразі, споживання фітодобавки через організм матері та з 21 доби після народження не призвело до бажаних високих результатів. А її згодовування у два способи – через організм матері, а потім ще й перорально з 21-ї доби після народження мало найвищий продуктивний ефект. Зокрема, жива маса молодняку III групи вже через місяць постнатального розвитку і згодовування добавки була вірогідно більшою щодо ровесників II і I груп на 49,0 і 34,5 г або 11,9 % ($p < 0,01$) і 8,1 % ($p < 0,001$) за стовідсоткового рівня збереженості в усіх групах.

Відповідно змінам живої маси молодняку усіх груп змінювалася й інтенсивність його росту. У цілому за період від народження до 30-добового віку середньодобові прирости живої маси кроленят III групи зросли на 14,8 % ($p < 0,01$) щодо ровесників II групи та – на 9,1 % ($p < 0,001$), порівняно з молодняком I групи. У свою чергу зазначені переваги за живою масою та енергією росту кроленят спостерігалися й між II і I групами, на користь останньої, але вони були менш виразними й становили відповідно 3,5 і 5,2 %, без статистично вірогідної різниці між



ними.

Результати досліджень в подальший віковий період розвитку молодняка вказують на збереження міжгрупових тенденцій, а саме за величиною живої маси кролі ІІІ дослідної групи у 60-добовому віці високовірогідно переважали ровесників ІІ і І груп, що свідчить про позитивний вплив фітодобавки у найбільш стресовий період їх вирощування – після відсадки (табл. 2).

Таблиця 2

Формування живої маси та її приростів у молодняка у віці 60–120 діб, М±m

Показник	Вік, діб		
	60	90	120
І група			
Жива маса, г	1476,0± 11,7***	2334,0± 15,8***	3175,0± 8,69***
Абсолютний приріст, г	1051,2± 1,44***	858,0± 9,60**	841,0± 13,50
Середньодобовий приріст, г	35,1± 0,05***	28,6± 0,31**	28,0± 0,46
ІІ група			
Жива маса, г	1390,0± 10,6***	2304,0± 23,7***	2905,0± 28,1***
Абсолютний приріст, г	979,7± 7,60***	914,0± 27,2	601,0± 7,29***
Середньодобовий приріст, г	32,6± 0,26***	30,5± 0,92	20,0± 0,25***
ІІІ група			
Жива маса, г	1589,5± 7,60	2500,5± 5,72	3319,7± 1,49
Абсолютний приріст, г	1130,2± 5,79	911,0± 2,94	819,3± 5,50
Середньодобовий приріст, г	37,7± 0,20	30,4± 0,10	27,3± 0,18

Примітка. ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ – вірогідність різниці щодо ІІІ групи

Зокрема, за індивідуального зважування середня жива маса молодняка ІІІ групи була більшою проти ровесників ІІ групи на 199,5 г або 14,3 % ($p < 0,001$) і І групи – на 113,5 г або 7,7 % ($p < 0,001$) за найбільш інтенсивного нарощування її приросту відповідно на 5,1 і 2,6 г або 15,6 і 7,4 % ($p < 0,001$) за добу.

Заслуговує на увагу той факт, що молодняк І групи впродовж наступних трьох місяців вирощування зміг не лише компенсувати своє відставання в розвитку, одержане на кінець першого місяця підсисного періоду, але й навіть дещо перевершити за цим показником ровесників ІІ групи на час забою. Ймовірно за все встановлений факт обумовлений інтенсивнішими індивідуальними особливостями процесу обміну речовин, що протікали в їх організмі й були спричинені кращим засвоєнням поживних речовин раціонів та конверсією корму в м'язову тканину. Зокрема, збільшення живої маси у тварин І групи щодо аналогів ІІ групи у 60-добовому віці досягло величини 86,0 г або 6,2 % ($p < 0,001$) та її середньодобового приросту 2,5 г або 7,7 % ($p < 0,001$).

Схожа картина збереглася і у період вирощування із 60 до 90 діб. Зокрема,



кролі ІІІ групи за показником живої маси вірогідно домінували над тваринами ІІІ групи на 196,5 г або 8,5 % ($p < 0,001$) і І групи – на 166,5 г або 7,1 % ($p < 0,001$). За рівнем середньодобового приросту живої маси вони також переважали ровесників ІІІ групи на 1,8 г або 6,3 %, тоді як між останніми і аналогами ІІІ групи розбіжності за відповідним показником нівелювалися. У зв'язку з неоднаковою енергією росту, обумовлену умовами годівлі, були помітні й чіткі відмінності за живою масою між І і ІІІ групами, які реєстрували на рівні 30,0 г або 1,3 %.

Подальший віковий період вирощування характеризувався зниженням інтенсивності росту кролів усіх піддослідних груп, у зв'язку з посиленням процесів жировідкладення в їх організмі, утім тварини ІІІ дослідної групи продовжували істотно переважати ровесників ІІ і І груп за показниками живої маси та її середньодобового приросту. Зокрема, до 120-добового віку вони уже набрали 3319,7 г живої маси, що на 414,7 г або 14,3 % ($p < 0,001$) та 144,7 г або 4,6 % ($p < 0,001$) більше, порівняно молодняком ІІ і І груп із різницею за цим показником між ними, що становила 270,0 г або 9,3 % ($p < 0,001$) на користь останніх. Збільшення живої маси у тварин ІІІ і І груп за період із 60- до 120-добового віку є наслідком посилення інтенсивності їх росту, яка виявилася високовірогідно вищою щодо ровесників ІІІ групи відповідно на 7,3 і 8,0 г або 36,5 і 40,0 % ($p < 0,001$ в обох випадках порівняння).

Аналогічна закономірність щодо формування росту молодняку усіх груп зафіксована й за показником абсолютного приросту їх живої маси, який дав змогу досягти високих забійних кондицій. Загалом за період вирощування розбіжності між групами за цим показником становили 415,6 і 147,7 г або 14,6 і 4,8 % на користь кролів ІІІ групи щодо ровесників ІІ і І груп.

За період вирощування від народження до 120-добового віку жива маса молодняку всіх груп збільшилась в середньому в 48 раз і знаходилася на рівні 47,5 у І, 44,8 – у ІІ і 51,9 раз – у ІІІ групах. При тому що максимальна швидкість росту молодняку спостерігалася у проміжку між народженням і 30-ю добою вирощування, який співпав у нього із підсисом, і вона становила 7,18 у ІІІ групі та 6,35 і 6,33 – у І і ІІІ групах. У цей період кроленята дали основну питому масу приросту, що був одержаний за увесь період вирощування. До кінця досліджень цей процес поступово призупиняється, що й відображається на кратності збільшення живої маси, але міжгрупова різниця між молодняком зберігається (табл. 3).

Таблиця 3

Кратність збільшення живої маси молодняку

Група	Віковий період, дів				
	0–30	30–60	60–90	90–120	0–120
I	6,35	3,47	1,58	1,36	47,5
II	6,33	3,39	1,66	1,26	44,8
III	7,18	3,46	1,57	1,33	51,9

Визначний науковий інтерес представляють результати щодо обґрунтування закономірностей росту молодняку кролів у відносних показниках. Для виявлення ступеня напруги росту вираховували відносну швидкість росту, яку виражали у відсотках (табл. 4).

Установлено, що темп відносного приросту живої маси молодняку, незалежно від групи, з підвищення його віку знижувався, і цей процес узгоджується зі сповільненням обмінних процесів, що протікають в протоплазмі клітин ростучого організму. Разом із цим, звертає на себе увагу те, що молодняк усіх груп збільшив



відносний приріст наприкінці досліду, порівняно з його початком, майже на однакову величину. Однак, у межах кожного вікового періоду перевага за відносним приростом живої маси зберігалася за молодняком I і III дослідних груп, окрім вікового періоду від 60 до 90 діб. Наразі найбільш інтенсивно від народження до 120 діб росли кролі I та III дослідних груп, їх перевага за цим показником щодо ровесників II групи становила відповідно 9,9 і 6,1 %. У початковий віковий період вирощування (від народження до 30 діб) вони превалювали відповідно на 0,2 і 85,2 %.

Таблиця 4

Відносний приріст живої маси молодняку, %

Група	Віковий період, діб				
	0–30	30–60	60–90	90–120	0–120
I	535,3	247,4	58,1	36,0	4647,3
II	533,1	238,9	65,8	26,1	4384,4
III	618,3	246,0	57,3	32,8	5091,1

Основні гематологічні параметри крові молодняку впродовж досліду перебували в межах фізіологічної норми (табл. 5).

Таблиця 5

Морфологічний склад та біохімічні показники крові піддослідного молодняку, M±m

Показник	Група		
	I	II	III
На початку досліду			
Еритроцити, 10 ¹² /л	9,24±0,70	8,87±0,44	9,58±0,76
Лейкоцити, 10 ⁹ /л	8,80±0,41	8,20±0,27	8,84±0,23
Гемоглобін, г/л	117,33±12,79	112,00±3,78	119,00±7,72
Загальний білок, г/л	67,50±3,50	67,67±1,45	68,67±1,20
Альбуміни, %	41,80±0,80	40,33±0,99	43,73±0,91
Сума глобулінів, %	58,20±0,80	56,67±0,99	59,27±0,81
у т.ч.: α-глобулінів, %	14,40±1,00	14,17±0,73	14,63±1,68
β-глобулінів, %	13,65±1,35	11,27±1,30	12,67±1,51
γ-глобулінів, %	30,15±1,15	31,23±1,03	31,97±1,17
Коефіцієнт А/Г	0,72±0,03	0,71±0,03	0,74±0,00
Наприкінці досліду			
Еритроцити, 10 ¹² /л	10,86±0,74	10,61±0,57	11,72±0,43*
Лейкоцити, 10 ⁹ /л	7,93±0,25	7,76±0,45	8,17±0,32
Гемоглобін, г/л	128,00±8,94	125±6,39	134,00±5,70
Загальний білок, г/л	63,33±1,45	61,67±3,28	67,00±2,65
Альбуміни, %	44,83±0,77	42,67±2,11	45,77±0,32
Сума глобулінів, %	56,33±0,77	55,17±2,11	57,23±0,32
у т.ч.: α-глобулінів, %	14,23±0,92	13,47±0,93	15,47±0,91
β-глобулінів, %	12,23±0,87	9,10±0,67	10,33±1,02
γ-глобулінів, %	29,87±0,41	32,60±0,62	31,43±1,44
Коефіцієнт А/Г	0,80±0,03	0,77±0,03	0,80±0,03

Примітка. **p*<0,05 – вірогідність різниці щодо II групи



Установлено, що на початку досліду зразки периферичної крові молодняку III групи характеризувались незначно більшим вмістом еритроцитів на 3,6 і 8,0 %, гемоглобіну – на 1,5 і 6,3 %, концентрацією загального білка – на 1,8 і 1,5 %, альбумінів – на 1,9 і 3,4 % та глобулінів – на 1,1 і 2,6 %. Згодовування молодняку фітодобавки в натальний і постембріональний період не викликало різких змін в стані їх здоров'я та порушень в обміні речовин наприкінці досліду зумовлюючи зростання у крові рівня майже усіх складових крові, але їх величини не виходили за межі 9,0 % (0,9–8,6 %), без вірогідної різниці між групами, крім вмісту еритроцитів, де відмінність між тваринами III і II груп становила 10,5 %, за статистично вірогідної різниці між ними на рівні $p < 0,05$. Це пов'язано з посиленням процесів життєдіяльності, що сприяють зростанню продуктивності. Менш виразні кількісні розбіжності за цими показниками спостерігалися між молодняком I і II груп, які були на рівні тенденції щодо незначного збільшення у перших.

Висновки:

1. Науково обґрунтовано і експериментально доведено доцільність застосування борошна з кропиви дводомної в технології годівлі молодняку кролів як ефективного чинника підвищення кількісних показників їх росту та поліпшення стану гематопоезу.

2. Використання борошна з кропиви дводомної за поєднаного і послідовного його згодовування кролятам (через організм матері та з 21 доби після народження), відзначається підвищенням середньодобових приростів в усі періоди вирощування, досягаючи наприкінці досліду збільшення живої маси на 414,7 г або 14,3 % та 144,7 г або 4,6 %, порівняно молодняком II і I груп.

3. Введення борошна з кропиви дводомної до раціонів молодняку III групи супроводжується зростанням вмісту еритроцитів, де відмінність між тваринами III і II груп становила 10,5 %, за статистично вірогідної різниці між ними на рівні $p < 0,05$. Це пов'язано з посиленням процесів життєдіяльності в їх організмі, що сприяють зростанню продуктивності.

Бібліографічний список

1. Чудак Р. А. Теоретичне та експериментальне обґрунтування використання фітобіотиків у годівлі сільськогосподарських тварин : автореф. дис... д-ра наук : 06.02.02 „Годівля тварин і технологія кормів” / Нац. ун-т біоресурсів і природокористування. Київ, 2008. 43 с.

2. Бащенко М. І., Гончар О. Ф., Шевченко Є. А. Кролівництво : монографія Нац. акад. аграр. наук України, Черкас. дослід. станція біоресурсів : ЧКПП, 2018. 306 с.

3. Огороднічук Г. М. Ефективність використання добавок мікробіологічного походження при вирощуванні кролів: монографія. Вінниця : РВВ ВНАУ, „Друк”, 2022. 196 с.

4. Отченашко В. В. Ефективне вирощування перепелів м'ясного напрямку неможливе без правильного нормування і використання енергії кормів. *Наше птахівництво*. 2012. № 3. С. 37–40.

5. Тищенко В. Пробиотики проти антибіотиків. *Ефективне тваринництво*. 2011. № 1. С. 7–12.

6. Уздрік Р. М. Аминокислотное питание кур-несушек. *Ефективне птахівництво*. 2008. № 6. С. 17–18.

7. Білецький Є., Артеменко О. Використання цілющих трав допоможе зберегти здоров'я поголів'я. *Наше птахівництво*. 2012. № 1. С. 69–71.

8. Arczewska–Włosek A. and Swiatkiewicz C. The effect of dietary herbal ex-



tract blend on the performance of broilers challenged with *Eimeria* oocysts. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2012. Vol. 21. P. 133–142.

9. Подобед Л. И. Растительный экстракт в рационах позволяет корректировать удой и качество молока у дойных коров. *Ефективні корми та годівля*. 2007. № 5. С. 26–29.

10. Кристиан Тарк Эккель. Европейский путь от АСР к фитогеникам. *Ефективні корми та годівля*. 2013. № 1 (65). С. 9–23.

11. Мироненко О. І. Рівень перетравності поживних речовин в організмі поросят за дії різних кормових добавок. *Ефективні корми та годівля*. 2009. № 6 (38). С. 15–17.

12. Самородок В. М., Ільїна М. Г., Гирька А. Д. Морфологічні особливості епідермісу різних видів ехінацеї. *Екологія „Біологічні науки”*. 1999. № 1. С. 44–48.

13. Самородок В. Н., Лебединський І. С., Ищенко Н. В. Изучение видов рода эхинацеи как лечебно-кормовых растений. *Проблеми лікарського рослинництва* : тези доповідей Міжнар. наук.-практ. конф. з нагоди 80-річчя Інст. лікарських рослин УААН. м. Лубни, 3–5 лип. 1996. Полтава, 1996. С. 281–283.

14. Самородок В. Н., Поспелов С. В. Итоги изучения и селекции представителей рода *Echinacea* Moench в Полтавской государственной аграрной академии. *Инновационные подходы к изучению эхинацеи* : матеріалі Междунар. науч. конф. Полтава, 2013. С. 89–99.

15. Самородок В. Н., Поспелов С. В. Эхинацея в Украине: полувековой опыт интродукции и возделывания. Полтава : „Верстка”, 1999. 52 с.

16. Егоров И. А., Шевяков А. Н. Контроль качества кормления птицы. *Ефективне Птахівництво*. 2012. № 5. С. 16–21.

17. Каменська М. В. Мікрофлора травного тракту сільськогосподарської птиці: склад, основні функції, причини та наслідки порушень. *Птахівництво*. 2011. Вип. 65. С. 20–28.

18. Хвостик В. П. Пробиотики – альтернатива антибіотикам. *Сучасне птахівництво*. 2008. № 11–12. С. 15–21.

19. Шевченко В. І., Соколик В. М., Безух В. М. та ін. Дослідження крові тварин та клінічна інтерпретація отриманих результатів: методичні рекомендації для студентів факультету ветеринарної медицини керівників та слухачів Інституту післядипломного навчання керівників і спеціалістів ветеринарної медицини. Біла Церква. 2002. 56 с.

References

1. Chudak, R. A. (2008). Teoretychne ta eksperymentalne obgruntuvannya vykorystannia fitobiotykyv u hodivli silskohospodarskykh tvaryn tvaryn [Theoretical and experimental justification of the use of phytobiotics in feeding agricultural animals] (Extended abstract of Doctor's thesis). Kyiv. Natsionalnyi universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannya [in Ukrainian].

2. Bashchenko, M. I., Honchar O. F., Shevchenko Ye. A. (2018). *Krolivnytstvo*. [Rabbit breeding]. Cherkasy [in Ukrainian].

3. Ohorodnichuk, H. M. (2022). *Efektivnist vykorystannia dobavok mikrobiolohichnoho pokhodzhennia pry vyroshchuvanni kroliv* [Effectiveness of using additives of microbiological origin in raising rabbits]. Vinnytsia: TOV „Druk” [in Ukrainian].

4. Otchenashko, V. V. (2012). *Efektivne vyroshchuvannya perepeliv m'iasnoho napriamu nemozhlyve bez pravylnoho normuvannya i vykorystannia enerhii kormiv* [Effective breeding of meat quails is impossible without correct rationing and use of feed energy]. *Nashe ptakhivnytstvo*, 3. 37–40 [in Ukrainian].



5. Tyshchenko, V. (2011). Probiotyky proty antybiotykyv [Probiotics versus antibiotics]. *Efektivne tvarynnytstvo*. 1. 7–12 [in Ukrainian].
6. Uzdrik, R. M. (2008). Aminokislотноe pitanie kur-nesushek [Amino acid nutrition for laying hens]. *Efektivne ptakhivnytstvo*. 6. 17–18 [in Russian].
7. Biletskyi, Ye., & Artemenko, O. (2012). Vykorystannia tsiliushchykh trav dopomozhe zberehty zdorov'ia poholiv'ia [The use of healing herbs will help to maintain the health of livestock]. *Nashe ptakhivnytstvo*. 1. 69–71 [in Ukrainian].
8. Arczewska-Wlosek, A., & Swiatkiewicz, C. (2012). The effect of dietary herbal extract blend on the performance of broilers challenged with *Eimeria* oocysts. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 21. 133–142.
9. Podobed, L. Y. (2007). Rastitelnyiy ekstrakt v ratsionah pozvolyaet korektyrovat udoy i kachestvo moloka u doynnykh korov. [Plant extract in diets allows you to adjust the milk yield and quality of milk in dairy cows]. *Efektivni kormy ta hodivlia*. 5. 26–29 [in Russian].
10. Krystyan Tark Эккел (2013). Evropeyskiy put ot ASR k fitogenikam [European path from ACP to phytogenics]. *Efektivni kormy ta hodivlia*. 1 (65). 9–23 [in Russian].
11. Myronenko, O. I. (2009). Riven peretravnosti pozhyvnykh rehovyn v orhanizmi porosiat za dii riznykh kormovykh dobavok [The level of digestibility of nutrients in the body of piglets under the influence of various feed additives]. *Efektivni kormy ta hodivlia*. (38). 15–17 [in Ukrainian].
12. Samorodok, V. M., Ilina, M. H., & Hyrka, A. D. (1999). Morfolohichni osoblyvosti epidermisu riznykh vydiv ekhinatsei [Morphological features of the epidermis of different species of echinacea]. *Ekolohiia „Biolohichni nauky”*. 1. 44–48 [in Ukrainian].
13. Samorodok, V. N., Lebedinskiy, Y. S., & Ischenko, N. V. (1996). Izuchenie vidov roda ehinatsei kak lechebno-kormovyih rasteniy *Problemy likarskoho roslynnytstva : tezy dopovidei Mizhnar. nauk.-prakt. konf. z nahody 80-richchia Inst. likarskykh roslyn UAAN*. [The study of species of the genus Echinacea as medicinal fodder plants. Problems of medicinal plant production: abstracts of reports International scientific and practical conference on the occasion of the 80th anniversary of the Institute of Medicinal Plants of the Ukrainian Academy of Sciences]. Poltava. 281–283 [in Russian].
14. Samorodok, V. N., & Pospelov, S. V. (2013). Itogi izucheniya i selektsii predstaviteley roda Echinacea Moench v Poltavskoy gosudarstvennoy agrarnoy akademii. *Innovatsionnyie podhody k izucheniyu ehinatsei: materialy Mezhdunar. nauch. konf. Poltava* [Results of the study and selection of representatives of the genus Echinacea Moench at the Poltava State Agrarian Academy. Innovative Approaches to the Study of Echinacea : Proceedings of the International Scientific Conference]. Poltava. 89–99 [in Russian].
15. Samorodok, V. N., & Pospelov, S. V. (1999). Ehinatseya v Ukraine: poluvekovyyi opyt introduktsii i vzdelyivaniya. [Echinacea in Ukraine: a half-century experience of introduction and cultivation]. Poltava. „Verstka”. 52 [in Russian].
16. Egorov, Y. A., & Shevyakov, A. N. (2012). Kontrol kachestva kormleniya ptitsyi. [Quality control of poultry feeding]. *Efektivne Ptakhivnytstvo*. 5. 16–21 [in Russian].
17. Kamenska, M. V. (2011). Mikroflora travnoho traktu silskohospodarskoi ptytsi: sklad, osnovni funktsii, prychny ta naslidky porushen [Microflora of the digestive tract of poultry]. *Ptakhivnytstvo*. 65. 20–28 [in Ukrainian].
18. Khvostyk, V. P. (2008). Probiotyky – alternatyva antybiotykam Probiotics are an alternative to antibiotics]. *Suchasne ptakhivnytstvo*. 11-12. 15–21 [in Ukrainian].



19. Shevchenko V. I., Sokolyk V. M., & Bezukh V. M. (2002). Doslidzhennia krovi tvaryn ta klinichna interpretatsiia otrymanykh rezultativ : *metodychni rekomendatsii dlia studentiv fakultetu veterynarnoi medytsyny kerivnykiv ta slukhachiv Instytutu pislidyplomnoho navchannia kerivnykiv i spetsialistiv veterynarnoi medytsyny*. [Examination of animal blood and clinical interpretation of the obtained results : methodological recommendations for students of the Faculty of Veterinary Medicine, managers and students of the Institute of Postgraduate Training of Managers and Specialists in Veterinary Medicine]. Bila Tserkva. 56 [in Ukrainian].

THE PRODUCTIVITY FORMATION AND FEATURES OF YOUNG RABBITS BLOOD PARAMETERS UNDER THE INFLUENCE OF A PHYTOBIOTIC

Korkh O. V., Institute of Animal Science NAAS

Biologically active feed additives of plant origin (phytobiotics) contribute to the correction of the digestion process, affect the immunity of rabbits, as a result of optimizing the protective functions of the body, and ensure the greatest manifestation of genetic potential by animals. In the context of the above, the implementation of programs for the qualitative improvement of domestic rabbit breeds according to the determinants that form the high biological and nutritional value of products depends on the level of influence of many genotypic and paratypic factors that change significantly over time. One of the most important factors is feeding conditions. It was established that the simultaneous use of a phytosupplement made of dioecious nettle by the kindle of the III group via organism mother's and orally from the 21st day after birth made it possible to increase their live weight in all periods of growth, and on the 90th day this difference reached 14,3 and 7.7 % against peers of the II and I groups. At the age of 120 days, according to the live weight index, they probably exceeded the animals of the II group by 196.5 g or 8,5 % ($p < 0.001$) and the I group – by 166.5 g or 7.1 % ($p < 0.001$).

Feeding control is carried basing on the blood parameters, which, in combination with other parameters of the body, make it possible to detect imperceptible changes in organs and tissues, as well as to have an idea of the functional state of both individual organs and the general condition of the animal. Nevertheless, the obtained information provides controllability of the processes that affect the productivity of animals. As part of the research, it was found that the main hematological parameters of the blood of young rabbits of all groups were within the physiological norm during the experiment. On the other hand, at the beginning of the experiment, peripheral blood samples of group III young animals were characterized by a slightly higher content of erythrocytes by 3.6 and 8.0 %, hemoglobin by 1.5 and 6.3%, and total protein concentration by 1.8 and 1.5 % , albumins – by 1.9 and 3.4% and globulins – by 1.1 and 2.6 %. Feeding the young with a phytosupplement during the natal and post-embryonic period led to an increase in the level of almost all blood components in the blood, but their values did not exceed 9.0 % (0.9–8.6 %), with no probable difference between the groups, except for the content of erythrocytes, where the difference between animals of III and II groups was 10.5 %, with a statistically significant difference between them at the level of $p < 0.05$.

The results of the conducted research reveal new opportunities for realizing the genetic potential of the young rabbits productivity by including into their diet the phytosupplement of plant origin – dioecious nettle.

Keywords: young, dioecious nettle, live weight, blood parameters, average daily increase.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-90-102

УДК 631.152.3:636.2

СТРАТЕГІЧНІ ОРІЄНТИРИ УПРАВЛІННЯ РОЗМІРАМИ ТА МАСШТАБАМИ ВИРОБНИЦТВА АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ МОЛОЧНОГО НАПРЯМУ

Красноручський О. О., д. е. н., професор,

<https://orcid.org/0000-0003-1744-3257>

Інститут тваринництва НААН

Смігунова О. В., к. е. н., доцент,

<https://orcid.org/0000-0002-9660-3361>

Державний біотехнологічний університет,

Чигринов Є. І., д. с.-г. н., професор,

<https://orcid.org/0000-0001-7707-8269>

Інститут тваринництва НААН

В статті виконано обґрунтування стратегічних орієнтирів формування раціональних розмірів аграрних підприємств молочного напрямку спеціалізації в контексті підвищення економічної ефективності їх діяльності. Окреслено основні елементи понятійно-категоріального апарату досліджень розмірів, масштабу, спеціалізації та концентрації виробництва в аграрних підприємствах. Визначено, що розмір аграрного підприємства молочного напрямку є комплексною характеристикою його виробничого потенціалу, яка відображає за допомогою системи показників площі землекористування та поголів'я сільськогосподарських тварин можливості підприємства щодо досягнення певних результатів виробництва молока та його інтенсифікації при збереженні просторових характеристик підприємства. Вивчено особливості формування та функціонування організаційно-економічного механізму управління розмірами аграрних підприємств молочного напрямку. Обґрунтовано методичний підхід до зміни розмірів аграрних підприємств-виробників молока. Виконано оцінку динаміки рівнів спеціалізації, концентрації та економічної ефективності виробництва і реалізації молока в аграрних підприємствах. Виявлено тенденції залучення інструментарію раціоналізації виробничої структури та розмірів підприємств-виробників молока. Обґрунтовано напрями розвитку економічного потенціалу аграрних підприємств молочного напрямку спеціалізації. Окреслено специфіку та межі використання інтеграційних інструментів раціоналізації розмірів аграрних підприємств-виробників молока. Визначено стратегічні орієнтири стабілізації стану галузі молочного скотарства в сучасних умовах, а також ідентифіковано виключне значення польового кормовиробництва, як каталізатора розвитку галузі. Встановлено, що ключовими стратегічними орієнтирами розвитку молочного скотарства в аграрних підприємствах мають стати недопущення погіршення стану земельних угідь в користуванні агрохолдингов, мультинаціональних компаній та крупних землекористувачів з внесенням відповідних регуляторних заходів; дотримання продовольчої безпеки держави шляхом збалансування внутрішнього виробництва за рахунок стимулювання вітчизняного тваринництва; розвиток експортного потенціалу та зниження імпортозалежності внутрішнього ринку.

Ключові слова: молочне скотарство, польове кормовиробництво, спеціалізація, концентрація, стратегічне управління, механізм.



Воєнно-політична та соціально-економічна ситуація в державі створила низку нестандартних викликів, з якими ключові галузі національної економіки, в цілому, та сільськогосподарське виробництво, зокрема, не стикалися протягом всього періоду існування незалежної України. Ускладнення експорту, зрушення в структурі витрат та цін на продукцію, пов'язані з надзвичайним подорожчанням логістичних процедур, загострення виробничих, фінансових та інвестиційних ризиків, обумовлених воєнними діями, прискорили скорочення вітчизняного виробництва та потенціалу його суб'єктів. Значною мірою вказане відбилося на виробництві продукції молочного скотарства, як надзвичайно чутливої підгалузі сільськогосподарського виробництва. При цьому тенденції до зменшення поголів'я сільськогосподарських тварин та, відповідно, обсягів виробництва продукції, які існували останнім часом, лише поглибилися.

Структурні зрушення, що відбувалися в аграрному секторі національної економіки протягом останніх тридцяти років, значною мірою вплинули на галузеву структуру, розміри та масштаби виробництва в аграрних підприємствах. На фоні змін в тенденціях забезпечення економічної ефективності, викривлення пропорцій обміну між продуктовими та ресурсними ринками, в занепаді в аграрних підприємствах виявилась підгалузь молочного скотарства, значні обсяги її продукції почали вироблятися нездатними забезпечити стабільність якості продукції господарствами населення, а матеріальна база аграрних підприємств руйнувалась. При цьому саме молочне скотарство протягом всього трансформаційного періоду лишалося тим галузевим напрямом спеціалізації аграрних підприємств, який дозволяв та дозволяє здійснювати компенсацію негативного впливу сезонних факторів на ринках сільськогосподарської продукції.

Структурні зрушення, які відбулися в спеціалізації вітчизняних аграрних підприємств, унеможливають досягнення високої ефективності підприємствами молочного напрямку без змін їх розмірів, масштабів виробництва, технологій, корекції підходів до організації та управління основною діяльністю. Крім того, суттєвих змін зазнали механізми взаємодії підприємств-виробників з постачальниками ресурсів, послуг та покупцями продукції, а трансформації структури власності аграрних підприємств викликали зміни їх розмірів. Останнє створило певні обмеження для розвитку молочного скотарства в частині раціонального формування сировинної бази підприємств-виробників молока.

Вказані проблемні питання потребують негайного вирішення за рахунок втручання з боку держави, адже від таких дій залежить дотримання досягнутого рівня продовольчої безпеки держави, а також збереження вкрай важливого для підтримання фінансово-економічної стійкості та збереження потенціалу майбутнього економічного зростання сільськогосподарських товаровиробників напрямку виробничої спеціалізації. Нажаль, протягом 2022 року як за офіційними, так і за незалежними оцінками поголів'я корів в усіх категоріях господарств скоротилося на 12,8-13,1 %, в тому числі в сільськогосподарських підприємствах та фермерських господарствах на 5,8-6,4 %, а в господарствах населення – на 13,5-13,7 % у порівнянні з показниками 2021 року. До того ж, процес скорочення поголів'я відбувся на фоні зменшення рівня продуктивності корів на 1,5-2,0 % за цей же період [1, 2]. При цьому економічних, фінансових та ринкових стимулів до виправлення цієї ситуації через об'єктивні причини не прослідковується, заходи прямої державної фінансової підтримки товаровиробників в межах бюджетної програми «Підтримка фермерських господарств та інших виробників сільськогосподарської продукції» є недостатніми для подолання тенденції до скорочення виробництва на фоні подорожчання ресурсів та об'єктивного зростання рівня ризикованості фун-



кціонування галузі. В таких умовах на мікро- та макрорівні необхідною стає реалізація таких стратегічних управлінських рішень, які б дозволили створити належні умови та стимули для збереження виробничого потенціалу підприємств-товаровиробників, стабілізації показників наявності поголів'я сільськогосподарських тварин та зростання обсягів виробництва продукції.

Метою дослідження є ідентифікація стратегічних орієнтирів визначення розмірів та масштабів виробництва аграрних підприємств молочного напрямку на основі визначення сучасного стану та перспектив розвитку галузі у поточних умовах з урахуванням характеристик та параметрів потенціалу суб'єктів сфери виробництва продукції молочного скотарства.

Матеріали і методи дослідження. Для досягнення окресленої мети дослідження та структуризації його матеріалів, наведених у публікації, використовувались такі загальнонаукові та спеціальні методи: монографічний (при вивченні досвіду та особливостей функціонування аграрних підприємств молочного напрямку), метод аналізу та синтезу (при ідентифікації структурно-динамічних тенденцій концентрації та спеціалізації, тенденцій зміни рівня економічної ефективності підприємств-виробників молока); абстрактно-логічний та структурно-логічний (при визначенні архітектури організаційно-економічного механізму раціоналізації розмірів підприємств молочного напрямку). Джерелами інформації для застосування вказаних методів стали результати вивчення наукових праць дослідників актуалізованих проблемних питань, нормативно-правові акти, дані Державної служби статистики та результати власних спостережень за діяльністю аграрних підприємств молочного напрямку.

Результати досліджень. Вітчизняний та світовий досвід переконує в тому, що ключовою умовою підвищення ефективності виробництва молока в аграрних підприємствах є досягнення раціональних рівнів спеціалізації та концентрації виробництва, що дозволяє ефективно застосовувати прогресивні виробничо-технологічні та організаційно-управлінські рішення в практиці основної діяльності підприємств-товаровиробників у відповідності з рівнем розвитку їх економічного потенціалу. Останнє актуалізує питання раціоналізації розмірів аграрних підприємств молочного напрямку з огляду на критерії концентрації поголів'я, продуктивності тварин, обсягів та стабільності бази польового кормовиробництва.

Абстрактно-логічний аналіз сутності процесу управління розмірами аграрних підприємств дозволяє стверджувати, що склад базових категорій, яких цей процес торкається вичерпується дефініціями «спеціалізація», «концентрація», «розмір підприємства», «масштаб виробництва». Логіко-структурна схема їх взаємозв'язку, окреслена через призму управління раціоналізацією розмірів підприємств представлена на рис. 1.

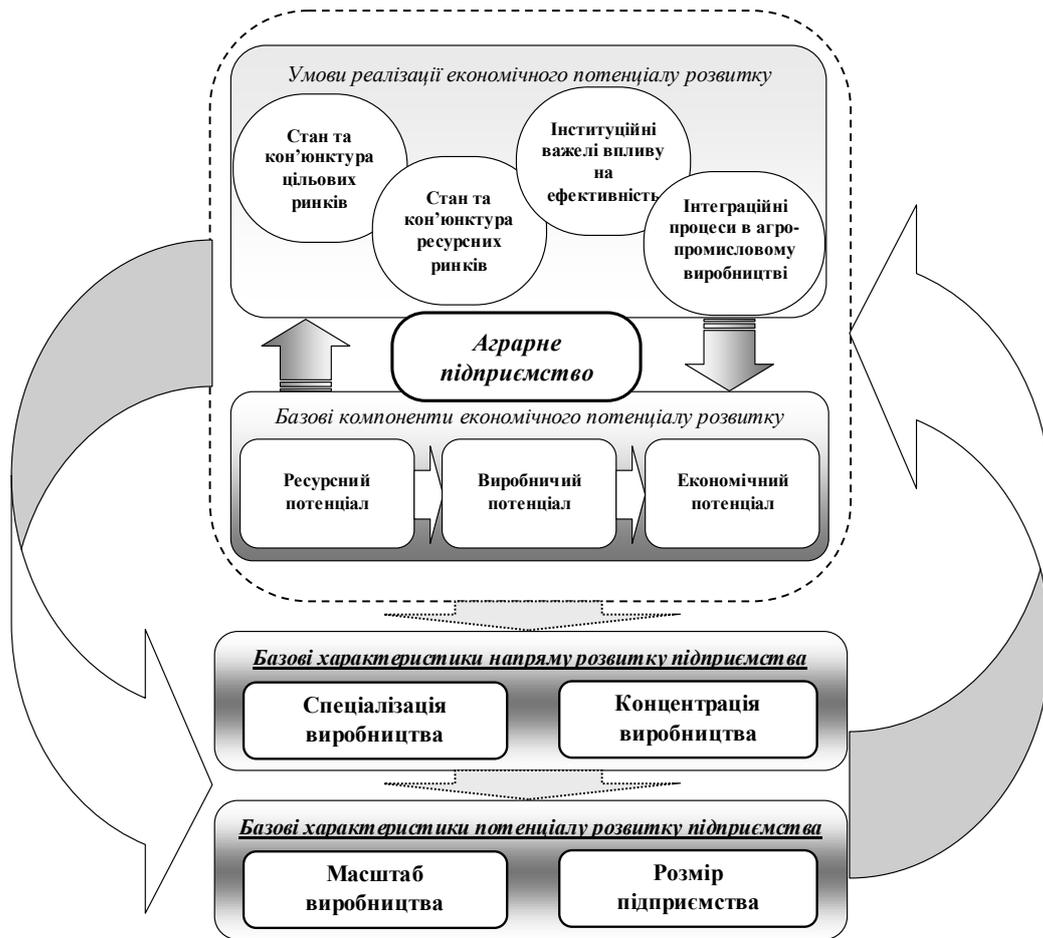


Рис. 1. Взаємозв'язок спеціалізації, концентрації та масштабу виробництва в процесі раціоналізації розміру аграрного підприємства.

Критичний аналіз наукових позицій та генезису основних категорій та понять дослідження дозволили визначити, що поняття розміру аграрного підприємства знаходиться у органічному взаємозв'язку з категоріями «спеціалізація» і «концентрація» виробництва та капіталу. В свою чергу, саме дуалістичний характер об'єктних сфер спеціалізації та концентрації з огляду на інертність аграрного виробництва та використання в ньому земельних угідь сільськогосподарського призначення, в якості не відновлювального та незамінного ресурсу процесу виробництва, зумовлює однозначне трактування розміру аграрного підприємства через показники його площі у деталізованому доповненні показниками масштабу виробництва.

В межах будь-якого галузевого напрямку, об'єктність спеціалізації та концентрації та ідентифікація розмірів має свої особливості. Не є виключенням і молочне скотарство. Безумовно, розмір підприємства характеризується його площею. Втім, якщо мова йде про підприємства тваринництва, зокрема, молочного скотарства, на перший план виходять показники поголів'я тварин, в нашому випадку, молочного стада, які вже є характеристиками масштабу, адже від кількості поголів'я безпосередньо залежать обсяги виробництва продукції. В дореформені часи показники поголів'я знаходилися у безпосередньому взаємозв'язку не тільки з обсягами виробництва, а й з площами сільськогосподарських угідь, адже в межах кожного підприємства проблема виробництва кормів для утримання власного поголів'я була успішно вирішена, тобто площа земельних угідь під кормовими культурами фактично виступала обмеженням поголів'я корів зі шлейфом в під-



приємствах молочного напрямку. Наразі вказані пропорції є порушеними, а розвиток молочного скотарства в аграрних підприємствах потребує перегляду інструментарію управління його розмірами.

Сучасний стан молочного скотарства характеризується стійкою тенденцією до погіршення. Офіційні статистичні дані підтверджують те, що більшою мірою це стосується господарств населення, як категорії дрібних товаровиробників (табл. 1, 2), адже вони займають більшу частину у загальній структурі виробництва продукції тваринництва, то це істотно впливає на кінцевий результат щодо забезпечення населення продуктами харчування. Останніми роками виробництво молока на 1 особу і відповідно споживання, скорочується: 2015 р. – 248 кг, 2019 р. – 230 кг, 2020 р. – 222 кг, 2021 р. – 211 кг [3]. Хоча за останнє десятиріччя темпи зменшення чисельності поголів'я корів уповільнилися, однак їх кількість продовжує скорочуватися до критичного рівня, нижче якого валове виробництво молока стає загрозливо низьким для забезпечення продовольчої безпеки країни. В цілому з 1990 року по теперішній час спостерігається стрімке падіння виробництва молока в Україні на рік - з 24,5 млн тон до 8,7 млн тон у 2021 році (зменшення виробництва у 2,8 рази). У аграрних підприємствах загальне річне виробництво молока скоротилося з 18,6 млн тон до 2,7 млн тон, тобто у 6,7 рази і стабілізувалося на такому рівні, а у господарствах населення валове виробництво молока при зростанні у 2010 році до 9,0 млн. тон повернулося до рівня 1990 року у 5,9 млн т.

Таблиця 1

Виробництво молока господарствами різних категорій у 1990-2021 рр.

Роки	Обсяг виробництва по роках, тис. т					
	1990	1995	2000	2010	2015	2021
Усі категорії	24508,3	17274,3	12657,9	11248,5	10615,4	8713,9
Підприємства	18634,1	9443,0	3668,7	2216,6	2669,2	2767,7
Господарства населення	5874,2	7831,3	8989,2	9031,9	7946,2	5946,2

Таблиця 2

Поголів'я корів у різних категоріях господарств у 1991-2022 рр.

Роки	Поголів'я по роках, тис. голів					
	1991	2001	2011	2015	2021	2022
Усі категорії	8378,2	4958,3	2631,2	2262,7	1722,1	1544,0
Підприємства	6191,6	1851,0	589,1	529,2	450,5	424,6
Господарства населення	2186,6	3107,3	2042,1	1733,5	1271,6	1119,4

В дослідженні визначено, що розмір аграрного підприємства молочного напрямку є комплексною характеристикою його виробничого потенціалу, яка відображає за допомогою системи показників площі землекористування, кількості поголів'я та продуктивності тварин, а також спроможності підприємства досягати певних виробничих результатів та створення резервів інтенсифікації при збереженні просторових характеристик.

Зрушення у вітчизняному сільському господарстві ще до початку збройної агресії призвели до суттєвої деформації галузевої структури аграрних підприємств, превалювання виробництва продукції рослинництва спричиненого підви-



щеним рівнем його економічної ефективності, оборотністю капіталу, порівняно низькій потребі в інвестиційних ресурсах розвитку, а також значному скороченню виробництва тваринницької продукції, перенесенням значних його обсягів в господарства населення, зрушеннями структурних характеристик самої тваринницької галузі. Зазначене спричинило, з одного боку, підвищення рівнів виробничої та повної собівартості основних видів тваринницької продукції, в тому числі і молока, за рахунок негативного впливу ефекту масштабу, адже масштаби виробництва скоротилися, а з іншого боку, набуття пріоритетності розвитком рослинництва в аграрних підприємствах, як галузевого напрямку, що забезпечує надійнішу та більш стабільну доходність.

Інтенсифікація розвитку виробництва молока можлива за рахунок проведення раціональної селекційно-племінної роботи, застосування прогресивних технологій польового кормовиробництва та, відповідно, раціональної годівлі корів, вдосконалення організації та управління трудовими та матеріальними ресурсами. При цьому основу утримання молочного стада в аграрних підприємствах складає, все ж таки, польове кормовиробництво.

Попит на корми знаходиться в залежності від тенденцій розвитку галузі тваринництва. Відповідні дослідження свідчать, що простежується чітка залежність між площею посівів кормових культур та утримуваним поголів'ям великої рогатої худоби, взагалі, та молочних корів, зокрема (коефіцієнт кореляції по поголів'ю великої рогатої худоби – 0,973, по поголів'ю корів – 0,997), в свою чергу часовий лаг між подією (скороченням поголів'я) та реакцією на нею (зменшенням посівних площ) фактично відсутній [4]. При цьому товарна політика більшості сільськогосподарських підприємств-виробників продукції тваринництва базується на застосуванні методів планування від досягнутого, а рішення щодо місця кормових сівозмін в структурі землекористування товаровиробників носять флюктуаційний (випадковий) характер. З року в рік ситуація посилюється та призводить до міжгалузевого дисбалансу у аграрному виробництві. Як наслідок, відбувається згортання ресурсної бази та гальмування розвитку тваринництва.

Тенденції структурних зрушень в спеціалізації, наслідки реформування підприємств аграрної сфери суттєво скоротили потенціал аграрних підприємств в частині наявних можливостей власного виробництва кормів навіть спеціалізованими підприємствами, адже використання ріллі під посіви високорентабельних товарних культур є більш економічно вигідним [5]. В свою чергу, як показують наші дослідження та наукові результати низки вітчизняних вчених-економістів, ефективно виробництво молока можливе лише в умовах крупних спеціалізованих підприємств. Молочне скотарство є одним з найбільш інертних напрямів спеціалізації сільськогосподарського виробництва, а отже ефективно компенсувати цінові ризики на продуктових та ресурсних ринках можливо лише за рахунок позитивних проявів ефекту масштабу [6-8]. Підвищений рівень ефективності виробництва молока в крупних спеціалізованих підприємствах дозволяє ефективно використовувати інтеграційні інструменти формування кормової бази за рахунок побудови взаємовигідної взаємодії з підприємствами рослинницького напрямку, які вироблятимуть та реалізовуватимуть підприємствам-виробникам молока продукцію польового кормовиробництва. Таким чином, в якості об'єкта раціоналізації розмірів варто розглядати не тільки площі землекористування виробників молока, а й вертикально-інтегрованих виробничих об'єднань та структур, суб'єктами-інтеграторами в яких вони виступають.

Врахування перелічених обставин дозволили формалізувати архітектуру організаційно-економічного механізму управління розмірами аграрних підпри-



ємств молочного напрямку (рис. 2). При цьому під вказаним механізмом управління слід розуміти впорядковану сукупність суб'єктів, об'єктів, факторів та засобів опосередкування їх впливу, а також інструментів та важелів впливу менеджменту підприємства на розміри підприємств, залучення яких має ґрунтуватися на результатах моніторингу та оцінювання їх економічного потенціалу [9]. Архітектура механізму передбачає органічну єдність та вільне ситуативне комбінування доступних інструментів, важелів та засобів, а єдиним критерієм раціоналізації є дотримання адекватного завданням розширеного відтворення рівня економічної ефективності виробництва молока.



Рис. 2. Організаційно-економічний механізм раціоналізації розмірів аграрних підприємств молочного напрямку

Концентрація є важливим фактором підвищення економічної ефективності виробництва молока. Про це свідчать дані групування аграрних підприємств Харківської області за поголів'ям корів (табл. 3). Дослідженнями встановлено, що інтенсифікація молочного скотарства в теперішній час виявляється не тільки в підвищенні рівня годівлі молочної худоби, а і в оптимізації структури річного раціону за складом необхідних компонентів відповідно до біологічних особливостей



окремих груп тварин. Звідси витікає, що раціоналізація польового кормовиробництва є важливим напрямом підвищення продуктивності та ефективності виробництва молока. Втім, виробничий потенціал підприємств-виробників молока в частині розвитку польового кормовиробництва для власних потреб зумовлює необхідність вдосконалення управління їх розмірами.

Таблиця 3

Вплив концентрації поголів'я корів на ефективність виробництва молока в аграрних підприємствах Харківської області в 2021 р.

Показники	Групи господарств за поголів'ям молочного стада ВРХ, гол						В середньому по області
	до 50	51-100	101-250	251-400	401-800	більше 801	
Кількість господарств у групі, од.	21	16	39	23	17	10	126
Середня площа сільськогосподарських угідь одного підприємства по групі, га	1908,3	3203,6	2413,3	3218,2	5121,7	7970	3383
Припадає корів на одне підприємство в середньому по групі, гол.	26	75	165	322	560	1216	296
Середній річний надій молока від однієї корови по групі, кг	4793,6	4364,6	4259,6	5200,3	5767,4	6840	5684,8
Рівень рентабельності (збитковості), %	-1,3	-9,2	1,2	8,9	20,7	23,8	17,6

Враховуючи сучасний стан та умови діяльності вітчизняних аграрних підприємств, вирішення проблем управління розмірами підприємств-виробників молока та їх сировинних зон, необхідно розпочати з активізації інтеграційного інструментарію, а саме створення об'єднань вертикального типу на основі об'єднання економічних інтересів різних за розмірами підприємств молочного напрямку. При цьому останні мають виробляти власну продукцію польового кормовиробництва. В запропонованому об'єднанні в якості інтегратора можуть виступати як виробники молока, так і підприємства, що здійснюють торговельно-закупівельну діяльність, а також молокопереробні підприємства (рис. 3). Головна мета діяльності даного вертикально-інтегрованого утворення має полягати в найбільш пропорційному задоволенні економічних інтересів учасників.



Рис. 3. Структура взаємодії учасників вертикально-інтегрованого об'єднання підприємств молочного напрямку

В результаті запропонованої схеми взаємодії суб'єктів інтеграційного об'єднання посередник або переробник матиме змогу отримати той же розмір прибутку, але з нижчим рівнем торгової націнки, що підвищить цінову конкурентоспроможність його продукції. З організаційної точки зору невизначена кількість суб'єктів здійснює вплив на формування раціональних розмірів аграрних підприємств молочного напрямку, їх об'єднань та сировинних зон, які можна поділити на такі категорії: безпосередньо підприємство, держава та суб'єкти сфери обігу. При цьому підприємство намагається покращити ступінь адаптивності своєї виробничої політики для підвищення ефективності основної діяльності шляхом максимального використання свого економічного потенціалу. В свою чергу, держава здійснює вплив на формування розмірів підприємств шляхом: залучення заходів прямого державного регулювання економічних та правових відносин, передусім, в питаннях власності та оренди ресурсів, інфраструктурного регулювання, створення та перегляду нормативно-правової бази, яка регламентує комерційні процеси обігу продукції; застосування заходів непрямого впливу, які значною мірою зумовлюють економічну поведінку суб'єктів сфери виробництва в частині залучення до процесів інтеграції, стратегічного управління та змін розмірів підприємств-виробників молока та сировинних зон їх кормовиробництва. [10]

Зважаючи на умови функціонування та власні можливості підприємств, кожне з них повинне самостійно визначати подальші стратегічні напрями свого розвитку. Вибір того чи іншого варіанту стратегії має ґрунтуватися на результатах об'єктивної та неупередженої оцінки виробничо-комерційних можливостей підприємства. При цьому навіть при зміні ринкової кон'юнктури економічно обґрунтованим та доцільним може бути застосування однієї й тієї ж стратегії. Аграрне підприємство молочного напрямку здатне та повинне управляти обсягами виробництва та реалізації продукції, регулюючи поголів'я.

Здійснення перелічених заходів на мікрорівні обумовлює виділення першочергових заходів, які дозволять стабілізувати виробничі параметри товаро-



робників та стан галузі, а також окреслити зрозумілі та взаємопов'язані стратегічні орієнтири розвитку галузі молочного скотарства та визначенні просторових, ресурсних й фінансово-економічних пропорцій її суб'єктів. При цьому ключовими стратегічними орієнтирами мають стати:

- недопущення погіршення стану земельних угідь в користуванні агрохолдингів, мультинаціональних компаній та крупних землекористувачів з внесенням відповідних регуляторних заходів;

- дотримання продовольчої безпеки держави шляхом збалансування внутрішнього виробництва за рахунок стимулювання вітчизняного тваринництва;

- розвиток експортного потенціалу та зниження імпортозалежності внутрішнього ринку.

При цьому в якості першочергових заходів слід здійснити регуляторні впливи у вигляді запровадження стимулів, застосування заборон та визначення правил, процедур й порядків їх застосування щодо:

1. Збереження внутрішнього виробництва, наявного поголів'я та генетичних ресурсів.

2. Відновлення ланцюгу постачань кормів між підприємствами різних масштабів та розмірів виробництва.

3. Стимулювання активізації експорту продуктів переробки молока на відкритий на сьогоднішній день для української продукції європейський ринок, що стимулюватиме зростання його внутрішнього виробництва на основі гармонізації інтересів виробників сировини, переробників, посередників та імпортерів шляхом застосування фіскальних, тарифних та нетарифних методів.

4. Впорядкування системи контролю якості при виробництві, реалізації та перепродажу продукції молочного скотарства.

5. Розгалуження каналів збуту різними функціональними групами товаровиробників (за розмірами, масштабами виробництва та фінансовими можливостями).

Визначені стратегічні орієнтири та перелік першочергових заходів обумовлені об'єктивними характеристиками реальної органічної структури капіталу, розміщеного у вітчизняному аграрному виробництві, адже він є найбільш сконцентрований в структурах холдингового типу та великих підприємствах, орієнтованих, переважно, на виробництво продукції рослинництва. Саме тому на фоні закріплених наразі законодавчо зрушень у функціонуванні ринку земельних ресурсів сільськогосподарського призначення використання такого індикатора, як збереження та поступове зростання родючості та якості ґрунтів, з запровадженням відповідних механізмів застосування обмежень до використання переваг відміни мораторію на обіг сільськогосподарських земель агрохолдингами та великотоварними підприємствами змусить останніх до зрушень у своїй галузевій та товарній спеціалізації в бік розширення виробництва продукції тваринництва, що стимулюватиме також розвиток польового кормовиробництва та збільшення обсягів використання органічних добрив під польовими сівозмінами. При цьому на практиці виникатимуть певні диспропорції у виробництві кормів, що спростить доступ до них дрібних товаровиробників та створить умови для зростання обсягів виробництва продукції. В свою чергу, орієнтація крупних спеціалізованих господарств на збут продукції переробникам, а дрібних товаровиробників – населенню суттєво скоротить конкуренцію між ними та призведе до досягнення раціональних пропорцій виробництва молока різними групами товаровиробників, ринкові інтереси яких майже не перепинатимуться.



Висновок. Основним фактором, що обмежує збільшення поголів'я продуктивних тварин в молочному скотарстві є обсяги виробництва кормів для власних потреб всередині підприємства-товаровиробника, а отже площа сільськогосподарських угідь під посівами кормових культур. Вказане є основною передумовою управління розмірами підприємств. Існуюча структура власності та особливості орендних відносин сприяють активізації комерційних та інтеграційних інструментів управління змінами розмірів підприємств молочного напрямку, їх об'єднань та сировинних зон. Пропорції вказаних змін визначаються обґрунтуванням параметрів доцільності заміщення компонент власної кормової бази залученими та навпаки, що дає змогу досягати оптимального рівня концентрації виробництва, в тому числі, і без змін площі землекористування підприємства-виробника молока. Доведено, що структурні зміни у функціональному та організаційному розміщенні виробництва молока зумовлені підвищенням рівнів виробничої та повної собівартості молока за рахунок негативного впливу ефекту масштабу та набуттям пріоритетності розвитком рослинництва в аграрних підприємствах, як галузевого напрямку, що забезпечує надійнішу та більш стабільну доходність. При цьому розвиток польового кормовиробництва, як каталізатора розвитку тваринництва, в цілому, та молочного скотарства, зокрема, є основою інтенсифікації та підвищення економічної ефективності молочного скотарства в аграрних підприємствах.

Бібліографічний список

1. Кількість сільськогосподарських тварин за категоріями господарств. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/operativ/open_data/2022/50.xlsx (дата звернення 10.04.2023)
2. Поголів'я корів в Україні зменшилось на понад 13 %. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://agravery.com/uk/posts/show/pogoliva-koriv-v-ukraini-zmensilos-na-ponad-13> (дата звернення 10.04.2023)
3. Обсяг виробництва (валовий надій) молока за регіонами. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/operativ/open_data/2022/55_1.xlsx (дата звернення 10.04.2023)
4. Мазнев Г.Є., Красноруцький О. О., Бобловський О. Ю., Артеменко О. О., Заїка С. О. Прогресивні технології польового кормо виробництва в контексті реставрації тваринницької галузі. *Вісник ХНАУ: Економіка АПК і природокористування*. 2009. Вип. 10. С. 50 – 60.
5. Гуторов А. О. Економічне обґрунтування раціональних розмірів сільськогосподарських підприємств: теорія і практика. Харків : «Міськдрук». 2012. 377 с.
6. Амбросов В. Я., Маренич Т. Г. Підвищення ефективності молочного скотарства. *Вісник ХНТУСГ : Економічні науки*. Харків. 2012. Вип. 126. С. 3-16.
7. Величко Є. І. Економічна ефективність виробництва молока в сільськогосподарських підприємствах. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 4. С. 103–108.
8. Безсмертна О. В., Тарасюк Н. М. Дослідження впливу рівня концентрації та спеціалізації виробництва молока сільськогосподарськими підприємствами на ефективність галузі молочного скотарства. *Економіка АПК*. 2012. № 4. С. 23 – 27.
9. Яців І. Концентрація виробництва у сільськогосподарських підприємствах як чинник формування в них конкурентних переваг [Електронний ресурс] Режим доступу: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/Ae/2010_1-2/files/10yaicaf.pdf. (дата звернення 10.04.2023)



10. Смігунова О. В. Методичні засади визначення раціональності розмірів аграрних підприємств молочного напрямку: теоретичний аспект. Вісник ХНТУСГ : Економічні науки. Харків. 2016. Вип. 172. С. 175–181.

References

1. *Kilkist silskohospodarskykh tvaryn za katehoriiami gospodarstv. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy* [The number of farm animals by category of farms. State Statistics Service of Ukraine] Retrieved from: https://ukrstat.gov.ua/operativ/open_data/2022/50.xlsx [In Ukrainian].

2. *Poholiv'ia koriv v Ukraini zmenshylos na ponad 13 %*. [The number of cows in Ukraine decreased by more than 13%.]. Retrieved from: <https://agravery.com/uk/posts/show/pogoliva-koriv-v-ukraini-zmensilos-na-ponad-13> [In Ukrainian].

3. *Obsiah vyrobnytstva (valovyi nadii) moloka za rehionamy. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy* [Volume of production (gross hope) of milk by region. State Statistics Service of Ukraine]. Retrieved from: https://ukrstat.gov.ua/operativ/open_data/2022/55_1.xlsx [In Ukrainian].

4. Mazniev, H. Ye., Krasnorutskiy, O. O., Boblovskiy, O. Yu., Artemenko, O. O., & Zaika, S. O. (2009). Prohresyvni tekhnolohii polovoho kormo vyrobnytstva v konteksti restavratsii tvarynnytskoi haluzi [Progressive technologies of field fodder production in the context of restoration of the livestock industry]. *Visnyk KhNAU: Ekonomika APK i pryrodokorystuvannia*. 10. 50–60. [In Ukrainian].

5. Hutorov, A. O. (2012). *Ekonomichne obgruntuvannia ratsionalnykh rozmiriv silskohospodarskykh pidpriemstv: teoriia i praktyka*. Kharkiv : «Miskdruk». 377 [In Ukrainian].

6. Ambrosov, V. Ya., & Marenych, T. H. (2012). *Pidvyshchennia efektyvnosti molochnoho skotarstva* [Increasing the efficiency of dairy farming.]. *Visnyk KhNTUSH : Ekonomichni nauky*. Kharkiv. 126. 3-16. [In Ukrainian].

7. Velychko, Ye. I. (2015). *Ekonomichna efektyvnist vyrobnytstva moloka v silskohospodarskykh pidpriemstvakh* [Economic efficiency of milk production in agricultural enterprises.]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 4. 103–108. [In Ukrainian].

8. Bezsmertna, O. V., & Tarasiuk, N. M. (2012). *Doslidzhennia vplyvu rivnia kontsentratsii ta spetsializatsii vyrobnytstva moloka silskohospodarskymy pidpriemstvamy na efektyvnist haluzi molochnoho skotarstva* [Study of the influence of the level of concentration and specialization of milk production by agricultural enterprises on the efficiency of the dairy industry]. *Ekonomika APK*. 4. 23–27. [In Ukrainian].

9. Yatsiv, I. (2023). *Kontsentratsiia vyrobnytstva u silskohospodarskykh pidpriemstvakh yak chynnyk formuvannia v nykh konkurentnykh perevah* [Concentration of production in agricultural enterprises as a factor in the formation of competitive advantages in them]. Retrieved from: http://archive.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/Ae/2010_1-2/files/10yaicaf.pdf. [In Ukrainian].

10. Smihunova, O. V. (2016). *Metodychni zasady vyznachennia ratsionalnosti rozmiriv ahrarnykh pidpriemstv molochnoho napriamu: teoretychnyi aspekt*. [Methodological principles for determining the rationality of the sizes of dairy agrarian enterprises: theoretical aspect]. *Visnyk KhNTUSH : Ekonomichni nauky*. Kharkiv. 172. 175–181. [In Ukrainian].



STRATEGIC GUIDELINES FOR MANAGING THE SIZE AND SCALE OF PRODUCTION OF AGRICULTURAL DAIRY ENTERPRISES

Krasnorutskiy O. O., Institute of Animal Science of NAAS

Smihunova O. V., State Biotechnological University

Chyhrynov Ye.I., Institute of Animal Science NAAS

The article provides the substantiation of strategic guidelines for the formation of rational sizes of agrarian enterprises of dairy direction of specialization in the context of the increase of economic efficiency of their activity. There are denoted the main elements of conceptual and categorical apparatus of research of the size, scale, specialization and concentration of production in agrarian enterprises. It is determined, that the size of the agrarian enterprise of the dairy direction is a complex characteristic of its productive potential, which reflects by means of the system of parameters of the land tenure area and the number of the agricultural animals the possibilities of the enterprise to achieve certain results of milk production and its intensification at the preservation of the spatial characteristics of the enterprise. There have been studied the peculiarities of formation and functioning of the organizational-economic mechanism of managing the size of agrarian enterprises of the dairy direction. There has been grounded the methodical approach to changing the size of agrarian milk producing enterprises. There has been estimated the dynamics of levels of specialization, concentration and economic efficiency of milk production and sale in agrarian enterprises. There have been revealed the tendencies of attracting the instruments of rationalization of the production structure and the sizes of the milk producing enterprises. It substantiates the directions of development of economic potential of agrarian enterprises of dairy specialization. There have been defined the peculiarities and limits of the usage of integration instruments of rationalization of the size of agrarian milk producing enterprises. It determines the strategic guidelines for stabilization of the dairy cattle breeding sector in the present conditions and identifies the exclusive importance of the field fodder production as a catalyst for the sector development. It has been established that the key strategic guidelines for the development of dairy cattle breeding in agrarian enterprises should be the prevention of land degradation in the use of agricultural holdings, multinational companies and large land users with the introduction of appropriate regulatory measures; observance of food security of the country by balancing domestic production by stimulating Russian cattle breeding; development of export potential and reduction of import dependence of the domestic market.

Keywords: dairy farming, field fodder production, specialization, concentration, strategic management, mechanism.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-103-114

УДК 575.113:63.27.082(477)

ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ГЕНЕТИКО-ПОПУЛЯЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ ОЦІНКИ СЕЛЕКЦІЙНОЇ РОБОТИ У ПОПУЛЯЦІЯХ КОРІВ МОЛОЧНИХ ПОРІД

Кулібаба Р. О., д. с.-г. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0003-1776-7147>
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Ляшенко Ю. В., к. с.-г. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0003-2747-476X>
Інститут тваринництва НААН
Сахацький М. І., д. б. н., проф., академік НААН України,
<https://orcid.org/0000-0002-6113-0226>
Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті наведені результати комплексних досліджень, які є продовженням роботи, спрямованої на визначення поліморфізму локусів *CSN2*, *PRL*, *LEP* та *TNF- α* , а також на аналіз показників продуктивності особин великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності з різними генотипами за виявленими поліморфними локусами. Мета роботи – провести аналіз селекційної роботи з популяціями корів молочних порід на основі результатів типування особин за алельними варіантами локусів *CSN2*, *PRL*, *LEP* та *TNF- α* , які пов'язані з проявом господарсько корисних ознак, але безпосередньо не враховуються традиційними методами оцінки за фенотипом. Для аналізу використовували показники фактичної (H_o) та очікуваної (H_e) гетерозиготності, індекс фіксації Райта (F_{is}). Індивідуальне типування тварин проводили за використання методів *AS-PCR* (*CSN2*), *SSCP* (*TNF- α*) та *PCR-RFLP* (*PRL*, *LEP*). За результатами досліджень в популяції корів української чорно-рябої молочної породи виявлений ексцес гетерозиготних особин за локусами *CSN2* та *TNF- α* , та значне превалювання кількості гомозиготних особин за локусом *LEP*. Для генів пролактину (*PRL*) і лептину (*LEP*) показано зміщення генетичної рівноваги за рахунок зростання кількості гомозиготних особин. В популяції корів української червоно-рябої молочної породи за локусом пролактину встановлений високий рівень інбридингу (39 %), що знайшло своє відображення в порушенні стану генетичної рівноваги ($\chi^2 = 13,50$). У випадку з локусами бета-казеїну та лептину ситуація протилежна – наявний виражений ексцес гетерозиготних особин (-0,24 та -0,18 відповідно), але за відсутністю відхилень від рівноважного стану популяції (значення χ^2 склали 2,06 та 2,42 відповідно). Для обох популяцій показана відсутність суттєвих змін у співвідношенні різних алелів та генотипів за низкою досліджених локусів та доведена неможливість фіксації “бажаних” алелів при використанні традиційних методів селекційно-племінної роботи з тваринами. За результатами порівняльного аналізу використання різних типів ДНК-маркерів та методів типування (*AS-PCR*, *SSCP* та *PCR-RFLP*) встановлена чутливість показників H_o , H_e та F_{is} до параметру кількості алелів на локус, що необхідно враховувати при проведенні генетико-популяційних досліджень.

Ключові слова: поліморфізм, популяція, корови, алель, генотип, гомозиготність, мінливість, фіксація.

Генетичні дослідження сільськогосподарських тварин зосереджені переважно на виявленні генів, які детермінують економічно важливі ознаки та можуть



бути використані в програмах розведення. У молочному скотарстві здебільшого досліджують гени, які можуть визначити відмінності у надоях та складі молока, стійкості до захворювань та підвищенні відтворювальної здатності тварин [1]. Найбільш ефективним на сьогоднішній день є метод геномної оцінки тварин, який базується на використанні генетичних маркерів, розташованих на різних хромосомах, та дозволяє враховувати спадкові особливості передачі генетичної інформації, що впливає на прояв основних господарсько-корисних ознак. Геномна оцінка в молочному скотарстві включає аналіз близько 80000 маркерів (SNP) на одну особину та стала обов'язковою для оцінки худоби в країнах з розвиненим тваринництвом. Однак зазначений метод поки що не знайшов практичного використання в племінних господарствах України. Наряду з цим, набуває статусу традиційних селекційно-племінних заходів використання порівняно менш затратна маркер-асоційована селекція (MAS) за локусами генів-маркерів кількісних ознак (QTL), яка доповнює та підвищує ефективність добору за фенотипом.

Слід зазначити, що традиційна селекція за багатьма економічно значимими ознаками ускладнюється їх низькою успадкованістю, необхідністю досягнення тварин відповідного віку для оцінки їх племінної цінності, застосування розширеної процедури генетичної оцінки за родоводом [2]. Тому впровадження маркер-орієнтованої селекції у тваринництво може забезпечити значний прогрес у селекційній роботі, що сприятиме покращенню економічної ефективності галузі загалом [3].

Застосування генетичних маркерів дає змогу передбачати племінну цінність за ознаками, які важко виміряти за фенотипним проявом, а, отже, які не є частиною критерію відбору. Основною метою нашої роботи було показати що відбувається з частотами алелів деяких важливих QTL, які безпосередньо впливають на рівень прояву господарсько корисних ознак, однак не мають вираженого фенотипного прояву (для їх визначення за фенотипом), а отже не враховуються традиційними методами селекційно-племінної роботи. В якості моделі для комплексної оцінки генетичної детермінації зазначених ознак нами були використані гени, задіяні у соматотропної та імунній системах організму. До їх переліку потрапили перспективні гени-кандидати, такі як ген пролактину (*PRL*), β -казеїну (*CSN2*), лептину (*LEP*) та фактору некрозу пухлин альфа (*TNF- α*).

Ген *PRL* (8902 п.н.) розташований в хромосомі 23 *B. taurus* і має у своєму складі 5 екзонів. Відомо про низку SNP в гені пролактину, зокрема транзицію C/T у положенні 35333764 (rs211032652), яку пов'язують з показниками молочної продуктивності [4].

Ген β -казеїну (*CSN2*) локалізований в 6 хромосомі ВРХ (1153 п.н.), має в своїй структурі 9 екзонів. Відомо близько 60 одонуклеотидних мутацій (SNP) в екзонній частині гену та 12 алельних варіантів *CSN2*, серед яких найбільш використовуваними в промисловому тваринництві є алелі A^1 і A^2 [5]. Мова йде про місенс мутацію C/A (rs:43703011) в 7 екзоні, яка призводить до зміни в кодоні CCT/CAT (пролін (A^2)/гістидин(A^1)).

Ген лептину (*LEP*) ВРХ (16731 п.н.) складається з 3 екзонів та 2 інтронів, розташований у 4 хромосомі та має близько 60 встановлених SNP [6]. *LEP* приймає участь у регуляції великої кількості різних функцій організму, в першу чергу жирового та енергетичного обміну, а також у регуляції активності імунної та репродуктивної систем [7]. Як правило, *LEP* розглядається в якості гену-кандидату в маркери м'ясних якостей великої рогатої худоби [8]. Однак у публікаціях різних авторів показано асоціативний зв'язок між різними алельними варіантами *LEP*



(екзон 3, A59V) та репродуктивними якостями [9], стійкістю до маститу у різних порід великої рогатої худоби [10, 11].

Ген фактору некрозу пухлин альфа (*TNF- α*), продукує багатофункціональний протизапальний цитокін, один з ключових медіаторів локальної імунної відповіді [12]. Ген *TNF- α* (2879 п.н.) розташований у 23 хромосомі в районі *BoLA*, містить 4 екзони та має близько 30 поліморфних ділянок. Показано наявність різних алельних варіантів за різними позиціями гену, їх зв'язок із показниками продуктивності великої рогатої худоби, а також асоціативний зв'язок зі стійкістю/чутливістю до різних захворювань, в тому числі до маститу [13] та лейкозу великої рогатої худоби [14].

Таким чином, виходячи зі всього вищенаведеного, мета нашої роботи – провести аналіз селекційної роботи з популяціями корів молочних порід української селекції на основі результатів типування особин за алельними варіантами локусів *CSN2*, *PRL*, *LEP* та *TNF- α* .

У статі наведені результати комплексних досліджень, які є органічним продовженням роботи, спрямованої на визначення поліморфізму локусів *CSN2*, *PRL*, *LEP* та *TNF- α* , а також на аналіз показників продуктивності особин ВРХ різних порід з різними генотипами за виявленими поліморфними локусами. Відповідно, з більш детальною інформацією стосовно особливостей поліморфізму (електрофореграми, схеми рестрикції та інше) можна ознайомитися за посиланнями [15-18].

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проведені у лабораторії молекулярно-генетичних і фізіолого-біохімічних досліджень у тваринництві Інституту тваринництва НААН та в лабораторії молекулярно-генетичних досліджень кафедри біології тварин Національного університету біоресурсів і природокористування України.

В якості об'єкту досліджень використовували породи корів української селекції – українська чорно-ряба молочна порода (n=100) та українська червоно-ряба молочна порода (n=100) (ДП ДГ «Гонтарівка»).

У статті наведені результати комплексних досліджень, які є продовженням роботи, спрямованої на визначення поліморфізму генів *CSN2* (с.350 C>A, rs43703011), *PRL* (с.35333764 C>T, rs211032652), *LEP* (с.239C>T, rs29004508) та *TNF- α* (область 2 екзону та частини 1-2 інтронів, 239 п.н., 23 хромосома). Генотипування тварин за *CSN2* проводили за використання методу алель-специфічної ПЛР (AS-PCR), *TNF- α* – на основі аналізу одноланцюгового конформаційного поліморфізму (SSCP), *PRL* і *LEP* – методом ПЛР-ПДРФ (PCR-RFLP). З більш детальною інформацією стосовно особливостей поліморфізму зазначених генів (електрофореграми, схеми рестрикції та інше) можна ознайомитися за посиланнями [15-18].

Для оцінки селекційної роботи використовували аналіз співвідношення значень фактичної (H_o) та очікуваної (H_e) гетерозиготності за сукупністю різних поліморфних локусів, а також індекс фіксації Райта (F_{is}). Розрахунки параметрів проводили за результатами аналізу проведених раніше досліджень [15-18]. Дослідні показники визначали за використання програмного пакету GENALEX version 6.5 у середовищі Excel 2019 [19].

Інтерпретацію показників здійснювали за методикою Кузнецова В. М. [20]. У випадку відсутності відмінностей у значенні показників H_o та H_e наявний рівноважний стан популяції (панміксія) та, відповідно, відсутня селекційна робота з групою тварин. За умов $H_o < H_e$ у популяції спостерігається ексцес гомозиготних



особин (інбридинг, близькоспоріднене схрещування). За умов $N_o > N_e$ спостерігається ексцес гетерозиготних особин (аутбридинг, неспоріднене схрещування).

Результати досліджень. За результатами проведених досліджень встановлено, що локуси бета-казеїну, пролактину, лептину та фактору некрозу пухлини альфа є поліморфними в популяціях обох дослідних порід корів.

Коротко розглянемо результати досліджень у порівняльному аспекті в контексті загальних питань визначення особливостей генетико-популяційних параметрів популяцій великої рогатої худоби різних порід та регіонів світу.

За аallelними варіантами локусу бета-казеїну (*CSN2*) відмічена наявність всіх можливих генотипів в обох популяціях корів – A^1A^1 , A^1A^2 та A^2A^2 . Для популяції корів української червоно-рябої молочної породи виявлено превалювання частоти алелю A^2 (0,57), в той час як для української чорно-рябої молочної породи – навпаки (превалює алель A^1 , частота – 0,66). Відповідно й розподіл частот генотипів був різним. Отримані результати можна пояснити особливостями походження кожної із порід, в першу чергу, з часткою кровності голштинської породи в кожному випадку. Для голштинів, за умови відсутності спрямованої селекції за аallelними варіантами бета-казеїну, є характерним саме превалювання частоти алелю A^1 , в той час як локальні породи характеризуються високою частотою алелю A^2 , що може бути пов'язане з проведенням селекційної роботи, спрямованої на підвищення параметрів надою тварин [21]. Це спостереження підтверджується результатами порівняльного аналізу різних порід великої рогатої худоби, як комерційних, так і нативних, що проводяться в лабораторіях авторів (результати досліджень у друці). У будь-якому випадку, в дослідних популяціях корів достатньо особин для можливості проведення подальшої селекції в напрямку отримання молочної продукції певного типу (A_2 молока).

За *RsaI*-поліморфізмом четвертого екзону локусу пролактину визначено аallelні варіанти *C* та *T* в кожній з дослідних популяцій. Для обох популяцій відмічено превалювання частоти алелю *C* над *T*, що є найбільш вираженим у випадку з чорно-рябою молочною породою (0,87 проти 0,13). Отримані дані корелюють з результатами, що одержані на інших популяціях великої рогатої худоби (в першу чергу – комерційних порід). Так, превалювання частоти алелю *C* (*RsaI*-) відмічено в популяціях голштинських корів [22], турецьких породах ВРХ [23], російських чорно- та червоно-рябих порід [24] та інших. У той же час, більш згладжені відмінності між значеннями частот алелів локусу (як у червоно-рябої породи, 0,58 проти 0,42) та домінування частоти алелю *RsaI*+ є характерними для переважної кількості локальних порід ВРХ різних країн: польської чорно-рябої [25], литовських нативних порід [26], чеських комбінованих породах [27], пакистанських [28] та інших породах, а також для деяких комерційних порід [28]. На нашу думку, домінування частоти алелю *C* (*RsaI*-) в дослідних популяціях, а також у голштинів та переважної кількості інших порід великої рогатої худоби пов'язано, перш за все, із загальною спрямованістю племінної роботи у напрямку підвищення параметрів молочної продуктивності тварин. Це припущення отримує додаткові докази у вигляді результатів досліджень з визначення та порівняння параметрів продуктивності особин з різними генотипами за локусом пролактину, що також відображено й для інших порід (монбільярдів, голштино-фриських та деяких локальних порід) [29, 30]. У наших дослідженнях також встановлено вищі значення надоїв для дослідних популяцій корів, але картина, що спостерігається у випадку з різними дослідними породами є цілком протилежною. Так, для корів української чорно-рябої породи доведено переваження значень показнику надою за 305 днів лактації для особин із генотипом *CC*. У той же час, для популяції корів червоно-рябої мо-



лочної породи зафіксовано переважання значень показнику надою для гомозиготних за алелем Т особин. На нашу думку, явище, що спостерігається, є наслідком, у першу чергу, впливу генного оточення, яке є різним у дослідних популяцій (вплив породної належності, особливостей походження та інше). Таким чином, ефект впливу генотипу на ознаку може бути суттєво скорегований та мати виражений породоспецифічний характер. Необхідно також зазначити, що ця мутація (rs211032652, C/T), хоч і знаходиться в екзонній частині гену *PRL*, є синонімічною і безпосередньо не змінює структуру білка. Відповідно, цей SNP є потенційним маркером, який може знаходитися в одній групі зчеплення з місенс-мутаціями *PRL*, і опосередковано впливати на показники молочної продуктивності. Порівняно з розглянутою мутацією в гені *CSN2*, алельні варіанти *PRL* більшою мірою пов'язані з рівнем прояву господарсько-корисних ознак та можуть змінювати частоти розподілу в популяціях ВРХ під впливом традиційних методів селекції.

Виявлення різних алельних варіантів гену лептину (*LEP*) за NphI-поліморфізмом у третьому екзоні дало змогу вперше в Україні та на пострадянському просторі виявити особливості генетичної структури популяцій корів молочних порід за мутацією A59V (rs29004508, c.239C>T). За результатами досліджень встановлено суттєве превалювання частоти алелю С в обох дослідних популяціях тварин (0,72 – 0,77). Слід зазначити, що в популяції чорно-рябої молочної породи також встановлено домінування алелю С у гомозиготному стані (генотип СС; 0,64). Суттєве переважання кількості гомозиготних особин призвело до відхилення від стану генетичної рівноваги, що, у свою чергу, свідчить про певний тиск добору, або вплив фактору дрейфу генів (мікроеволюційних процесів). Виявлене домінування частоти алелю С підтверджує подібні тенденції, що були встановлені іншими авторами на низці локальних порід великої рогатої худоби [31, 32], що, на нашу думку, відображає загальний напрямок продуктивності тварин – підвищення показників надою. Це припущення було підтверджено за результатами досліджень з оцінки продуктивних якостей корів з різними генотипами за локусом лептину – особини з генотипом СС, у порівнянні з ТТ, мали вірогідно більші значення надоїв за 305 днів лактації (перша лактація) у популяції чорно-рябої породи, та вірогідно більші значення цього показника для всіх трьох лактацій у популяції червоно-рябої породи. В той же час, встановлено превалювання значень гетерозиготних у червоно-рябих та гомозиготних за алелем Т чорно-рябих корів за параметром вмісту жиру в молоці.

За використання розробленої методики проведення SSCP-аналізу досліджено поліморфізм фрагмента гену фактору некрозу пухлини альфа (2 екзон, 23 хромосома), розміром 239 п.н. За результатами аналізу виявлених одноланцюгових патернів визначено 6 алелів, розміром 450-1200 п.н. – алелі А, В та F у популяції чорно-рябої молочної породи; А, В, С, D, E, F – у популяції червоно-рябих корів. В обох випадках встановлено суттєве переваження частоти алелю А – 0,58 та 0,54 відповідно. Слід відмітити, що єдиний тип гомозиготних особин, які виявлені в обох дослідних породах ВРХ, відноситься до генотипу АА. Всі інші алельні варіанти представлені у вигляді гетерозиготних особин. Як слідує з результатів досліджень українська червоно-ряба порода демонструє значно більший рівень поліморфізму локусу *TNF-α* за кількістю виявлених алелів та генотипів, але, приймаючи до уваги той факт, що значення частоти домінуючого алелю А є практично однаковою в обох популяціях, а також наявність гомозигот одного типу, можна зробити висновок про загальну спрямованість мікроеволюційних процесів у породах тварин внаслідок проведення селекційної роботи в напрямку підвищення параметрів молочної продуктивності.



Дослідний фрагмент гену *TNF-α* утримує весь другий екзон (49 п.н., <http://www.ensembl.org>) та сусідні ділянки першого та другого інтронів (190 п.н.). Згідно бази даних Ensembl у другому екзоні *TNF-α* виявлено 4 SNP – rs451672471 (A/G, synonymous variant), rs456866435 (C/T, synonymous variant), rs110320728 (T/C, synonymous variant) та rs469370538 (G/C, synonymous variant). Отже, ми цілком допускаємо ймовірність відповідності різних поліморфних варіантів виявленим в наших дослідженнях SSCP-патернам. Крім того, додаткові патерни (варіанти) може додавати інтронна ділянка локусу, за якою інформація стосовно SNP відсутня. Наявність у популяції тварин алелів А та В встановлено також і в помісних індійських популяціях корів, в яких виявлено тільки два SSCP-патерна [33]. Цікаво, що у цьому випадку, дослідження Ranjan et al. були спрямовані на визначення параметрів резистентності тварин до маститів – з'ясовано, що алель А наявний, як правило, у особин, які є чутливими до маститів. Потенційний зв'язок різних SSCP-патернів з параметрами резистентності/чутливості до маститів додатково робить локус *TNF-α* перспективним для проведення подальших досліджень на породах ВРХ саме української селекції, приймаючи до уваги важливість та актуальність проблеми маститів у нашій країні. Особливості розподілу частот алелів та генотипів за локусом фактору некрозу пухлини альфа привносять свій суттєвий вклад – вірогідних відмінностей у значеннях показників особин з різними генотипами за параметрами молочної продуктивності в обох дослідних породах ВРХ не виявлено.

Після короткого аналізу результатів досліджень генетичної структури, а також зв'язку виявлених поліморфних локусів з показниками продуктивності перейдемо до визначення можливості використання отриманих даних для аналізу ефективності проведення селекційної роботи з дослідними популяціями тварин.

На рис. 1 наведено значення показників фактичної гетерозиготності (H_o), очікуваної гетерозиготності (H_e) та індексу фіксації Райта (F_{is}) у популяції корів української чорно-рябої молочної породи.

Як слідує із представлених даних, співвідношення значень H_o та H_e у дослідній популяції корів були досить варіабельними за виявленими поліморфними локусами. Максимальне від'ємне значення індексу фіксації Райта є характерним для *TNF-α*, максимальне позитивне – для *LEP*. В той же час бета-казеїн також демонструє від'ємне значення індексу фіксації, що свідчить про деякій ексцес гетерозиготних особин, який, слід відмітити, не є вираженим (на що вказує відповідність дослідній популяції стану генетичної рівноваги за Харді-Вайнбергом, $\chi^2 = 0,201$). У випадку з фактором некрозу пухлини альфа не відмічено відповідність рівноважному стану, що й призводить до досить екстремальних значень індексу фіксації (-0,47). Але, слід відмітити, що поліморфізм локусу *TNF-α* досліджували за використання маркерної системи SSCP, за результатами якої визначено три алеля для породи українська чорно-ряба молочна. В той же час, для інших локусів використовували маркерні системи AS-PCR та PCR-RFLP, що і дало можливість їх опису в якості класичних двохалельних систем.

За локусом лептину значення індексу фіксації досягають 0,23, що свідчить про істотний ексцес гомозиготних особин. При цьому, як це вже було відмічено, дослідна популяція корів демонструє відхилення від рівноважного стану ($\chi^2 = 4,97$) та суттєве переваження, майже трикратне, частоти одного з алелів (алелю С). Переважання гомозиготних за алелем С особин й призвело до збільшення інбредності дослідної популяції.

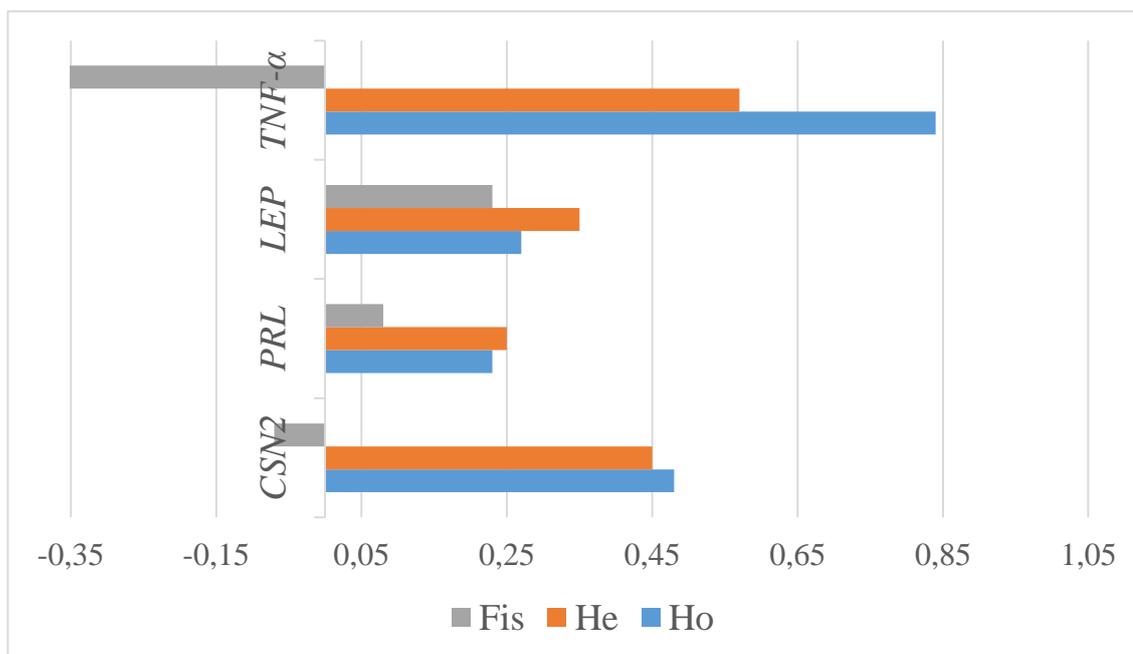


Рис. 1. Значення показників фактичної гетерозиготності (H_o), очікуваної гетерозиготності (H_e) та індексу фіксації Райта (F_{is}) у популяції корів української чорно-рябої молочної породи

У свою чергу, за локусом пролактину відмічене незначне переважання кількості гомозиготних особин ($F_{is} = 0,08$), що, при цьому, не призвело до порушення рівноважного стану для дослідної популяції тварин ($\chi^2 = 0,26$).

Таким чином, з чотирьох розглянутих нами локусів, алельні варіанти яких не використовувались в якості критеріїв добору в селекційній програмі з ВРХ чорно-рябої молочної породи, у двох (*PRL* і *LEP*) спостерігалось зміщення генетичної рівноваги в бік зростання кількості гомозиготних особин. Більшою мірою це стосується локусу лептину за рахунок добору особин з генотипом *LEP^{CC}* (0,64) і, відповідно, зменшенню частоти мутантного (*A59V*, rs29004508, c.239C>T) алелю Т (0,23). За локусом пролактину мала місце тенденція до збільшення кількості гомозигот *PRL^{CC}* (0,76) і відповідно низька кількість особин з мутантним алелем Т (0,13) переважно за рахунок гетерозигот *PRL^{CT}* (0,23).

Для популяції корів української червоно-рябої молочної породи ситуація дещо інша (рис. 2).

Як і у випадку з чорно-рябою молочною породою за локусом *TNF-α* дослідна популяція характеризується вираженим ексцесом гетерозиготних особин ($F_{is} = -0,39$), що ми також пов'язуємо з типом використаного для визначення поліморфізму маркера (SSCP) та загальною кількістю виявлених алелів (6 алелів). У свою чергу, максимальне значення індексу фіксації відмічене для локусу пролактину (рівень інбридингу досягає 39 %), що знайшло своє відображення в порушенні стану генетичної рівноваги ($\chi^2 = 13,50$). У випадку з локусами бета-казеїну та лептину ситуація протилежна – наявний виражений ексцес гетерозиготних особин (-0,24 та -0,18 відповідно), але за відсутністю відхилень від рівноважного стану популяції (значення χ^2 дорівнюють 2,06 та 2,42 відповідно).

Отримані результати досліджень, на прикладі значень основних показників генетичної мінливості, свідчать про відсутність однозначної картини змін співвідношення різних алелів та генотипів за низкою досліджених локусів. За кожним з



визначених поліморфних генів спостерігається тенденція як до збільшення показнику інбридингу (за рахунок переважання кількості гомозиготних особин для локусу *PRL*), так і до збільшення гетерозиготності (аутбридинг) у випадку з іншими маркерами. Однак, не завжди, на перший погляд суттєві відмінності у співвідношенні значень параметрів фактичної та очікуваної гетерозиготності (H_o та H_e) свідчать про відхилення від рівноважного популяційного стану під впливом спрямованого добору. Більш за все це викликано дією стохастичних факторів (дрейф генів та інші).

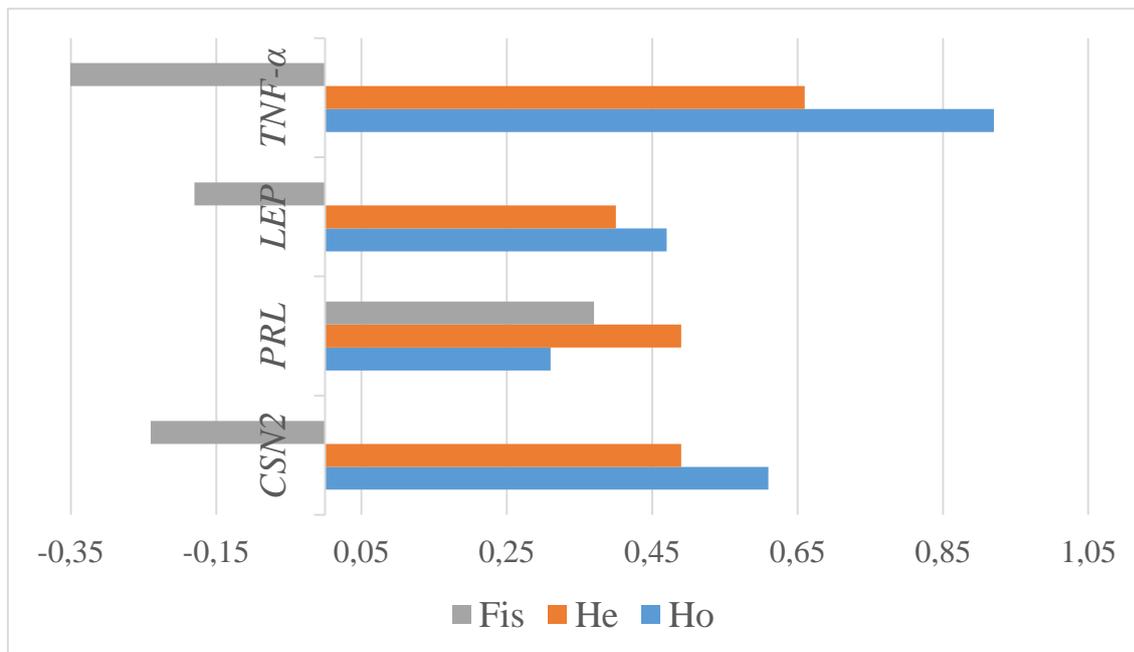


Рис. 2. Значення показників фактичної гетерозиготності (H_o), очікуваної гетерозиготності (H_e) та індексу фіксації Райта (F_{is}) у популяції корів української червоно-рябої молочної породи

Додатково до всього, тип використаних ДНК-маркерів та значення кількості алелів на локус також вносять свої корективи, що ми й спостерігаємо на прикладі гену *TNF- α* , що необхідно враховувати при аналізі генетичної структури. У будь якому випадку, селекційна робота, яка не спрямована на використання результатів індивідуального типування особин за низкою генів-кандидатів або локусів кількісних ознак не дає можливості провести остаточну фіксацію алеля, за умови його асоціативного зв'язку з цільовими параметрами продуктивності, яка приводила б до його мономорфності у дослідній групі тварин. Навіть у такого маркерного гену як пролактин, який характеризується суттєво вираженим превалюванням частоти «бажаного» алелю, не відбувається фінальної його фіксації. Після «формування» генетичної структури дослідної популяції суттєві зміни відсутні, а група тварин характеризується станом генетичної рівноваги, що свідчить про недостатню дію відбору та, відносно, стабільний стан у розрізі поколінь. Аутбридинг, тобто схрещування не споріднених між собою тварин, призводить до зміни співвідношень H_o та H_e , про що свідчать від'ємні значення індексу фіксації (ексцес гетерозиготних особин) за локусами *TNF- α* , *LEP* та *CSN2*. Але це не завжди супроводжується порушенням рівноважного стану популяції (як це зазначено вище у розрізі різних порід ВРХ) та може бути лише відбитком вихідних формоут-



ворюючих процесів у попередніх поколіннях. Таким чином, сучасна селекція у скотарстві, яка спрямована на максимальну реалізацію продуктивного потенціалу тварин, має бути доповненою сучасними молекулярно-генетичними методами оцінки особин, за відсутністю яких фінальна зміна генетичної структури у напрямку фіксації “бажаних” алелів певних генів-кандидатів практично неможлива.

Висновки:

1. В дослідній популяції корів української чорно-рябої молочної породи виявлений ексцес гетерозиготних особин за локусами *CSN2* та *TNF- α* , та значне превалювання кількості гомозиготних особин за локусом *LEP*. Для генів пролактину (*PRL*) і лептину (*LEP*) встановлено зміни генетичної структури за рахунок збільшення кількості гомозиготних особин.

2. В дослідній популяції корів української червоно-рябої молочної породи за локусом пролактину встановлений високий рівень інбридингу (39 %), що знайшло своє відображення в порушенні стану генетичної рівноваги ($\chi^2 = 13,50$). У випадку з локусами бета-казеїну та лептину ситуація протилежна – наявний виражений ексцес гетерозиготних особин (-0,24 та -0,18 відповідно), але за відсутністю відхилень від рівноважного стану популяції (значення χ^2 дорівнюють 2,06 та 2,42 відповідно).

3. За результатами проведених досліджень з порівняльного аналізу використання різних типів ДНК-маркерів та методів типування (AS-PCR, SSCP та PCR-RFLP) показано чутливість показників H_o , H_e та F_{is} до параметру кількості алелів на локус, що необхідно враховувати при проведенні генетико-популяційних досліджень.

References

1. Komisarek, J., & Dorinek, Z. (2009). Effect of *ABCG2*, *PPARGC1A*, *OLRI* and *SCD1* gene polymorphism on estimated breeding values for functional and production traits in polish Holstein-Friesian bulls. *Journal of applied genetics*. Vol. 50(2). P. 125–132. <https://doi.org/10.1007/BF03195663>.
2. Davis, G. P., & DeNise, S. K. (1998). The impact of genetic markers on selection. *Journal of Animal Science*. Vol. 76(9). P. 2331. doi:10.2527/1998.7692331x.
3. MacNeil, M. D., & Grosz, M. D. (2002). Genome-wide scans for QTL affecting carcass traits in Hereford x Composite double backcross populations. *Journal of Animal Science*. Vol. 80(9). P. 2316–2324.
4. Lewin, H. A., Schmitt, K., & Hubert, R. (1992). Close linkage between bovine prolactin and BoLA-DRB3 genes mapping in cattle by single sperm typing. *Genomics*. Vol. 13. P. 44–48.
5. Adoligbe, C. M., Akpo, S. G., Adido, S., M'Po, M., Zoclanclounon, A., Mantip, S., Akpo, Y., & Farougou, S. (2022). Distribution of the beta-casein gene variants in three cattle breeds reared in Benin. *J Agri Sci*. Vol. 14. P. 86–94. <https://doi.org/10.5539/jas.v14n2p86>.
6. Sedykh, T. A., Kalashnikova, L. A., Gusev, I. V., Pavlova, I. Yu., Gizatullin, R. S., & Dolmatova, I. Yu. (2016). Influence of TG5 and LEP gene polymorphism on quantitative and qualitative meat composition in beef calves. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*. Vol. 30(2). P. 41–48. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2016.121382>.
7. Buchanan, F. C., Van Kessel, A. G., & Waldner, C. (2003). Hot Topic: An Association Between a Leptin Single Nucleotide Polymorphism and Milk and Protein Yield. *J. Dairy Sci*. Vol. 86. P. 3164–3166. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(03\)73](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(03)73).



8. Buchanan, F. C., Fitzsimmons, C. J., Van Kessel, A. G., Thue, T. D., Winkelman-Sim, D. C., & Schmutz, S. M. (2002). Association of a missense mutation in the bovine leptin gene with carcass fat content and leptin mRNA levels. *Genetics Selection Evolution*. Vol. 34(1). P. 105. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-34-1-10>.
9. Yazdani, H., Rahmani, H. R., Edris, M. A., & Dirandeh, E. (2010). Association between A59V polymorphism in exon 3 of leptin gene and reproduction traits in cows of Iranian Holstein. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 9(36). P. 5997–6000.
10. Deshpande, M., Rank, D. N., & Vataliya, P. H. (2014). Study of leptin gene polymorphism in mehsana buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Buffalo Bulletin*. Vol. 33 (No.1). P. 115–119.
11. Kulig, H., Kmiec, M., & Wojdak-Maksymiec, K. (2010). Associations between Leptin Gene Polymorphisms and Somatic Cell Count in Milk of Jersey Cows. *Acta Vet. Brno*. Vol. 79. P. 237–242. <https://doi.org/10.2754/avb201079020237>.
12. Ranjan, S., Bhushan, B., & Panigrahi, M. (2015). Association and Expression Analysis of Single Nucleotide Polymorphisms of Partial Tumor Necrosis Factor Alpha Gene with Mastitis in Crossbred Cattle. *Animal Biotechnology*. Vol. 26 (2). P. 98–104.
13. Ogorevc, J., Kunej, T., & Razpet, A. (2009). Database of cattle candidate genes and genetic markers for milk production and mastitis. *Animal Genetics*. Vol. 40. P. 832–851.
14. Bojarójc-Nosowicz, B., Kaczmarczyk, E., Stachura, A., & Kotkiewicz, M. (2011). Polymorphism in the promoter region of the tumor necrosis factor-alpha gene in cattle herds naturally infected and uninfected with the Bovine Leukemia Virus. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. Vol. 14(4). P. 671–673. <https://doi.org/10.2478/v10181-011-0101-0>.
15. Kulibaba, R., Sakhatskyi, M., & Liashenko, Y. (2023). Comparative analysis of A1 and A2 allele detection efficiency for bovine CSN2 gene by AS-PCR methods. *Acta Biochimica Polonica*. https://doi.org/10.18388/abp.2020_6530.
16. Alshamailekh, Kh. S., Liashenko, Yu. V., & Kulibaba, R. O. (2022). Parametry produktyvnosti koriv molochnykh porid z riznymy henotypamy za lokusamy TNF- α ta MYF-5. [Productivity parameters of dairy cows with different genotypes of tnf- α and myf5 locis] *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnystvva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*. Kharkiv, № 127. C. 69–79 [In Ukrainian].
17. Kulibaba, R., Liashenko, Y., Yurko, P., Sakhatskyi, M., Osadcha, Y., & Alshamaileh, H. (2021). Polymorphism of LEP and TNF- α Genes in the Dairy Cattle Populations of Ukrainian Selection. *Basrah J. Agric. Sci.* Vol. 34(1). P. 180–191. <https://doi.org/10.37077/25200860.2021.34.1.16>.
18. Kulibaba, R. O., Liashenko, Y. V., & Yurko P. S. (2019). Genetic structure features of cattle populations of Ukrainian selection by polymorphism of loci that are associated with milk productivity traits. *Agricultural Science and Practice*. Vol. 6, No. 3, P. 37–44.
19. Smouse, P. E., Banks, S. C., & Peakall, R. (2017). Converting quadratic entropy to diversity: Both animals and alleles are diverse, but some are more diverse than others. *PLOS ONE*. Vol. 12. e0185499.
20. Kuznecov, V. M. (2014). F-statistiki Rajta: ocnka i interpretaciya. [Wright's F-statistics: estimation and interpretation] *Problemy biologii produktivnyh zhivotnyh*. Borovsk. № 4. P. 80–104 [in Russian].
21. Bisutti, V., Pegolo, S., Giannuzzi, D., Mota, F. M., Vanzin, A., Toscano, A., Trevisi, E., Marsan, P. A., Brasca, M., & Cecchinato A. (2022). The β -casein (CSN2)



A2 allelic variant alters milk protein profile and slightly worsens coagulation properties in Holstein cows. *J Dairy Sci.* Vol. 105. P. 3794–3809. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21537>.

22. Brym, P., Kaminski, S., & Wojcik, E. (2005). Nucleotide sequence polymorphism within exon 4 of the bovine prolactin gene and its associations with milk performance traits. *J. Appl. Genet.* Vol. 45. P. 179–185.

23. Somnez, Z., & Ozdemir, M. (2017). Prolactin-RsaI gene polymorphism in East Anatolian Red cattle in Turkey. *S. Afr. J. Anim. Sci.* Vol. 47 (2). P. 124–129.

24. Alipanah, M., Kalashnikova, L. A., & Rodionov, G. V. (2008). Kappa-casein and PRL-RsaI genotypic frequencies in two Russian cattle breeds. *Archivos de Zootecnia.* Vol. 57 (218). P. 131–138.

25. Dybus, A. (2002). Associations of growth hormone (GH) and prolactin (Prl) genes polymorphisms with milk production traits in Polish Black-and-White cattle. *Anim. Sci.* Vol. 20. P. 203–212.

26. Miceikiene, I., Peciulaitiene, N., Baltrenaite, I., Skinkyte, R., & Indriulyte, R. (2006). Association of cattle genetic markers with performance traits. *Biologija.* Vol. 1. P. 24–29.

27. Boleckova, J., Matejickova, J., Stipkova, M., Kyselova, J., & Barton, L. (2012). The association of five polymorphisms with milk production traits in Czech Fleckvieh cattle. *Czech Journal of Animal Science.* Vol. 57 (2). P. 45–53. <https://doi.org/10.17221/5131-CJAS>.

28. Ishaq, R., Suleman, M., Riaz, M. N., Yousaf, M., Shah, A., & Ghafoor, A. (2012). Prolactin gene polymorphism in Nili-Ravi buffaloes in relation to Sahiwal and Achai Cattle. *International Journal of Dairy Technology.* Vol. 66 (1). P. 1–5. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2012.00875.x>.

29. Patel, J. B., & Chauhan, J. B. (2017). Polymorphism of the Prolactin Gene and Its Relationship with Milk Production in Gir and Kankrej Cattle. *Journal of Natural Science Biology and Medicine.* Vol. 8 (2). P. 167–170. https://doi.org/10.4103/jnsbm.JNSBM_303_16.

30. Chung, E. R., Rhim, T. J., & Han, S. K. (1996). Associations between PCR-RFLP markers of growth hormone and prolactin genes and production traits in dairy cattle. *Korean J Anim Sci.* Vol. 38. P. 321–36.

31. Clempson, A. M., Pollott, G. E., Brickell, J. S., Bourne, N. E., Munce, N., & Wathes, D. C. (2011). Evidence that leptin genotype is associated with fertility, growth, and milk production in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* Vol. 94(7). P. 3618–3628. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3626>.

32. Abbas, N., Suleman, M., Zahur, A. B., Ghafoor, A., Rashid, F., Jan, A. U., Akbar, F., Ali, S., Aziz, A., Islam, Z., & Shah, A. (2019). Molecular Analysis of Leptin Gene Polymorphism in Achai, Sahiwal Cattle and Nili-ravi Buffalo Breeds of Pakistan. *International Journal of Genetics and Genomics.* Vol. 7(3). P. 75–79. <https://doi.org/10.11648/j.ijgg.20190703.17>.

33. Ranjan, S., Bhushan, B., Panigrahi, M., Kumar, A., Deb, R., Kumar, P., & Sharma, D. (2015). Association and Expression Analysis of Single Nucleotide Polymorphisms of Partial Tumor Necrosis Factor Alpha Gene with Mastitis in Crossbred Cattle. *Animal Biotechnology.* Vol. 26 (2). P. 98–104. <https://doi.org/10.1080/10495398.2014.929582>.



USING OF GENETIC-POPULATION STUDIES RESULTS FOR ASSESSMENT OF SELECTION WORK IN DAIRY CATTLE POPULATIONS

Kulibaba R. O., National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Liashenko Yu. V., Institute of Animal Science NAAS

Sakhatskyi M. I., National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The article presents the results of complex research that continues previous work aimed at determining the polymorphism of the CSN2, PRL, LEP, and TNF- α loci and analyzing the productivity of dairy cattle with different genotypes for these loci. The goal of the work is to analyze the selection work with populations of dairy cows based on the results of typing individuals for allelic variants of the CSN2, PRL, LEP, and TNF- α loci, which are associated with economically valuable traits but are not directly evaluated by traditional phenotype-based methods. To analyze the data, the observed (H_o) and expected (H_e) heterozygosity and Wright's fixation index (F_{is}) were used. Individual animal typing was performed using AS-PCR (CSN2), SSCP (TNF- α), and PCR-RFLP (PRL, LEP) methods. The studies revealed an excess of heterozygous individuals for the CSN2 and TNF- α loci and a significant predominance of homozygous individuals for the LEP locus in the population of Ukrainian Black-and-White dairy cows. For the prolactin (PRL) and leptin (LEP) genes, a deviation from genetic equilibrium was shown due to the increase in the number of homozygous individuals. In the population of Ukrainian Red-and-White dairy cows, a high level of inbreeding (39%) was found for the PRL locus, which was reflected in a deviation from the genetic equilibrium state ($\chi^2 = 13.50$). In the case of the beta-casein and leptin loci, the situation is opposite, with a marked excess of heterozygous individuals (-0.24 and -0.18, respectively), but no deviations from the equilibrium state were observed in the population (χ^2 values of 2.06 and 2.42, respectively). For both populations, there were no significant changes in the ratio of different alleles and genotypes for several loci investigated, and the impossibility of fixing desired alleles using traditional breeding methods was demonstrated. Based on a comparative analysis of different types of DNA markers and typing methods (AS-PCR, SSCP, and PCR-RFLP), the sensitivity of the H_o , H_e , and F_{is} parameters to the number of alleles at the locus was established, which should be taken into account when conducting genetic-population studies.

Keywords: polymorphism, population, cows, allele, genotype, homozygosity, variability, fixation.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-115-124

УДК 631.22.018

ВИКОРИСТАННЯ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ ТЕП-МІКС У ГОДІВЛІ РЕМОНТНИХ ТЕЛИЧОК

Маменко О. М., д. с.-г. н., член-кор. НААН

<https://orcid.org/0000-0003-3638-2525>

Седюк І. Є., к. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0003-1765-2868>

Кравченко Ю. С., к. с.-г. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0002-7953-582X>

Прусова Г. Л., к. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0002-2604-5720>,

Петренко С. В., м. н. с.

Інститут тваринництва НААН

У більшості сучасних систем протеїнового живлення за визначення потреб великої рогатої худоби у білку виходять не з вмісту сирого та перетравного протеїну в раціоні, а з тієї його кількості, який розщеплюється в тонкому кишківнику і визначається як сума розщеплюваного і нерозщеплюваного в рубці. Новий підхід до забезпечення протеїнового живлення високопродуктивних тварин базується на забезпеченні їх організму легкодоступними азотними сполуками протеїну корму і небілковими джерелами азоту, який надходить за рахунок протеолізу білку мікроорганізмів та білку корму.

За вирощування молодняка великої рогатої худоби включення білково-енергетичних кормових добавок з різним вмістом захищеного в рубці протеїну до складу раціонів сприяє отриманню запланованих показників інтенсивності його росту та розвитку, зменшенню витрат поживних речовин на одиницю приросту живої маси та позитивно впливає на економіку виробництва продукції.

Як результат проведення науково-господарського дослідження доведено, що використання високопротеїнових кормових добавок з різним вмістом розщеплюваного протеїну та прохідного крохмалю дало змогу балансувати раціони ремонтних теличок за необхідною кількістю поживних та біологічно активних речовин. Зокрема, введення кормової добавки з більшим вмістом нерозщеплюваного в рубці протеїну та прохідного крохмалю (ТЕП-мікс) до раціону теличок дослідної групи спричинило отримання вищих показників приросту їх живої маси на 10,1–10,2 % за вирощування від 3- до 10-місячного віку, з високовірогідною різницею ($p < 0,001$), порівняно з контрольною групою, що свідчить про високу продуктивну дію цієї добавки щодо широту соняшникового.

Впровадження розробленої білкової кормової добавки в систему годівлі ремонтних теличок на вирощуванні зумовило зниження витрачених кормів на одиницю приросту живої маси за період дослідження на 4314,2 грн у середньому на групу та призвело до отримання додаткового прибутку від комерційної вартості приросту всієї групи – 8719,2 грн.

Ключові слова: телиці, добавка, годівля, приріст живої маси, протеїн.

В останні роки в годівлі великої рогатої худоби застосовують значну кількість кормових добавок і препаратів, що містять в собі білки, амінокислоти, мінеральні речовини, вітаміни та інші біологічно активні речовини. Їх використовують для балансування раціонів за дефіцитними елементами живлення, поліпшення споживання основних кормів, підвищення перетравності та використання поживних речовин раціонів [1, 2]. Для цього у виробництві комбікормів можна використовувати рослинний білок зернобобових та олійних культур, який за якістю практично



не поступається тваринному білку, але у нативному вигляді у травному тракті тварин, особливо молодняку, засвоюється недостатньо ефективно. Це, як відомо, пов'язано з наявністю в зерні антипоживних речовин [3]. Одним із напрямів, що забезпечують їх інактивацію, а, отже, і підвищення засвоюваності зерна, є теплове (гідротермічне) його оброблення, у тому числі екструдування. Застосування протеїнових концентратів на основі екструдованих зернобобових культур, як свідчать численні дослідження і світовий досвід, найбільш ефективно в годівлі тварин і птиці [4, 5].

Найінтенсивніше використовують білок молоді тварини, тому низьке його надходження до організму призводить до погіршення стану здоров'я, затримки росту, зниження продуктивності, нераціональних витрат кормових засобів [6].

Для високопродуктивних тварин найбільш адекватними вважаються корми з низькою розщеплюваністю протеїну в рубці. При цьому, чим вища продуктивність тварин, тим більшу кількість вони повинні отримувати важкорозщеплюваного протеїну. Здебільшого, ця частина протеїну повинна містити певний набір і співвідношення амінокислот.

Розщеплюваний у рубці протеїн є джерелом азоту для мікроорганізмів, які використовують його для синтезу амінокислот і власного білка, а після розщеплення в тонкому кишківнику він покриває від 50 % до 90 % потреби молодняку в амінокислотах [7, 8], решта має забезпечуватись негідролізованим у рубці протеїном раціону. Натомість, лише 30–40 % білка кормів раціону в нерозщеплюваному вигляді надходить до тонкого кишківника, а решта 60–70 % піддається розщепленню в рубці і перетворюється в бактеріальний білок [9, 10].

У цьому сенсі залишаються невирішеними і відкритими до дискусії питання кількісного надходження до рубця молодняку нерозщеплюваного протеїну, визначення якісного складу та оптимального співвідношення його фракцій, а також виявлення взаємозв'язку між нерозщеплюваним у рубці протеїном і вуглеводами, які надходять до нього та встановлення залежності продуктивності тварин від вуглеводно-протеїнового співвідношення у рубці та кишківнику. Саме це зумовлює перспективність та науково-господарське значення проведеної роботи.

Мета досліджень – установити ефективність використання білково-енергетичних добавок з різним рівнем розщеплюваного протеїну та прохідного крохмалю у раціонах ремонтних теличок.

Матеріали і методи досліджень. Науково-господарський дослід проводили в ДП ДГ «Гонтарівка» Інституту тваринництва НААН Чугуївського району Харківської області на ремонтних телицях української чорно-рябої молочної породи, яких за методом пар-аналогів сформували у дві групи, відповідно до схеми (табл. 1). Для дослідів відібрали 24 теличок 3-місячного віку, з середньою живою масою 110–115 кг, тривалість дослідів 214 діб.

У процесі проведення досліджень враховували фактичний хімічний склад та поживність кормів – за загальноприйнятими методиками; фактичне їх споживання – шляхом проведення контрольних годівель, кожні 10 діб упродовж двох суміжних діб в середньому по групі, за визначення різниці між заданою кількістю кормів та залишків; живу масу теличок – щомісячним індивідуальним зважуванням із подальшим розрахунком абсолютного і середньодобового приростів; економічну ефективність – розрахунком вартості кормів і приросту живої маси; статистичне опрацювання матеріалу – біометричними методами за визначення рівня вірогідності.



Таблиця 1

Схема досліду

Група	Кількість, голів у групі	Умови годівлі
I – контрольна	12	Основний раціон (ОР) + комбікорм + традиційна білкова кормова добавка
II – дослідна	12	Основний раціон (ОР) + комбікорм + білкова кормова добавка з підвищеним рівнем НРП* та прохідного крохмалю (експериментальна)

Примітка. *нерозщеплюваний у рубці протеїн

На основі даних хімічного аналізу кормів, проведеного в лабораторії оцінки якості кормів та продуктів тваринного походження ІПТ НААН, розробили раціони годівлі для теличок обох груп залежно від їх живої маси, віку та запланованого приросту. Раціони балансували згідно з діючими деталізованими нормами годівлі за всіма лімітованими органічними та мінеральними поживними речовинами. Основний раціон містив силос кукурудзяний, солому пшеничну, сінаж і сіно люцернове. Різниця в годівлі між групами полягала в тому, що до складу комбікорму контрольної групи включали традиційну білкову кормову добавку, а дослідної – експериментальну. Як традиційну використали найбільш поширену в годівлі сільськогосподарських тварин та птиці кормову добавку – шрот соняшниковий, який містив високий (від 30 % до 43 %) вміст протеїну та відрізнявся від інших добавок низькою вартістю, що стало головним критерієм за її вибору.

Рецептуру дослідної кормової добавки ТЕП-мікс (тостована еспандована повножирова) розробили співробітники Інституту тваринництва НААН на основі сої та кукурудзи і вона відрізнялася від традиційної тим, що містила значну кількість важкорозщеплюваного (захищеного) протеїну та прохідного крохмалю. Хімічний склад кормових добавок, що використовували у досліді, наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Хімічний склад кормових добавок, що використовували у досліді

Кормова добавка	У 1 кг міститься						
	сухої речовини, г	обмінної енергії, МДж	сирого протеїну, г	розщеплюваного протеїну, г	нерозщеплюваного протеїну, г	сирої клітковини, г	сирого жиру, г
Шрот соняшниковий	920	10,9	368	256	64	132	20
ТЕП-мікс	910	11,3	335	117	218	91	80

Режим напування, умови утримання, параметри мікроклімату в приміщеннях у розрізі груп були однакові.

Результати досліджень. Аналізуючи склад розроблених раціонів (табл. 2) варто відзначити, що за рівнем поживних речовин вони задовольняли потребу теличок в обмінній енергії, сирому протеїні, клітковині та вуглеводах за дефіциту сирого жиру. Концентрація основних поживних речовин в раціонах обох груп теличок була майже однакова і становила: 9,7–10,1 МДж обмінної енергії та 155–



159 г сирого протеїну в 1 кг сухої речовини, що відповідало діючим нормам годівлі. Вуглеводно-протеїнове співвідношення у раціонах обох груп тварин істотно не різнилося, але було незначно нижчим за вимоги діючих норм годівлі.

Таблиця 3

Раціони годівлі ремонтних теличок (у середньому)

Склад раціону	Група		Норма
	контрольна	дослідна	
Силос кукурудзяний, кг	6	6	
Сінаж люцерновий, кг	3	3	
Сіно люцернове, кг	0,5	0,5	
Солома пшенична, кг	0,5	0,5	
Комбікорм з традиційною білковою добавкою, кг	1,9	–	
Комбікорм з білковою добавкою ТЕП-мікс, кг	–	1,9	
Вміст у раціоні:			
Обмінної енергії, МДж	53,4	54,6	56,0
Сухої речовини, кг	5,48	5,41	5,4
Сирого протеїну, г	849	858	850
Легкорозщеплюваного протеїну, г	620	518	–
Важкорозщеплюваного протеїну, г	229	339	–
Сирого жиру, г	122	192	220
Сирої клітковини, г	990	978	1050
Крохмалю + цукру, г	915	988	1045

Комбікорми за включення до їх складу білково-протеїнових добавок із різним вмістом розщеплюваного протеїну і прохідного крохмалю вважали повноцінними за рахунок того, що рівень поживних, мінеральних й біологічно активних речовин та їх співвідношення відповідали загальноприйнятим нормам годівлі молодняку великої рогатої худоби і могли бути застосовані в практиці годівлі. Більш того, включення до складу комбікорму розробленої протеїнової добавки ТЕП-мікс замість соняшникового шроту дало змогу, перш за все, збалансувати раціони ремонтних теличок та змінити співвідношення легко- та важкорозщеплюваних фракцій протеїну за однакового його рівня. Зокрема, якщо у раціоні теличок контрольної групи рівень розчинних фракцій протеїну становив 79,47 %, а важкорозчинних – 20,53 %, то з еквівалентним заміщенням шроту на ТЕП-мікс рівень легкокорозщеплюваних фракцій протеїну зменшився до 75,76 %, тим самим збільшивши рівень захищеного від розщеплення в рубці протеїну до 24,24 %. Тобто, за використання в раціонах теличок високопротеїнових кормових добавок, таких як соняшниковий шрот та ТЕП-мікс, рівень розщеплюваного протеїну та прохідного крохмалю змінювався суттєво і, як свідчать результати дослідів, це впливало на подальшу продуктивність тварин, витрати кормів на одиницю приросту та економіку виробництва продукції. Склад і структуру комбікормів для годівлі піддослідних теличок представлено в табл. 4.



Таблиця 4

Склад і структура комбікормів для ремонтних теличок, % за масою

Склад комбікому	Група	
	контрольна	дослідна
Дерть кукурудзяна	30	30
Дерть пшенична	15	15
Дерть ячмінна	10	10
Шрот соняшниковий	40	10
Енергопротеїнова добавка ТЕП-мікс	–	30
Мінеральна добавка, г	2,5	2,5
Сіль кухонна, г	2,5	2,5
Вміст у раціоні:		
Сухої речовини, г	857	887
Обмінної енергії, МДж	11,12	11,69
Сирого протеїну, г	190	193

Слід зауважити, що комбікорми для теличок обох груп не різнилися між собою за вмістом зернової групи, мінеральної добавки та кухонної солі. При тому що тварини контрольної групи отримували у складі комбікорму 40 % за масою шрот соняшниковий, а в комбікормі ровесниць дослідної групи більшу питому частку (30 % за масою) соняшnikової макухи було замінено на захищену енергопротеїнову добавку ТЕП-мікс, що з одного боку дало змогу витримати в рівних частинах кількість у 1 кг комбікорму сухої речовини, обмінної енергії та сирого протеїну, а з іншого – сприяло збільшенню вмісту нерозщеплюваного у рубці протеїну, сирого жиру та захищеного крохмалю.

За проведення контрольних годівель встановлено, що піддослідні тварини добре споживали вегетативні корми (залишки становили в середньому від 2 % до 4 % від заданих), тоді як концентровані корми вони з'їдали стовідсотково.

Одним із інтегральних й оцінюваних показників у сільськогосподарських тварин за змінних умов годівлі є їх продуктивність. Динаміку живої маси піддослідних теличок наведено в табл. 5.

Таблиця 5

Жива маса піддослідного молодняка під час дослід, кг, $M \pm m$

Вік, міс.	Група	
	контрольна	дослідна
3	115,6±5,3	111,0±4,3
4	148,1±5,2	143,1±5,1
5	167,8±4,8	163,6±4,5
6	191,8±4,6	190,7±4,1
7	214,8±4,5	217,9±3,9
8	239,1±4,7	243,8±4,1
9	261,0±4,6	271,7±4,0
10	286,1±4,6	298,8±3,8*

Примітка. * – $p < 0,05$ – статистична значимість різниці щодо контрольної групи



Установлено, що ремонтні телички обох груп упродовж дослідів мали високі темпи нарощування живої маси, характерні для української чорно-рябої молочної породи. Зокрема, якщо на початку досліджень цей показник був майже однаковим і без вірогідної різниці між групами, то у 10-місячному віці телички дослідної групи мали більшу живу масу та вірогідно переважали аналогів контрольної групи на 12,7 кг або 4,4 %.

Формування середньодобових приростів теличок виявилось аналогічним із рівнем живої маси (табл. 6).

Таблиця 6

Приріст живої маси ремонтних теличок, $M \pm m$, кг

Період дослідів	Група			
	контрольна		дослідна	
	загальний приріст, кг	середньодобовий приріст, г	загальний приріст, кг	середньодобовий приріст, г
За 4-й місяць	32,5±2,9	1120±103	32,1±2,3	1106±80
За 5-й місяць	19,7±1,9	681±63	20,5±1,6	707±55
За 6-й місяць	24,0±0,7	774±25	27,1±0,6**	875±21**
За 7-й місяць	23,0±0,9	766±31	27,2±0,70**	907±20**
За 8-й місяць	24,3±1,2	784±40	25,9±1,1	835±34
За 9-й місяць	21,9±0,9	709±28	27,9±0,9***	899±27***
За 10-й місяць	25,1±0,9	760±29	27,1±1,0	822±31
За 7 місяців дослідів	170,5±2,2	797±10	187,8±1,4***	878±6***

Примітка. **– $p < 0,01$ – статистична значимість різниці щодо контрольної групи,

***– $p < 0,001$ – статистична значимість різниці щодо контрольної групи

Упродовж перших п'яти місяців вирощування телички обох груп мали майже однакові показники загального та середньодобового приростів. Але з 6-місячного віку динаміка інтенсивності росту розпочала поступово змінюватися. Зокрема, середньодобові та загальні прирости тварин дослідної групи були вищими, порівняно з однолітками контрольної групи, і ця перевага в рості збереглася в подальшому до кінця дослідів. Зокрема у 7-місячному віці вірогідна різниця на користь дослідної групи становила в середньому 18,3 % за загальним приростом живої маси та 18,4 % – середньодобовим. Максимальні ж середньодобові прирости живої маси в дослідній групі було отримано за період із 8- до 9-місячного віку вирощування теличок – 26,8 %. Отже, використання комбікормів з розробленою кормовою добавкою ТЕП-мікс дало змогу від кожної тварини додатково одержати більше приросту живої маси на 6,0 кг (27,4 %), ніж від ровесників контрольної групи за високої вірогідності результатів між групами (в обох випадках порівняння $p < 0,001$). У цілому ж за 7-місячний період вирощування тварини, які отримували комбікорм з вмістом розробленої білкової добавки ТЕП-мікс характеризувалися вищою інтенсивністю росту на 81,0 г або 10,2 %

Витрати кормів у середньому становили 7,8 і 7,1 кг сухого речовини на одиницю приросту живої маси відповідно по групах, тоді як витрати сирого протеїну в тварин контрольної групи були вищими на 110 г і дорівнювали в середньому 1130 г на одиницю приросту живої маси.

За обчислення середньої вартості раціонів годівлі встановлено, що у тва-



рин контрольної групи за період дослідження вона була на 1,68 грн або 7,0 % меншою, ніж у аналогів дослідної групи. Це обумовлено меншою вартістю кормової добавки, що входила до складу їх раціонів (табл. 7).

Таблиця 7

Вартість кормів та раціонів годівлі ремонтних теличок (на голову за період дослідження)

Вид корму	Вартість 1 кг, грн	Група			
		контрольна		дослідна	
		кількість, кг	сума, грн	кількість, кг	сума, грн
Силос кукурудзяний	0,85	6	5,1	6	5,1
Сінаж люцерновий	1,35	3	4,05	3	4,05
Сіно люцернове	1,85	0,5	0,93	0,5	0,93
Солома пшенична	0,35	0,5	0,18	0,5	0,18
Комбікорм зі шротом	5,96	2,0	11,92	–	–
Комбікорм з ТЕП-мікс	6,80	–	–	2,0	13,60
Вартість раціону, грн			22,18		23,86

Задля визначення ефективності використання у годівлі ремонтних теличок нової високопротеїнової кормової добавки, порівняно з традиційною, здійснили відповідні розрахунки, де врахували лише реалізаційну вартість приросту живої маси та вартість кормів за інших рівних витрат на годівлю і утримання худоби. Відмінності між піддослідними групами ремонтних теличок за оплатою корму приростами живої маси обумовили й різницю за показниками економічної ефективності використання кормових добавок (табл. 8).

Таблиця 8

Економічна ефективність використання високопротеїнових кормових добавок

Показник	Група		± до контрольної групи
	контрольна	дослідна	
Вартість витрачених кормів за період дослідження на одну голову, грн	4746,52	5106,04	+359,52
Вартість витрачених кормів за період дослідження на групу, грн	56958,24	61272,48	+4314,24
Отримано загального приросту живої маси за дослід, кг	2046,0	2253,6	+207,6
Отримано прибутку від реалізації приросту на голову, грн	6308,50	6948,6	+640,1
Комерційна вартість приросту з розрахунку на групу за 214 діб, грн	85932,00	94651,20	+8719,2
Прибуток на групу за період дослідження, грн	6092,88	10497,84	+4405,00
Прибуток на одну голову за період дослідження, грн	507,74	874,82	+367,10
Прибуток на 1 кг приросту живої маси, грн	2,98	4,66	+1,68



Установлено, що вартість кормів, витрачених за період дослідів для годівлі теличок контрольної групи становила 56958,24 грн, дослідної групи – 61272,48 грн. Натомість за рахунок включення нової кормової добавки до складу раціону теличок дослідної групи за дослід було отримано більше на 207,6 кг загального приросту живої маси, що позитивно вплинуло на кінцевий результат проведеної роботи. Зокрема, за весь період дослідів цей показник в контрольній групі тварин становив 2046,0 кг, дослідній – 2253,6 кг. За комерційної вартості приросту по 42 грн/кг, від однієї телички дослідної групи було додатково отримано на 726,6 грн більше прибутку, ніж в контрольній групі.

Отже, включення кормової добавки ТЕП-мікс до складу раціонів дослідної групи перебиває витрати на закупівлю цієї добавки за рахунок вищих показників інтенсивності росту теличок і дає змогу отримати додатковий прибуток на рівні 367,10 грн на одну голову. Тобто ТЕП-мікс має вищу продуктивну дію, ніж шрот соняшниковий.

Висновки:

1. Доведено, що включення високопротеїнових кормових добавок із різним вмістом розщеплюваного протеїну та прохідного крохмалю дає змогу балансувати раціони молодняку великої рогатої худоби за необхідною кількістю поживних, мінеральних та біологічно активних речовин та одержувати заплановані прирости їх живої маси, за незначних витрат кормів та фінансів на одиницю приросту живої маси.

2. Розроблені схеми годівлі ремонтних теличок із включенням високобілкової кормової добавки ТЕП-мікс забезпечують зростання рівня нерозщеплюваного в рубці протеїну та крохмалю в раціонах та сприяють підвищенню інтенсивності росту теличок упродовж перших 10 місяців їхнього вирощування.

3. Установлено, що використання комбікорму з розробленою білковою добавкою супроводжується підвищенням загального та середньодобових приростів відповідно на 17,3 кг (10,1 %) і 81 г (10,1 %) за вирощування від 3- до 10-місячного віку з високовірогідною різницею (в обох випадках порівняння $p < 0,001$), порівняно з контрольною групою.

4. Впровадження розробленої білкової кормової добавки в систему годівлі ремонтних теличок на вирощуванні зумовлює зниження витрачених кормів за період дослідів на 4314,2 грн у середньому на групу та дає змогу отримати додатковий прибуток від його реалізації – 4405,00 грн.

Бібліографічний список

1. Богданов Г. О., Кандиба В. М. Норми і раціони повноцінної годівлі високопродуктивної великої рогатої худоби. Київ: Аграрна наука, 2012. 296 с.

2. Petra Wolf. Nutrition of the High-Yielding Dairy Cow. Bovine Science - Challenges and Advances. 2021. DOI: 10.5772/intechopen.99438

3. Alan Lauer. Alternative Proteins Can Have a Place in Your Calf Nutrition Program. 2022. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.straussfeeds.com/strauss-reads/alternative-proteins-can-have-a-place-in-your-calf-nutrition-program>

4. Anuradha Kumari, Dipankar Kar, Harish K. Gulati, M. A. Akbar, Sajjan Sihag, Sandeep Kumar & Chhikara S. K. Influence of feeding different sources of bypass protein on growth performance, hematology and economics in Murrah buffalo heifers. *Indian J. Anim. Res.* 2017. 51 (4). P. 706-711. doi:10.18805/ijar.11460

5. Bach A., Calsamiglia S., Stern M. D. Nitrogen metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 2005. Vol. 88. P. 9-21. doi:10.3168/jds.S0022-0302(05)73133-7



6. Богданов Г. О. Норми, орієнтовні раціони та практичні поради з годівлі великої рогатої худоби. Житомир: ПП «Рута». 2013. 516 с.

7. Дурст Л., Виттман М. Кормление сельскохозяйственных животных. Винница: Новая книга. 2003. 382 с.

8. Лазаревич А. П., Лазаревич А. А. Эффективная система кормления животных с элементами технологического обеспечения в экстремальных условиях производства. Київ: Аграрная наука. 2004. 192 с.

9. Kalbande V. H., Chainpure A. H. Effect of Feeding Bypass Protein with Urea Treated Jowar Kadbi (Sorghum Straw) on Performance of Cross Bred (HF x DEONI) Calve. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 2001. Vol. 14. № .5. P. 651-654. doi: <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2001.651>

10. Kumar, R., Kar, D., Singh, V., Ramkaran, Sihag, S., Gulati, H. K., Sahu, S., Feed Conversion Efficiency of Murrah Buffalo Heifers Due to Supplementation of Commercial Bypass Amino Acids and Fish Meal. *Int. J. Pure App. Biosci.* 2018. 6(2). P. 264-271. doi: <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.6278>.

References

1. Bohdanov, H. O., & Kandyba, V. M. (2012). *Normy i ratsiony povnotsinnoi hodivli vysokoproduktyvnoi velykoi rohatoi khudoby: dovidnyk-posibnyk* [Norms and rations of full feeding of high-performance cattle: guide-guide]. Kyiv: Ahrar. Nauka [in Ukrainian].

2. Petra Wolf. (2021). Nutrition of the High-Yielding Dairy Cow. *Bovine Science - Challenges and Advances*. doi:10.5772/intechopen.99438

3. Alan Lauer. (2022). Alternative Proteins Can Have a Place in Your Calf Nutrition Program. Retrieved from: <https://www.straussfeeds.com/strauss-reads/alternative-proteins-can-have-a-place-in-your-calf-nutrition-program>

4. Kumari, A., Kar, D., Gulati, H. K., Akbar, M. A., Sihag, S., Kumar, S. & Chhikara, S. K. (2017). Influence of feeding different sources of bypass protein on growth performance, hematology and economics in Murrah buffalo heifers. *Indian J. Anim. Res.*, 51(4), 706-711. doi: 10.18805/ijar.11460

5. Bach, A., Calsamiglia, S. M. & Stern, D. (2005). Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, 88, 9-21. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73133-7

6. Bohdanov, H. O. (2013). *Normy, oriientovni ratsiony ta praktychni porady z hodivli velykoi rohatoi khudoby* [Norms, reference rations and practical advices, are from feeding of cattle]. Zhytomyr: PP «Ruta» [in Ukrainian].

7. Durst, L. & Vittman, M. (2003). *Kormlenie selskohozyaystvennyih zhyvotnyih* [Feeding farm animals]. Vinnitsa : Novaya kniga [in Ukrainian].

8. Lazarevich, A. P., Lazarevich, A. A. (2004). *Effektivnaya sistema kormleniya zhyvotnyih s elementami tehnologicheskogo obespecheniya v ekstremalnyih usloviyah proizvodstva* [An effective animal feeding system with technological support elements under extreme production conditions]. K. : Agrarnaya nauka [in Ukrainian].

9. Kalbande, V. H. & Chainpure, A. H. (2001). Effect of Feeding Bypass Protein with Urea Treated Jowar Kadbi (Sorghum Straw) on Performance of Cross Bred (HF x DEONI) Calve. *Asian-Aust. Journal of Dairy Science*, 14(5), 651-654. doi: <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2001.651>

10. Kumar, R., Kar, D., Singh, V., Ramkaran, Sihag, S., Gulati, H. K. & Sahu, S. (2018). Feed Conversion Efficiency of Murrah Buffalo Heifers Due to Supplementation of Commercial Bypass Amino Acids and Fish Meal, *Int. J. Pure App. Biosci.* 6(2), 264-271. doi: <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.6278>.



USE OF FEED ADDITIVE TEP-MIX IN THE FEEDING OF REPAIR HEIFERS

Mamenko O., Sediuk I., Kravchenko Y., Prusova H., Petrenko S., Institute of Animal Science NAAS

In most of modern protein nutrition systems by determining the protein requirement of animals, it do not emanate from the content of crude and digestible protein in the ration, but from the amount of protein degraded in the small intestine and defined as the sum of degradable and non-degradable protein in the rumen. A new approach to providing protein nutrition to highly productive animals is based on providing the animal body with easily soluble nitrogen compounds of feed protein and non-protein sources of nitrogen, which is provided by proteolysis of microorganisms and feed protein.

During growing calves, the inclusion of protein-energy feed additives with different content of protected protein in the composition of complete diets contributes to obtaining the planned indicators of growth intensity and development of young animals, reducing nutrient consumption and has a positive effect on the economics of growing.

As a result of the scientific and economic experience, it has been proved that the inclusion of high-protein feed additives with different contents of degradable protein and starch makes it possible to balance the rations of calves with the necessary amount of nutrients, minerals and biologically active substances.

The using of a feed additive with a high content of protein non-degradable in the rumen and passing starch in the diet of heifers of the experimental group made it possible to obtain higher rates of live weight gain of animals by 10,1-10,2 % when grown from 3 to 10 months of age with a highly probable difference. Compared with the control group, which indicates a high productive effect of this additive compared to sunflower meal.

The implementation of perspective developed protein supplements in the rations of calves during growing helps to reduce the amount of feed consumed per group by 4314.2 UAH during the experiment period, and allows you to receive additional income from the commercial value of the gain of the whole group – UAH 8719

Keywords: heifers, supplement, feeding, live weight gain, protein.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-125-130

УДК 636.4.082.453.5

ВПЛИВ ВІТАМІННО–ГОРМОНАЛЬНОЇ СТИМУЛЯЦІЇ РЕМОНТНИХ СВИНОК НА ЇХ РЕПРОДУКТИВНІ ПОКАЗНИКИ У РІЗНІ ПОРИ РОКУ

Мартинюк І. М. к. с.-г. н. <https://orcid.org/0000-0002-3675-124X>

Сушко О. Б. к. с.-г. н. <https://orcid.org/0000-0003-3552-064X>

Інститут тваринництва НААН

Стрижак Т. А. к. с.-г. н. <https://orcid.org/0000-0003-1966-3165>

Луганський Національний аграрний університет

Досліджено вплив вітаміно-гормональних схем стимуляції ремонтних свинок на їх репродуктивну функцію. Визначено вплив стимуляції на відтворювальні показники свинок: заплідненість, багатоплідність у весняну та літню пори року. Створено методичний підхід, щодо підвищення репродуктивної здатності ремонтних свинок.

Констатовано, що багатоплідність (осіменіння у весняну пору року) була вірогідно ($P>0,99$) вище у I- дослідній групі (використання комплексного вітамінного препарату „Інтровіт”) на 6,0 % порівняно до контролю. Порівнюючи результати опоросів у II-дослідній групі (використання препарату „Інтровіт” та гормонального препарату „Геставет”) показники багатоплідності були вірогідно ($P>0,99$) вище на 9,2 % порівняно до контрольної групи. У III дослідній групі (використання гормонального препарату „Геставет”) показники багатоплідності переважали контрольну групу тварин на 8,3 %.

За результатами опоросів (осіменіння у літню пору року) у маток I-дослідної групи, де використовували комплексний вітамінний препарат „Інтровіт” багатоплідність була вище на 4,3 % порівняно із контрольною. У II дослідній групі, де застосовували комбінацію препарату „Інтровіт” та гормонального препарату „Геставет” показники багатоплідності були вище на 7,7 % порівняно до контролю. У III дослідній групі за використання гормонального препарату „Геставет” показники багатоплідності переважали контрольну групу тварин на 7,5 % порівняно до контролю.

За використання вітаміно-гормональної обробки відбувається підвищення багатоплідності на 9,2 % (осіменіння у весняну пору року) та 7,7 % (у літню пору року).

Встановлено, що кращою за показниками відтворювальної здатності виявилась вітамінно-гормональна схема обробки свинок (III дослідна група), як у весняну так і літню пори року.

Ключові слова: ремонтні свинки, гормональні, вітамінні препарати, багатоплідність, пори року.

Вченими селекціонерами і практиками племінних господарств України останніми десятиріччями здійснюється робота зі створення та постійного вдосконалення перспективних генотипів свиней переважно з підвищеними м'ясними якістьми, що і є безпосереднім елементом інтенсифікації виробництва свинини [1].

Вирощування свиней сучасних порід і синтетичних генотипів в умовах промислових комплексів та фермерських господарств характеризується високою продуктивністю. Але в той же час, такі спеціалізовані тварини, отримані в наслі-



док інтенсифікованого відбору характеризуються виключно високою чутливістю до багатьох зовнішніх факторів. І в першу чергу це стосується молодих тварин, насамперед ремонтних свинок. У таких тварин виникають проблеми із репродуктивною функцією, це стосується питання приходу в охоту та запліднення. Тому існує нагальна потреба в активації та корекції репродуктивної функції у таких свинок. Таким чином розробка схем для нормалізації відтворювальної здатності ремонтних свинок є актуальним питанням [2-5].

Виробництво продукції свинарства на промисловій основі потребує розроблення ефективних методів підвищення відтворної здатності свиней, яка істотно гальмується через вплив негативних факторів – стреси, відсутність моціону, змін програм годівлі, перегрупування, дефіцит простору. Ці фактори призводять до зниження секреції гормонів, що проявляється в порушеннях овуляційної реакції яєчників ремонтних свинок, затриманні прояву охоти [6-8].

Ефективна інтенсифікація відтворної здатності свиней можлива лише в разі застосуванні біотехнологічних прийомів – стимуляції й синхронізації охоти та овуляції у свинок, що базуються на закономірностях зміни гормонального профілю залежно від їх фізіологічного стану [9].

В даний час розробляються різні способи стимуляції статевої охоти у ремонтних свинок. Особливого значення при цьому набуває комплексне застосування вітамінів та гормонів [10, 11].

Мета роботи – дослідження впливу вітаміно-гормональних схем стимуляції ремонтних свинок на їх репродуктивну функцію у різні пори року.

Матеріали та методи досліджень. При виконанні роботи використовували біологічні та статистичні методи.

У ДП ДГ „Пархомівське” ЮБ НААН Краснокутського району Харківської області були проведені дослідження біологічних особливостей прояву репродуктивної функції тварин за використання схеми вітаміно-гормональної стимуляції ремонтних свинок.

Для проведення досліджень були сформовані групи тварин за методом груп-аналогів 3 дослідні та 1 контрольна групи. Для досліджень використовували ремонтних свинок міжпорідних поєднань: велика біла × ландрас, по 12 голів у кожній, віком 8–9 міс, масою 120–130 кг. Ефективність застосування схеми вітаміно-гормональної обробки було визначено за показниками заплідненості та багатоплідності тварин у дослідних та контрольній груп.

У дослідах використовували стандартизовані препарати вітамінової групи та гормональні препарати групи гонадотропінів. В якості вітаміних препаратів було використано препарат „Інтровіт” та комбінований гормональний препарат „Геставет” який у своєму складі має два гонадотропіна: сиворотковий (стимулює розвиток фолікулів та хоріонічний (стимулює настання овуляції та утворення жовтого тіла).

Препарати свинкам назначали за такою схемою: I-дослідній групі свинок вітаміний препарат „Інтровіт” вводили у дозі 8 мл в/м кожній тварині. II-дослідній групі вітаміний препарат „Інтровіт” вводили у той же дозі та через 3 дні гормональний препарат „Геставет” у дозі 5 мл в/м, III дослідній групі тварин вводили тільки гормональний препарат „Геставет” у дозі 5 мл в/м. Контрольна група тварин не отримувала препаратів. Штучне осіменіння свинок було проведено після встановлення рефлексу нерухомості, дворазово з інтервалом у 10–12 годин [12].

Результати досліджень. Проведено дослідження та вивчено біологічні особливості прояву репродуктивної функції тварин із використанням схеми віта-



мінно-гормональної стимуляції ремонтних свинок. Визначали вплив стимуляції на репродуктивні показники свинок: заплідненість та багатоплідність у весняну та літню пори року.

Перше дослідження на свинках було проведено у весняну пору року. Результати досліджень представлені в таблиці.

Таблиця

Відтворювальна здатність ремонтних свинок при застосуванні схеми вітамінно-гормональної обробки

Група	Схема обробки	Осіменіно, гол.	Опоро-силосьь		Народилося поросят, гол.	Багатоплідність (в розрахунку на поросну матку), гол.	Середня кількість поросят (в розрахунку на осіменіну матку), гол.
			ГОЛ	%			
Весняна пора року							
I дослід	вітамінна	12	8	66,6	80	10,00±0,19	6,67±0,14 ***
II дослід	вітамінно-гормональна	12	10	83,3	103	10,30±0,21**	8,58±0,26 ***
III дослід	гормональна	12	9	75,0	92	10,22±0,15**	7,67±0,19 ***
IV контроль	обробки не проведено	12	7	58,3	66	9,43±0,20	5,50±0,15
Літня пора року							
I дослід	вітамінна	12	7	58,3	67	9,57±0,30	5,58±0,19 ***
II дослід	вітамінно-гормональна	12	8	66,6	79	9,88±0,35	6,58±0,29 ***
III дослід	гормональна	12	7	58,3	69	9,86±0,14	5,75±0,22 ***
IV контроль	Обробки не проведено	12	6	50,0	55	9,17±0,31	4,58±0,15

Примітка. ** $P > 0,99$; *** $P > 0,999$ – порівняно до контролю.

Дослідженням було встановлено, що у I- дослідній групі (використання комплексного вітамінного препарату „Інтровіт”) ремонтних свинок із 12 тварин запліднилось 8 голів або 66,6 %, у II групі (використання препарату „Інтровіт” та гормонального препарату „Геставет”) із 12 голів запліднилось 10 голів або 83,3 %, у III - групі де для стимуляції свинок використовували тільки гормональний препарат „Геставет”, із 12 голів запліднилось 9 тварин або 75 %. Контрольна група ремонтних свинок не була оброблена вітамінним та гормональним препаратами, тож із 12 голів тварин запліднилось тільки 7 голів або 58,3 %.

За результатами досліджень констатовано, що багатоплідність була вірогідно ($P > 0,99$) вище у I- дослідній групі (використання комплексного вітамінного препарату „Інтровіт”) на 6,0 % порівняно до контролю. Порівнюючи результати опоросів у II-дослідній групі (використання препарату „Інтровіт” та гормонального препарату „Геставет”) показники багатоплідності були вірогідно ($P > 0,99$) вище



на 9,2 % порівняно до контрольної групи. У III дослідній групі (використання гормонального препарату „Геставет”) показники багатоплідності переважали контрольну групу тварин на 8,3 %.

В плані загальної ефективності в розрахунку на свиноматку, що осіменялась (запліднені і незапліднені) у I дослідній групі отримано на 1,1 поросяти більше, ніж у контрольній групі ($P>0,999$). За цим показником у II дослідній групі отримано на 3,0, а у III дослідній на 2,1 поросяти більше, ніж у контрольній групі ($P>0,999$).

При осіменінні ремонтних свинок у літню пору за використання аналогічної кількості тварин та схеми вітамінно-гормональної обробки було встановлено наступне: у I дослідній групі із 12 тварин запліднилось 7 голів або 58,3 %; у II дослідній групі – стали супоросними 8 тварин – 66,6 %; у III дослідній групі – 7 голів, що становить 58,3 %; у контрольній групі тварин запліднилось 6 голів, що складає 50,0 %.

За результатами опоросів у маток I-дослідної групи, де використовували комплексний вітамінний препарат „Інтровіт” багатоплідність була вище на 4,3 % порівняно із контрольною. У II дослідній групі, де застосовували комбінацію препарату „Інтровіт” та гормонального препарату „Геставет” показники багатоплідності були вище на 7,7 % порівняно до контролю. У III дослідній групі за використання гормонального препарату „Геставет” показники багатоплідності переважали контрольну групу тварин на 7,5 % порівняно до контролю.

Також встановлено, що в розрахунку на свинку, що осіменялась (запліднені і незапліднені) у I дослідній групі отримано на 1,0 поросяти більше, ніж у контролі ($P>0,999$). Аналогічно за цим показником у II дослідній групі отримано на 2,0, а у III дослідній на 1,1 поросяти більше, ніж у контрольній групі, що вірогідно ($P>0,999$).

Висновки:

1. Створено методичний підхід, щодо підвищення репродуктивної здатності ремонтних свинок, який забезпечує підвищення заплідненості та багатоплідності.
2. За використання вітамінно-гормональної обробки відбувається підвищення заплідненості на 25,0 % (у весняну пору року) та 16,6 % (у літню пору року).
3. За використання вітамінно-гормональної обробки відбувається підвищення багатоплідності на 9,2 % (у весняну пору року) та 7,7 % (у літню пору року).

Бібліографічний список

1. Сусол Р. Л. Сучасні аспекти інтенсифікації виробництва свинини на Одещині. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Вип. № 4 (75), Т. № 2, Ч. 1. Одеса. 2013. С. 157–163.
2. Волощук В. М., Повод М. Г. Вплив умов утримання на репродуктивні якості свиноматок. *Свинарство: міжвідом. темат. наук. зб. / Інститут свинарства і АПВ НААН*. Полтава. 2013. Вип. 62. С. 27–32.
3. Стародубець О. О. Вплив сезону року на відтворювальні якості свиноматок. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Херсон. 2015. Вип. 4., Т. 2. С. 100–103.
4. Усенко С. О., Сябро А. С., Поліщук А. А., Мороз О. Г., Бірта Г. О., Ільченко М. О. Новітні біотехнології відтворення свиней в умовах промислового свинарства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 1, Полтава. 2020. С. 121-127.
5. Харенко М. І., Хомин С. П., Краєвський А. Й. та ін. Патологія та біотехніка відтворення свиней. Вид. „Козацький вал”, Суми. 2010. 412 с.



6. Бабань О. А., Вельбівець М. В., Івасенко Б. П., Ордін Ю. М., Лотоцький В. В. *Методи стимуляції відтворної функції у свиней*: метод. рекомендації для магістрів з ветеринарної медицини. Біла Церква, 2018. 26 с.

7. Харенко М. І, Хомин С. П. Інтенсифікація відтворної функції свиней. *Здоров'я тварин і ліки*. № 1. Київ. 2010. С. 18–19.

8. Крюков Д. Якісний ремонт поголів'я. *Тваринництво і ветеринарія*. № 2, 2019. С. 28–30.

9. Гуменний О. Г, Сідашова С. О., Попова І. М., Оніщенко А. О., Конкс Т. М. Вплив гормональних препаратів на показник рівня відтворення ремонтних свинок. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія „Тваринництво”* В 3 (46), Суми. 2021. С. 46–51.

10. Ветеринарні препарати: офіційний сайт URL: <https://vetpreparaty.com/introvit/> (дата звернення 12.03.2023 р.).

11. Сухін В. М., Чумак В. О., Крива О. А. Ефективність стимуляції статевої функції у свиноматок комбінацією гонадотропінів та вітамінів. *Проблеми зооінженерії та ветмедицини*: зб. наук. праць ХЗВА /Харківська зооветеринарна академія/ Харків. 2012. Вип. 24. Ч. 2. С. 240–242.

12. Мельник Ю. Ф., Микитюк Д. М., Литовченко А. М. Інструкція із штучного осіменіння свиней. Київ: Аграрна наука, 2003. 54 с.

References

1. Susol, R. L. (2013). Suchasni aspekty intensyfikatsiyi vyrobnytstva svynyny na Odeshchyni [Modern aspects of intensification of pigs production in Odesa region]. *Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomorya*. Odesa. 4 (75), 2, 1, 157 – 163 [in Ukrainian].

2. Voloshchuk, V. M., & Povod, M. H. (2013). Vplyv umov utrymannya na reproduktyvni yakosti svynomatok [The influence of housing conditions on the reproductive qualities of sows]. *Svynarstvo. Mizhvidomchyyu tematychniy zbirnyk Instytutu svynarstva i APV NAAN*. Poltava. 62, 27–32 [in Ukrainian].

3. Starodubets, O. O. (2015). Vplyv sezonu roku na vidtvoryval'ni yakosti svynomatok. [The influence of the season on the reproductive qualities of sows]. *Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomorya*, Vyp. 4., T. 2, Odesa, 100–103 [in Ukrainian].

4. Usenko, S. O., Syabro, A. S., Polishchuk, A. A., Moroz, O. H., Birta, H. O., & Il'chenko, M. O. (2020). Novitni biotekhnolohiyi vidtvorennya svynei v umovakh promyslovoho svynarstva [The latest biotechnologies of pig reproduction in the conditions of industrial pig farming]. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi*. Poltava. 1. 121–127 [in Ukrainian].

5. Kharenko, M. I., Khomyn, S. P., Krayevskyy A. Y (2010). *Patolohiya ta biotekhnika vidtvorennya svynei* [Pathology and biotechnology of pig reproduction]. Vyd. „Kozatskyy val”, Sumy, 412 [in Ukrainian].

6. Baban, O. A., Velbivets, M. V., Ivasenko, B. P., Ordin, Yu. M., & Lototskyy, V. V. (2018). Metody stymulyatsiyi vidtvornoyi funktsiyi u svynei: metod. Rekomendatsiyi dlya mahistriv z veterynarnoyi medytsyny [Methods of stimulation of reproductive function in pigs: method. *Recommendations for masters in veterinary medicine*]. Bila Tserkva, 26 [in Ukrainian].

7. Kharenko, M. I., & Khomyn, S. P. (2010). Intensyfikatsiya vidtvornoyi funktsiyi svynei [Intensification of the reproductive function of pigs]. *Zdorovya tvaryn i lyky*. Kyiv. 1. 18–19 [in Ukrainian].

8. Kryukov, D. (2019). Yakisny`j remont pogoliv'ya. Tvary`nny`cztvo i vetery`nariya [High-quality repair of livestock]. *Animal husbandry and veterinary medicine*. Kyiv. 2. 28-30 [in Ukrainian].



9. Humenny, O. H., Sidashova, S. O., Popova, I. M., Onishchenko, A. O., & Konks, T. M. (2021). Vplyv hormonal'nykh preparativ na pokaznyk rivnya vidtvorennya remontnykh svynok [The influence of hormonal drugs on the indicator of the level of reproduction of repair pigs]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya „Tvarynystvo”*. Sumy. 3(46). 46–51 [in Ukrainian].

10. Veterinarnyye preparaty (2023, March 12). *Veterinary preparations*. Ofitsiyni sait [Official site]. Retrieved from: <https://vetpreparaty.com/introvit/> [in Ukrainian].

11. Sukhin, V. M., Chumak, V. O., & Kryva, O. A. (2012). Efektyvnist stymulyatsiyi statevoyi funktsiyi u svynomatok kombinatsiyeyu honadotropiniv ta vitaminiv [Effectiveness of stimulation of sexual function in sows by a combination of gonadotropins and vitamins]. *Problemy zootsivnitsy ta vetmedytsyny*. 24. 2, 240–242 [in Ukrainian].

12. Melnyk, Y. F., Mykytyuk, D. M., & Lytovchenko, A. M. (2003). Instruktsiya iz shtuchnoho osimeninnya svynei [Instructions for artificial insemination of pigs]. *Ahrarna nauka – Agricultural science*. Kyiv. 54 [in Ukrainian].

VITAMIN-HORMONAL STIMULATION INFLUENCE OF REPAIR PIGS ON THEIR REPRODUCTIVE INDICATORS AT DIFFERENT TIMES OF THE YEAR

Martinyuk I. M., Sushko O. B., Institute of Animal Science of the NAAS.

Strizhak T. A., Luhansk National Agrarian University.

The influence of vitamin-hormonal schemes of stimulation of replacement pigs on their reproductive function was studied. The effect of stimulation on the reproductive performance of pigs and fertility, multiple pregnancy in the spring and summer seasons was determined. A methodical approach has been created to increase the reproductive capacity of gilts.

It was stated that multiple pregnancy (insemination in the spring season) was probably ($P > 0.99$) higher in the I-study group (use of the complex vitamin preparation Introvit) by 6.0% compared to the control. Comparing the results of farrowing in the II-study group (the use of the drug "Introvit" and the hormonal drug "Gestavet"), the multiple pregnancy rates were probably ($P > 0.99$) higher by 9.2% compared to the control group. In the III experimental group (use of the hormonal drug "Gestavet"), the indicators of multiple pregnancy exceeded the control group of animals by 8.3%.

According to the results of farrowing (summer insemination) in the queens of the I-study group, where the complex vitamin preparation "Introvit" was used, the multiplicity was higher by 4.3% compared to the control. In the second experimental group, where the combination of the drug Introvit and the hormonal drug Gestavet was used, the multiple pregnancy rates were higher by 7.7% compared to the control. In the III experimental group, when using the hormonal preparation "Gestavet", the indicators of multiple pregnancy exceeded the control group of animals by 7.5% compared to the control.

When using vitamin-hormonal stimulation, there is an increase in fertility by 9.2% (insemination in the spring) and 7.7% (in the summer).

It was found that the best in terms of reproductive ability was the vitamin-hormonal scheme for the treatment of pigs (experimental group II), both in the spring and summer seasons.

Keywords: gilts, hormonal, vitamin preparations, multiple pregnancy, seasons.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-131-140

УДК 638.152.154.2

ДІАГНОСТИЧНІ ЗАХОДИ ЩОДО ВІРУСНИХ ХВОРОБ БДЖІЛ У СУЧАСНІЙ ВІТЧИЗНЯНІЙ ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СХЕМІ ЇХ УТРИМАННЯ ТА РОЗВЕДЕННЯ

Маслій І. Г., к. вет. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0002-8671-3356>

Інститут тваринництва НААН

Забезпечити належне функціонування галузі бджільництва здатні лише найблагополучніші у ветеринарно-санітарному відношенні пасіки. Для цього необхідно проводити своєчасно і в повному обсязі діагностичні виробничі й лабораторні заходи з метою виявлення збудників хвороб бджіл та недопущення їх поширення. Одним із сучасних високоточних методів є полімеразно ланцюгова реакція за використання специфічних праймерів. Цей метод аналізу досить широко застосовують у багатьох країнах світу задля діагностики вірусних хвороб бджіл.

Метою проведеного дослідження є порівняльна оцінка застосування двох методів: епізоотологічного обстеження в польових умовах та діагностування вірозів за допомогою ПЛР зі специфічними праймерами до ентомопатогенних вірусів. У рамках експерименту досліджено 162 зразки патологічного матеріалу із 17 областей України. За результатами трирічного епізоотологічного обстеження, клінічного огляду сімей та диференційної діагностики відібрано 146 зразків патологічного матеріалу для дослідження ПЛР.

Із 146 зразків, що досліджувались за ПЛР, позитивними виявились лише 51, що становить 34,9 %. Це підтверджує складність встановлення діагнозу на вірусні захворювання бджіл за клінічними ознаками. Аналізуючи отримані результати упродовж років досліджень варто відмітити, що найменшу кількість позитивних випадків ураження бджіл вірусними агентами за результатами ПЛР фіксували в 2015 році – 9 проб (17,6 %) випадків, найбільшу – у 2016 році – 27 (52,9%). За визначенням питомої частки кожного з досліджуваних вірусів установлено, що найпоширенішими у 2014 році були хронічний параліч (26,7 %) та мішечкуватий розплід (46,7 %), у 2015 році – мішечкуватий розплід (66,7 %), у 2016 році – хронічний параліч та мішечкуватий розплід. Це свідчить про те, що в Україні на сьогодні ще недостатньо розроблена ефективна та якісна діагностика вірусних інфекцій окрім вірусної хвороби розплоду.

Ключові слова: вірусні хвороби бджіл, епізоотологічний, клінічний метод досліджень, полімеразно-ланцюгова реакція.

Галузь бджільництва України є важливою складовою економіки держави і базою для сталого розвитку фармацевтичної й харчової галузей, а також рослинництва, основою господарської діяльності якої є розведення, утримання й використання бджіл для запилення ентомофільних рослин сільськогосподарського призначення та підвищення їх урожайності [1].

Забезпечити належне функціонування галузі здатні лише найблагополучніші у ветеринарно-санітарному відношенні пасіки. Тому надто важливо створювати сприятливі умови утримання, годівлі та розведення бджолиних сімей з метою отримання продуктів бджільництва найбільш повноцінних як у кількісному, так і якісному сенсі; здійснювати профілактичні, а також у разі потреби, вимушені, поточні та заключні дезінфекційні заходи задля знищення збудників усіх видів захворювань у доквіллі та вулику; проводити своєчасно та повною мірою діагнос-



тичні виробничі та лабораторні заходи для виявлення збудників хвороб бджіл та недопущення їх поширення. Проте недостатнє ветеринарне забезпечення, що призводить до неконтрольованого поширення хвороб бджіл, стримує розвиток галузі, і як наслідок, зумовлює недотримання продукції бджільництва [2].

Серед чисельної кількості патогенів, що уражають бджіл виділяються віруси. Усі форми життя піддаються нападам вірусів, а отже і бджоли заражаються значною різноманітністю цих типів. На сьогодні описано більше 20 вірусів, виділених із медоносної бджоли. Вони поширюються двома шляхами: горизонтальним (комаха заражується вірусом, споживаючи забруднені субстрати) і вертикальним (від батьків нащадкам).

Одна з дивовижних особливостей вірусів комах – їхня здатність зберігатися в організмі господаря в латентному стані протягом чисельних генерацій. У цьому вірусам бракує видимих симптомів. Однак вони можуть бути активовані будь-яким внутрішнім або зовнішнім чинником, що призводить до прискореного синтезу та появи симптомів хвороби [3, 4].

Діагностику вірозів ускладнює, по-перше, відсутність специфічних клінічних ознак. На жаль, за кількома винятками, симптоми, які можна було б надійно використати для підтвердження наявності певного вірусу, відсутні. Такі прояви, як «розкрилиця», посмикування крил і лапок, зменшення та втягнення або збільшення, затвердіння, почорніння черевця, втрата волосин на ньому можуть виникати і за інших хвороб. По-друге, перебіг захворювання у латентній формі не дає змоги поставити діагноз вчасно та правильно. По-третє, практично не розроблено вірусологічний метод дослідження, а саме культивування ентомопатогенних вірусів «*in vitro*» аналогічно до вірусів свійських тварин і птахів, внаслідок чого вони мало вивчені. Віруси медоносних бджіл є надзвичайно специфічними, їх не можна культивувати в інших комах або в культурі їх клітинних тканин. Це створює певні проблеми у вірусологічних дослідженнях, за яких надто важливо повністю оцінити практичні труднощі розмноження вірусів. Вони розмножуються лише в бджолах і особини в популяції можуть бути неочевидно інфіковані будь-яким із кількох різних вірусів.

Світова практика свідчить про те, що в лабораторних умовах ідентифікувати збудників вірозів бджіл можна за допомогою електронно-мікроскопічного методу дослідження. Проте більшість вірусів бджіл – це малі ікосаедричні частинки діаметром близько 30 нм і електронну мікроскопію їй не можливо використовувати для розрізнення вірусів медоносних бджіл розміром 30 нм, вона є корисною допомогою для розпізнавання характерного розміру або форми вірусу. Ниткоподібний вірус легко виявити цим способом в екстрактах хворих бджіл, але цей метод для рутинного аналізу.

Існують серологічні методи – імунодифузії, імуноферментного аналізу, електрофорезу в поліакриламідному гелі тощо. Проте їх застосування обтяжує складна та довготривала підготовка компонентів реакцій.

Одним із сучасних та високоточних методів діагностики є полімеразно ланцюгова реакція за використання специфічних праймерів. Цей метод аналізу досить широко застосовують у багатьох країнах світу з метою діагностики вірусних хвороб бджіл [5–8].

Мета роботи – провести порівняльну оцінку методів діагностики вірозів бджіл за допомогою ПЛР та використання епізоотологічного обстеження сімей в польових умовах.

Матеріали та методи досліджень. Ураження сімей бджіл ентомопатогенними вірусами визначали за загальноприйнятими у епізоотології методами: епізо-



отологічним, клінічним та патологоанатомічним [9, 10]. Епізоотичне обстеження включало проведення моніторингу щодо виявлення хвороб бджіл. Ці дослідження виконували за наступною схемою: аналіз поширення захворювань на початку обстеження; проведення досліджень і спостережень на неблагополучних пасіках, виявлення форм прояву та перебігу інфекційних хвороб розплоду бджіл та імаго бджіл; дослідження клінічних ознак і попередня постановка діагнозу, відбір зразків для лабораторних досліджень; аналіз отриманих результатів.

У процесі епізоотологічних досліджень здійснювали аналіз ветеринарно-санітарного стану пасік та окремих бджолиних сімей. При цьому встановлювали ступінь ротації стільників, термін їх експлуатації в бджолиних гніздах, кількість відбудованих стільників протягом сезону, кількість роїв та відводків, сформованих за сезон. Попередні діагностичні дослідження на наявність інфекційних захворювань проводили методом клінічного огляду бджолиного гнізда, стану різновікового розплоду, тобто наявності яєць, личинок різного віку та загиблих, вираженої «строкатості розплоду» і продірявлених кришечок, специфічного запаху, та інших клінічних ознак. Клінічні дослідження включали візуальний огляд розплоду. Зразки стільників з ураженим розплодом з «клінічними» ознаками відсилали до лабораторії ветеринарної медицини. За проведення епізоотологічних досліджень на пасіках і клінічному огляді бджолиних сімей, у разі виявлення ознак загибелі особин, здійснювали відбір патологічного матеріалу [11, 12].

Патологічний матеріал відбирали з тих сімей бджіл, у особин яких у процесі епізоотологічного обстеження реєстрували також «специфічні клінічні» ознаки вірусних хвороб імаго. Таких бджіл, ще живих, личинок або лялечок у кількості до 100–150 штук, збирали та направляли до лабораторії, де відібрані зразки зберігали в умовах морозильної камери побутового холодильника за температури мінус 18 °С.

Дослідження виконували упродовж 2014–2016 років. Загалом на дослідження надійшло 162 зразки патологічного матеріалу із 17-ти областей України. Зокрема, упродовж весни-осені 2014 року з підозрою на хвороби імаго бджіл надійшло 56 зразків. Матеріал доставляли з пасік, що розташовані у Вінницькій, Волинській, Донецькій, Запорізькій, Луганській Львівській, Полтавській, Сумській, Харківській, Херсонській та Чернігівській областях. У 2015 році надійшло 60 зразків із пасік Донецької, Дніпропетровської, Київської, Запорізької, Одеської, Харківської, Черкаської та Чернігівської області. За 2016 рік було досліджено 40 зразків патологічного матеріалу, що надійшов із Запорізької, Дніпропетровської, Сумської, Харківської, Чернігівської областей.

Дослідження за допомогою ПЛР проводили у лабораторії молекулярної епізоотології та діагностики ННЦ «ІЕКВМ». Для молекулярно-генетичних досліджень у пробірки відбирали по три бджоли або дві личинки/лялечки з кожного зразка. Підготовку матеріалу для дослідження здійснювали наступним чином: 300 мкг (3 бджоли або 2 личинки/лялечки) розтирали з невеликою кількістю стерильного піску [13]. Гомогенат тканин переносили в пробірки Епіндорфа, об'ємом 1,5 см³. РНК вірусів екстрагували зі зразка сухих сорбентних тканин після попередньої обробки протеїназою К (0,1% розчин, 56 °С, 24 ч.). ДНК отримували із зразків РНК шляхом зворотної транскрипції за використання комерційних наборів. Зворотну транскрипцію, ампліфікацію здійснювали за застосування базових наборів GenPak PCR-Core.

Системи праймерів ABPV_F/R, CBPV_F/R, DWV_F/R, SBV_F/R були придбані в лабораторії хвороб бджіл Національного інституту ветеринарії (Piwet., Pulawy, Польща) Sylwia Kasprzak [14, 15].



Температура відпалу становила 55 0С у всіх випадках. Критерієм оптимального показника була чітка візуалізація аплікону. Ставили не менше трьох негативних контролів на етапі виділення ДНК та зворотної транскрипції.

Електрофоретичний аналіз проводили, використовуючи набір для електрофорезу виробництва фірми Amresco, США. Концентрація агарози в гелі – 1,5%, напруга – 120 В. Облік реакції здійснювали шляхом аналізу електрофоретичних продуктів ампліфікації в УФ-світлі 312 нм.

У процесі постановки ПЛР використовували такі праймери для вірусів:

- гострого паралічу (ABPV) – F: 5'-ttatgtgtccagagactgtatcca-3', R: 5'-gctcctattgctcggttttcgggt-3', з довжиною аплікону 900 п.н.;
- хронічного паралічу (CBPV): – F: 5'-tcagacaccgaatctgattattg-3', R: 5'-actactagaaactcgtcgtctcg-3' з довжиною аплікону 570 п.н.;
- деформації крила (DWV) –F: 5'-atcagcgcttagtgaggaa-3', R: 5'-tcgacaatttcgggatca-3' з довжиною аплікону 711 п.н.;
- мішечкуватого розплоду (SBV) – F: 5'-ggatgaaaggaaattaccag-3', R: 5'-ссactaggtgatccasact-3' з довжиною аплікону 426 п.н. [16-18]

Наявність смужки, що відповідає за електрофоретичною рухливістю позитивному контролю, свідчило про присутність зазначених вірусів. Отримані результати документували фотографуванням гелів за використання світлофільтру або комп'ютерних систем із цифровими відеокамерами.

Результати досліджень. У процесі огляду ще живих, а також загиблих бджіл було виявлено такі ознаки порушення будови їх тіла (рис. 1 а); б); в); г); д).

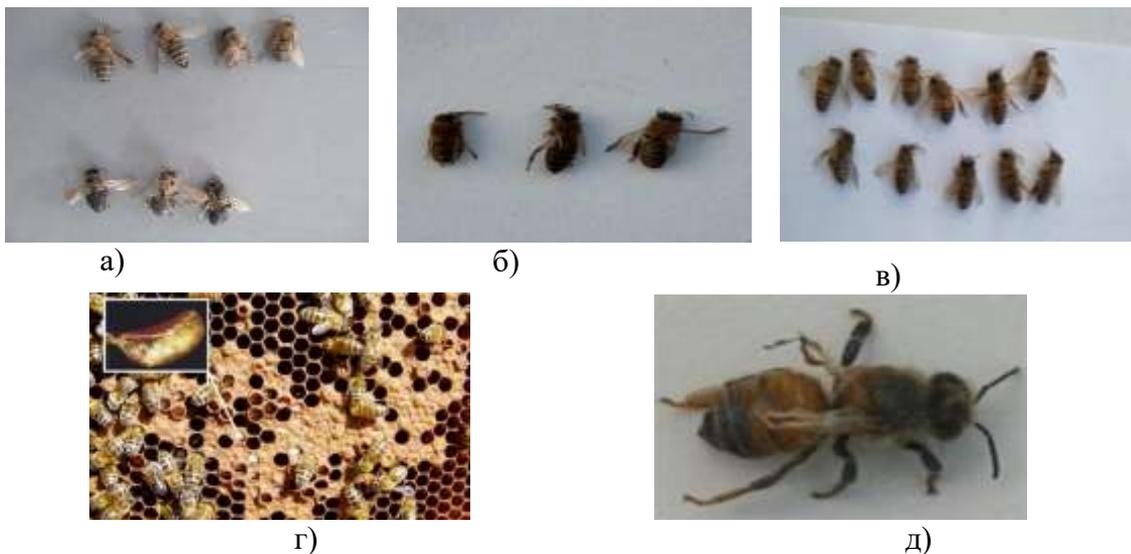


Рис. 1. Характерні клінічні ознаки вірозів бджіл: а) «розкрилиця»; б) почорніння та блиск черевця; в) втрата волосків на черевці; г) строкатий розплід, мішечок з рідиною; д) деформація крил.

У 162 зразках патологічного матеріалу за результатами трирічного періоду з використанням методів епізоотологічного обстеження, клінічного огляду сімей виявлено схожі клінічні ознаки, що наведено на рисунку. 1. Попередній діагноз встановлювався за такими, подібними при багатьох інших хворобах, окрім деяких специфічних, зокрема наявності деформованих крих при хворобі деформації крила, а також загиблих личинок у вигляді мішечку з рідиною при мішечкуватому розпліді [11, 12].



Так, в подальшому, застосовуючи метод диференційної діагностики відібрано 146 (90,1 % від загальної кількості проб) зразків проб патологічного матеріалу для дослідження за допомогою ПЛР. Узагальнені дані щодо епізоотологічного моніторингу бджіл наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Узагальнені результати епізоотологічного моніторингу

Показник	2014		2015		2016		Загалом за 2014–2016 рр.	
	зраз-ків	%	зраз-ків	%	зраз-ків	%	зраз-ків	%
Загалом надійшло проб	56	34,6	60	37,0	46	28,4	162	100
Загалом досліджено в ПЛР:	50	34,25	50	34,25	46	31,5	146	90,1
Із них позитивних	15	29,5	9	17,6	27	52,9	51	34,9

Як свідчать дані табл. 1, із 146 проб у процесі полімеразно-ланцюгового аналізу позитивними виявився 51 (34,9 %). Найбільша кількість позитивних проб реєструвалась у 2016 році та становила 27 (52,9 %), найменша – у 2015 році – 9 (17,6 %)

У 2014 році із 50 зразків, що надійшли до лабораторії із сімей з клінічними ознаками вірусів, у 15 зразках виявили продукти ампліфікації вірусів бджіл.

У 2015 році за клінічними ознаками попередньо встановлено діагноз на вірози у 50 зразках, зі них позитивними за ПЛР виявилися 9 зразків.

У 2016 році зареєстровано 46 позитивних випадків клінічного прояву вірусів, з яких молекулярно-генетичними дослідженнями виявлено генетичний матеріал вірусів у 27 зразках.

Аналіз отриманих результатів доводить, що несприятливі умови довкілля та дефіцит корму викликають активізацію та посилення розмноження вірусів. У першому півріччі 2016 року в Україні спостерігали екстремальні погодні умови. Тривалий сезон дощів і похолодання створили ситуацію, коли бджоли не змогли природним шляхом отримати достатньо корму. У цей рік було зареєстровано максимальну кількість випадків захворювання бджіл вірусними хворобами (27) із найменшої кількості зразків, що надійшли на дослідження (46).

Найбільша кількість позитивних проб була виділена на мішечкуватий розплід – 27 (52,9 %), найменша – гострий параліч та деформації крила – по 5 (9,8 %). За визначення питомої частки кожного з досліджуваних вірусів встановлено, що найпоширенішими у 2014 році були хронічний параліч (26,7 %) та мішечкуватий розплід (46,7 %), у 2015 – мішечкуватий розплід (66,7 %), у 2016 – хронічний параліч (37,0%) та мішечкуватий розплід (51,9%).

Дані щодо питомої частки кожного вірозу у структурі вірусних захворювань бджіл наведені у таблиці 2.

У 2014 році із 15 проб, що були відібрані для дослідження у ПЛР продукти ампліфікації вірусу гострого паралічу виявили у 4 зразках (26,7 %), хронічного – 3 (20,0 %), деформації крила – 1 (6,7 %), мішечкуватого розпліду – 7 (46,6 %).

У 2015 році із позитивних за ПЛР 9 зразках віруси деформації крила, гострого та хронічного паралічу бджіл були встановлені в одній пробі (11,1 %), мішечкуватого розпліду – 6 (66,7 %).

Питома частка вірусів у структурі хвороб бджіл по роках

Показник	2014		2015		2016		Всього
	зраз-ків	%	зраз-ків	%	зраз-ків	%	
Загалом позитивних	15	100	9	100	27	100	51
Гострий параліч	4	26,7	1	11,1	–	–	5
Хронічний параліч	3	20,0	1	11,1	10	37,0	14
Хвороба деформації крила	1	6,7	1	11,1	3	11,1	5
Мішечкуватий розплід	7	46,6	6	66,7	14	51,9	27

У 2016 році молекулярно-генетичним дослідженням виявлено генетичний матеріал вірусів у 27 зразках, а саме: хронічного паралічу бджіл – 10 проба (37 %), деформації крила – 3 (11,1 %), мішечкуватого розплоду – 14 (51,9 %).

Результати візуалізації продуктів ПЛР вибірково представлено на рис. 2.

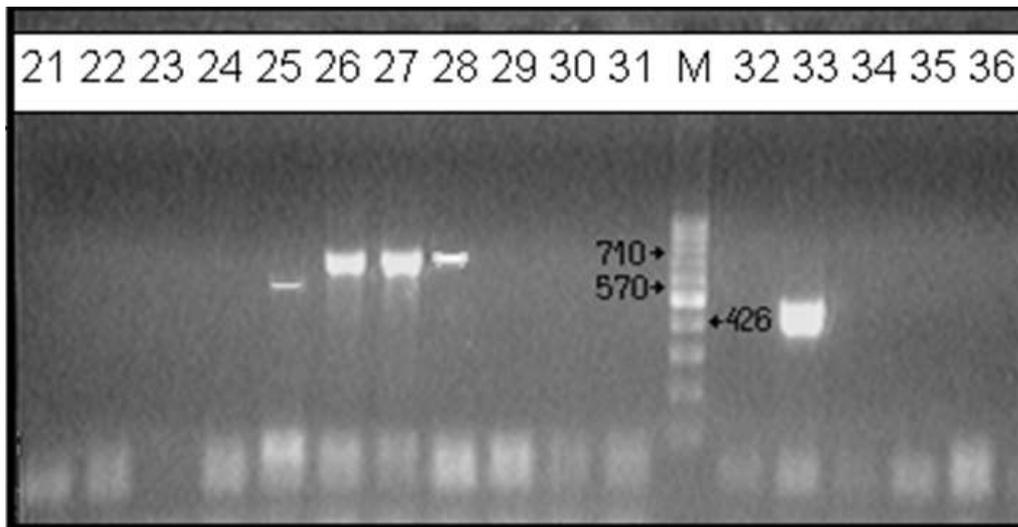


Рис. 2. Гель–електрофорез продуктів ПЛР ентомопатогенних вірусів. Негативні №№ 21, 22, 24. Позитивні: № 25 (CBPV, довжина амплікону 570 п.н.), №№ 26, 27, 28 (DWV, довжина амплікону 710 п.н.), № 33 (SBV), довжина амплікону 426 п.н.).

Із загального різноманіття нині відомих вірусів тільки більше десяти здатні викликати хвороби з специфічними симптомами. Серед них в Україні поширені вірус чорних маточників (Black Queen Cell Virus, BQCV), вірус мішечкуватого розплоду (Sacbrood Virus, SBV), вірус деформованого крила (Deformed Wing Virus, DWV) та вірус хронічного паралічу (Chronic Bee Paralysis Virus, CBPV). Крім того, потенційну загрозу для українських бджіл можуть становити вірус гострого паралічу бджіл (Acute Bee Paralysis Virus, ABPV) кашмір-вірус бджіл (Kashmir Bee Virus, KBV), ізраїльський вірус гострого паралічу (Israeli Acute Paralysis Virus, IAPV) тощо. Останні, хоча й досі не виявлялися на території нашої країни, наразі мають глобальне розповсюдження, діапазон якого розширюється за рахунок активної торгівлі медоносними бджолами та продуктами бджільництва.



За проведеними дослідженнями вірус гострого паралічу методом молекулярно-діагностичних вдалося виявити тільки в одному зразку, хоча характерні симптоми й спостерігали в більшій кількості сімей. Вони співпадають з аналогічними як і за хронічного паралічу. Відмінність полягає лише у швидкості загибелі особин після ураження. Воно за гострого паралічу блискавичне.

В цілому підтвердження ураження бджіл ентомопатогенними вірусами методом ПЛР реєстрували тільки у 34,9 % проб від загальної кількості зразків, відібраних із сімей, підозрілих у захворюванні на вірози.

Висновок: Варіанти діагностики вірусних інфекцій бджіл є досить обмеженими. Здебільшого оцінка рівнів вірусного навантаження на бджолині сім'ї, що не проявляють чітких симптомів ураження, вимагає молекулярно-генетичних підходів, таких як полімеразно-ланцюгова реакція (ПЛР). За даними літератури та результатами проведених досліджень, порівняно з епізоотологічним обстеженням, найбільш специфічним та чутливим тестом є ПЛР. Наразі ця послуга недоступна для широкого загалу. Відсутніми є також схеми спеціалізованого лікування вірусних інфекцій медоносних бджіл. Попри це бджолярам рекомендовано вживати заходів для мінімізації передачі вірусів, шляхом обмеження скупчення бджолосімей на пасіках, ізолювання уражених вуликів та гігієнічного поводження з бджоловодним реманентом, а також за рахунок зменшення впливу інших стресових чинників на бджолині сім'ї, таких як паразити, пестициди, харчові дефіцити тощо.

Для подальшого дослідження поширення вірусних хвороб на пасіках України слід продовжити роботу в напрямі визначення послідовностей нуклеотидів геному ентопатогенних вірусів, розширити спектр використовуваних праймерів більше ніж для чотирьох інфекцій, наведених у представленій публікації. Внаслідок чого молекулярно-генетичні дослідження сприятимуть оцінці поширеності вірусів у популяціях бджіл, у тому числі тих вірусів та їх різновидів, виявити, які раніше було неможливо. Отримані дані також забезпечать підстави щодо прогнозування розвитку ситуації у конкретному регіоні у зв'язку з наявністю того чи іншого вірусу або його комбінацій.

Бібліографічний список

1. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Honey bee diseases and pests: a practical guide. Agricultural and Food Engineering Technical Report Rome. 2006. 4. 42. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.fao.org/icatalog/inter-e.htm> (дата звернення 27.03.2023 р.)
2. FAO. Good beekeeping practices: Practical manual on how to identify and control the main diseases of the honeybee (*Apis mellifera*). TECA – *Technologies and practices for small agricultural producers*. 2020. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://doi.org/10.4060/ca9182en> (дата звернення 20.02.2023).
3. Ball B. V. An introduction to viruses and techniques for their identification and characterisation СІНЕАМ - Options Mediterraneennes. 1992. P. 69–80.
4. Bailey L. Two More Small RNA Viruses from Honey Bees and Further Observations on Sacbrood and AcuteBee-Paralysis Viruses, *J. gen. ViroL.*, 1977, V. 37. P. 175–182.
5. Benjeddou M. Detection of acute bee paralysis virus and black queen cell virus from honeybees by reverse transcriptase PCR. *Appl. Environ. Microbiol.* 2001, Vol. 67. 2384–2387.
6. Chen Y. P., Pettis J. S., Collins A., and Feldlaufer M. F. Prevalence and Transmission of Honeybee Viruses, *Applied and environmental microbiology*. 2006. Vol. 72. N 1. P. 606-611.



7. Evans J. D., Genetic Evidence for Coinfection of Honey Bees by Acute Bee Paralysis and Kashmir Bee Viruses. *Journal of Invertebrate Pathology* 2001. V. 78. P. 189–193.
8. Olivier V. Molecular characterisation and phylogenetic analysis of Chronic bee paralysis virus, a honey bee virus. *Virus Res.* 2008. Vol. 132(1-2) 59 – 68.
9. Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals (mammals, birds and bees) / *World organization for animal health. OIE.* 2004. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://opac.spc.int/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=52298&query_desc=Provider%3AOffice%20international%20des%20C3%A2erizooties%2C (дата звернення 10.04.2023)
10. Бакулов И. А. Руководство по общей эпизоотологии. М.: Колос, 1979. 424.
11. Маслій І. Г., Немкова С. М., Ступак Л. П., Десятникова О. В. Епізоотична ситуація щодо основних небезпечних хвороб бджіл в Україні, IV Lubelska konferencja pszczelarska aktualnie problemy nowoczesnego pszczelarstwa Pszczela Wola 8-10 lutego 2013 S. 113 – 118.
12. Маслій І. Г., Порівняльні моніторингові дослідження вірусів бджіл шляхом эпизоотологічного обстеження та біологічної проби. *Ветеринарна медицина: міжвід. темат. наук. зб. Х.*, 2016. Вип. 102. С. 98–103.
13. Завгородній А. І., Влізло В. В., Лиманська О. Ю., Герілович А. П. Молекулярно-генетичні методи діагностики у ветеринарній медицині та біотехнології: навч. Посібник. Під заг ред. Б. Т. Стегній, А. П. Герілович. К.: СТ Друк, 2014. 285 с.
14. S. Kasprzak, Grazyna Topolska Structure, classification and methods of Identification of honey bee viruses *Medycyna Weterynaryjna*, 2007, 63(11):1427-1430
15. Kasprzak, S. Topolska, Grazyna Virus infections of the honey bee *Apis mellifera* associated with varroosis and nosemosis *Medycyna Weterynaryjna*, 2008. 64 С. 1095-1097
16. Ribière, M., Molecular diagnosis of chronic bee paralysis virus infection, *Apidologie.* 2002. V. 33. P. 339-351.
17. Tentcheva D. Prevalence and seasonal variations of six bee viruses in *Apis mellifera* L. and *Varroa destructor* mite populations in France, *Applied and Environmental Microbiology.* 2004. P. 7185–7191.
18. Chen Y. Detection of multiple viruses in queens of the honey bee *Apis mellifera* L. *Journal of Invertebrate Pathology.* 2005. № 90. P. 118–121.

References

1. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Honey bee diseases and pests: a practical guide. Agricultural and Food Engineering Technical Report 4, Rome. (2006). 42 с. <http://www.fao.org/icatalog/inter-e.htm>
2. FAO. Good beekeeping practices: Practical manual on how to identify and control the main diseases of the honeybee (*Apis mellifera*). TECA – *Technologies and practices for small agricultural producers.* (2020). <https://doi.org/10.4060/ca9182en>
3. Ball, B., (1992). An introduction to viruses and techniques for their identification and characterisation *CIHEAM - Options Mediterraneennes.*, 69–80.
4. Bailey, L., (1977). Two More Small RNA Viruses from Honey Bees and Further Observations on Sacbrood and AcuteBee-Paralysis Viruses *J. gen. ViroL.*, 37. 175–182.



5. Benjeddou, M., (2001). Detection of acute bee paralysis virus and black queen cell virus from honeybees by reverse transcriptase PCR *Appl. Environ. Microbiol.*, 67, 2384–2387.
6. Chen, Y. P., Pettis J. S., Collins A., & Feldlaufer M. F. (2006). Prevalence and Transmission of Honeybee Viruses *Applied and environmental microbiology*. 72. 606-611.
7. Evans, J. D. (2001). Genetic Evidence for Coinfection of Honey Bees by Acute Bee Paralysis and Kashmir Bee Viruses1 *Journal of Invertebrate Pathology*. 78. 189–193.
8. Olivier, V. (2008). Molecular characterisation and phylogenetic analysis of Chronic bee paralysis virus, a honey bee virus *Virus Res.* 132(1-2) 59 – 68.
9. Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals (mammals, birds and bees) (2004). *World organization for animal health; OIE*. Retrieved from: https://opac.spc.int/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=52298&query_desc=Provider%3AOffice%20international%20des%20%C3%A2epizooties%2C
10. Bakulov, I. A. (1979). Rukovodstvo po obshchei epyzootolohyy [Guide to general epizootology] *Moskva : Kolos.* – 424 c. [in Russian].
11. Maslij, I. G., Niemkova, S. M., Stupak, L. P., & Desiatnykova, O. V. (2013). Epizootychna sytuatsiia shchodo osnovnykh nebezpechnykh khvorob bdzhil v Ukraini [Epizootic situation regarding the main dangerous diseases of bees in Ukraine], *IV Lubelska konferencja pszczelarska aktualnie problemy nowoczesnego pszczelarstwa, Pszczela Wola 8-10 lutego*. 113 – 118. [in Ukrainian].
12. Maslij, I. G. (2016). Porivnialni monitorynhovi doslidzhennia viroziv bdzhil shliakhom epizootolohichnoho obstezhennia ta biolohichnoi proby [Comparative monitoring studies of bee viruses by means of epizootological examination and biological sampling]. *Veterynarna medytsyna*. 102. 98–103. [in Ukrainian].
13. Zavhorodnii, A. I., Vlizlo, V. V., Lymanska, O. Yu., & Herilovych A. P., Molekuliarno-henetychni metody diahnostryky u veterynarnii medytsyni ta biotekhnolohii: navch. Posibnyk [Molecular and genetic methods of diagnosis in veterinary medicine and biotechnology: teaching. Manual] *Kyiv : ST Druk*, 2014. – 285 [in Ukrainian].
14. Kasprzak S., Grazyna Topolska (2007) Structure, classification and methods of Identification of honey bee viruses, *Medycyna Weterynaryjna*, 63(11):1427-1430
15. Kasprzak, S. Topolska, Grazyna (2008) Virus infections of the honey bee *Apis mellifera* associated with varroosis and nosemosis, *Medycyna Weterynaryjna* 64 1095-1097
16. Ribière, M., (2002) Molecular diagnosis of chronic bee paralysis virus infection, *Apidologie*, 33. 339-351.
17. Tentcheva, D., (2004). Prevalence and seasonal variations of six bee viruses in *Apis mellifera* L. and *Varroa destructor* mite populations in France. *Applied and Environmental Microbiology*. 7185–7191.
18. Chen, Y., (2005). Detection of multiple viruses in queens of the honey bee *Apis mellifera* L. *Journal of Invertebrate Pathology*. 90. 118–121.



DIAGNOSTIC MEASURES REGARDING VIRAL DISEASES OF BEES IN THEIR MODERN DOMESTIC TECHNOLOGICAL SCHEME KEEPING AND BREEDING

Maslii I. G., Institute of Animal Science of NAAS

Only the most prosperous apiaries in veterinary and sanitary terms are able to ensure the proper functioning of the beekeeping industry. To do this, it is necessary to carry out timely and comprehensive diagnostic production and laboratory measures in order to identify the causative agents of bee diseases and prevent their spread. One of the modern high-precision methods is the polymerase chain reaction using specific primers. This method of analysis is quite widely used in many countries of the world for the diagnosis of viral diseases of bees.

The purpose of the research is a comparative assessment of the use of two methods: epizootological examination in the field and diagnosis of viruses using PCR with specific primers for entomopathogenic viruses. As part of the experiment, 162 samples of pathological material from 17 regions of Ukraine were examined. According to the results of a three-year epizootological examination, clinical examination of families and differential diagnosis, 146 samples of pathological material were selected for PCR research.

Out of 146 samples tested by PCR, only 51 were positive, which is 34.9%. This confirms the difficulty of establishing a diagnosis of viral diseases of bees based on clinical signs. Analyzing the results obtained over the years of research, it should be noted that the lowest number of positive cases of bees affected by viral agents according to PCR results was recorded in 2015 - 9 samples (17.6%) of cases, the largest - in 2016 - 27 (52.9%). According to the determination of the specific share of each of the studied viruses, it was established that the most common in 2014 were chronic paralysis (26.7 %) and sac-like brood (46.7 %), in 2015 – sac-like brood (66.7 %), in 2016 – chronic paralysis and saccular fetus. This indicates that effective and high-quality diagnostics of viral infections, apart from the viral disease of offspring, have not yet been sufficiently developed in Ukraine.

Keywords: viral diseases of bees, epizootological, clinical method of research, polymerase chain reaction.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-141-148

УДК 638.2

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ГІБРИДІВ ШОВКОВИЧНОГО ШОВКОПРЯДУ (*BOMBUX MORI L.*) ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПОРІД, МАРКОВАНИХ ЗА СТАТТЮ НА СТАДІЇ ГРЕНИ

Панченко О. М., к. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0001-9580-2839>

Інститут тваринництва НААН

Маркіна Т. Ю., д. б. н., професор, <https://orcid.org/0000-0002-6313-9814>

Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди

Ісіченко Н. В., к. с.-г. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0002-8941-2727>

Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини»

*Напрацювання високоякісного біоматеріалу шовковичного шовкопряда *Bombux mori L.* сприяє розширенню можливостей його використання у різних сферах життєдіяльності людини - в легкій та фармакологічній промисловостях, авіації, медицині, в радіо- та електротехніці, млиновому виробництві, фото- і кінематографії, харчовій промисловості, тваринництві тощо.*

*Визначили економічну ефективність технологічного процесу виробництва гібридів шовковичного шовкопряду (*Bombux Mori L.*) за використання порід, маркованих за статтю на стадії грени, виходячи з того, що єдиної стандартної методики обчислення вартості виробничого процесу шовківництва не існує. Затрати і прибуток залежать від багатьох факторів як прямих, так і непрямих витрат, від загальноекономічної та політичної ситуації в світі, а також від мінливих, непередбачуваних факторів, як, наприклад, природно-кліматичні умови. Оскільки вирощування гібридів відбувалося за однакових умов культивування, то економічний ефект визначали, виходячи з відмінностей в приготуванні гібридної грени.*

Розрахунки економічної ефективності були зроблені для урожайності коконів з 1 стандартної коробки гусениць-„мурашів”. Собівартість продукції була різною, оскільки при традиційному ваговому способі одержання гібридів, розподіл за статтю відбувався на стадії кокону, в період знімання коконів з коконників та їх сортуванні, на 8–14 добу з дня масового заляльковування.

Рентабельність від використання гібридів на основі ліній, маркованих за статтю на стадії грени порівняно з гібридами, одержаними традиційним ваговим способом майже на 11 % вище. Економічний ефект полягає у підвищенні показників життєздатності гусениць – на 4 %, урожаю коконів з 1 коробки гусениць-„мурашів”, кг – на 17–24 кг. Додатковий прибуток від технологічного процесу виробництва гібридів шовковичного шовкопряду за використання ліній Мер.6.white та Мер.7.white становить 2020,08 грн, а Вр.35 white та Вр.54 white – 2023,30 грн. Отримані показники рівня рентабельності розраховані для одноразової вигодівлі гібридів, а при багаторазовій вигодівлі рівень рентабельності значно зростає та становить від 40 % до 70 % на рік.

Ключові слова: шовківництво, породи, маркованість за статтю, гібриди шовковичного шовкопряду, економічний ефект, технологія виробництва гібридів.



Використання шовковичного шовкопряда *Bombyx mori* L. у світовій практиці не обмежується тільки шовківництвом, метою якого є отримання натурального шовку, а охоплює різноманітні аспекти життєдіяльності людини. Унікальні хімічні та фізичні властивості натурального шовку, його висока міцність, низька електро- та теплопровідність, хімічна та біологічна інертність тощо, сприяють його широкому використанню в легкій та фармацевтичній промисловостях, авіації, медицині, в радіо- та електротехніці, млиновому виробництві, фото- і кінематографії, і в ряді інших галузей народного господарства. Останнім часом стрімко зростає і всебічне використання самих комах, так, їх все частіше розглядають як цінний кормовий ресурс для тварин і людини [5, 19], як біологічний об'єкт в лабораторних дослідженнях [9, 20, 22], як біоіндикатор стану навкілля у природоохоронній сфері [6, 11]. Лялечок використовують для отримання їстівної олії для харчової промисловості та тваринництва [18], а також хітину та хітозану – природного полімеру та біостимулятора [15]. По мірі вивчення властивостей хітозану розширюється сфера його практичного використання в медицині, сільському господарстві, косметології і харчовій промисловості [15], при цьому стрімко розробляються методики отримання високоочищеного хітозану високої якості з *Bombyx mori* [13]. Вивчена фунгіцидна активність хітозану і його наноструктурованих систем з міддю, які активно пригнічують ріст і розвиток фітопатогенних грибів [21]. Хітозан є природним біостимулятором, який використовується при лікуванні термічних опіків [16]. Розширення знань про хітозан, як природний полімер, ставить перед науковцями завдання напрацювання високоякісного біоматеріалу комах, що є можливим завдяки існуючим і розробці нових селекційних прийомів підвищення показників культури комах в умовах промислового розведення.

На сьогодні генетичний фонд шовковичного шовкопряду в Україні має статус Національного надбання України та налічує понад 100 порід, з яких 20 є компонентами районуваних та перспективних гібридів, що являється своєрідною базою для селекційних програм, в яких проводиться добір як за важливими господарсько-цінними ознаками, так і ефективністю гетерозису [8]. Гібридизація для промисловості має першочергове значення, оскільки шовковичний шовкопряд використовується в промисловому шовківництві всього світу тільки в якості гібридів першого покоління для отримання максимального ефекту гетерозису [1].

Аналіз літературних джерел та доступних Інтернет-ресурсів свідчить, що єдиної стандартної методики обчислення вартості виробничого процесу шовківництва не існує [2, 4, 17]. Затрати і прибуток залежать від багатьох факторів як прямих, так і непрямих витрат, від загальноекономічної та політичної ситуації в світі, а також від мінливих, непередбачуваних факторів, як, наприклад, природно-кліматичні умови, що несуть в собі постійний ризик втрат для дрібних виробників.

Процес виробництва коконів та греди шовковичного шовкопряду включає в себе вирощування шовковиці та безпосередньо вирощування шовкопряду. Значна частка затрат припадає на кормову базу. В умовах чорноземів України з кущової плантації в рік після посіву можна отримати 5,4 т листа, а в середньому, при високій агротехніці культивування з 1 га землі штамбових насаджень отримують 20 т листа шовковиці.

Виходячи з того, що потреба у листі для отримання 1 кг живих коконів у весняну вигодівлю становить 15-17 кг, а в літню – до 19 кг, з плантації в 1 га можна отримати в середньому 1100 кг коконів шовковичного шовкопряду.

Безпосередньо затрати на вигодівлю культури шовковичного шовкопряду, при наявності червоводні або більш-менш відповідного приміщення, зводяться до



витрат на електроенергію та матеріали, заробітну плату працівників, потужність наявної техніки (технічні характеристики) та транспорт. Виходячи з цього була розрахована собівартість продукції.

Всі вищеперераховані виробничі фактори в дослідженні не впливали на кінцевий результат, оскільки вирощування гібридів відбувалося за однакових умов культивування, а відмінності були в приготуванні гібридної грени.

Традиційна технологія виробництва гібридної грени, яка ґрунтується на ваговому способі розподілу коконів за статтю, досить неточна, оскільки за мінливості маси кокона з коефіцієнтом варіації 9,8–16,7 % в межах однієї породи та похибці при розподілі в 10 %, засмічення гібридної культури чистопородною подекуди досягає 50 % [3]. Таке засмічення майже нівелює ефект гетерозису від схрещування двох порід.

Мета роботи – визначити економічну ефективність технологічного процесу виробництва гібридів шовковичного шовкопряду (*Bombyx Mori L.*) за використання порід, маркованих за статтю на стадії грени.

Матеріали та методи досліджень. Експериментальну частину роботи проводили в Інституті шовківництва УААН (нині відділ шовківництва та технічної ентомології Національного наукового центру «Інститут експериментальної та клінічної ветеринарної медицини», м. Харків). Об'єкти дослідження - реципрокні гібриди Мерефа 6×Мерефа 7 та Враца 35×Враца 54, одержаних традиційним способом та лінії, виведені на їх основі, марковані за статтю на стадії грени (white): Мерефа 6.white×Мерефа 7.white та Враца 35.white×Враца 54.white. Надалі для зручності будемо користуватися скороченнями, прийнятими в шовківництві України: Мерефа 6 - Мер.6, Мерефа 7 - Мер.7, Враца 35 – Вр. 35 та відповідно Враца 34 – Вр. 34.

Використання маркованих за статтю на стадії грени ліній дало змогу отримати стовідсотково чистопородні гібриди. Яйця шовковичного шовкопряду розділяли за кольором (окремо білу грону, з якої відроджуються тільки самці, а з сірої – самки) та вигодовували окремо. Під час папільонажу самців однієї лінії схрещували з самками іншої.

Економічну ефективність визначали [12] з розрахунку на 1 стандартну коробку гусениць-„мурашів” (17,5 г) у цінах, за даними ФАО [17], згідно з якими 1 кг живих коконів шовковичного шовкопряду 1 сорту, шовконосність яких 22,5 % і вище, становить 148 грн, а при шовконосності 21,5–22,5 % – 140 грн. Для зручності в розрахунках середні показники були округлені.

Результати досліджень. В таблиці 1 наведено результати вигодівлі гібридів Мер.6×Мер.7 та Вр.35×Вр.54, одержаних традиційним способом – розподілом за статтю на стадії кокона ваговим способом та розподілом за статтю на стадії грени за кольором (марковані на стадії грени).

Гібриди, одержані на основі маркованих ліній, які були виведені за модифікованою методикою Струннікова В. О. [7, 14], за показниками життєздатності та продуктивності були на рівні порід, в які вносився ген маркованості. Так, життєздатність гусениць порід Мер.6 та Мер.7, а також виведених ліній Мер.6.white та Мер.7.white була на рівні 80–82 %, а порід Вр. 35, Вр 54, та Вр. 35 white, Вр 54.white – 91–93 %. Шовконосність коконів Мер.6 та Мер.6 white, а також Мер.7 та Мер.7 white становила в середньому 21,0–21,8 %, а Вр.35, Вр.54 та Вр.35 white, Вр.54 white відповідно 22,0 %. За показником урожаю коконів з 1 г гусениць-„мурашів” породи Мер.6 та Мер.7, а також виведених ліній Мер.6.white та Мер.7.white не відрізнялися між собою та становили в середньому 3,09 кг, а породи Вр.35, Вр.54 та лінії Вр.35 white, Вр.54 white – 4,0 кг.



Таблиця 1

Показники продуктивності та життєздатності реципрокних гібридів Мер.6×Мер.7 та Вр.35×Вр.54, одержаних традиційним способом та за використання ліній, маркованих за статтю на стадії грени (white)

Гібрид	ЖГ, %	ШК, %	Урожай коконів з 1 г гусениць-„мурашів”, кг
Мер.6×Мер.7 (традиційний спосіб)	81,6±1,8	21,9±0,06	3,09±0,09
Мер.6.white×Мер.7.white	84,4±2,0	22,4±0,03	4,5±0,06
Вр.35×Вр.54 (традиційний спосіб)	91,8±1,6	23,1±0,08	3,9±0,08
Вр.35.white×Вр.54.white	95,4±2,1	23,9±0,02	4,92±0,04

Примітка. ЖГ – життєздатність гусениць, ШК – шовконосність коконів.

Як видно з таблиці 1, гібриди, одержані традиційним способом, характеризувалися пониженими показниками життєздатності гусениць, шовконосністю коконів та урожаєм коконів з 1 г гусениць-„мурашів”, порівняно з відповідними гібридами на основі маркованих ліній.

Розрахунки економічної ефективності були зроблені для урожайності коконів з 1 стандартної коробки гусениць-„мурашів” (табл. 2). Собівартість продукції була різною, оскільки при традиційному ваговому способі одержання гібридів, розподіл за статтю відбувався на стадії кокону, в період знімання коконів з коконників та їх сортуванні, на 8–14 добу з дня масового заляльковування. Це спричиняє підвищення навантаження на працівників, і відповідно збільшення витрат на оплату праці.

Слід зазначити, що отримані показники рівня рентабельності розраховані для одноразової вигодівлі гібридів, а при багаторазовій вигодівлі рівень рентабельності значно зростає та становить від 40 % до 70 % на рік.

Таблиця 2

Економічна ефективність виробництва гібридів Мер.6×Мер.7 та Вр.35×Вр.54, одержаних традиційним способом та за використання порід, маркованих за статтю на стадії грени (white)

Показники	Мер.6× Мер.7	Мер.6.white × Мер.7.white	Вр.35× Вр.54	Вр.35 white × Вр.54 white
Урожай коконів з 1 коробки гусениць- „мурашів”, кг	54,08	78,75	68,25	86,1
Середня ціна від реалізації 1кг коконів залежно від сортності, грн	139,00	139,00	146,00	146,00
Собівартість 1 кг коконів, грн	105,00	90,00	105,00	90,00
Виручка від реалізації, грн	7517,12	10946,00	9964,50	12571,00
Чистий прибуток, з 1 коробки гусениць- „мурашів”, грн	1838,72	3858,80	2798,30	4821,60
Рівень рентабельності, %	24,46	35,25	28,08	38,36
Додатковий прибуток, грн	–	2020,08	–	2023,30



Висновок. Рентабельність від використання гібридів на основі ліній, маркованих за статтю на стадії грені порівняно з гібридами, одержаними традиційним ваговим способом майже на 11 % вище. Економічний ефект полягає у підвищенні показників життєздатності гусениць – на 4 %, урожаю коконів з 1 коробки гусениць-„мурашів”, кг – на 17–24 кг. Додатковий прибуток від технологічного процесу виробництва гібридів шовковичного шовкопряду за використання ліній Мер.6.white та Мер.7.white становить 2020,08 грн, а Вр.35 white та Вр.54 white – 2023,30 грн.

Бібліографічний список

1. Батирова А. Н., Умаров Ш. Р. Особенности получения межпородных и межлинейных гибридных комбинаций тутового шелкопряда. Аграрная наука. 2019;(7-8):29-30. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-330-7-29-30>
2. Браславский М. Е., Головки В. А., Злотин А. З. и др. Селекция тутового шелкопряда в Украине (достижения, проблемы и перспективы), Харьков, 2002. 280 с.
3. Галанова О. В. Совершенствование методов прогнозирования и оценки качества пород и гибридов тутового шелкопряда: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.00.15. Харьков, 1997. 102 с.
4. Головки В. О., Злотин О. З., Браславський М. Ю. та ін. Шовківництво ; під ред. Злотина О. З., Бойчука Ю. Д., Харків : РВП „Оригінал”, 1998. 416 с.
5. Евлагина Е. Г., Селионова М. И., Богословский В. В. Тутовый шелкопряд как корм для сельскохозяйственных животных. Инновационные агробитехнологии в животноводстве и ветеринарной медицине : I Евразийская науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 17–20 нояб. 2015 г.). СПб., 2015. С. 132–135.
6. Злотин О. З., Маркіна Т. Ю. Біоіндикація стану природного середовища. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Харків : ХНПУ імені Г. С. Сковороди, 2014. 114 с.
7. Ісиченко Н. В., Панченко О. М. Створення вихідного матеріалу шовковичного шовкопряда (*Bombyx Mori* L.), міченого за статтю на стадії грені. Значення та перспективи стаціонарних досліджень для збереження біорізноманіття : матеріали Міжнар. наук. конф., присвяч. 50-річчю функціонування високогірного біологічного стаціонару „Пожижевська”. (Львів – Пожижевська, 23–27 вер. 2008). Львів, 2008. С. 155–156.
8. Литовченко А. М., Білоус О. В., Кудрявська Н. В. та ін. Програма селекції з породами та гібридами шовковичного шовкопряда на 2003-2010 роки. К. : Державний науково-виробничий концерн „Селекція”. 2003. 36 с.
9. Маркіна Т. Ю. Гомеостатические свойства искусственных популяций насекомых и способы управления их состоянием : монография. Х. : Планета-Принт, 2019. 380 с.
10. Маркіна Т. Ю. Новые подходы к контролю качества культур насекомых при разведении. Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. Дніпро. 2016. 24(1), 164–172 <https://doi.org/10.15421/011620>
11. Маркіна Т. Ю., Злотин О. З. Шовковичний шовкопряд як тест-об’єкт для біоіндикації забруднення довкілля. Матер. Міжнар. науков. конф. присвяченої 50-річчю функціонування високогірного біологічного стаціонару Пожижевська (23-27 вер. 2008 р.). Львів, 2008. С. 272–273.
12. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов НИР и ОКР. К. : Урожай, 1986. 120 с.
13. Милушева Р. Ю., Пирнязов К. К., Рашидова С. Ш. Очистка хитозана



Bombyx Mori. Вестник ТвГУ. Серия «Химия». 2016. № 2. С. 119-12

14. Панченко О. М., Руденко Є. В., Суханов С. В., Злотін О. З. Вивчення ознаки маркованості за статтю на стадії греди (w^2) шовковичного шовкопряду з метою збереження генетичного фонду. Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН. Харків, 2018. № 119. С. 106–114.

15. Рашидова С. Ш., Милушева Р. Ю. Хитин и хитозан *Bombyx mori*. Синтез, свойства и применение. Ташкент. 2009. 246 с.

16. Шукуров И. Б., Шукурова В. И., Шукурова С. И., Сулейманов С. Ф. Исследование механизма действия хитозана при лечении термических ожогов. Вісник проблем біології і медицини, Полтава 2012. Вип. 1 (91), С. 191-193

17. Cocoon quality and classification. FAOSTAT – Food and Agriculture Organization [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.fao.org/3/x2099e/x2099e04.htm> (дата звернення 10.04.2023)

18. Ghosh A., Ray M., Gangopadhyay D. Evaluation of proximate composition and antioxidant properties in silk-industrial byproduct LWT. Food Science and Technology 2020. Vol. 132. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109900>

19. Raubenheimer D., Rothman J. M. Nutritional Ecology of Entomophagy in Humans and Other Primates. Annu. Rev. Entomol. 2013. Vol. 58. P. 141–160.

20. Tazima Y., Doira H. The silkworm important laboratory tool. Tokyo. 1978. 247 p.

21. Vokhidova N. R., Sattarov M. E., Kareva N. D., Rashidova S. Sh. Fungicide Features of the Nanosystems of Silkworm (*Bombyx mori*) Chitosan with Copper Ions. Microbiology, 2014, Vol. 83, No. 6, pp. 751-753 <https://doi.org/10.1134/S0026261714060204>

22. Xu H, O'Brochta D. A. Advanced technologies for genetically manipulating the silkworm *Bombyx mori*, a model Lepidopteran insect. *Proc. Biol. Sci.* 2015. Jul. 7. P. 282.

References

1. Batirova, A. N. & Umarov, S. R. (2019). Osobennosti poluchenija mezhpородnyh i mezhlіnejnyh gіbrіdnyh kombinacij tutovogo shelkoprjada [Peculiarities of obtaining inter-residential and interline hybrid combinations of silkworm caterpillar]. *Agrarian science.* (7-8). 29-30. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-330-7-29-30> [in Russian].

2. Braslavskij, M. E., Golovko, V. A. & Zlotin, A. Z. (2002). *Selekcija tutovogo shelkoprjada v Ukraine (dostizhenija, problemy i perspektivy)* [Silkworm breeding in Ukraine (achievements, problems and prospects)] Har'kov, 280 p. [in Russian].

3. Galanova, O. V. (1997). *Sovershenstvovanie metodov prognozirovanija i oцenki kachestva porod i gіbrіdov tutovogo shelkoprjada* [Improving methods for predicting and assessing the quality of silkworm breeds and hybrids] (Candidate's thesis) Har'kov, 102 p. [in Russian].

4. Holovko, V. O., Zlotin, O. Z. (Ed.), Braslavskiy, M. Yu. et al. (1998). *Shovkivnytstvo* [Sericulture] Kharkiv : RVP „Oryhinal” [in Ukrainian].

5. Evlagina, E. G., Selionova, M. I., Bogoslovskij, V. V. (2015). Tutovyj shelkoprjad kak korm dlja sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh. *Innovacionnyje agrobiotehnologii v zhivotnovodstve i veterinarnoj medicine : I Evrazijskaja nauchno-prakticheskaja konferencija* [Silkworm as feed for farm animals. Innovative agrobiotechnologies in animal husbandry and veterinary medicine : I Eurasian Scientific and Practical Conference] Sankt-Peterburg. 132–135 [in Russian].

6. Zlotin, O. Z. & Markina, T. Yu., (2014). Bioindykatsiia stanu pryrodnoho



seredovyshcha. [Bioindication of the state of the natural environment.] Navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchych navchalnykh zakladiv. Kharkiv : KhNPU imeni H.S. Skovorody, 114 [In Ukrainian].

7. Isichenko, N. V., & Panchenko, O. M. (2008). Stvorennia vykhidnoho materialu shovkovychnoho shovkopriada (*Bombyx Mori* L.), michenoho za statti na stadii hreny. *Znachennia ta perspektyvy statsionarnykh doslidzhen dlia zberezhenia bioriznomanittia : materialy Mizhnar. nauk. konf., prysviach. 50-richchiu funktsionuvannia vysokohirnoho biolohichnoho statsionaru „Pozhyzhevska”* [Creation of raw material of mulberry silkworm (*Bombyx Mori* L.), marked by sex at the grena stage. The value and prospects of stationary research for the preservation of biodiversity: materials of the International. of science conf., dedicate. On the 50th anniversary of the operation of the high mountain biological hospital "Pozhizhevska"]. Liviv. 155–156 [In Ukrainian].

8. Lytovchenko, A. M., Bilous, O. V., & Kudriavska, N. V. (2003). *Prohrama seleksii z porodamy ta hibrydamy shovkovychnoho shovkopriada na 2003-2010 roky* [Breeding program with breeds and hybrids of mulberry silkworm for 2003-2010] Kyiv : Derzhavnyi naukovy-vyrobnychi kontsern „Seleksiia”. 36 [In Ukrainian].

9. Markina, T. Yu. (2019). *Gomeostaticheskie svoystva iskusstvennykh populjacij nasekomyh i sposoby upravlenija ih sostojaniem : monografija* [Homeostatic properties of artificial insect populations and methods of controlling their state] Har'kov : Planeta-Print, 380 p. [in Russian].

10. Markina T. Y. (2016). Novye podhody k kontrolju kachestva kul'tur nasekomyh pri razvedenii. [New approaches to quality control for cultures of insects for rearing] *Visnik Dnipropetrovs'kogo univertsitetu - Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology*. Dnipro. 24(1), 164–172 <https://doi.org/10.15421/011620>

11. Zlotin, O. Z. & Markina, T. Yu., (2014). *Bioindykatsiia stanu pryrodnoho seredovyshcha* [Bioindication of the state of the natural environment.] Navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchych navchalnykh zakladiv. Kharkiv : KhNPU imeni H.S. Skovorody, 114 [In Ukrainian].

12. *Metodika opredelenija jekonomicheskoi jeffektivnosti ispol'zovaniia v sel'skom hozjajstve rezul'tatov NIR i OKR* (1986). Kiev : Urozhaj. 120 [in Russian].

13. Milusheva, R. Ju., Pirnijazov, K. K. & Rashidova, S. Sh. (2016). Ochistka hitozana *Bombyx Mori*. [Purification of *Bombyx Mori* Chitosan] *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Himija»*. 2. 119-124 [in Russian].

14. Panchenko, O. M., Rudenko, Ye. V., Sukhanov, S. V., & Zlotin, O. Z. (2018). Vychennia oznaky markovanosti za statti na stadii hreny (w^2) shovkovychnoho shovkopriadu z metoiu zberezhenia henetychnoho fondu. [Study of the sign of sex marking at the stage of mulberry silkworm (w^2) in order to preserve the genetic pool]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*. Kharkiv, 106-114 [In Ukrainian].

15. Rashidova, S. Sh. & Milusheva, R. Ju. (2009). *Hitin i hitozan Bombyx mori. Sintez, svoystva i primenenie* [Chitin and chitosan *Bombyx mori*. Synthesis, properties and application]. Tashkent, 246. [in Russian].

16. Shukurov I. B., Shukurova V. I., Shukurova S. I., & Sulejmanov S. F. (2012). Issledovanie mehanizma dejstvija hitozana pri lechenii termiheskih ozhogov [Study of the mechanism of action of chitosan in the treatment of thermal burns] *Visnyk problem biolohii i medytsyny*. Poltava. issue 1 (91), pp. 191-193. [in Russian].

17. Cocoon quality and classification. FAOSTAT – Food and Agriculture Organization (2023). Retrieved from: <http://www.fao.org/3/x2099e/x2099e04.htm>



18. Ghosh, A., Ray, M., & Gangopadhyay, D. (2020). Evaluation of proximate composition and antioxidant properties in silk-industrial byproduct LWT. *Food Science and Technology*. 132. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109900>
19. Raubenheimer, D., & Rothman, J. M. (2013). Nutritional Ecology of Entomophagy in Humans and Other Primates. *Annu. Rev. Entomol.* 58. 141–160.
20. Tazima, Y., & Doira, H. (1978). *The silkworm important laboratory tool*. Tokyo. 247
21. Vokhidova, N. R., Sattarov, M. E., Kareva, N. D., & Rashidova, S. Sh. (2014). Fungicide Features of the Nanosystems of Silkworm (*Bombyx mori*) Chitosan with Copper Ions. *Microbiology*. 83, 6, 751-753 <https://doi.org/10.1134/S0026261714060204>
22. Xu, H, & O'Brochta, D. A. (2015). Advanced technologies for genetically manipulating the silkworm *Bombyx mori*, a model Lepidopteran insect. *Proc. Biol. Sci.* 282.

ECONOMIC EFFICIENCY OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS FOR THE PRODUCTION OF SILKMOTH HYBRIDS (BOMBYX MORI L.) USING BREEDS MARKED AT THE EGG STAGE

*O. M. Panchenko, Institute of Animal Sciences, NAAS,
Markina T., Kharkiv National Pedagogical University named after
H. S. Skovoroda*

Isichenko N. V., National Scientific Center "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine", Kharkiv, Ukraine

*The production of high-quality silkworm biomaterial *Bombyx mori* L. contributes to the expansion of the possibilities of its use in various areas of human activity - in light and pharmacological industries, aviation, medicine, radio and electrical engineering, mill production, photography and cinematography, food industry. The economic efficiency of the technological process for the production of silkworm hybrids was determined using breeds marked by sex at the grena stage, based on the fact that there is no single standard method for calculating the cost of the sericulture production process. Costs and profits depend on many factors, both direct and indirect costs, on the general economic and political situation in the world, as well as on changing, unpredictable factors, such as natural and climatic conditions. Since the cultivation of hybrids took place under the same cultivation conditions, the economic effect was determined based on differences in the preparation of hybrid eggs.*

Cost-effectiveness calculations were made for the yield of cocoons from 1 standard box of caterpillar ants. The cost of production was different, since with the traditional weight method of obtaining hybrids, distribution by sex occurred at the cocoon stage, during the removal of cocoons from cocoons and their sorting, on 8–14 days from the day of mass pupation.

The profitability of using hybrids based on sex-marked lines at the egg stage is almost 11% higher compared to hybrids obtained by the traditional weight method. The economic effect is to increase the viability of caterpillars - by 4%, the yield of cocoons from 1 box of ant caterpillars, kg - by 17-24 kg. Additional profit from the technological process of production of silkworm hybrids when using Mer.6.white and Mer.7.white lines is UAH 2020.08, and Bp.35 white and Bp.54 white - UAH 2023.30. The obtained indicators of the level of profitability are calculated for one-time rearing of hybrids, and with repeated rearing, the level of profitability increases significantly and ranges from 40% to 70% per year.

Keywords: sericulture, breeds, sex marking, silkworm hybrids, economic effect, hybrid production technology.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-149-154

УДК 636.2.084.51:591.131.3

ДИНАМІКА РУМІНАЦІЇ У ДІЙНИХ КОРІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ ВІКУ В ЛАКТАЦІЯХ

Подобєд Л. І., д. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0001-7684-6289>

Чигринов Є. І., д. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0001-7707-8269>

Косов М. О., к. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0002-8850-745X>

Інститут тваринництва НААН

Безалтична О. О., к. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0002-4257-0699>

Одеський державний аграрний університет

Румінація (тривалість жуйки у корів упродовж доби) стає ефективним і надійним тестом, що характеризує загальний стан обміну речовин в їх організмі, процес травлення та прогнозований рівень продуктивності.

У досліді на масиві дійних корів господарства ТОВ «Петродолинське» за використання системи дистанційного електронного контролю з функцією моніторингу харчової поведінки SCR Heatime HR-IR проведено спостереження за характером румінації залежно від їх віку в лактаціях.

Дослідженнями встановлено, що середня тривалість румінації у корів по стаду змінюється упродовж лактаційного періоду залежно від їх віку в лактаціях. Масив корів першої лактації (первісток) на момент отелення має найнижчу величину румінації, а її максимум фіксується у корів третьої лактації. До 30 доби отелення показник румінаційної активності у корів різного віку вирівнюється, проте залишається найвищим, як і раніше, у тварин другої лактації. Лише до 200 діб лактаційного періоду різниця у румінації корів різного віку практично зникає. На момент запуску інтенсивність румінації у корів першої лактації знову стає нижчою, ніж у старших за віком тварин.

Установлено, що в перші 30 діб після отелення у корів спостерігається тісна кореляція між зростанням величини румінації та рівнем надоїв. При цьому коефіцієнт кореляції у корів першої лактації становив 0,78, другої – 0,65 і третьої – 0,63. За досягнення максимуму надою (100–120 діб лактації) коефіцієнт кореляції між характером румінації та рівнем надою різко падає, проте найвищим він залишається у корів першої лактації (0,57) проти 0,48 і 0,42 у тварин другої та третьої лактації. Тим не менш і у фазу другої третини лактації відповідний показник залишається суттєвим для характеристики зв'язку румінації та надою. Зв'язок істотний і прямий. Після 200 діб лактації залежність надою від характеру румінації знижується ще більше й коефіцієнт кореляції, що визначає цей показник, знаходиться на рівні 0,28 (перша лактація), 0,24 – друга лактація і 0,23 – третя лактація.

Результати досліджень мають суттєвий науковий та практичний інтерес задля визначення змін характеру румінації у корів залежно від їх віку в лактаціях, оцінки вікової динаміки процесу травлення та встановлення взаємозв'язку характеру румінації з тривалістю господарського використання тварин та продуктивністю.

Ключові слова: корови, румінація, румінаційна активність, лактація, надій.

Визначення характеру румінації у дійних корів у період лактації в останні роки стало обов'язковим тестом, що характеризує активність та інтенсивність



процесів перетравлення змішаного в міксері корму. Опосередковано цей тест свідчить про характер енергозабезпеченості організму та виникнення умов для розвитку метаболічного ацидозу [1, 2]. Падіння показника румінації свідчить про те, що активність рубцевої мікрофлори знижена за зменшення обсягу синтезу та всмоктування летких жирних кислот. Як наслідок цього надходження енергії з кормом не забезпечує загальні потреби корів (синтез молока, підтримання життя) і викликає її суттєву мобілізацію з депо організму, що загрожує активізацією синтезу кетонових тіл [4–6]. Вимірювання характеру румінації (добової тривалості жуйки) у корів це ще й ціла низка додаткових показників, що віддзеркалюють стан обміну речовин в їх організмі. Її дослідження дає змогу правильно оцінити підбір складу раціону для корів, режим добової кормової активності та відпочинку. Цей показник може бути одним із тестів оцінки ускладнень у корів після отелення. Він істотно знижується із захворюванням їх маститом, ламінітом, за підвищення температури тіла будь-якої етіології, в момент приходу корови в стадію статевої охоти [2, 3]. Із огляду на це представляє суттєвий науковий та практичний інтерес питання щодо оцінки змін характеру румінації у корів залежно від їх віку в лактаціях задля визначення змін характеру румінації у корів залежно від їх віку в лактаціях, оцінки вікової динаміки процесу травлення у тварин та встановлення взаємозв'язку характеру румінації з тривалістю господарського використання та продуктивністю.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в ТОВ АФ «Петродолинське» Одеської області упродовж 2020–2022 рр. на загальному масиві дійних корів 596–621 голови.

Процес румінації вивчали за допомогою системи моніторингу SCR Heatime HR-IR [7, 8]. Піддослідним тваринам встановили транспондер HR-Tag™, який включав унікальний датчик руху, міні-процесор, карту пам'яті, яка розрахована на цілодобовий режим його роботи. Для фіксації тривалості, ритму жуйки і інтервалів між відригуваннями у тварин використали спеціально налаштований мікрофон, розрахований на 24 години роботи, тобто цілодобову фіксацію даних. Ресурс такої системи становить вісім років безперебійної роботи.

Динаміку змін величин румінації у корів досліджували в розрізі трьох послідовних лактацій.

Спосіб утримання для всіх тварин, які були задіяні в дослідженнях, – безприв'язний, годівля – із кормового столу повнораціонними сумішами.

Результати досліджень. Установлено, що середня тривалість румінації у корів по стаду змінюється протягом лактаційного періоду залежно від їх віку в лактаціях (рис. 1).

Як проілюстровано на рис. 1, масив корів першої лактації (первісток) на момент отелення має найнижчу величину румінації, а її максимум фіксується у корів третьої лактації. До 30 доби отелення показник румінаційної активності у корів різного віку вирівнюється, проте залишається найвищим, як і раніше, у тварин другої лактації. Лише до 200 діб лактаційного періоду різниця у румінації корів різного віку практично зникає. На момент запуску інтенсивність румінації у корів першої лактації знову стає нижчою, ніж у старших за віком тварин.

Установлено, що в перші 30 діб після отелення у корів спостерігається тісна кореляція між зростанням величини румінації та рівнем надоїв. При цьому коефіцієнт кореляції у корів першої лактації становив 0,78, другої – 0,65 і третьої – 0,63. За досягнення максимуму надою (100–120 діб лактації) коефіцієнт кореляції між характером румінації та рівнем надою різко падає, проте найвищим він залишається у корів першої лактації (0,57) проти 0,48 і 0,42 у тварин другої та третьої



лактацій. Тим не менш і у фазу другої третини лактації відповідний показник залишається суттєвим для характеристики зв'язку румінації та надою. Зв'язок істотний і прямий. Після 200 діб лактації залежність надою від характеру румінації знижується ще більше й коефіцієнт кореляції, що визначає цей показник, знаходиться на рівні 0,28 (перша лактація), 0,24 – друга лактація і 0,23 – третя лактація.

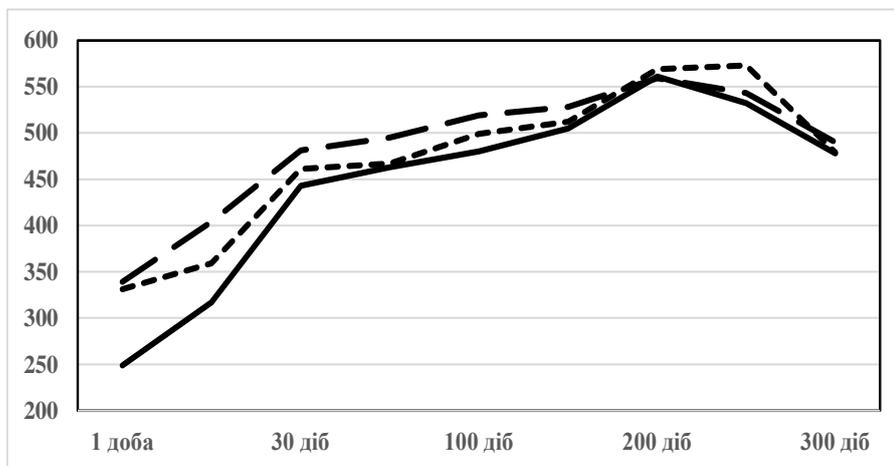


Рис. 1. Тривалість румінації у корів (хв/доба) за фазами лактації залежно від їх віку (— I-а лактація, --- II-а лактація, -.-.- III-я лактація).

Порівняння показників характеру румінації у дійних корів та рівня молочної продуктивності за фазами лактації та їх віком наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Рівень тривалості добової румінації у корів різних по рахунку лактацій та їх молочно продуктивність

Показники	Вік корів у лактаціях		
	I	II	III
Перші 30 діб лактації			
Румінація, хв/добу в середньому на голову	351	373	414
Надій корів за період, кг на голову	621	678	689
Перші 100 діб лактації			
Румінація, хв/добу в середньому на голову	443	459	467
Надій корів за період, кг на голову	2430	2680	2740
Другі 100 діб лактації			
Румінація, хв/добу в середньому на голову	497	523	541
Надій корів за період, кг на голову	2611	2990	3102
Останні 100 діб лактації			
Румінація, хв/добу в середньому на голову	502	521	539
Надій корів за період, кг на голову	1898	1912	1923
Разом за лактацію			
Румінація, хв/добу в середньому на голову	489	503	514
Надій корів за період, кг на голову	6939	7582	7783



Варто вказати, що величина румінації у корів трьох лактацій у середньому за лактаційний період перебуває в межах встановленої норми (450–550). Це свідчить про сприятливий характер травлення у жуйних різного віку, що забезпечує звичайне функціонування стада. Проте, на початку лактації (перші 30 діб) цей показник виходить за межі норми в нижній бік, причому найбільше відхилення фіксується у корів першої, а найменше – у тварин третьої лактацій. Характер румінації у корів у середньому за лактацію тісно корелює з їх надоєм. Як результат за мінімального рівня тесту він відповідає найнижчому рівню надою, і, навпаки, з підвищенням румінації з 489 хв/добу до 514 хв/добу надій зростає на 844 кг на корову.

Висновки: Дослідженнями масиву корів у динаміці лактацій встановлено, що інтенсивність румінації від першої лактації до третьої збільшується. Ймовірно, що це відбувається через незакінчений процес формування предшлунків у жуйних на стадії нетелів, який продовжується у другу і навіть третю лактації.

Відразу після отелення у корів, незалежно від порядку лактацій, проходить становлення процесу звичайного травлення, що виявляється у зниженні величини румінації в перші 30 діб після отелення нижче норми, незалежно від віку їх за лактаціями. Тим не менш, становлення процесу травлення у старших корів (II-а лактація) відбувається інтенсивніше. До середини лактації у корів різного віку румінація зростає до максимуму і падає зі збільшенням тривалості тільності.

Характер румінації у корів у середньому за лактацію тісно корелює з рівнем надою корів за лактацію. Зі зростанням середньої величини румінації надої збільшуються, однак до кінця лактації зв'язок румінації та надою за всіма віками корів стає слабким.

Величину румінації у корів варто використовувати як ефективний і надійний тест, що характеризує загальний стан обміну речовин в їх організмі, процес травлення та прогнозований рівень продуктивності.

Бібліографічний список

1. Буряков Н. П., Бурякова М. А., Виноградова С. Н. Показатели жевательной активности у коров разного уровня продуктивности в период сухостоя и лактации. *Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК : материалы 3-й Международ. науч.-практ. конф.* (9-10 июня 2016 г.). Минск: БГАТУ, 2016. С. 252–261.
2. Новотільні корови: усуваємо помилки управління, MilkUA.info, 2022. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://milkua.info/uk/post/novotilni-korovi-usuvaemo-romilki-upravlinna> (дата звернення 10.04.2023)
3. Самойлов А. А. Ацидоз рубца – причина всех проблем здоровья коров. Производственная болезнь. Новосибирск, 2019. 61 с.
4. Oetzel G. Prevention of nutritional and metabolic diseases in dairy cattle/ Subacute Ruminant Acidosis Prevention. *Ohio Dairy Veterinarians Meeting*. 2010. P. 19-44.
5. Подобєд Л. І., Олександров С. М., Руденко Є. В., Помітун І. А., Косов М. О., Антоненко С. Ф., Золотарьов А. П., Брезвін О. М., Левицький Т. Р. Технологічні, кормові та ветеринарні аспекти вирощування високопродуктивних корів/ Інститут тваринництва НААН. Харків, 2020. 530 с.
6. Sato Sh. Subacute ruminal acidosis (SARA) challenge, ruminal condition and cellular immunity in cattle. *Japanese Journal of Veterinary Research*. 2015. 63. S25-S36.
7. Tao S., Bubolz J. W., do Amaral B. C., Thompson I. M., Hayen M. J., John-



son S. E., Dahl G. E. Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. *Journal of Dairy Science*. 2011. Vol. 94. № 12. С. 5976-5986.

8. Pahl C., Hartung E., Grothmann A., Mahlkow-Nerge K., Haeussermann A. Rumination activity of dairy cows in the 24 hours before and after calving. *Journal of Dairy Science*. 2014. Vol. 97. № 11. С. 6935-6941.

9. Руминация – индикатор самочувствия коровы. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://profcorn.ru/lib/news/ruminaciya-korovy> (дата звернення 10.04.2023)

10. Руминация как индикатор здоровья коровы. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.dairynews.ru/news/ruminatsiya-kak-indikator-zdorovya-korovy.html> (дата звернення 10.04.2023)

References

1. Burjakov, N. P., Burjakova, M. A. & Vinogradova, S. N. (2016). Pokazateli zhevatel'noj aktivnosti u korov raznogo urovnja produktivnosti v period suhostoja i laktacii *Aktual'nye problemy formirovanija kadrovogo potenciala dlja innovacionnogo razvitiya APK : materialy 3-j Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Indicators of chewing activity in cows of different levels of productivity during the dry period and lactation : Actual problems of forming human resources for the innovative development of the agro-industrial complex]. Minsk, 252–261. [in Russian].

2. Novotilni korovy: usuvaiemo pomylky upravlinnia, MilkUA.info [New-born cows: we eliminate management mistakes] (2022). Retrieved from: <http://milkua.info/uk/post/novotilni-korovi-usuvaemo-pomilki-upravlinna> [in Ukrainian].

3. Samoilov, A. A. (2019). Acidoz rubca - prichina vseh problem zdorov'ja korov. *Proizvodstvennaja bolezn'* [Rumen acidosis is the cause of all cow health problems. Work sickness]. Novosibirsk, 61 [in Russian].

4. Oetzel, G. (2010). Prevention of nutritional and metabolic diseases in dairy cattle / Subacute Ruminant Acidosis Prevention. *Ohio Dairy Veterinarians Meeting*. 19-44.

5. Podobied, L. I., Oleksandrov, S. M., Rudenko, Ye. V., Pomitun, I. A., Kosov, M. O., Antonenko, S. F., Zolotarov, A. P., Brezvin, O. M. & Levytskyi, T. R. (2020). Tekhnolohichni, kormovi ta veterynarni aspekty vyroshchuvannia vysokoproduktyvnykh koriv. Kharkiv : Instytut tvarynnytstva NAAN. 530 [in Ukrainian].

6. Sato, Sh. (2015). Subacute ruminal acidosis (SARA) challenge, ruminal condition and cellular immunity in cattle. *Japanese Journal of Veterinary Research* 63(1), 25-36.

7. Tao, S., Bubolz, J. W., do Amaral, B. C., Thompson, I. M., Hayen, M. J., Johnson, S. E. & Dahl G. E. (2011). Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. *Journal of Dairy Science*. 94(12). 5976-5986.

8. Pahl, C., Hartung, E., Grothmann, A., Mahlkow-Nerge, K. & Haeussermann A. (2014). Rumination activity of dairy cows in the 24 hours before and after calving. *Journal of Dairy Science*. 97(11), 6935-6941.

9. Rumynatsyia - yndykator samochuvstvyia korovy. [Rumination is an indicator of a cow's well-being] (2023). Retrieved from: <https://profcorn.ru/lib/news/ruminaciya-korovy/>

10. Rumynatsyia kak yndykator zdorovia korovy. [Rumination as an indicator of cow health] (2023). <https://www.dairynews.ru/news/ruminatsiya-kak-indikator-zdorovya-korovy.html>



DEPENDING OF RUMINATION DYNAMICS IN MILK COWS ON AGE IN LACTATION

Podobed L. I., Chigrinov E. I., Kosov M. O., Institute of Animal Science NAAS. Bezalychna O., Odessa State Agrarian University.

Rumination (duration of cud in cows per day) becomes an effective and reliable test that characterizes the general state of metabolism in their body, the process of digestion and the predicted level of productivity.

In an experiment on an array of dairy cows at Petrodolinsky LLC, using a remote electronic control system with a SCR Heatime HR-IR feeding behavior monitoring function, the nature of rumination was observed depending on age in lactations.

Studies have found that the average duration of rumination in cows in the herd changes during the lactation period depending on the age in lactations. The array of cows of the first lactation at the time of calving has the lowest rumination value, and its maximum is recorded in cows of the third lactation. By the 30th day of calving, the indicator of rumination activity in cows of all ages levels off, however, it remains the highest in animals of the second lactation. Only by 200 days of the lactation period, the difference in rumination of cows of all ages practically disappears. By the time of lactation cessation before calving, the intensity of rumination in cows of the first lactation again becomes lower than in older animals.

It has been established that the first 30 days after calving in cows there is a close correlation between the increase in the amount of rumination and the level of milk yield. At the same time, the correlation coefficient for cows of the first lactation was 0.78, the second - 0.65 and the third - 0.63. When the maximum milk yield is reached (100–120 days of lactation), the correlation coefficient between the nature of rumination and the level of milk yield drops sharply, however, it remains the highest in cows of the first lactation (0.57) versus 0.48 and 0.42 in animals of the second and third lactations. However, in the phase of the second third of lactation, the corresponding indicator remains significant for characterizing the relationship between rumination and milk yield. The connection is significant and direct. After 200 days of lactation, the dependence of milk yield on the nature of rumination decreases even more and the correlation coefficient that determines this indicator is at the level of 0.28 (first lactation), 0.24 - second lactation and 0.23 - third lactation.

The results of the research are of significant scientific and practical interest for determining changes in the nature of rumination in cows depending on age in lactation, assessing the age dynamics of the digestion process and establishing the relationship between the nature of rumination and the duration of economic use of animals and productivity.

Keywords: cows, rumination, rumination activity, lactation, milk yield.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-155-163

УДК 636.37.082.083.312(477.72)

ЕФЕКТИВНІСТЬ СЕЛЕКЦІЇ ОВЕЦЬ ХАРКІВСЬКОГО ВНУТРІШНЬОПОРОДНОГО ТИПУ ПОРОДИ ПРЕКОС ЗА ІНТЕНСИВНІСТЮ РОСТУ

Помітун І. А., д. с. - г. н., професор
<https://orcid.org/0000-0002-7743-3600>

Косова Н. О., к. с. - г. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0001-7353-1994>

Корж І. В., к. с. - г. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0002-8077-895X>

Паньків Л. П., к. с. - г. н., с. н. с.
<https://orcid.org/0000-0002-3295-2132>

Бойко Н. В., к. с. - г. н. <https://orcid.org/0000-0001-6742-8456>

Помітун Л. І., н. с. <https://orcid.org/0000-0001-5264-2898>

Інститут тваринництва НААН

Дослідження було проведено на молоднякові овець Харківського внутрішньопородного типу породи прекос 2020 року народження в умовах дослідного господарства Інституту тваринництва НААН «Гонтарівка». Оцінено вплив різної інтенсивності та типів добору, а також рівня годівлі на прояв цієї ознаки у тварин двох поколінь.

Встановлено, що показники середньодобових приростів у ягнят від народження до відлучення від матерів у популяції варіюють у великих межах та становлять від 38 до 591 г за добу. При цьому середньодобові прирости у ягнят-одинаків у добраних групах М-, М₀ та М+ перевищували показники двійнят відповідно на 27,0 %; 17,7 % та 12,9 %.

У двох суміжних поколіннях (500 пар матерів та їх доньки) було розраховано коефіцієнт успадкування цієї ознаки. Він виявився низьким, $h^2 = 0,046$, а залежність середньодобових приростів дочок від величини цієї ознаки у їх матерів згідно з регресійним аналізом має наступний вигляд: $Y=241,85 + 0,022X$. Моделюванням добору в поколінні матерів щодо впливу на середньодобові прирости тварин дочірного покоління встановлено, що різниця між потомками матерів М- та М+ класів склала лише 1,1 % на користь останніх, а їх перевага над ровесницями, які походять від матерів класу М₀ становить відповідно лише 6,1 % та 7,1 %. Завдяки добору, мінливість ознаки в порівняних групах матерів звужувалась до 13,1–18,8 %, тоді як показник у відповідних групах їх дочок складав 27,2 – 34,1% та був близьким до середніх значень по вибірці. І хоч барани-батьки за показниками середньодобових приростів до відлучення перевищували маточне поголів'я на 20,6 % ($p < 0,001$), досягнутий максимум цієї ознаки у них становив лише 391 г/добу, тоді як у віцематок перевищував 500 г/добу.

За розрахованим потенціалом середньодобових приростів дочки мали б перевищувати своїх матерів на 10,4 %, тоді як фактично їх перевага склала майже 22 %. Це є свідченням впливу на ступінь реалізації цієї ознаки перш за все комплексу паратипових чинників, і меншою мірою – батьків, що спонукає зробити висновок про необхідність посилення тиску добору серед майбутніх плідників та стабілізації годівлі маточного поголів'я на більш високому рівні.

Ключові слова: добір, потенціал, мінливість, середньодобовий приріст, тип народження, успадкування.



Забезпечення попиту населення у високоякісних продуктах харчування, особливо білках, вимагає динамічного прогресивного розвитку галузі тваринництва. В силу кризових явищ в економіці попередніх років та у зв'язку з повномасштабною війною, що розв'язана Росією проти України, проблема розвитку тваринництва в цілому та окремих його підгалузей загострилась. Це стосується і галузі вівчарства. Відбулося істотне скорочення поголів'я тварин, погіршилися умови на ринку продукції, особливо вовни, відчутним є відтік з галузі кваліфікованих кадрів [1]. На цьому тлі значно скоротилися обсяги виробництва усіх видів продукції, а ціни на баранину мають постійну тенденцію до збільшення. Ріст цін на послуги виробникам з проведення стриження овець та відсутність попиту і низькі закупівельні ціни на вовну, спонукають їх до відмови від розведення овець традиційних, районованих в Україні порід комбінованого вовново-м'ясного та м'ясо-вовнового напрямів продуктивності. Внаслідок цього скорочується генфонд вітчизняних порід та набувають поширення породи зарубіжної селекції, вівцям яких притаманні низька вовнова продуктивність, або взагалі відсутня здатність до формування руна чи наявний процес природнього линяння вовни, також характерна висока багатоплідність і м'ясна продуктивність [2]. Аналогічні тенденції у розвитку вівчарства відзначаються і в інших країнах. Так, вчені J. W. Thorne, B. M. Murdoch, B. A. Freking, R. R. Redden, T. W. Murphy, J. B. Taylor, H. D. Blackburn [3] з США вбачають прогрес у розвитку вівчарства в цій країні, з одного боку, завдяки поширенню нових порід, стійких до впливу несприятливих посушливих умов та хвороб з низькою здатністю до вовноутворення, а з іншого – шляхом застосування сучасних геномних технологій для оцінки та добору тварин за ознаками, що найбільшою мірою впливають на формування економічної ефективності галузі.

Болгарські вчені S. Slavova, E. Achkakanova [4], оцінюючи ефективність виробництва продукції, при розведенні овець спеціалізованого м'ясного напрямку продуктивності породи іль-де-франс в трьох фермах з різною інтенсивністю ведення галузі, в якості важливих критеріїв для оцінки включали такі показники як жива маса ягнят при народженні та відлученні від матерів, вік ягнят при відлученні, інтенсивність використання маточного поголів'я у відтворенні. З їх підвищенням рентабельність збільшувалася, тоді як показник розміру ферм визначав лише загальні обсяги виробництва істотно не впливаючи на його ефективність.

Інтенсивність росту ж ягнят є залежною не лише від породи, але й від віку, статі й типу народження. Чеські вчені J. Tomáš, F. Radek, H. Martin [5], оцінюючи овець двох порід спеціалізованого м'ясного напрямку продуктивності суффольк та шароле зазначають, що суффольки мали незначно вищу ($p > 0,05$) живу масу як при народженні, так і в 30; 100 і 300-добовому віці. Вже в 100 денному віці їх середня жива маса досягала $36,51 \pm 5,8$ кг, а в 300 днів – $79,0 \pm 13,6$ кг. Вони також мали більші основні лінійні проміри тулуба, порівняно з ровесниками породи шароле. За 300-добовий період середні показники приростів у баранців цієї породи склали 239,9 г за добу, а у ярок – 221,7 г (різниця 8,2 %). При цьому інтенсивність росту ягнят, що народилися одинаками складала 234,8 г на добу, і перевищувала показники ровесників-двійнят і трійнят на 3,9-4,1.

Вчені з Болгарії D. Panayotov, S. Sevov and D. Georgiev [6], оцінюючи інтенсивність росту молодняку овець породи лакон, одержаних від імпортованих та використаних у відтворенні ярок 9-10 – місячного віку відзначають, що за живою масою при народженні, відлученні та 90-добовому віці різниця між баранцями та ярками виявилася не вірогідною. Відповідно середньодобові прирости у них склали 247 г та 239 г/за добу. Разом з тим, різниця за приростами живої маси



між одинаками і двійнями виявилася істотною. Отримані ними показники фенотипових кореляцій між ознаками, що визначають інтенсивність росту ягнят, були позитивними – від середнього до високого рівня значущості.

За повідомленнями вчених з Південної Африки [7] простежується, що жива маса ягнят при відлученні від матерів має низькі фенотипові (0,04-0,19) та генетичні кореляції з такими ознаками відтворної здатності маток як загальна жива маса ягнят при відлученні в розрахунку на вівцематку, що ягнилася та кількість народжених і вирощених до відлучення ягнят. Встановлені також на двох стадах мериносів показники успадкованості зазначених ознак були відносно не високими – від 0,17 до 0,23. У зв'язку з цим, вчені схиляються до висновку, що для покращення показників відтворної здатності та інтенсивності росту ягнят доцільно здійснювати систематичних прямих добір за показником загальної живої маси ягнят при відлученні в розрахунку на вівцематку.

Вивченням в Індонезії показників живої маси ягнят місцевої породи при народженні та скорегованої їх живої маси на 100-добовий вік встановлено відповідні значення їх успадкованості 0,32 та 0,36. У зв'язку з цим було розраховано вченими [8] можливий прогрес покращення цих ознак у породі за різної інтенсивності добору серед плідників та вівцематок.

Дослідження [9] доводять, що покращення інтенсивності росту молодняку овець в користувальній частині породи у віці від народження до 3-6 місяці можливе завдяки використанню баранів-плідників з селекційного ядра породи. Завдяки цьому за три покоління від такої схеми використання плідників було підвищено живу масу ягнят відповідно на 0,49, 2,29 та 2,46 кг. Покращені барани, поставлені з центрального базового стада, забезпечили генетичний прогрес за живою масою у 6-місячному віці на 14,4 %. Тоді як приріст, досягнутий поза цією програмою використання плідників склав лише 5,2 %.

Отже, як простежується з першоджерел літератури, істотні зміни на ринку продукції вівчарства є першопричиною до пошуку шляхів підвищення ефективності виробництва продукції. Вони полягають як у використанні нових конкурентних в цих умовах порід і типів овець так і в удосконаленні існуючих порід овець за ознаками, які дозволяють отримати максимальний прибуток та більш швидко окупність витрат на вирощування тварин. Цього можна досягти шляхом істотного підвищення інтенсивності росту молодняку вже починаючи від його народження. Тому дослідження, що спрямовані на вирішення цієї проблеми є вельми актуальними для збереження і прогресу галузі вівчарства.

Мета досліджень: оцінити вплив добору різної інтенсивності та спрямування на величину середньодобових приростів живої маси ягнят у віці від народження до відлучення від матерів та визначити ступінь реалізації потенціалу цієї ознаки у стаді.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження було проведено в умовах дослідного господарства Інституту тваринництва НААН «Гонтарівка» на молоднякові Харківського внутрішньопородного типу породи прекокс. Оцінювались показники середньодобових приростів живої маси ягнят в період від їх народження до 120-добового віку та їх мінливість.

За результатами первинного зоотехнічного обліку враховували показники живої маси ягнят при народженні та відлученні, у віці 120 діб, а також аналогічні показники у їх батьків та матерів. Результати зважувань ягнят використовували для розрахунків середньодобових приростів молодняку (СДП) та оцінки параметрів їх мінливості. На загальних вибірках ягнят та в поколінні матерів моделювали добір різної інтенсивності та виділяли при цьому групи М-; М₀; М+.



Ступінь реалізації потенціалу середньодобових приростів живої маси ягнят розраховували за методичними підходами Нежлукченко Т. І. [10].

Одержані експериментальні дані опрацьовано біометричними методами за використання пакету прикладних програм MS Excel. Різниця вважається вірогідною при $p < 0,05$ [11].

Результати досліджень. Змодельовано розподіл ягнят за величиною середньодобових приростів на класи М-; М₀ та М+ з урахуванням типу їх народження та досліджено параметри мінливості цієї ознаки в добраних групах тварин (табл. 1). Встановлено, що середньодобові прирости ягнят-одинаків групи розподілу М- становили 146,9±4,61 г, груп М₀ та М+ відповідно 276,5±2,83 г та 419,9±6,77 г, що вище проти ровесників – двійнят за походженням відповідно на 27,0 %; 17,7 % та 12,9 %. При цьому як у групах одинаків, так і двійнят встановлено зниження варіабельності середньодобових приростів у зв'язку з підвищенням рівня добору.

Таблиця 1

Середньодобові прирости живої маси ягнят (M±m) та їх мінливість у зв'язку з розподілом усієї вибірки на класи М-; М₀ та М+

Класи розподілу	Розподіл тварин		Середньодобовий приріст, г	Мінливість		K _a	K _e
	поголів'я, гол.	%		Limit (min÷max)	C _v , %		
Одинаки за походженням							
М-	51	14,3	146,9±4,61	52÷192	22,4	1,98	0,21
М ₀	251	70,5	276,5±2,83	195÷365	16,2	0,41	2,92
М+	54	15,2	419,9±6,77	367÷563	11,9	3,68	1,45
Двійнята за походженням							
М-	48	15,9	107,2±3,63	38÷144	23,4	1,43	0,72
М ₀	216	71,8	227,6±2,73	147÷305	18,0	0,41	2,47
М+	37	12,3	365,6±8,91	312÷591	14,8	5,91	11,95

Так, якщо у групах М- ці показники складали 22,4-23,4 %, то в групах М₀ - 16,2-18,0 % та в М+ 11,8-14,8 %. Показники ягнят-двійнят дещо перевищують ровесників-одинаків. З підвищенням рівня добору зростають коефіцієнти асиметрії та ексцесу у відповідних вибірках.

На двох суміжних поколіннях (500 пар матері та їх доньки) було здійснено аналіз мінливості показників середньодобових приростів тварин від народження до відлучення та змодельовано вплив стабілізуючого і дизруптивного добору у поколінні матерів на прояв цієї ознаки у дочок. Результати досліджень наведено у таблицях (табл. 2).

Свідченням загального прогресу стада за досліджуваним показником є вірогідна ($p < 0,001$, на 21,7 %) перевага овець дочірнього покоління над материнським. Характерно, що мінливість при цьому залишилась на відносно високому рівні з невеликою тенденцією до зростання у тварин дочірнього покоління. Однак, розподіливши матерів на дві групи – за вищими та нижчими за середні показниками середньодобових приростів, було встановлено значно нижчий вплив простого поліпшуючого добору на прогрес цієї ознаки в поколінні дочок. Результати доводять, що завдяки добору кращих тварин у поколінні матерів можна отримати лише близько 2 % збільшення приростів у поколінні дочок. Тобто, ознака підпадає значному впливу паратипових факторів та певному впливу спадковості використовуваних баранів-батьків. Підтверженням цьому є розрахований коефіцієнт успадкування цієї ознаки у парах мати-дочка. Він виявився низьким, $h^2 = 0,046$.



Таблиця 2

Зміни показників середньодобових приростів живої маси ягнят до відлучення та їх мінливості у двох суміжних поколіннях овець та вплив на них простого покращуючого добору

Покоління	Поголів'я, гол.	СДП (M±m), г	δ	Cv, %	Lim (min÷max)
Характеристика обох вибірок за показником СДП					
Матері	500	204,8±2,89	64,66	31,6	52÷500
Потомки	500	249,2±3,63	81,39	32,7	23÷518
Матерів добрано з показниками СДП нижче середнього по вибірці					
Матері	273	157,5±1,96	32,34	20,5	52÷205
Дочки	273	247,1±4,78	79,00	32,0	67÷460
Матерів добрано з показниками СДП вище середнього по вибірці					
Матері	227	261,7±2,98	44,83	17,2	206÷500
Дочки	227	251,9±5,59	84,30	33,4	23,0÷518

Регресійним аналізом оцінено залежність середньодобових приростів дочок від величини цієї ознаки у їх матерів. Вона має наступний вигляд:

$$Y = 241,85 + 0,022X$$

Де: Y – середньодобовий приріст дочок;

X – середньодобовий приріст матерів.

При цьому коефіцієнт регресії R виявився низьким – 0,0175, за p=0,698.

Навіть істотно змінюючи показники середньодобових приростів матерів у градаціях добору M⁻; M₀ та M⁺ не вдається досягти істотної різниці за цією ознакою у їх дочок (табл. 3).

Роз'єднуючи вибірку матерів на вказані градації одержано результати, які вказують на відсутність вірогідної різниці за середньодобовими приростами у їх дочок. Різниця між потомками матерів M⁻ та M⁺ класів склала лише 1,1 % на користь останніх. При цьому перевага обох груп над ровесниками, які походять від матерів модального класу становить відповідно 6,1 % та 7,1 % за невірогідної різниці.

Таблиця 3

Моделювання дизруптивного та стабілізуючого добору в поколінні матерів щодо впливу на середньодобові прирости тварин дочірнього покоління

Поголів'я, голів	Середньодобові прирости та їх мінливість у поколіннях за градаціями добору							
	Матері				Дочки			
	M±m, г	δ	Cv, %	Lim min÷max	M±m, г	δ	Cv, %	Lim min÷max
M⁻								
72	115,0±2,58	21,9	18,8	52÷141	259,2±8,31	70,5	27,2	83÷440
M₀								
349	199,6±1,95	36,3	18,3	142÷268	244,3±4,46	83,3	34,1	23÷518
M⁺								
79	309,8±4,58	40,7	13,1	269÷500	261,6±9,08	80,7	30,8	71÷486

Одержані дані вказують про те, що доцільно в цій популяції овець більше уваги приділяти не лише оцінці та добру потенційних наступних матерів, а й



отриманню і використанню майбутніх плідників з найвищими показниками цієї ознаки, а також проведенню оцінки їх племінної цінності і використанню препо-тентних поліпшувачів за оптимальних та стабільних умов вирощування одержано-го від них молодняку. Дослідженнями встановлено (табл. 4), що використані у стаді барани-плідники за показниками середньодобових приростів до відлучення перевищували маточне поголів'я на 20,6 % ($p < 0,001$).

За розрахованим показником потенціалу середньодобових приростів дочки мали б перевищувати своїх матерів на 10,4 %, тоді як фактично їх перевага за цією ознакою склала майже 22 %, а над розрахунковим рівнем – на 12 %. Це є свідченням впливу перш за все комплексу паратипових чинників, і меншою мірою – батьків. Про недостатній рівень добору майбутніх баранів-батьків свідчить показ-ник max - 391 г, тоді як у вівцематок та дочок цей показник перевищує 500 г.

Таблиця 4

Ступінь реалізації потенціалу середньодобових приростів живої маси ягнят до відлучення

Поко-ління	Пого-лів'я, гол.	Середньодобові при-рости, г		Розрахунковий потен-ціал середньодобових приростів		Ступінь реалізації потенціалу, %
		M±m, г	Lim min÷max	M±m, г	Lim min÷max	
Батьки	14	246,9±9,61	211÷391	-	-	-
Матері	500	204,8±2,89	52÷500	-	-	-
Дочки	500	249,2±3,63	23÷518	225,9±1,71	127÷371	112,03

Враховуючи те, що рівень тиску добору в селекції майбутніх плідників є в 5-7 разів вищим проти вівцематок, а також перевагу дочок за показником серед-ньодобових приростів навіть над своїми батьками можна стверджувати про те, що рівень їх годівлі був набагато кращим. Це знаходить підтвердження результатами наступних досліджень. Для цього все стадо матерів було умовно розподілено за віком стосовно їх дочок, 2020 року народження. Згідно з цим, виділено матерів 2011- 2013 років народження (1, старі), 2014 - 2016 років (2, повновікові) та 2017- 2019 років (3, що не завершили свій ріст, або молоді). Матері першої групи вирощувалися на відносно низькому рівні загальних витрат кормів (4,0-4,2 ц у розра-хунку на кормові одиниці), другої – 4,6-4,8 ц, та третьої – 5,0-5,1 ц, тоді як їх до-чок було вирощено за річних витрат кормів 5,3 ц на структурну голову в рік). Ре-зультати аналізу наведено у таблиці 5.

Таблиця 5

Зв'язок середньодобових приростів з різним рівнем вирощування тварин материнського покоління

Вибірки	Група	Голів	СДП (M±m), г	Cv, %	r±m _r
Матері	1	64	166,8±6,45	31,0	-0,242±0,180
Дочки	від матерів 1	64	240,6±9,90	32,9	
Матері	2	157	203,3±5,14	34,8	0,132±0,079
Дочки	від матерів 2	157	259,3±6,41	30,5	
Матері	3	286	214,5±3,56	28,1	-0,034±0,059
Дочки	від матерів 3	286	245,6±4,90	33,6	



Встановлено закономірне зростання середньодобових приростів тварин материнського покоління у зв'язку зі збільшенням кількості використаних при їх вирощуванні кормів. Перевищення другої та третьої груп матерів, порівнюючи з першою, склало відповідно на 21,9 % та 28,7% ($p < 0,001$ в обох випадках).

Вищий рівень витрат кормів при вирощуванні тварин дочірнього покоління забезпечив їх перевагу над своїми матерями у першій групі на 44,2 %, другій – на 27,6 % та в третій – на 14,5%, за високо вірогідної різниці в усіх випадках. Однак, при цьому дочки мали відповідну перевагу над ровесницями першої групи лише на 7,8 % та 2,1 %.

Отже, більш високопродуктивне та однорідне потомство за ознакою середньодобового приросту отримано від матерів 4–6 - річного віку, вирощених за використання не менше 4,6–4,8 ц кормових одиниць на голову в рік. За таких умов, виходячи з встановленого додатного, хоч і не високого, коефіцієнту кореляції між показниками матерів та їх дочок за цією ознакою, можна розраховувати на проведення ефективного добору з досягненням позитивних зрушень у досліджуваній популяції.

Висновки. Встановлено, що дочки, одержані від матерів в групах добору М- та М+, перевищували показники середньодобових приростів ровесниць, одержаних від матерів групи добору М₀ відповідно на 6,1 % та 7,1% (за невірогідної різниці). В середньому дочки, маючи потенціал цієї ознаки 225,9 г, реалізували його за даних технологічних умов на 110,3%. Враховуючи встановлені доволі низькі коефіцієнти успадкування та значну варіабельність показників середньодобових приростів молодняку від народження до відлучення, в популяції породи Прекос селекцію слід спрямувати на консолідацію цієї ознаки на тлі вирощування молодняку за стабільних витрат кормів не нижче 4,8 ц. кормових одиниць на структурну голову в рік. Також доцільно посилити тиск добору серед майбутніх баранів-плідників за ознакою середньодобових приростів в період їх підсисного вирощування, добирати до ремонтної групи тварин з показниками 450-550 г за добу та використовувати їх в однорідному та покращуючому підборах.

Бібліографічний список

1. Тваринництво України. 2020: статистичний збірник. Київ: Державна служба статистики України, 2021. 59 с.
2. Романова О. В., Прийма С. В., Басовський Д. М. Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві за 2021 рік : загальна редакція С. В. Прийма. Київ, 2022. Том II. 192 с.
3. Thorne J. W., Murdoch B. M., Freking B. A., Redden R. R., Murphy T. W., Taylor J. B., Blackburn H. D. Evolution of the sheep industry and genetic research in the United States: opportunities for convergence in the twenty-first century. *Animal Genetics*, 2021. Vol. 52, Is. 4. 395–408. <https://doi.org/10.1111/age.13067>
4. Slavova S., Achkakanova E. Study on some economic indicators, characterizing the production efficiency of raising Ile de France sheep. I. Comparative analysis of economic results in different production units. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2021. 27 (№ 5), 838-845.
5. Tomáš J., Radek F., Martin H. Evaluation of Growth Intensity in Suffolk and Charollais Sheep. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2018. 66(1): 61–67. <https://doi:10.11118/actaun201866010061>
6. Panayotov D., Sevov S. and Georgiev D. Live weight and intensity of growth of lambs from Lacaune breed raised in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2018. 24 (Supplement 1). 8-94.



7. Olivier W. J., Snyman M. A., Olivier J. J., van Wyk J. B. and Erasmus G. J. Direct and correlated responses to selection for total weight of lamb weaned in Merino sheep. *South African Journal of Animal Science* 2001, 31(2). 115-121. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.sasas.co.za/Sajas.html> (дата звернення 14.04.2023)

8. Edianingsih P., Amalia D. Local sheep body weight selection response on various selection intensity in Purwakarta, West Java, Indonesia. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development* 2018. Vol. 18, Is. 3, 115-122.

9. Gizaw S., Getachew T., Goshme S., Valle-Zárate A., van Arendonk J. A. M., Kemp S., Mwan A. O., Dessie T. Efficiency of selection for body weight in a cooperative village breeding program of Menz sheep under smallholder farming system. *Animal*. 2014. 8(8): 1249-1254. <https://doi.org/10.1017/S1751731113002024>

10. Нежлукченко Т. І. Ступінь реалізації генетичного потенціалу австралійських мериносів при різних методах розведення в тонкорунному вівчарстві. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 1998. Вип. 5 Ч. 2. С. 45-46.

11. Барановский Д. И., Хохлов А. М., Гетманец О. М. Биометрия в селекции в MS Excel: учебное пособие. Х.: ФЛП Бровин А. В. 2017. 228 с.

References

1. *Tvarynnystvo Ukrainy. 2020: statystychnyi zbirnyk*. [Animal husbandry of Ukraine. 2020: statistical collection]. (2021). Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 59 [in Ukrainian].

2. Romanova, O. V., Pryima, S. V. (Ed.), & Basovskyi, D. M. (2022). *Derzhavnyi reiestr sub'ektiv plemynnoi spravy u tvarynnystvii za 2021 rik* [State register of breeding subjects in animal husbandry for 2021]. (Vol. II). Kyiv. 192 [in Ukrainian].

3. Thorne, J. W., Murdoch, B. M., Freking, B. A., Redden, R. R., Murphy, T. W., Taylor, J. B., & Blackburn, H. D. (2021). Evolution of the sheep industry and genetic research in the United States: opportunities for convergence in the twenty-first century. *Animal Genetics*, 52, 4. 395–408. <https://doi.org/10.1111/age.13067>

4. Slavova, S., & Achkakanova, E. (2021). Study on some economic indicators, characterizing the production efficiency of raising Ile de France sheep. I. Comparative analysis of economic results in different production units. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 27 (№ 5), 838-845.

5. Tomáš, J., Radek, F., & Martin, H. (2018). Evaluation of Growth Intensity in Suffolk and Charollais Sheep. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 66(1): 61–67. <https://doi.org/10.11118/actaun201866010061>

6. Panayotov, D., Sevov, S. & Georgiev D. (2018). Live weight and intensity of growth of lambs from Lacaune breed raised in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24 (Supplement 1). 8-94.

7. Olivier, W. J., Snyman, M. A., Olivier, J. J., van Wyk, J. B. & Erasmus G. J. (2001). Direct and correlated responses to selection for total weight of lamb weaned in Merino sheep. *South African Journal of Animal Science* 31(2). 115-121. Retrieved from: <http://www.sasas.co.za/Sajas.html>

8. Edianingsih, P., Amalia, D. (2018). Local sheep body weight selection response on various selection intensity in Purwakarta, West Java, Indonesia. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development* 18, 3. 115-122.



9. Gizaw, S., Getachew, T., Goshme, S., Valle-Zárate, A., van Arendonk, J. A. M., Kemp, S., Mwan, A. O., & Dessie, T. (2014). Efficiency of selection for body weight in a cooperative village breeding program of Menz sheep under smallholder farming system. *Animal*. 8(8):1249-1254. <https://doi:10.1017/S1751731113002024>

10. Nezhlukchenko, T. I. (1998). Stupin realizatsii henetychnoho potentsialu avstraliiskykh me-rynosiv pry riznykh metodakh rozvedennia v tonkorunnomu vivcharstvi [The degree of realization of the genetic potential of Australian Merinos with different methods of breeding in fine-wool sheep breeding] *Tavriiskyi naukovi visnyk*. 5(2). 45-46. [in Ukrainian].

11. Baranovskyi, D. Y., Khokhlov, A. M., & Hetmanets, O. M. (2017). *Byometryia v selektsii v MS Excel: uchebnoe posobyie*. [Biometrics in selection in MS Excel: textbook] Har'kov : FLP Brovyn A. V. 228 [in Russian].

SHEEP SELECTION EFFICIENCY OF THE PREKOS BREED (THE KHARKIV INTERNAL BREED TYPE) BY GROWTH INTENSITY

Pomitun I. A., Kosova N.O., Korkh I. V., Pankiv L. P., Boyko N. V., Pomitun L. I., Institute of Animal Science NAAS of Ukraine

The research was conducted on young sheep of the Kharkiv internal breed type of the Prekos breed, born in 2020. in the conditions of the research farm of the Institute of Animal Science of the National Academy of Sciences "Gontarivka". The influence of different intensity and types of selection, as well as the level of feeding on the manifestation of this trait in animals of two generations was evaluated. It was established that the indicators of average daily growth of lambs from birth to weaning from their mothers vary widely - from 38 to 591 g per day. At the same time, the average daily growth of singleton lambs in the selected groups M-, Mo and M+ exceeded the indicators of twins by 27.0%, respectively; 17.7% and 12.9%.

In two adjacent generations (500 pairs of mothers and their daughters), the coefficient of inheritance of this trait was calculated. It turned out to be low, $h^2 = 0.046$, and the dependence of the average daily growth of daughters on the value of this trait in their mothers, according to regression analysis, has the following form: $Y=241.85+0.022X$. Modeling of selection in the generation of mothers with regard to the influence on the average daily growth of animals of the daughter generation established that the difference between the offspring of mothers of classes M- and M+ is only 1.1% in favor of the latter, and their advantage over to selection, the variability of the trait in the compared groups of mothers narrowed to 13.1–18.8%, while in the corresponding groups of their daughters, this indicator was 27.2–34.1% and was close to the mean values for the sample. And although in terms of average daily gains before weaning, the parent rams exceeded the mother stock by 20.6% ($p<0.001$), the maximum of this trait was only 391 g/day, while the ewes exceeded 500 g/day.

According to the calculated average daily growth potential, daughters should exceed their mothers by 10.4%, while in fact their advantage was almost 22%. This testifies to the influence on the degree of realization of this trait primarily by a complex of paratypic factors, to a lesser extent by parents, which allows us to conclude that there is a need to increase the selection pressure among future breeder rams and stabilize the feeding when raising lambs at a higher level.

Keywords: selection, potential, variability, average daily growth, type of birth, inheritance.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-164-171

УДК 636.1.082.26:575

ВИВЧЕННЯ ПОЛІМОРФІЗМУ ГЕНУ КАПА-КАЗЕЇНУ У ПОПУЛЯЦІЇ ПОРОДИ ШАРОЛЕ В УКРАЇНІ ТА ЙОГО ЗВ'ЯЗКУ З ОЗНАКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ

Росоха В. І., к. с.-г. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0002-0978-9349>

Бойко О. А., к. с.-г. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0003-3065-0461>

Олійниченко Є. К., к. с.-г. н. <https://orcid.org/0000-0002-1000-0683>

Інститут тваринництва НААН

Вивченню поліморфізму гену капа-казеїну у молочних порід великої рогатої худоби приділяється велика увага. У той самий час роботи з вивчення поліморфізму гену капа-казеїну у м'ясних порід нечисленні. У зв'язку з тим, що різні алелі даного гену по-різному впливають на показники надою та білка в молоці, цікаво було б виявити, чи існує вплив різних алелей гену капа-казеїну батьків на показники приросту потомства м'ясних порід. Однак такі роботи раніше не проводилися, що і стало метою нашого дослідження.

Вивчено поліморфізм гену капа-казеїну (к-Сп) у популяції породи шароле великої рогатої худоби (n=29) агрофірми «Привілля» (Україна, Луганська обл.) за допомогою методу ПЛР-ПДРФ. ДНК було отримано з крові худоби з використанням набору для виділення «ДНК-сорб В» («AmplifySens»). За використання ендонуклеази рестрикції Hind III (FastDigest, Thermo Scientific) визначено 2 алельних варіанти цього гену - А (273 п.н) та В (182, 91 п.н). Частота алелю А складала $0,57 \pm 0,065$, В – $0,43 \pm 0,065$. Показано, що популяція шароле 2021 року достовірно не відрізнялась від цієї ж популяції 2012 року за частотами алелей гену капа-казеїну – в 2012 році (n=49) частота алелю А була $0,61 \pm 0,054$, В – $0,39 \pm 0,054$. Це свідчить про відсутність впливу чинників динаміки популяції таких як селективний відбір, дрейф генів на частоти даного гену за період 10 років.

Частота генотипів АА дорівнювала $0,31$, ВВ – $0,17$, АВ – $0,52$. Виявлено, що теоретично очікувана кількість генотипів, розрахована за законом Харді-Вайнберга достовірно не відрізнялась від фактичної кількості, тобто за цими алелями дана популяція знаходилася у рівноважному стані.

У різних за генотипом гену к-Сп корів розраховано значення показників приросту живої маси їх телят при відлученні (к₂), та середньодобового приросту їх телят (г). У коров з генотипом ВВ спостерігалась тенденція до збільшення показника приросту живої маси їх телят при відлученні за 210 діб ($206,0 \pm 5,65$ кг) та показника середньодобового приросту телят ($981,0 \pm 26,94$ г), у зрівнянні з генотипами АА ($201,4 \pm 8,08$ кг і $958,9 \pm 37,85$ г, відповідно) та АВ – ($196,8 \pm 2,45$ кг і $936,9 \pm 11,73$ г, відповідно). Водночас достовірних відмін між генотипами АА, ВВ і АВ за цими показниками виявлено не було.

Ключові слова: ген, капа-казеїн, велика рогата худоба, шароле, поліморфізм, м'ясна продуктивність.

Казеїни – це групи гетерогенних фосфопротеїдів, що самоасоціюються у міцели у присутності кальцію, цитратів та фосфатів [1]. З казеїнових фракцій білків молока найбільший інтерес становлять: α s1-казеїн, β -казеїн та к-казеїн. к-казеїн займає особливе місце серед складових частин казеїну [2]. За синтез к-казеїну у великої рогатої худоби відповідає ген капа-казеїну (CSN3). Нині виявле-



но 15 алельних варіантів гена *CSN3*, саме: А, В1, В2, В3, D, Е, F1, F2, G1, G2, Н, І та ін., при цьому найбільш поширеними алелями є алельні варіанти А і В [3].

Огляд сучасних джерел свідчить про те, що вивченню поліморфізму гена капа-казеїну у молочних порід великої рогатої худоби приділяється велика увага [4 - 10]. У той самий час роботи з вивчення поліморфізму гена капа-казеїну у м'ясних порід нечисленні [11]. У зв'язку з тим, що різні алелі даного гена по-різному впливають на показники надою та білка в молоці, цікаво було б виявити, чи існує вплив різних алелей гена капа-казеїну батьків на показники приросту потомства м'ясних порід. Однак такі роботи раніше не проводилися, що і послужило метою нашого дослідження.

Іншим цікавим питанням було вивчення зміни частоти алелей гену капа-казеїну у популяції породи шароле великої рогатої худоби за певний період часу, тому що такі дослідження не відомі, хоча молекулярні маркери (в тому числі структурних генів) набувають велику роль при вивченні динаміки популяцій сільськогосподарських тварин, що може мати не лише теоретичне, але і практичне значення в зв'язку з моніторингом зберігання рідких алелей в генофонді великої рогатої худоби [12, 13].

Мета дослідження - вивчення поліморфізму гену капа-казеїна (*κ-Cn*) у популяції породи шароле в 2021 році в зрівнянні з попередніми даними, отриманими нами на цієї ж популяції у 2011 році, а також пошук асоціацій поліморфізму цього гену у корів з показниками приросту живої маси їх телят.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проведено на поголів'ї великої рогатої худоби породи шароле (n=29) агрофірми «Привілля» (Луганська обл.) в 2021 році. Отримані дані було порівняно з даними 2012 року, отриманими на цієї ж популяції шароле (n=49) яка на той час знаходилась у ФХ «Хирлюк и Ко» (Донецька обл.) [14].

ДНК отримана з крові худоби з використанням набору для виділення «ДНК-сорб В» («AmplifySens»), згідно з інструкцією виробника.

Аналіз поліморфізму генів здійснено методом ПЛР-ПДРФ. Локус-специфічну ампліфікацію фрагмента гену *CSN3* проводили в автоматичному режимі на термоциклері AMPLY-4, використовуючи наступні праймери [15]:

F: 5'- GAAATCCCTACCATCAATACC -3',

R: 5'- CCACTACCTAGTTTAGATG -3'.

Реакційна суміш вміщала 0,25 од активності полімерази, 1-кратний реакційний буфер, 2 мМ Mg²⁺, 0,25 мМ розчин кожного дНТФ (дАТФ, дТТФ, дЦТФ, дГТФ), 0,4 мкМ розчин праймерів.

Температурний режим проведення ПЛР для ампліфікації: 1 цикл – денатурація 94°C 5 хв; далі 35 циклів за схемою – денатурація 94°C 30 с, відпал 54°C – 30 с, елонгація 72°C 60 с (в останньому циклі протягом 10 хв).

Для рестриктазного гідролізу ампліфікованого фрагмента використовували ендонуклеазу рестрикції Hind III (FastDigest, Thermo Scientific) відповідно до інструкцій виробника.

Продукти рестрикції розділяли в 3 % агарозному гелі за напруги 200 V протягом 40 хв. Візуалізацію проводили з використанням бромистого етидію в ультрафіолетовому спектрі.

У корів різних за генотипом за геном *κ-Cn* (n=29) було досліджено показники приросту живої маси їх телят при відлученні (кг), та середньодобового приросту їх телят (г). Показник приросту живої маси їх телят при відлученні за 210 діб розраховувався, як різниця між масою телят при відлученні за 210 діб і їх ма-



сою при народженні (кг), показник середньодобового приросту телят розраховувався діленням приросту живої маси на 210 діб (г)

Живу масу тварин встановлювали шляхом їх зважування на електронних вагах з точністю до 0,1 кг при народженні та при відлученні, у віці 210 діб.

Згідно з результатами молекулярно-генетичного аналізу були розраховані частоти алелів та генотипів. Аналіз достовірності відмінностей живої маси тварин різних груп проводили за допомогою t-критерію Стьюдента, відповідність генетичній рівновазі популяції за Харді-Вайнбергом методом χ^2 згідно загальноприйнятих методик [16].

Результати досліджень. В результаті досліджень встановлено, що фрагмент гена *CSN3* у тварин даної популяції шароле за цією мутацією є поліморфним. Після рестрикції ампліконів (273 п.н.) було виявлено 2 алельних варіанти цього гену А (273 п.н) та В (182, 91 п.н) (рис. 1).

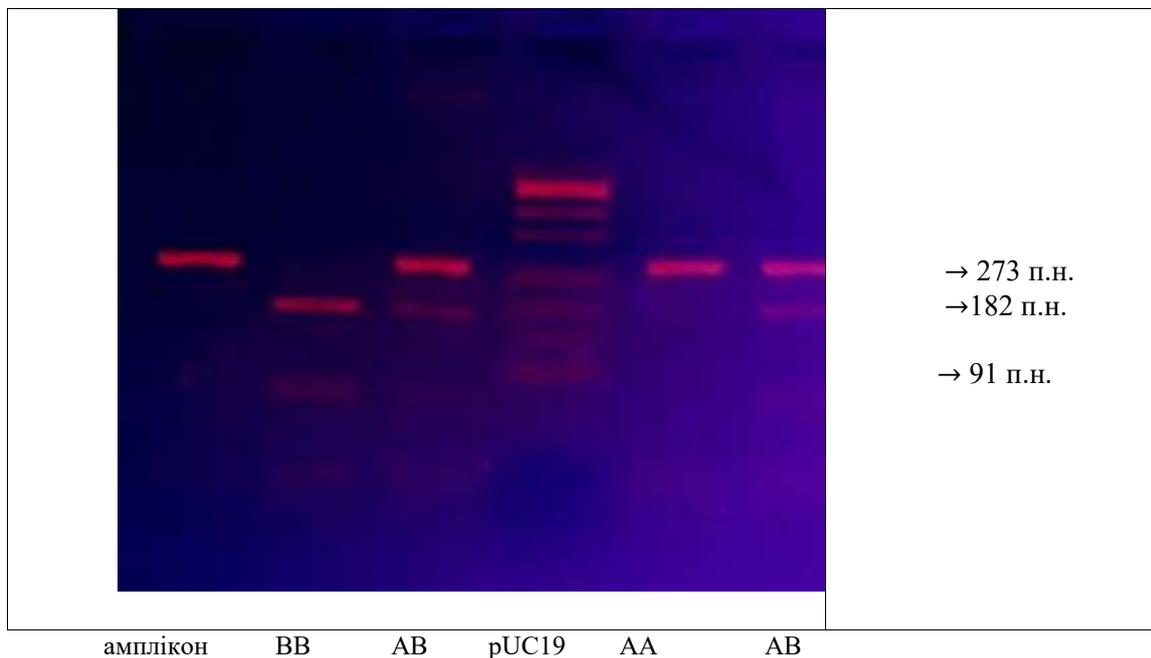


Рис. 1. Електрофореграма продуктів рестрикції фрагмента гена *κ-Sn* у породи шароле великої рогатої худоби (2021 рік)

Примітка: амплікон – 273 п.н., генотип AA – 273 п.н., BB – 182, 91 п.н., AB – 273, 182, 91 п.н., маркер молекулярних мас *pUC19 DNA/MspI (HpaII)*: 501, 404, 331, 242, 190, 147, 111 п.н.

Частота алелю А складала $0,57 \pm 0,065$, В – $0,43 \pm 0,065$.

Огляд літератури з вивчення частоти алелів гена *κ-Sn* у великої рогатої худоби свідчить про те, що найбільш поширеними алелями є алельні варіанти А і В. У більшості вивчених молочних порід частота алелю А перевищувала частоту алелю В. Так, частота алелю А знаходилася в межах – 0,60 - 0,97, В - 0,03 - 0,40 [4 - 10]. Дослідження, проведені на м'ясних породах великої рогатої худоби (герфордська, лімузинська, обрак, симентальська) також свідчили про переважання частоти алелю А над В (0,755 і 0,245, відповідно) [11]. Тобто отримані нами дані на породі шароле про перевагу частоти алеля А над частотою алеля В збігаються з результатами досліджень, отриманих на інших породах.

Частота генотипів AA дорівнювала 0,31, BB – 0,17, AB – 0,52. Виявлено, що теоретично очікувана кількість генотипів, розрахована за законом Харді-



Вайнберга достовірно не відрізнялась від фактичної кількості, тобто за цими алелями дана популяція знаходиться у рівноважному стані.

В популяції шароле в 2012 року частота алелю А у складала $0,61 \pm 0,054$, В – $0,39 \pm 0,054$ [14]. Популяція 2021 року не відрізнялись від цієї ж популяції 2012 року за частотами алелей гену *к-Сп*, достовірних відмін між частотами алелей за даним геном у популяції за період 10 років виявлено не було. Це свідчить про відсутність впливу чинників динаміки популяції, таких як селективний відбір, дрейф генів на частоти даного гену за період 10 років.

У корів різних за генотипом за геном *к-Сп* досліджено показник приросту живої маси їх телят при відлученні за 210 діб (кг) та показник середньодобового приросту телят (г) (табл. 1).

Таблиця 1

Приріст живої маси телят при відлученні (за 210 діб) (кг) та середньодобовий приріст телят (г) у корів породи шароле різних за генотипом за геном капа-казеїну

Генотип корів за геном капа-казеїну	Приріст живої маси телят при відлученні (за 210 діб), кг.	Середньодобовий приріст телят, г
АА	201,4 \pm 8,08	958,9 \pm 37,85
ВВ	206,0 \pm 5,65	981,00 \pm 26,94
АВ	196,8 \pm 2,45	936,9 \pm 11,73

Як видно із таблиці, найбільше значення показника приросту живої маси телят при відлученні спостерігалось у корів генотипу ВВ 206 кг (при цьому маса телят при відлученні була в 5,9 разів вищою, ніж при народженні), найменше – у АВ - 196 кг (маса при відлученні перевищувала масу при народженні в 5,6 разів), значення приросту живої маси у АА займала проміжне значення – 201 кг (тобто маса при відлученні була в 5,7 разів вище, ніж при народженні), у зрівнянні з двома іншими генотипами. Водночас достовірних відмін між генотипами АА, ВВ і АВ за цим показником виявлено не було,

Відповідно, показник середньодобового приросту телят у корів з генотипом ВВ був найвищим і складав 981 г, у АВ – найнижчим – 936,9 г, у АА – значення показника складало 958,9 г. Достовірних відмін між генотипами АА, ВВ і АВ за цим показником також виявлено не було. Таким чином, отримані дані свідчить про тенденції до збільшення приросту живої маси телят і середньодобового приросту телят у корів з генотипом ВВ, у порівнянні генотипами АА і АВ. Можливо, недостатня кількість корів з генотипом ВВ не дозволила в цієї роботі отримати доствірні відмінності між даними генотипами. Отримані тенденції потребують подальшого вивчення на інших популяціях породи шароле і інших породах великої рогатої худоби.

Згідно з літературними джерелами, відомо, що алелі та генотипи за геном *CSN3* впливають на різні показники молочної продуктивності корів. Аналіз досліджень асоціації генотипів *CSN3* корів різних порід з показниками молочної продуктивності, свідчить о наступній тенденції: щоденний удій (АА>АВ>ВВ), масова частка білка в молоці (ВВ>АВ>АА) [17, 18]. Можливо, що саме збільшення масової частки білка у молоці у корів з генотипом ВВ впливало на показники приросту живої маси їх телят, але це припущення потребує подальшого вивчення.



Висновки:

1. В результаті досліджень за допомогою методу ПЛР-ПДРФ за використання ендонуклеази рестрикції *Hind III* встановлено поліморфізм фрагмента гена капа-казеїну в популяції великої рогатої худоби породи шароле ($n=29$) агрофірми «Привілля» (Україна, Луганська обл.) Частота алеля А складала $0,57 \pm 0,065$, В – $0,43 \pm 0,065$.

2. Частота генотипів АА дорівнювала 0,31, ВВ – 0,17, АВ – 0,52. Теоретично очікувана кількість генотипів, розрахована за законом Харді-Вайнберга достовірно не відрізнялась від фактичної кількості, тобто за цими алелями дана популяція знаходиться у рівноважному стані.

3. Показано, що за частотами алелей гену *κ-Cn* популяція 2021 року не відрізнялись цієї ж популяції 2012 року (в 2012 року частота алелю А була $0,61 \pm 0,054$, В – $0,39 \pm 0,054$), достовірних відмін між частотами алелей за даним геном у популяції за період 10 років виявлено не було. Отримані дані свідчать про відсутність впливу чинників динаміки популяції, таких як селективний відбір, дрейф генів на частоти гену *κ-Cn* у породі шароле за період 10 років.

4. У корів з генотипом ВВ за геном *κ-Cn* спостерігалась тенденція до збільшення показника приросту живої маси їх телят при відлученні за 210 діб ($206,0 \pm 5,65$ кг) та показника середньодобового приросту телят ($981,0 \pm 26,94$ г), у зрівнянні з генотипами АА ($201,4 \pm 8,08$ кг і $958,9 \pm 37,85$ г, відповідно) та АВ – ($196,8 \pm 2,45$ кг і $936,9 \pm 11,73$ г, відповідно). Водночас достовірних відмін між генотипами АА, ВВ і АВ за цими показниками виявлено не було.

Бібліографічний список

1. Юкало В. Г. Біологічна активність протеїнів і пептидів молока: монографія. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 372 с.

2. Хаертдинов Р. А., Афанасьев М. П., Хаертдинов Р. Р. Белки молока. Казань: Идел-Пресс, 2009. 256 с.

3. Martin P., Bianchi L., Cebo C., Miranda G. Genetic polymorphism of milk proteins: Quantitative variability and molecular diversity. *Advanced dairy chemistry. V. 1A: Proteins: Basic Aspects, 4th ed.* New York, 2013. P. 387 – 429. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4714-6>

4. Долматова И. Ю., Валитов Ф. Р. Оценка генетического потенциала крупного рогатого скота по маркерным генам. *Вестник Башкирского университета.* 2015. Т. 20, № 3. С. 850–852.

5. Kostyunyna O. V., Konovalova E. N., Dolmatova Y. Y., Rakyna, Y. A., Gladir E. A. Characteristics of the allele pool of Bashkir cattle populations according to CSN2 and CSN3 genes. *Achievements of science and technology of the agricultural industry.* 2013. № 3. С. 64–67.

6. Павлова Н. И., Филиппова Н. П. Полиморфизм генов молочных белков у коров холмогорской породы в условиях Республики Саха (Якутия). *Потенциал современной науки.* 2015. № 4 (12). С. 66–70.

7. Сафина Н. Ю., Юльметьева Ю. Р., Шакиров Ш. К. Влияние комплекса полиморфизма генов *κ*-казеина (CSN3) и пролактина (PRL) на молочную продуктивность коров-первотёлок голштинской породы. *Молочнохозяйственный вестник.* 2018. № 1 (29). С. 74–82.

8. Volkandari S. D., Indriawati I., Margawati E. T. Genetic polymorphism of kappa-casein gene in Friesian Holstein: a basic selection of dairy cattle superiority. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture.* 2017. Vol. 42. No 4. P 213-219. <https://doi.org/10.14710/jitaa.42.4.213-219>.



9. Miluchová M., Gábor M., Candrák J., Trakovická A. and Candráková K. Association of *HindIII*-polymorphism in kappa-casein gene with milk, fat and protein yield in holstein cattle. *Acta Biochimica Polonica*. 2018. Vol. 65, No 3. P. 403–407. https://doi.org/10.18388/abp.2017_2313.
10. Подречнева И. Ю., Щеголев П. О. Белокуров С. Г. Аллельный полиморфизм генов CSN3 и CSN2 у быков-производителей молочных пород. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2020. № 5 (95). Ч. 1. P. С.109–113. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.95.5.019>.
11. Хаертдинов Р. А., Камалдинов И. Н., Исламов Р. Р. Генетическая структура по белкам молока, у мясных пород скота, разводимых в условиях Республики Татарстан. *Ученые записки Казанской ГАВМ*. 2014. Т. 219. С. 319–324.
12. Трофименко О. Л., Гиль М. И., Сметана О. Ю. Генетика популяций: підручник / за ред. професора М. І. Гиль. Миколаїв: Гельветика, 2018. 254 с.
13. Копилов К. В., Метлицька О. І., Мохначова Н. Б., Супрович Т. М. Молекулярно-генетичний моніторинг у системі збереження генетичних ресурсів тварин. *Вісник аграрної науки*. 2016. Т. 94, № 6. С. 43–47. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201606-09>.
14. Rossoha V. I., Shkavro N. N., Drobyazko O. V. Growth hormone and kappa-casein gene polymorphism study of the Charolais Cattle Breed. *Конкурентоспособность и качество животноводческой продукции: материалы XXI Международной научно-практической конференции г. Жодино, РУП "Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству"*. 18-19 сентября 2014 г. Жодино, 2014. С. 146—153.
15. Лакин Г. Ф. Биометрия. Москва: Высшая школа, 1990. 352 с.
16. Ozdemir M., Kopuzlu S., Topal M., Bilgin O.C. Relationships between milk protein polymorphisms and production traits in cattle: a systematic review and meta-analysis. *Arch. Anim. Breed.* 2018. V. 61. P. 197—206. <https://doi.org/10.5194/aab-61-197-2018>
17. Neamt R.I., Saplacan G., Acatincai S., Csiszter L.T., Gavojdian D., Ilie D. E. The influence of *CSN3* and *LGB* polymorphisms on milk production and chemical composition in Romanian Simmental cattle. *Acta Biochimica Polonica*. 2016. V. 64. № 3. P. 493—497. https://doi.org/10.18388/abp.2016_1454.

References

1. Yukalo, V. G. (2021). *Biolozhichna aktyvnist proteiniv i peptydiv moloka: monohrafiia* [Biological activity of milk proteins and peptides: monograph]. Ternopil: named after Ivan Puliui, 372 [in Ukrainian].
2. Khaertdynov, R. A., Afanasev, M. P., & Khaertdynov, R. R. (2009). *Belki moloka* [Milk proteins]. Kazan, Ydel-Press, 256. [in Russian].
3. Martin, P., Bianchi, L., Cebo, C., & Miranda, G. (2013). Genetic polymorphism of milk proteins: Quantitative variability and molecular diversity. *Advanced dairy chemistry*. 387–429. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4714-6>.
4. Dolmatova, Y. Y., & Valytov, F. R. (2015). Ocenka geneticheskogo potenciala krupnogo rogatogo skota po markernym genam [Evaluation of genetic efficiency of cattle by markers]. *Bulletin of the Bashkir University*. 20(3). 850–852. [in Russian].
5. Kostyunyna, O. V., Konovalova, E. N., Dolmatova, Y. Y., Rakyna, Y. A., & Gladir E. A. (2013). Characteristics of the allele pool of Bashkir cattle populations according to CSN2 and CSN3 genes. *Achievements of science and technology in the agricultural industry*. *Achievements of science and technology*. 23. 64–67.



6. Pavlova, N. I., & Filippova, N. P. (2015). Polimorfizm genov molochnyh belkov u korov holmogorskoj porody v uslovijah Respubliki Saha (Jakutija) [Polymorphism of milk protein genes in cows of the Kholmogory breed under the conditions of the Republic of Sakha]. *The potential of modern science*. Vol. 4(12). P. 66–70. [in Russian].
7. Safina, N. Y., Yulmetyeva, Y. R., & Shakirov, S. K. (2018). Vlijanie kompleksa polimorfizma genov k-kazeina (CSN3) i prolaktina (PRL) na molochnuju produktivnost' korov-pervotjolak golstinskoj porody [Effect of the k-casein (CSN3) and prolactin (PRL) gene polymorphism complex on the milk productivity of first-calf Holstein cows]. *Dairy Bulletin*. 1(29). 74–82. [in Russian].
8. Volkandari, S. D., Indriawati, I., & Margawati, E. T. (2017). Genetic polymorphism of kappa-casein gene in Friesian Holstein: a basic selection of dairy cattle superiority. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 42(4). 213–219. <https://doi.org/10.14710/jitaa.42.4.213-219>.
9. Miluchová, M., Gábor, M., Candrák, J., Trakovická, A., & Candráková, K. (2018). Association of *HindIII*-polymorphism in kappa-casein gene with milk, fat and protein yield in Holstein cattle. *Acta Biochimica Polonica*. 65(3). 403–407.
10. Podrechneva, Y. Y., Shhegolev, P. O., & Belokurov, S. G. (2020). Allel'nyj polimorfizm genov CSN3 i CSN2 u bykov-proizvoditelej molochnyh porod [Allelic polymorphism of the CSN3 and CSN2 genes in dairy bulls]. *International research journal*. 5(95). 109–113. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.95.5.019>. [in Russian].
11. Khaertdinov, R. A., Kamaldinov, I. N., & Islamov, R. R. (2014). Geneticheskaja struktura po belkam moloka, u mjasnyh porod skota, razvodimyh v uslovijah Respubliki Tatarstan [Genetic structure of milk proteins in beef cattle bred in the conditions of the Republic of Tatarstan]. *Scientific notes of the Kazan*. 219. 319–324. [in Russian].
12. Trofymenko, O. L., Gil, M. I. (Ed.), & Smetana, O. Y. (2018). Genetika populacij: pidruchnik [Genetics of populations: a textbook] Mykolaiv. *Helvetica*, 254 [in Ukrainian].
13. Kopylov, K. V., Metlytska, O. I., Mokhnachova, N. B., & Suprovych, T. M. (2016). Molecular genetic monitoring in the system of conservation of genetic resources of animals. *Herald of Agrarian Science*. 94(6). 43–47. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201606-09>.
14. Rossoha, V. I., Shkavro, N. N., & Drobyazko O. V. (2014). Growth hormone and kappa-casein gene polymorphism study of the Charolais Cattle Breed. *Competitiveness and quality of livestock products: materials of the XXI International Scientific and Practical Conference in Zhodino, RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry"*. 16. 146–153.
15. Lakin, G. F. (1990). *Biometrija* [Biometry]. Moskow: High education, 352. [in Russian].
16. Ozdemir, M., Kopuzlu, S., Topal, M., & Bilgin, O. C. (2018). Relationships between milk protein polymorphisms and production traits in cattle: a systematic review and meta-analysis. *Animal Breeding*. 61. 197–206. <https://doi.org/10.5194/aab-61-197-2018>.
17. Neamt, R. I., Saplacan, G., Acatincai S., Cziszter L. T., Gavojdian D., & Ilie, D. E. (2016). The influence of *CSN3* and *LGB* polymorphisms on milk production and chemical composition in Romanian Simmental cattle. *Acta Biochimica Polonica*. 64(3). 493–497. [https://doi.org/10.18388/abp.\(2016\)_1454](https://doi.org/10.18388/abp.(2016)_1454).



ASSESSING OF KAPPA-CASEIN POLYMORPHISM IN UKRAINIAN CHAROLAIS CATTLE AND ITS ASSOCIATIONS WITH PRODUCTIVITY TRAITS

Rossoha V. I., Boyko O. A., Oliinychenko Y. K., Institute of animal science NAAS, Kharkiv, Ukraine

Much attention is paid to the study of kappa-casein gene polymorphism in dairy breeds of cattle. Moreover, there is a lack of research on kappa-casein polymorphism in cattle beef breeds. Knowing that different alleles of the kappa-casein gene have different effects on milk yield and milk protein content, it would be important to study the exact allele associations in Ukrainian Charolais cattle. In addition, it would be relevant to find out whether there is an effect of different alleles of the kappa-casein gene on growth parameters in offspring. In addition, the current study would be highly relevant due to no previous research of κ -Cn in Ukrainian Charolais cattle.

The polymorphism of the kappa-casein (κ -Cn) gene was studied in the population of Ukrainian Charolais cattle ($n=29$), "Privilla" agricultural company (Ukraine, Luhansk region) using the PCR-PDRF method. DNA was extracted from blood using the DNA Sorb isolation kit (AmplifySens). Hind III restriction enzyme (FastDigest, Thermo Scientific) was used to see 2 allelic variants of κ -Cn polymorphism, which are A (273 bp) and B (182, 91 bp). The frequency of the A allele was 0.57 ± 0.065 and 0.43 ± 0.065 of the B allele. According to the genotyping results, allele frequency distribution in the population of 2021 did not reliably differ from the population of 2012. As a result, allele frequencies of the kappa-casein gene in 2012 for allele A was 0.61 ± 0.054 and for B 0.39 ± 0.054 . This indicates the lack of selection pressure on population dynamics such as selective selection and gene drift over a period of 10 years.

The frequency of AA genotypes was equal to 0.31, of BB genotype to 0.17 and of AB to 0.52. It was found that the theoretically expected number of genotypes, calculated according to the Hardy-Weinberg principle, did not reliably differ from the actual number. It could be related to current alleles being within an equilibrium state.

In cattle with different genotypes of the κ -Cn gene, the values of the liveweight gain (kg) and the average daily gain (g) were calculated. In cattle with the BB genotype, there was an increase in the weight gain of their calves at weaning at 210 days (206.0 ± 5.65 kg). In addition, the average daily gain of calves was 981.0 ± 26.94 g, compared to genotypes AA (201.4 ± 8.08 kg and 958.9 ± 37.85 g, respectively) and AB – (196.8 ± 2.45 kg and 936.9 ± 11.73 g, respectively). Though, there were no significant differences between AA, BB and AB genotypes considering the studied parameters.

Keywords: gene, kappa-casein, cattle, Charolais, polymorphism, meat productivity.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-172-181

УДК 636.083.31

ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОВОГО СТРЕСУ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ

Седюк І. Є., к. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0003-1765-2868>

Золотарьов А. П., к. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0002-5532-3988>

Прусова Г. Л., к. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0002-2604-5720>

Подобед Л. І., д. с.-г. н., проф., <https://orcid.org/0000-0003-4903-4597>

Кравченко Ю. С., к. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0002-7953-582X>

Єлецька Л. М., н. с.

Інститут тваринництва НААН

Золотарьова С. А., к. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0001-7275-5603>

Державний біотехнологічний університет

У статті наведено результати дослідження щодо зниження негативного впливу теплового стресу на молочну продуктивність корів другої половини лактації за рахунок використання білкової кормової добавки з захищеним протеїном та крохмалем.

Одним з чинників ефективного виробництва молока за інтенсивного ведення галузі є створення комфортних умов утримання тварин на фермі. Високопродуктивні корови доволі вибагливі до умов утримання та мікроклімату.

Вивчення продуктивної дії комплексного препарату байпас протеїн+прохідний крохмаль за впливу температурного стресу здійснено нами вперше. У літературі добре описано вплив термічного фактору середовища на продуктивність корів і описані механізми такого впливу. Основним наслідком реакції корів на температурний стрес є зниження споживання сухої речовини корму. Цей фактор стає головним чинником зниження продуктивності через дефіцит енергії і білка.

Така ж реакція спостерігалася і в наших дослідженнях, як у контрольній, так і в дослідній групах. Але нами вперше доказано, що процесами компенсації температурного стресу можна керувати за рахунок змін надходження до організму білка та енергії в обхід рубця.

У наших дослідженнях вперше доведено, що навіть в умовах зниження споживання корму такий шлях забезпечення корів білком і енергією є надійним способом керування продуктивністю корів і стабілізації їх гомеостазу в період небезпечних для існування тварин температурних умов.

Встановлено, що зниження добового надою на 1,3 кг є наслідком негативного впливу температурного фактору, коли денна температура повітря у літній період була на рівні +24,5-36,4 °С. Доказом цього є зниження швидкості падіння рівня молочної продуктивності корів дослідних груп у серпні місяці, коли середня денна температура повітря знизилася до +24-26 °С.

Модернізація раціону годівлі високоудійних корів за рахунок підвищення вмісту нерозщеплюваного протеїну у рубці до норми під час температурного стресу сприяло кращій адаптації тварин щодо продуктивності та якісних показників молока.

Ключові слова: захищений протеїн, корови, молочна продуктивність, протеїнова добавка, тепловий стрес.



Інтеграція України до міжнародних економічних організацій ставить питання щодо необхідності виробництва конкурентоспроможної та водночас екологічно безпечної для життя і здоров'я населення молочної продукції. Це, в свою чергу, висуває вимоги до використовуваних технологій виробництва у плані відповідності міжнародним стандартам у напрямі зниження впливу негативних чинників на рівень продуктивності тварин, їх стресостійкість до технологічних та природних чинників тощо.

До цих чинників відноситься й температурний стрес – ситуація, коли тіло неспроможне ефективно розсіювати метаболічне тепло, це може призводити до збільшення внутрішньої температури тіла та зменшення фізичних і ментальних здібностей [1]. За повідомленням [2] кожен градус глобального збільшення температури призводить до багаторазового збільшення частоти теплових хвиль і посилення теплового стресу.

Вважається, що у високопродуктивних лактуючих корів стрес настає вже при температурі вище $+25^{\circ}\text{C}$ [3]. Тривалий період спекотної погоди спричинив хвилі тепла, які вплинули на молочне тваринництво у Франції. Хвилі тепла в період з 2003 по 2006 рік (температура піднялася з 25°C до 37°C і залишалася на цьому рівні більше 10 днів), сприяли збільшенню падіжу молочних корів з 12 до 24 % [4]. Українськими дослідниками встановлено, що високі літні температури ($28\text{-}30^{\circ}\text{C}$) викликають у молочних корів розвиток теплового стресу. Це проявляється у зниженні молочної продуктивності та призводить до зниження вмісту молочного жиру [5-7].

А. У. Бернабуччі із співавторами відмічають, що за підвищення показника денної температури вище 18°C спостерігається зниження показників вмісту жиру і білка в молоці, а пізніше відмічається і зниження надоїв. Інші дослідження показали, що зниження надоїв молока за теплового стресу в період ранньої лактації корів може досягти 14 % та 35 % – у період середньої лактації [8].

Останні дослідження фізіології живлення корів свідчать, що худоба, яка зазнала суттєвого надлишку термічного навантаження, має негативний азотний баланс в основному внаслідок зменшення споживання корму [9]. Цей дефіцит азоту може бути компенсовано збільшенням вмісту протеїну в сухої речовині раціону. У той же час таке збільшення суттєво обмежено неспроможністю мікроорганізмів рубця швидко переробити розчинний сирий протеїн, який надійшов з компонентами раціону до рубця корів в мікробіальний білок, а створений надлишок азоту призводить до його всмоктування в кров, що негативно впливає на обмін речовини, споживання сухої речовини та молочну продуктивності тварин [10].

За високої молочної продуктивності корів синтез білка молока з амінокислот мікроорганізмів становить лише 40-50 %, решта має забезпечуватись негідролізованим у рубці протеїном раціону. Досягти цього підбором кормів переважно неможливо. Тому, для захисту протеїну від розщеплення в рубці проводять обробку кормів, особливо високобілкових, різними фізичними та хімічними способами [11]. За даними [12], збільшення співвідношення РП : НРП у раціонах призвело до зниження добових надоїв та вмісту молочного жиру, білка та лактози за тривалого температурного стресу. Це свідчить про те, що попередники молочного жиру і білка були знижені та обмежували продуктивність корів.

Інтерес до вивчення впливу температурного стресу на молочних корів в останні роки зростає. Так, за останні 2 роки було зроблено 87 % публікацій та послань за цією темою від загальної кількості статей, починаючи з 2000 року. Найвищий відсоток публікацій був у США (31,1 %), за ними йдуть Китай (14,9 %), Італія (7,6 %), Німеччина (7,1 %), Бразилія (6,3 %), Ізраїль (4,5 %), Австралія



(4,3 %), Канада (4,3 %), Мексика (3,5 %) та Польща (2,8 %) [13]. Тобто, дослідження щодо можливості зниження впливу теплового стресу на молочну продуктивність корів в умовах України є доволі актуальними.

Мета досліджень – дослідити можливість зниження впливу теплового стресу на молочну продуктивність корів другої половини лактації за використання інноваційних підходів у годівлі.

Для цього були визначені наступні завдання:

- визначити вплив теплового стресу на молочну продуктивність корів;
- розробити повноцінні раціони годівлі високопродуктивних тварин з різним рівнем розщеплення протеїну в рубці на основі фактичного хімічного складу та поживності кормів;

- встановити вплив захищеного від розщеплення в рубці протеїну на добове споживання кормів, молочну продуктивність та якісні показники молока, конверсію поживних речовин корму в білок молочної продукції.

Матеріали та методи досліджень. В умовах ТОВ «Печенізьке» Чугуївського району Харківської області проведено науково-господарський дослід тривалістю 100 днів на коровах української червоно-рябої породи після 150 дня після отелення відповідно схеми досліджень (табл. 1) у літній період. Методом параналогів було сформовано 2 групи по 15 голів у кожній з середньою живою масою 550-600 кг другої-четвертої лактації та середнім удоєм $28,8 \pm 0,55$ кг та $28,5 \pm 0,67$ кг молока на початку дослідів відповідно.

Таблиця 1

Схема науково-господарського дослідів

Група	Кількість голів	Умови годівлі
контрольна	15	ОР + шрот соняшниковий (вміст НРП у раціоні = 23,18 %)
дослідна	15	ОР + добавка ТЕП-мікс (вміст НРП у раціоні = 33,53%)

Умови утримання, режими годівлі та напування, параметри мікроклімату під час досліджень між групами піддослідних тварин були однакові. Утримання у господарстві у літній період – на вигульно-кормових майданчиках з доїнням у приміщенні.

У процесі проведення дослідів враховувалися наступні параметри:

- фактичний хімічний склад та поживність кормів визначали за загальноприйнятими методиками в лабораторії оцінки якості кормів та продуктів тваринного походження ІТ НААН;

- фактичне споживання кормів – щодавно, шляхом проведення контрольних годівель впродовж двох суміжних днів, за визначення різниці між заданою кількістю кормів та їх залишків у розрізі кожної групи;

- температура повітря – протягом доби (о 4-й, 12-й, 17-й, 21-й години) під час проведення контрольних доїнь;

- рівень молочної продуктивності корів – щомісячно, шляхом проведення контрольних доїнь з подальшим відбиранням середніх зразків молока для визначення його якості;

- аналіз молока проводився за хімічним складом, поживною та енергетичною цінністю, фізико-технологічними властивостями на приладі Bentley-150;

- конверсію поживних протеїну корму в білок молока розраховували за [14].

- статистичне опрацювання результатів досліджень здійснено біометрич-



ними методами з визначенням рівня вірогідності [15, 16] за використання пакету прикладних програм MS Excel.

Відібрано зразки кормів та встановлено їх хімічний склад і поживність в лабораторії оцінки якості кормів та продуктів тваринного походження ІТ НААН. З урахуванням хімічного складу та поживної цінності кормів, були розроблені раціони для піддослідних груп, збалансованими згідно [17] за поживністю, органічними та мінеральними речовинами, різниця між ними коливалася від 1 % до 3 %. Відмінність в годівлі тварин була у використанні у контрольній групі традиційної білкової добавки (шроту соняшникового) з низьким ступенем захищеності протеїну (15,2 %) від розщеплення в рубці, а у дослідній – інноваційної білкової добавки ТЕП-мікс з високим ступенем захищеності протеїну (65,3 %).

Основний раціон корів обох груп був однаковий та складався з 8,0 кг силосу кукурудзяного, 12,0 кг сінажу тритикале+овес, 1,0 кг соломи горохової, 5 кг пивної дробини. Концентратна частина у контрольній групі складалася з 7,6 кг комбікорму, а у дослідній – з 5,8 кг комбікорму та 1,7 кг ТЕП-мікс. У раціоні контрольної групи містилося 17,66 кг СР, 186,7 МДж ОЕ, 2841 г СП, у т.ч. 2182 г РП та 658 г НРП (23,18 % від загальної кількості СП), у дослідній – 17,50 кг СР, 185,5 МДж ОЕ, 2836 г СП, у т.ч. 1885 г РП та 951 г НРП (33,53% від загальної кількості СП).

Протягом дослідження раціон залишався незмінним. Такий склад та поживна цінність кормосуміші є універсальною для всього поголів'я корів у другий період лактації, а задоволення потреб тварин з різною молочною продуктивністю у необхідній кількості енергії та поживних речовин здійснювалося за рахунок годування досхоchu.

Для визначення якісних показників отриманої продукції проводився відбір зразків молока, аналіз їх хімічного складу за ДСТУ ISO 9622:2013 (ISO 9622:1999. IDT) в лабораторії якості молока ІТ НААН за наступними показниками: вміст жиру, білку, протеїну, лактози, сухої речовини (СР), сухого знежиреного залишку (СЗЖЗ), точка замерзання (°C).

Результати досліджень. Відомо, що чим вище добове споживання сухої речовини раціону, чим більший рівень доставки енергії та поживних речовин на 100 кг живої маси корів, тим вище і молочно продуктивність цих тварин.

У проведеному досліді встановлено, що рівень годівлі корів як у контрольній, так і у дослідній групі був повноцінним, збалансованим, і не мав суттєвих відмінностей, за винятком показників якості протеїнового живлення, зокрема рівню неразщелюємого протеїну.

Добове споживання сухої речовини раціону та рівень годівлі корів в обох групах був дещо вищим за норму за рахунок додаткового змочування кормосуміші водою з тим, щоб вологість становила не нижче 54-55 %. Це забезпечило високе та охоче поїдання кормосуміші тваринами обох груп.

З метою визначення впливу температурного стресу на молочну продуктивність корів другої половини лактації та його зниження, нами регулярно проводився моніторинг температури повітря у травні–серпні, коли вона коливалася від +24,5 °C до +36,4 °C (табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка температури повітря протягом досліді, °C

Дата контрольних доїнь	23.05.	03.06.	23.06.	05.07.	25.07.	05.08.	31.08.
Температура повітря	24,5	28,6	33,2	34,8	36,4	30,8	31,8



Встановлено, що згодовування раціонів з високим ступенем захищеності протеїну від розщеплення в рубці дало змогу збільшити середню молочну продуктивність корів на 1,3 кг натурального молока, тоді як у контрольній групі цей показник знизився на 2,3 кг. Відмічено й збільшення масової частки жиру та білка в молоці корів дослідної групи відповідно на 0,14 та 0,06 абсолютних відсотків, тоді як у контрольній групі вміст жиру в молоці збільшився лише на 0,08 %, а білку – навпаки зменшилося на 0,03 %. Таким чином, продуктивність корів у перерахунку на базисну жирність у дослідній групі збільшилася на 2,64 кг, а контрольної знизилася на 2,2 кг (рис. 1-3).

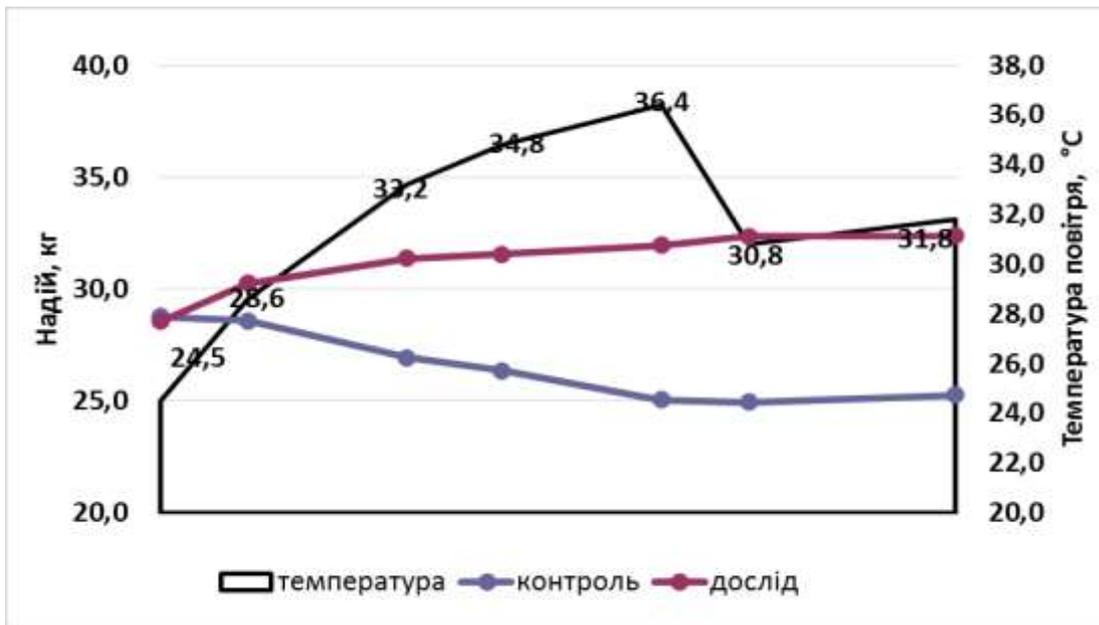


Рис. 1. Динаміка середньодобових надоїв базисної жирності залежно від температури повітря в літній період.

Аналіз результатів досліджень по групах корів свідчить, що амплітуда коливань удою у тварин контрольної групи склала (9,2 кг max-min), тоді як в дослідній групі вона знизилася до рівня 6,0 кг. Амплітуда коливань жиру та білку в групах була при цьому майже однаковою. Це говорить про те, що всі дослідні корови нормалізували обмін речовин однаково ефективно.

Отримані результати свідчать, що корови позитивно і суттєво реагують на зміни білкового живлення за рахунок збільшення рівню нерозчинного протеїну в раціоні. Варіант цього збільшення за рахунок використання добавки ТЕП-мікс – є доволі прийнятним.

У дослідженнях вперше доведено, що зміни білкового живлення корів у напрямку насичення раціону корів протеїном, який перетравлюється за кишковим типом з 23,18 % до 33,53 % забезпечує запобігання дії теплового стресу. При чому, з підвищенням температури до максимуму, ступінь протидії тепловому стресу стає максимальною, що демонструється високою різницею продуктивності між контрольною і дослідною групами.

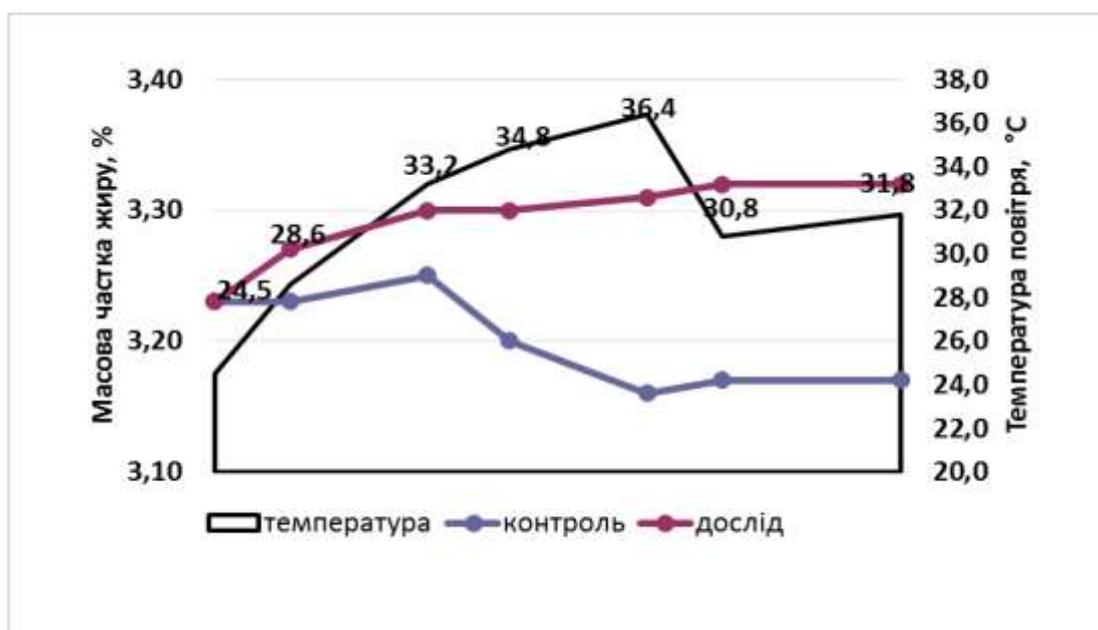


Рис. 2. Динаміка масової частки жиру залежно від температури повітря в літній період.

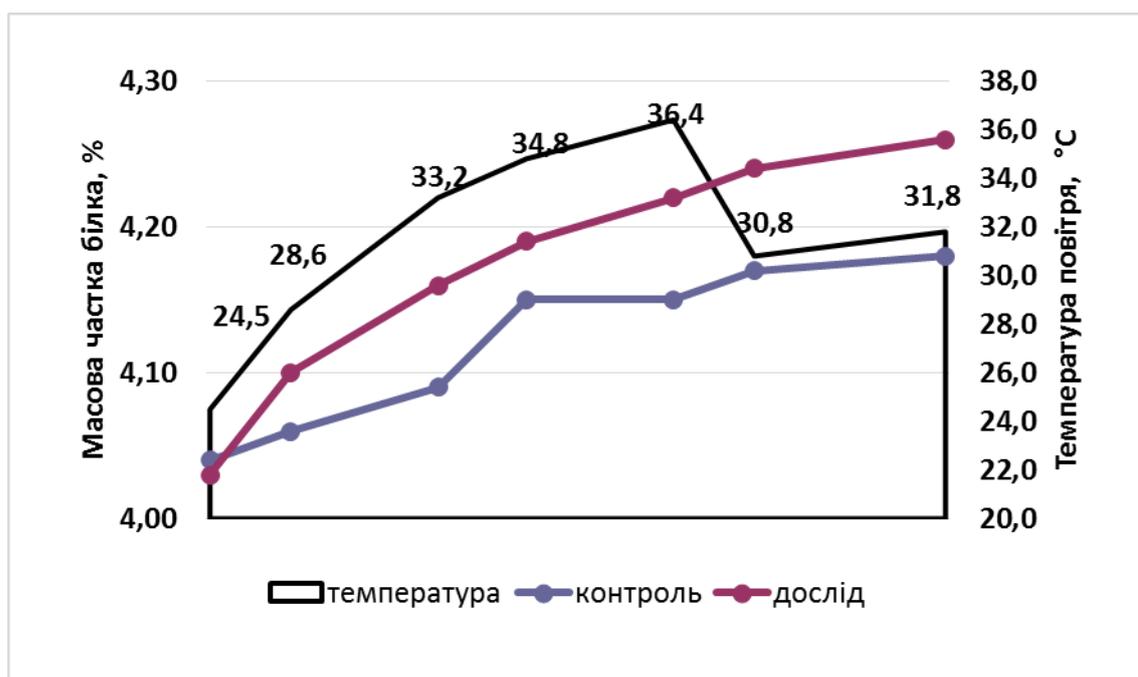


Рис. 3. Динаміка масової частки білка залежно від температури повітря в літній період.

Встановлена реакція тварин може пояснюватися стабілізацією обміну речовин в організмі взагалі та зниженням навантаженої інтенсивності ферментації білкових речовин у рубці. У стресовий період підвищених температур навколишнього середовища організм дослідних тварин виявився більш забезпеченим не тільки білком, але і енергією. Це обумовлено тим, що на перетравлення нерозчинного протеїну організм корів витрачає менше енергії, ніж при перетравленні білків у рубці, і крім того, збільшення потоку амінокислот, які всмоктуються до кишківника, сприяє використанню їх частки на енергетичні цілі. Тому енергетична забезпеченість корів під час теплового стресу за використання ТЕП-мікс у раціоні



була однозначно більш суттєвою, направленою на синтез додаткової кількості молока. При цьому збільшення удою не супроводжувалося втратами його якості (за вмістом масової частки жиру і білка).

Таким чином можна стверджувати, що використання специфічних білкових кормових джерел, регулюючих рівень нерозщеплюваного протеїну в раціоні, можна розглядати як фактор протидії тепловому стресу і підвищення молочної продуктивності дійних корів протягом всього фізіологічного циклу лактації, у тому числі і в екстремальних умовах підвищених температур.

Для визначення ефективності використання захищеної енерго-протеїнової добавки у годівлі дійних корів за теплового стресу, були визначені коефіцієнти конверсії протеїну з кормів в молоко (табл. 3).

Таблиця 3

Конверсія протеїну кормів у протеїн молока

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Сирий протеїн корму, г/добу	2841	2836
Протеїн молока, %	3,2	3,3
Удій добовий, кг	21,7	25,6
Протеїн молока, г	694,40	844,80
Конверсія, %	24,44	29,79

Встановлено, що біологічна конверсія протеїну в молоко у корів контрольної групи виявилася на 21,87 % нижче, ніж у дослідній.

Висновки:

1. Доведено, що включення до раціону корів високопротеїнових кормових добавок з різним вмістом розщеплюваного протеїну у другій половині лактації дає змогу балансувати раціони великої рогатої худоби за необхідною кількістю поживних речовин та одержувати високі на рівні 25-35 кг молока показники молочної продуктивності тварин.

2. Зміни білкового живлення корів у напрямку насичення раціону корів протеїном, який перетравлюється за кишковим типом, з 23,18 % до 33,53 %, забезпечує запобігання дії теплового стресу. При чому, з підвищенням температури до максимуму, ступінь протидії тепловому стресу стає максимальним та забезпечує підвищення молочної продуктивності корів за теплового стресу (до 36 °С) на 28 %.

3. Використання специфічних білкових кормових джерел, що регулюють рівень нерозщеплюваного протеїну в раціоні, можна розглядати як фактор протидії тепловому стресу і підвищення молочної продуктивності дійних корів протягом усього фізіологічного циклу лактації, у тому числі і в екстремальних умовах підвищених температур.

Бібліографічний список

1. Gosling S. N., Bryce E. K., Dixon P. G. *et al.* A glossary for biometeorology. *Int J Biometeorol*, 2014. 58. 277–308. <https://doi.org/10.1007/s00484-013-0729-9>.
2. Matthews T. K., Wilby R. L., Murphy C. Communicating the deadly consequences of global warming for human heat stress. *Proceedings of the National Academy*



of Sciences of the United States of America, 2017. 114(15). 3861–3866. <https://doi.org/10.1073/pnas.1617526114>.

3. West J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 2003. 86 (6). 2131–2144. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73803-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X)

4. Morignat E., Perrin J. B., Gay E., Vinard J. L., Calavas D., Henaux, V. Assessment of the impact of the 2003 and 2006 heat waves on cattle mortality in France. *PLoS One*, 2014. 9(3), e93176.

5. Петруша Є. З., Дібіров Р. М. Продуктивність і поведінка корів за екстремальних параметрів атмосферного повітря. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*, 2014. № 2. С. 124–128.

6. Болтик, Н. Вплив теплового стресу на молочну продуктивність корів. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2014. 7. С. 72-76.

7. Кравченко Ю. С., Прусова Г. Л., Золотарьов А. П., Єлецька Л. М., Тимченко Л. А. Температура навколишнього середовища, як фактор впливу на продуктивність великої рогатої худоби. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків, 2019. № 121. с. 136–145. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2019-121-136-146>.

8. Bernabucci U., Lacetera N., Baumgard L. H., Rhoads R. P., Ronchi B., Nardone A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, 2010. № 4. 1167–1183. <https://doi.org/10.1017/S175173111000090X>.

9. Теорія і практика нормованої годівлі великої рогатої худоби: [Монографія] за ред. В. М. Кандиби, І. І. Ібатулліна, В. І. Костенка. Житомир: «Рута», 2012. 860 с.

10. Дурст Л., Виттман М. Кормление сельскохозяйственных животных / Пер. с нем. А. И. Чигрина, А. А. Дягилева; под. ред. И. И. Ибатуллина, Г. В. Проваторова. Винница: Новая книга, 2003. 382 с.

11. Подобед Л. И. Корма и кормление высокопродуктивного молочного скота. Днепропетровск: Арт-Пресс, 2012. 416 с.

12. Kaufman J. D., Kassube K. R., Rius A. G. Lowering rumen-degradable protein maintained energy-corrected milk yield and improved nitrogen-use efficiency in multiparous lactating dairy cows exposed to heat stress. *J. Dairy Sci.*, 2017. 100(10). 8132-8145. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13026>

13. Frigeri K. D. M., Kachinski K. D., Ghisi, N. d. C., Deniz M., Damasceno F. A., Barbari M., Herbut P., Vieira F. M. C. Effects of Heat Stress in Dairy Cows Raised in the Confined System: A Scientometric Review. *Animals*, 2023. 13(3):350. <https://doi.org/10.3390/ani13030350>.

14. Лепайыє Л. К. Конверсия кормового протеина в пищевой белок. *Вестник сельскохозяйственной науки*, 1981. № 5. С. 85-90.

15. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. – 155 с.

16. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник/ за ред. І. І. Ібатулліна, О. М. Жуковського. К.: Аграр. наука. 2017. 328 с.

17. Богданов Г. О., Кандиба В. М., Ібатуллін І. І., Мельничук Д. О., Гетья А. А., Костенко О. І. Норми і раціони повноцінної годівлі високопродуктивної великої рогатої худоби: довід.-посіб. Київ: Аграрна наука, 2012. 296 с.

References

1. Gosling, S. N., Bryce, E. K., Dixon, P. G. *et al.* (2014). A glossary for biometeorology. *Int J Biometeorol* 58, 277–308. <https://doi.org/10.1007/s00484-013-0729-9>.



2. Matthews, T. K., Wilby, R. L., & Murphy, C. (2017). Communicating the deadly consequences of global warming for human heat stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114 (15), 3861–3866. <https://doi.org/10.1073/pnas.1617526114>.
3. West, J. W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 86 (6), 2131–2144. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73803-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X)
4. Morignat, E., Perrin, J. B., Gay, E., Vinard, J. L., Calavas, D., & Henaux, V. (2014). Assessment of the impact of the 2003 and 2006 heat waves on cattle mortality in France. *PLoS One*, 9(3), e93176.
5. Petrusha, Ye. Z., Dibirov, R. M. (2014). Produktivnist i povedinka koriv za ekstremalnykh parametriv atmosferного povitria [Productivity and behavior of cows under extreme parameters of atmospheric air]. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva*, 2. 124–128. [in Ukrainian].
6. Boltyk, N. (2014). Vplyv teplovoho stresu na molochnu produktivnist koriv. [The effect of heat stress on milk productivity of cows.] *Naukovyi visnyk «Askaniia-Nova»*. 7. 72-76. [in Ukrainian].
7. Kravchenko Yu. S., Prusova H. L., Zolotarov A. P., Yeletska L. M., Tymchenko L. A. (2019). Temperatura navkolyshnoho seredovyscha, yak faktor vplyvu na produktivnist velykoi rohatoi khudoby. [Environment temperature as a factor of influence on the cattle's productivity]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*. Kharkiv, 121. 136–145. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2019-121-136-146>. [in Ukrainian].
8. Bernabucci, U., Lacetera, N., Baumgard, L. H., Rhoads, R. P., Ronchi, B., Nardone, A. (2010). Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, 4, 1167–1183. <https://doi.org/10.1017/S175173111000090X>.
9. *Teoriia i praktyka normovanoi hodivli velykoi rohatoi khudoby: [Monohrafiia] [Theory and practice of rationed feeding of cattle]* za red. V. M. Kandyby, I. I. Ibatullina, V. I. Kostenka. (2012). Zhytomyr: «Ruta». 860. [in Ukrainian].
10. Durst, L. (2003). Kormlenie sel'skokhozyajstvenny'kh zhyvotny'kh [Feeding farm animals]. Vinnicza : Novaya kniga. [in Russian].
11. Podobed, L. I. (2012). *Korma i kormlenie vy'sokoproduktivnogo molochnogo skota* [Feed and feeding of high-performance dairy cattle]. Dnepropetrovsk: Art-Press [in Russian].
12. Kaufman, J. D., Kassube, K. R., & Rius, A. G. Lowering rumen-degradable protein maintained energy-corrected milk yield and improved nitrogen-use efficiency in multiparous lactating dairy cows exposed to heat stress (2017). *J. Dairy Sci.* 100 (10), 8132-8145. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13026>
13. Frigeri, K. D. M., Kachinski, K. D., Ghisi, N. d. C., Deniz, M., Damasceno, F. A., Barbari, M., Herbut, P., & Vieira, F. M. C. (2023). Effects of Heat Stress in Dairy Cows Raised in the Confined System: A Scientometric Review. *Animals*. 13(3):350. <https://doi.org/10.3390/ani13030350>.
14. Lepajy'e, L. K. (1981). Konversiya kormovogo proteina v pishchevoj belok [Feedprotein conversion to foodprotein]. *Vestnik sel'skorhozyajstvennoy nauki – J. of Agricultural Sci.* 5, 85-90 [in Russian].
15. Plohinskij, N. A., (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov* [Biometrics Guide for Livestock Specialists], Moskva : Kolos, 155. [in Russian].
16. Ibatullina I. I. (Ed.), & Zhukorskoho O. M. (Ed.) (2017). *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi: posibnyk* [Methodology and



organization of scientific research in animal husbandry]. Kyiv : Ahrar. nauka. 328. [in Ukrainian].

17. Bohdanov, H. O., Kandyba, V. M., Ibatullin, I. I., Melnychuk, D. O., Hetta, A. A. & Kostenko, O. I. (2012). *Normy i ratsiony povnotsinnoi hodivli vysokoproduktyvnoi velykoi rohatoi khudoby: dovid.-posib.* [Norms and rations of complete feeding of highly productive cattle]. Kyiv: Ahrarna nauka. 296. [in Ukrainian].

THE HEAT STRESS INFLUENCE REDUCTION ON MILK PRODUCTIVITY

Sedyuk I. E., Zolotaryov A. P., Prusova H., Podobed L. I., Kravchenko Yu. S., Yeletska L. M., Institute of Animal Sciences of NAAS

Zolotaryova S. A., State Biotechnological University, Kharkiv

The article presents the results of research on the reduction of the negative influence of heat stress on the milk productivity of cows in the second half of lactation due to the use of a protein feed additive with protected protein and starch.

One of the factors of effective milk production with intensive management of the industry is the creation of comfortable conditions for keeping animals on the farm. Highly productive cows are quite demanding on the conditions of maintenance and microclimate.

The study of the productive action of the complex drug Bypass protein + passable starch under the influence of temperature stress was carried out by us for the first time. The influence of the thermal factor of the environment on the productivity of cows is well described in the literature and the mechanisms of such an effect are described. The main consequence of the reaction of cows to temperature stress is a decrease in the consumption of dry matter of feed. This factor becomes the main factor in reducing productivity due to energy and protein deficiency.

The same reaction was observed in our studies, both in the control and experimental groups. But we confirmed for the first time that the actions of compensation of temperature stress can be controlled due to the configurations of protein and energy entering the body by bypassing the scar.

In our research, it has been proven for the first time that even in the conditions of reduced feed consumption, this way of providing cows with protein and energy is a reliable way of managing the productivity of cows and stabilizing their homeostasis during the period of temperature conditions that are dangerous for the existence of animals.

It was established that the decrease in daily milk yield by 1.3 kg is a consequence of the negative influence of the temperature factor, when the daily air temperature in the summer period was at the level of +24.5-36.4 °C. The proof of this is the decrease in the rate of decline in the level of milk productivity of the cows of the experimental groups in August, when the average daily air temperature dropped to +24-26 °C.

Modernization of the feeding ration of high-yielding cows by increasing the content of non-degradable protein in the rumen to the norm during temperature stress contributed to better adaptation of animals to productivity and quality indicators of milk.

Keywords: protected protein, cows, milk productivity, protein supplement, heat stress.



ЗАХИСНІ СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ СПЕРМИ ТВАРИН: ЕВОЛЮЦІЯ МЕТОДІВ І АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ (ОГЛЯДОВА)

Сушко О. Б., к. с.-г. н., с.н.с., <https://orcid.org/0000-0003-3552-064X>

Інститут тваринництва НААН

Жегунов Г. Ф., д.б.н., професор <https://orcid.org/0000-0003-0104-7890>

Державний біотехнологічний університет

Савельєва М. С., к.с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0003-2221-933X>

Слецька Л. М., наук. спів., <https://orcid.org/0000-0001-6029-0183X>

Мартинюк І. М. к.с.-г. н <https://orcid.org/0000-0003-3552-064X>

Інститут тваринництва НААН

Представлено ретроспективний огляд вітчизняних та іноземних джерел літератури, а також дані опублікованих власних досліджень щодо кріоконсервування сперми тварин. Наведено основні історичні етапи створення захисних середовищ для глибокого заморожування сперми.

У 30 роках минулого сторіччя було відкрито явище, що характеризується загибеллю спермій при різкому охолодженні в діапазоні плюсових температур. Воно назване температурним шоком спермій. Для його запобігання запропоновано введення до складу розбавників речовин, що містять фосфоліпіди. Такі середовища можуть містити як прості компоненти – нативний жовток курячого яйця або молоко, так і високотехнологічні – ліпопротеїни, ізольовані фосфоліпіди різного походження. Для стабілізації білково-ліпідних комплексів плазматичних мембран і акросом спермій в процесі охолодження до складу розбавників вводять вуглеводи. Цукри є компонентами енергозабезпечення для спермій і поряд із солями вони є основними осмотичними регуляторами. Традиційною вважалась за необхідне комбінація двох-трьох вуглеводів у середовищі. Проте харківською школою репродуктологів на значному практичному досвіді доведено можливість створення ефективних захисних середовищ за застосування лише одного цукру – сахарози або лактози. Показано ефективність заморожування статевих клітин залежно від застосованих кріопротекторів. Гліцерин – перший відомий ендоцелюлярний кріопротектор, який до теперішнього часу є неперевершеним при кріоконсервуванні сперми плідників. Представлено власні експериментальні дані щодо впливу комбінацій гліцерину з речовинами групи амідів на основні біологічні показники сперми після деконсервації. У власних експериментах на спермі жеребців було випробувано кріопротектори диметилацетамід (ДМАЦ) і диметилформамід (ДМФА). У дослідях вивчали вплив різних концентрацій вищезазначених проникаючих кріопротекторів як на основні фізіологічні характеристики сперми жеребців (рухливість, виживаність), так і на ступінь ушкодження мембранного апарату спермій. Доведено ефективність певних комбінацій цих речовин.

Представлено методи запобігання негативному впливу кисню і розвитку процесів перекисного окислення ліпідів у спермі в процесі кріоконсервування. Розкрито поняття щодо застосування у розбавниках додаткових гормональних компонентів, зокрема простагландину F_{2a}. Відображено матеріали відносно впливу на якість статевих клітин санууючих препаратів.

Ключові слова: **штучне осіменіння, середовища, сперма, тварини, бугаї, жеребці, кріопротектори, заморожування.**



Відкриття методу кріоконсервації сперми бугаїв стало потужним інструментом збереження генетичного різноманіття тварин [1]. Глибоке заморожування сперми значною мірою сприяє поширенню репродуктивних технологій, таких як штучне осіменіння та запліднення *in vitro*.

У галузі кріобіології сперми тварин одним із головних завдань є з'ясування якомога більше чинників, що спричиняють ушкодження клітин та розробка ефективних методів попередження цих ушкоджень для захисту сперміїв. У процесі багаторічних досліджень накопичено значний експериментальний матеріал, який демонструє залежність ступеня ушкодження статевих клітин від кількісних і якісних характеристик кріопротекторних середовищ. Фізіологічні і морфологічні зміни в сперміях, які відбуваються в процесі впливу на них температурних градієнтів залежать від типу проникних і непроникних кріопротекторів, наявності речовин здатних забезпечувати оптимальний рН і осмотичний тиск, а також речовин здатних загальмовувати метаболічні процеси.

Мета досліджень – розкрити основні історичні етапи розвитку методів застосування захисних середовищ в розбавленні та кріоконсервуванні сперми у технології штучного осіменіння тварин.

Матеріали і методи досліджень. Матеріалом для дослідження є були друковані праці вітчизняних та іноземних науковців, а також опубліковані результати власних досліджень. У роботі використано загальнонаукові методи: аналіз, синтез і узагальнення.

Результати досліджень. Ще у 30 роках минулого сторіччя було відкрито явище, що характеризується загибеллю сперміїв при різкому охолодженні і названо температурним шоком сперміїв [2, 3]. Тоді ж вперше для попередження холодного шоку або мінімізації його наслідків запропоновано введення фосфоліпідів [4]. Згідно з існуючим уявленням холодний шок розглядається як процес ушкодження плазматичних мембран статевих клітин, обумовлений різким зсувом температури в умовах зміни тоничності середовища [5-7]. При цьому відбувається деформація мембрани, фазові переходи ліпідів, зміни бар'єрних властивостей іонів [8].

Незважаючи на те, що існує багато думок відносно механізмів і природи холодного шоку сперміїв, у практичному аспекті для запобігання цьому чиннику негативного впливу абсолютна більшість сучасних середовищ передбачають наявність у рецептурі фосфоліпідних компонентів [9]. Це можуть бути як достатньо прості розбавники з нативним жовтком курячого яйця або молоком, так і високо-технологічні середовища з ліпопротеїнами, ізольованими фосфоліпідами різного походження [10].

Незалежно від природи антишокового компоненту, його місія полягає у досягненні так званого ефекту фортифікації плазматичних мембран сперміїв. Термін «ефект фортифікації плазматичних мембран клітин ліпідними сполуками», введений Ф. І. Осташко у 1980 році. Під ним розуміють підвищення міцності поверхневих структур мембранного апарату статевих клітин. Адсорбція ліпідів ліпофільними компонентами цитоплазматичної мембрани сприяє підвищенню її міцності й попереджає негативний вплив окремих чинників глибокого заморожування на статеві клітини. При цьому ліпідні захисні компоненти нашаровуються не щільно, а сітчасто-мозаїчно. За рахунок цієї обставини не порушуються обмінні процеси між клітиною і середовищем.

Незважаючи на значні переваги застосування жовтка для захисту сперміїв від температурного шоку слід відмітити і його незначні недоліки. Насамперед це значні коливання хімічного складу, і, як наслідок, фізико-хімічних властивостей.



Але головним його недоліком є вірогідність потрапляння в середовище патогенної мікрофлори, так як він може бути носієм бактерій та інших мікроорганізмів. Саме тому дослідниками розроблено ряд рецептур зі застосуванням антишокових компонентів рослинного походження, здатних витримувати термічну обробку. Як правило, мова йде про рослинний лецитин. Такі рослинні антишокові компоненти отримують переважно з насіння сої різних сортів шляхом водної або спиртової екстракції [11–13]. За фізико-хімічними властивостями, зокрема вмістом наявності ліпопротеїнів, вони можуть певною мірою наближатися до жовткових антишокових компонентів, забезпечуючи фортифікаційний ефект [14–18].

Випробувано з позитивним ефектом, як захисний компонент, комплекс холестерин-циклодекстрин з виключенням яєчного жовтка із складу розбавника для сперми бугаїв [19].

Вуглеводи є необхідними компонентами середовищ для сперми тварин і використовуються достатньо давно, практично з перших робіт із розбавлення і збільшення об'єму сперми для можливості підвищення кількості осіменінь самиць. Згідно з сучасними уявленнями механізм їх позитивної дії пов'язаний зі стабілізацією білково-ліпідних комплексів плазматичних мембран і акросом спермій в процесі охолодження. При цьому цукри є енергозабезпечуючими компонентами середовищ для сперми і, поряд з солями, вони є основними осмотичними регуляторами.

Доведено кріопротекторну здатність цукрів щодо сперми навіть в умовах відсутності проникаючих кріопротекторів. Зокрема, було встановлено можливість відновлення активності часткою спермій бугаїв після заморожування відтавання в присутності рафінози [20]. Проте показники рухливості деконсервованої сперми бугаїв в цьому випадку значно поступалися контролю, де цукри застосовувались разом з гліцерином. Аналогічні дослідження з подібними висновками були проведені на спермі лабораторних тварин [21, 22].

Вважається, що комбінація вуглеводів у середовищі є більш ефективною порівняно з наявністю в рецептурі лише одного цукру. Тому в багатьох рецептурах поєднуються в різних співвідношеннях моносахариди, дисахариди і трисахариди [23]. Найбільш поширені це глюкоза, фруктоза, лактоза, сахароза, а також рафіноза. Проте Ф. І. Осташко розробив ефективні кріозахисні середовища за спрощеною рецептурою для поетапного, в два прийоми, розбавлення сперми бугаїв для наступного охолодження і кріоконсервування у формі облицьованих гранул. В ній передбачається використання тільки одного цукру (лактози або сахарози) за двохмоментного розбавлення сперми. Нижче приводиться рецептура цих середовищ (табл. 1).

Середовища наведеної рецептури пройшли широку апробацію більш ніж у 30 племінних підприємствах і селекційних центрах та були рекомендовані як для промислового виготовлення довгозбережених середовищ (стерильні середовища тривалого строку зберігання), так і для експрес-виготовлення в умовах виробничих лабораторій [24, 25]. Використання середовищ при заморожуванні сперми бугаїв забезпечує рухливість спермій не менш ніж 40 %, виживаність за температури 38 °С – не менше 5 годин, кріорезистентність за умови відбору повноцінних еякулятів – на рівні 50 % і більше, заплідненість корів і телиць – від 50 % до 90 %.

Повідомлялось про позитивний ефект введення до розбавнику сперми барана комплексного полісахариду гуміарабіку в концентраціях 1,5–2,5 %. Ця речовина здатна формувати навколо клітин полімерно-гідратну оболонку, яка сприяє збереженню сперміями поверхневого заряду та бар'єрних якостей мембранними компонентами клітин [26, 27].



Таблиця 1

Рецептура захисних середовищ для Харківської технології асептичного отримання, кріоконсервації і використання сперми бугаїв

Назва складових	% введення
Середовище № 1	
Розчин лактози 11 %- $C_{12}H_{22}O_{11} \times H_2O$ або сахарози $C_{12}H_{22}O_{11}$, мл	63,0
Жовток курячого яйця, мл	30,0
Гліцерин $C_3H_8O_3$, мл	7,0
Середовище № 2	
Лактоза - $C_{12}H_{22}O_{11} \times H_2O$ або сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$, г	6,0
Натрій-цитрат, тризаміщений п'ятиводний $Na_3C_6H_5O_7 \cdot 5,5 H_2O$	1,4
Гліцерин $C_3H_8O_3$, мл	5,0
Вода дистильована, мл	100,0

Проникаючі кріопротектори є одним із найголовніших складових кріозахисних середовищ. Гліцерин, перша з відомих кріозахисних речовин, не тільки не втратила свого значення до цього часу, але й є неперевершеною в багатьох випадках для кріоконсервування сперми самців основних видів тварин сільськогосподарського призначення.

Тривалий час вважалося, що її першовідкривачами як захисного компонента середовищ для сперми є С. Polge, А. Smith, А. Parks, які повідомили про свої дослідження у 1949 році [28]. Однак пізніше було доведено, що ще у 1937 році А. Д. Берштейн та В. В. Петропавловський застосували 9,6 % розчин гліцерину для захисту спермій ссавців і птиці при заморожуванні до мінус 21 °С [29]. Про це автори повідомили у своїй роботі «Влияние неэлектролитов на переживание сперматозоидов», яка, однак, тривалий час не була широко відомою у наукових колах.

В історичному аспекті неможливо не відмітити дослідження Н. А. Максимова, як першовідкривача захисних властивостей гліцерину для біологічних об'єктів. У своїй роботі, датованій ще 1913 роком «О вымерзании и холодостойкости растений: экспериментальные и теоритические исследования», він повідомив про заморожування живців плодкових дерев під захистом гліцерину [30].

У процесі пошуку альтернативних кріофілактиків відкрито чимало речовин із захисними для спермій властивостями. Як кріопротектори для сперми в різні роки були випробувані етиленгліколь, 1,2 пропандіол діметилсульфоксид (ДМСО), полімери (ПВП) та ще ціла низка інших сполук [31].

Здійснено експерименти спрямовані на порівняння ефективності кріоконсервації сперми бугаїв за застосування кріопротекторів гліцерину або етиленгліколю, доповнених трегалозою або цистеїном. Використання 5 % етиленгліколю призвело до меншого пошкодження хроматину та мінімізації згубного впливу заморожування на рух хвоста спермій. Також застосування спермодоз, виготовлених на розбавниках з етиленгліколем, супроводжувалося незначним (недостовірним) збільшенням заплідненості корів [32]. Повідомлялося про відносно високу (до 34 %) в окремих випадках ступінь активації спермій після заморожування-відтавання за використання ДМСО [33]. Однак за більш детального аналізу видно, що ДМСО забезпечує суттєво нижчу результативність кріоконсервування статевих клітин, зокрема бугаїв, ніж заморожування під захистом гліцерину. О. Д. Буг-



ровим проведено широкомасштабні дослідження із застосування різних кріопротекторних речовин за кріоконсервування сперми бугаїв [34, 35]. Результати багаторічних досліджень узагальнені у монографії «Криоповреждения и криозащита спермиев быков при глубоком замораживании» [36]. У його дослідженнях, зокрема, використання ДМСО за концентрації 2–4 % забезпечило рухливість деконсервованої сперми на рівні лише 24–29 %, за виживаності 3,5–5 годин. При збільшенні або зменшенні концентрації ДМСО від цих меж фізіологічні показники деконсервованої сперми були ще нижчими. Крім вищеназваних речовин автор значну увагу приділив випробуванням як кріопротектору, диметилформаміду (ДМФА). В дослідженнях застосовували ДМФА за концентрації від 1 % до 4 %. При цьому О. Д. Бугров отримав після заморожування-відтавання сперму бугаїв з рухливістю від 22,7 % до 30,0 % і виживаністю від 6,15 годин до 7,5 годин.

Ліннік Т. П. та іншими авторами проведено дослідження з кріоконсервування сперми птахів та доведено унікальний фізико-хімічний вплив дії заміщених амідів (диметилформамід, диметилацетамід), які мають високу проникність в середину статевих клітин півнів і проявляють достатньо високу кріозахисну активність [37, 38]. Використовуючи суміш амідів і діолів у складі кріозахисних середовищ, можна істотно скоротити час насичення спермій кріопротекторами перед кріоконсервуванням та підвищити функціональну активність спермій птиці.

У наших дослідженнях на спермі жеребців також були випробувані кріопротектори групи амідів. При цьому застосовували комбінації диметилацетаміду (ДМАЦ) і диметилформаміду (ДМФА) з гліцерином. В експериментах вивчали вплив різних концентрацій вищезазначених проникаючих кріопротекторів як на основні фізіологічні показники сперми жеребців, так і на ступінь ушкодження мембранного апарату спермій. Для визначення ступеня ушкодження мембранного апарату спермій після заморожування, застосовували подвійне фарбування вітальними фарбниками SYBR-14 і пропідіум йодід (PI) з наступним цитометричним аналізом за використання проточного цитометра DAKO Galaxy з довжиною хвилі 488 нм для збудження флюоресценції клітин.

При цьому за ступенем ушкодження мембран спермії відповідно до методики розділяли на три умовні категорії: «живі» – з неушкодженими мембранами; «ушкоджені» – спермії з частково порушеним мембранним апаратом і «мертві» – спермії з сильно ушкодженими, зруйнованими мембранами. Загальна кількість оцінюваних методом проточної цитометрії клітин становила 25 тисяч за один аналіз. Результати цієї роботи наведено у табл. 2. При цьому було встановлено, що найвищу ступінь захисту статевих клітин спостерігали за комбінації 2 % ДМАЦ і 2 % гліцерину, або 2 % ДМФА і 2 % гліцерину. Зокрема, ступінь клітин з не ушкодженими мембранами становила: 37,18 і 39,84 %, що ефективніше, ніж за окремого застосування гліцерину на 10,3 і 18,2 % відповідно. Слід відмітити, що комбінація кріопротекторів (ДМАЦ з гліцерином та ДМФА з гліцерином) надала більший захисний ефект і за показниками рухливості та виживаності сперми.

Розбавлення сперми синтетичними середовищами призводить до суттєвого зниження концентрації білків у плазмі сперми. Вважають, що це може бути чинником порушень певних ферментативних процесів, пов'язаних з акросомальною реакцією спермій. Тому в низці робіт, зокрема на спермі птахів, рекомендується використання додаткових білкових компонентів [40, 41]. Для покращення результатів кріоконсервування сперми бугаїв було запропоновано використання гомологічної сироватки крові [42].



Таблиця 2

Фізіологічні показники і ступінь ушкодження мембран спермійів жеребця залежно від вживаних кріопротекторів [39]

Кріопротектор, концентрація в середовищі, п	Рухливість, %	Вживаність при T=37 °C, години	Ступінь ушкодження мембран спермійів ($n_{кл}=25000 \times n_e$)		
			живі, %	ушкоджені, %	мертві, %
Гліцерин 2% $n_e = 4$ (контроль)	43,75±3,75	4,75±0,48	33,69±0,15	10,71±0,10	55,59±0,16
Гліцерин 1%+1% ДМАЦ $n_e=3$	43,33±3,34	4,67±0,33	32,03±0,17	7,44±0,10	60,53±0,18
Гліцерин 2%+2% ДМАЦ $n_e=3$	48,33±4,41	5,33±0,33	37,18±0,18	12,06±0,12	50,75±0,18
Гліцерин 2%+1% ДМАЦ $n_e=3$	46,67±3,34	5,33±0,33	32,39±0,17	14,34±0,13	53,28±0,18
ДМАЦ 2% $n_e=3$	45,00±5,01	5,00±0,58	31,58±0,17	13,51±0,12	54,91±0,18
Гліцерин 1%+1% ДМФА $n_e=3$	48,33±6,01	5,67±0,87	33,83±0,17	13,82±0,13	52,78±0,18
Гліцерин 2%+2% ДМФА $n_e=3$	55,00±2,89	6,00±0,58	39,84±0,18	14,37±0,13	43,64±0,18
Гліцерин 2%+1% ДМФА $n_e=3$	51,67±1,36	5,67±0,66	35,99±0,18	15,82±0,13	48,17±0,18
ДМФА 2% $n_e=3$	50,00±5,78	5,33±0,66	33,64±0,17	14,77±0,13	51,59±0,18

Примітка. n_e – кількість вивчених еякулятів в досліді; $n_{кл}$ – кількість оцінених клітин (спермійів)

Значні зусилля дослідників були сконцентровані на пошуках методів запобігання негативному впливу кисню і розвитку процесів перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) у спермі в процесі кріоконсервування. Точний механізм генерації та функціонування активних форм кисню у спермі не достатньо вивчений. Вважається, що при оптимальних рівнях ці молекули відіграють значну роль у фізіології сперми, а саме у акросомній реакції і капацитації. Проте вони здатні негативно впливати на функціонування спермійів у високих концентраціях через токсичність [43]. Так як плазматична мембрана спермійів у своєму біохімічному складі має достатньо велику кількість ненасичених жирних кислот, то вочевидь, поступове перекисне окислення їх може бути чинниками дестабілізації і порушення іонного гомеостазу клітин та негативного впливу на ступінь фрагментації ДНК [44, 45].

Випробувано як компоненти для гальмування перекисного окислення ліпідів мембран спермійів значну кількість речовин антиоксидантної дії [46–48]. Розвиток процесів ПОЛ характеризується на першому етапі утворенням дієнових, триєнових, тетраєнових кон'югатів. Кінцевим продуктом окислювальної дегідратації ліпідів є малоновий діальдегід. Активація процесів ПОЛ призводить до



утворення довгих ланцюгів альдегідів, полімерів, лізофосфоліпідів, у білках знижується кількість SH –груп. У зв'язку з цим, оцінка показників вільнорадикального окиснення сперми бугаїв перед її технологічною обробкою та після деконсервації, може використовуватись, як вважається, додатковим критерієм біологічної якості статевих клітин.

Однак, серією власних експериментів, де було визначено інтенсивність процесів перекисного окиснення ліпідів за концентрацією дієнового кон'югату (ДК) та малонового діальдегіду (МДА) у нативній спермі, не встановлено кореляційної залежності між рівнем продуктів перекисного окиснення у нативній спермі з концентрацією спермій в еякуляті та біологічною якістю сперми після заморожування-відтавання [50, 51].

В ряді робіт пропонувалося введення до розбавників гормональних засобів як для покращення рухливості і виживаності сперми після реконсервації, так і для підвищення заплідненості самиць після штучного осіменіння. Повідомлялося про підвищення результативності штучної інсемінації овець після застосування в розбавниках сперми баранів простагландину F_{2a} [51, 52], а також простагландину E₂ [53].

Аналогічним чином випробовувались синтетичні аналоги гонадотропін-релізінг-гормонів, які вводились до середовища для сперми бугаїв. Однак ефективність їх застосування у складі розбавників залишилася чітко не визначеною [54]. Проте парентеральне застосування аналогів гонадотропін-релізінг-гормонів перед процедурою штучного осіменіння широко застосовується для високопродуктивних молочних корів, у яких може відбуватися затримка овуляційного процесу і, таким чином, може знижуватися заплідненість після введення до статевих шляхів заморожено-відтаненої сперми у зв'язку з її відносно обмеженим періодом життєздатності [55]. Нами також доведено ефективність окремих синтетичних аналогів гонадотропін-релізінг-гормонів за застосування штучного осіменіння кролематок [56].

Антибіотики широко використовують у розбавниках сперми як сануючі засоби. Проте вони можуть негативно впливати не тільки на мікрофлору, але й на статеві клітини самців, знижуючи їх фізіологічні показники після заморожування-відтавання. Тому за вибору цих засобів рекомендується проводити чіткий контроль щодо їх спермотоксичності і використовувати антибіотики з добре перевіреною ефективністю [57–61].

Висновок. Розроблені кріобіологічні методи дають змогу зберігати запліднюючу здатність значної частки спермій, достатньої для реалізації репродуктивної програми і отримання нащадків. При цьому кількість отриманих нащадків може бути значно більшою, ніж за використання природного відтворення тварин. Однак, створення нових захисних середовищ для глибокого заморожування, спрямованих на підвищення ефективності біотехнології кріоконсервування статевих клітин, продовжується і є перспективним напрямом наукової роботи.

Бібліографічний список

1. Смирнов И. В., Милованов В. К., Соколовская И. И. Диплом на открытие № 103 «Экспериментально установлено неизвестное раннее свойство живчиков млекопитающих сохранять биологическую полноценность и генетическую информацию после замораживания при температуре ниже -20 °С, например, в сжиженных газах с получением нормального потомства от замороженного семени» с приоритетом от июня 1947 года.

2. Милованов В. К. Искусственное осеменение сельскохозяйственных жи-



вотных. М.: Сельхозгиз. 1936. 192 с.

3. Милованов В. К., Соколовская И. И. Теория холодового удара живчиков млекопитающих. *Животноводство*. 1960. №1. С. 44-45

4. Милованов В. К., Селиванова О. А. Разбавители для спермы сельскохозяйственных животных. *Проблемы животноводства*. 1932. № 2. С. 75

5. Осташко Ф. И. Глубокое замораживание и длительное хранение спермы производителей. Киев: Урожай, 1968. 254 с.

6. Белоус А. М., Бондаренко Т. П., Бондаренко В. А. Молекулярные механизмы криповреждения мембранных структур. *Криобиология и криомедицина*, 1979, вып.5, С. 3-13.

7. Пушкарь Н. С., Белоус А. М., Цветков Ц. Д. Теория и практика криогенного и сублиминационного криоконсервирования. Киев: Наук. Думка, 1984. 263 с.

8. Белоус А. М., Бондаренко В. А. Структурные изменения биологических мембран при охлаждении. Киев: Наук. Думка, 1982. 255 с.

9. Бугров А. Д. Криоконсервация и криозащита спермиев быков при глубоком замораживании. Харьков: Институт животноводства НААН, 2015. 330 с.

10. Курбатов А. Д., Платов Е. М., Корбан Н. В. Криоконсервация спермы сельскохозяйственных животных. Л.: Агропромиздат, 1988. 256 с.

11. Павленко М. П. Нові альтернативні антишокові компоненти рослинної природи і їхній вплив на кріорезистентність та біологічні показники статевих клітин бугаїв при кріоконсервації у безжовткових середовищах. *Розведення і генетика тварин*. К. : Аграрна наука, 2001. № 34. С. 24-30

12. Сушко А. Б., Павленко Б. М., Савельєва М. С., Кіндя В. І. Протективное действие сред для разбавления спермы быков, изготовленных с применением альтернативных антишоковых компонентов. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків. 2013. № 109 С. 205-211.

13. Chelucci S., Pasciu V., Succu S., Addis D., Leoni G. G., Manca M. E., Naitana S., Berlinguer F. Soybean lecithin-based extender preserves spermatozoa membrane integrity and fertilizing potential during goat semen cryopreservation. *Theriogenology*. 2014 Dec 13. pii: S0093-691X(14) article in press.

14. Mutalik S., Salian S. R, Adiga S. K. Liposome encapsulated soy lecithin and cholesterol can efficiently replace chicken egg yolk in human semen cryopreservation medium. *Syst. Biol. Reprod. Med*. 2014. 60(3) P. 183-188.

15. Sharafi M., Zhandi M., Akbari S.A Supplementation of soybean lecithin-based semen extender by antioxidants: complementary flowcytometric study on post-thawed ram spermatozoa. *Cell Tissue Bank*. 2014. Jun 8.

16. Najafi A., Najafi M., Zanganeh Z., Adeldust H. Cryopreservation of ram semen in extenders containing soybean lecithin as cryoprotectant and hyaluronic acid as antioxidant. *Reprod Domest Anim*. 2014. 49 (6) P. 934-40.

17. Motlagh M. K. Antioxidant effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract in soybean lecithin-based semen extender following freeze-thawing process of ram sperm. *Cryobiology*. 2014. 69 (2). P. 217-222.

18. Najafi A., Motlagh M. K., Sharafi M., Zhandi M. Different concentrations of cysteamine and ergothioneine improve microscopic and oxidative parameters in ram semen frozen with a soybean lecithin extender. *Cryobiology*. 2014. 69(1) P. 68-73.

19. Anzar M., Rajapaksha K., Boswall L. Egg yolk-free cryopreservation of bull semen. *Plos one*. 2019. 1-18 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223977>.

20. Лопатко М., Тюпина Л. Замораживание спермы быка без глицерина. *Молочное и мясное скотоводство*. 1971. № 4, с. 24



21. Storey B. T., Noiles E. E., Thompson K. A. Comparison of glycerol, other polyols, trehalose, and raffinose to provide a defined cryoprotectant medium for mouse sperm cryopreservation. *Cryobiology*. 1998. Vol. 37, № 1. P. 46–58.
22. Sztejn J. M., Noble K., Farley J. S., Mobraaten L. E. Comparison of permeating and nonpermeating cryoprotectants for mouse sperm cryopreservation. *Cryobiology*. 2001. Vol. 41, № 1. P. 28–39.
23. Курбатов А. Д., Платов Е. М., Корбан Н. В. Криоконсервация спермы сельскохозяйственных животных. Л.: Агропромиздат. 1988. 256 с.
24. Осташко Ф. І., Руденко Є. В., Сушко О. Б., Савельєва М. С. та ін. Національна технологія криоконсервації та використання сперми племінних плідників у системі крупномасштабної селекції (Харківська технологія асептичного одержання криоконсервації сперми бугаїв в облицьованих гранулах) Мін. АПУ. Національна академія аграрних наук України. ІТ НААН. Харків. 2011. 98 с.
25. Осташко Ф. І. Биотехнология воспроизведения крупного рогатого скота. Київ: Аграрна наука. 1995. 184 с.
26. Платов Е. М., Волков А. С. Технология замораживания спермы барана. *Овцеводство*. 1978. № 9. с. 35-36.
27. Платов Е. М., Малиновский А. М., Леонтьева Л. И. и др. Итоги и перспективы замораживания спермы. *Овцеводство*. 1981. № 9. с. 34-36.
28. Poldge C., Smith A., Parkes A. Revival of spermatozoa after vitrification and dehydration at low temperatures. *Nature (London)*. 1949. 164. N 4219. P. 666
29. Бернштейн А. Д., Петропавловский В. В. Влияние неэлектролитов на переживание сперматозоидов. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. сообщений* 111. 1937. Т. 3, № 1. С. 21-25.
30. Максимов Н. А. О вымерзании и холодостойкости растений. Экспериментальные и теоретические исследования. *Известия Санкт-Петербургского лесного института*. 1913. 149 с.
31. Белоус А. М., Шраго М. И., Пушкарь Н. С. Криоконсерванты. Киев: Наук. думка, 1979. 198 с.
32. Büyükleblebici S., Barbaros P. T., Numan M. B., Ayşe E., Sariözkan S., Taşdemir U., ÜnlüEndirlik B. Cryopreservation of bull sperm: Effects of extender supplemented with different cryoprotectants and antioxidants on sperm motility, antioxidant capacity and fertility results *Reprod Science Anim.* 2014 30. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.09.006>
33. Белоус А. М., Грищенко В. И., Паращук Ю. С. Криоконсервация репродуктивных клеток. Киев: Наук. думка, 1986. 208 с.
34. Бугров А. Д. Изучение криозащитных свойств ряда соединений при замораживании спермы быков. *Научно-технический бюллетень НИИ животноводства Лесостепи и Полесья УССР*. Харьков 1980. № 28. С. 73-77.
35. Бугров А. Д., Осташко Ф. И. Роль некоторых криопротекторов при замораживании спермы. *Криобиология и криомедицина*. 1980. № 6. С. 5-9.
36. Бугров А. Д. Криоконсервация и криозащита спермиев быков при глубоком замораживании. Изд. 2-е, дополненное и переработанное, Харьков. Институт животноводства НААН. 2015. 330 с.
37. Линник Т. П. Амиды алифатических кислот – эффективные криопротекторы. I. Физико-химические свойства соединений ряда амидов. *Проблемы криобиологии*. 1998. № 3. С. 21–28.
38. Линник Т. П. Амиды алифатических кислот – эффективные криопротекторы. II. Криозащитные свойства соединений ряда амидов. *Проблемы криобиологии*. 1999. № 2. С. 22–32.



39. Сушко О. Б., Сморгонь З., Бохенек М., Міщенко А. Г. Ушкодження мембран сперміїв жеребця при різних методах криоконсервації. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків. 2010. №102. С. 147-152.

40. Сахацкий Н. И., Терещенко А. В., Артеменко А. Б. и др. Разработка защитной среды для консервации спермы петухов. *Научно-техн. бюл. УкрНИИП*, Харьков. 1988. Вып. 24. С. 29–32.

41. Линник Т. П., Терещенко А. В., Артеменко А. Б. Влияние белковых добавок к криозащитной среде на сохранность спермиев петухов при криоконсервировании. *Проблемы криобиологии*. 1996. № 2. С. 35–39.

42. Осташко Ф. И. Глубокое замораживание и длительное хранение спермы производителей. Киев: Урожай. 1978. 256 с.

43. Aitken R. J. Free radicals, lipid peroxidation and sperm function. *Reprod Fertil Dev*. 1995. 7. P. 659–68.

44. Мартинюк І. М. Структурно-функціональний стан сперматозоїдів півня та індика під дією криопротекторів і низьких температур. автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.19. „Криобіологія”. Харків, 2011. 21 с.

45. Roujeinikova S., Sedelnikova de G. J. Boer Inhibitor binding studies on enoyl reductase reveal conformation changes related to substrate recognition. *Boil Chem*. 1999. Vol. 247, № 43. P. 811-817.

46. Borges J. C., Silva M. R., Rodrigues L. Effect of antioxidant in the cryopreserved bovine semen evaluated by artificial insemination and in vitro fertilization. *Reproduction in Domestic Animals Book of Abstracts of the 16 - th International Congress on Animal Reproduction*. Budapest, Hungary, 2008. Vol. 43, supplement 3. P. 231-232.

47. Подуфалий В. В., Черкашина И. В., Кучков И. Н. Процессы перекисного окисления липидов в активно-подвижной фракции спермиев человека, выделенной до и после криоконсервирования. *ПКіК*. Харків. 2008. Т. 18, № 4. С. 520-523.

48. Кава С. Й., Яремчук І. М., Остапів Д. Д. Ліпопротеїни сперми бугая за додавання антиоксидантів у розріджувач. *НТЖ інст. біол.твар.* Льв. 2010. Т. 12, № 1. С. 76-81

49. Савельєва М. С. Концентрація продуктів перекисного окислення ліпідів при підготовці та після криоконсервування сперми бугаїв-плідників. *Наук. вісн. Луганського національного аграрного університету*. Луганськ: „Елтон-2”, 2011. № 31. С. 157–160.

50. Савельєва М. С. Поліпшення якісних показників сперми племінних бугаїв у процесі заготівлі, криоконсервування і штучного осіменіння: дис. ... канд. с-г. наук за спеціальністю 06.02.01 – розведення та селекція тварин. ІТ НААН, Харків, 2013.

51. Edqvist, S., Einarsson, S. and Gustafsson, B. Effect of prostaglandin F_{2α} on sperm transport in the reproductive tract of the ewe. *Acta. Vet. Scand*. 1975. 16 P. 149-151

52. Gustafsson, B., Edqvist, S., Einarsson, S. and Linge, F. The fertility of deep frozen ram semen supplemented with PDF_{2α} *Acta. Vet.Scand*. 1975. 16. P. 468-470.

53. Dimov, V. and Stefanov, G. Studies on the content of prostaglandin and fertility of sheep semen. *Proc Int. Conf. Prostaglandins*. (Florence) Italy. 1975. 108

54. Convey R. V., Beck T. W., Neitzel, R Release of HL following, intrauterine administration gonadotropinreleasing hormone. *Can. J. Ahim, Sci*. 1980. 60, P. 1023-1026.



55. Сушко О. Б. Співвідношення різних форм оваріальних дисфункцій у корів високопродуктивних молочних стад. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС. 2018. Вип. 99. с. 203-209

56. Лисин В. И., Сушко А. Б. Результаты применения сурфагона в практике искусственного осеменения кроликов. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків. 2013. № 109. С. 174-181

57. Бугров О. Д., Тихона Г. С., Склярів П. М. Використання комплексу антибіотиків гентаміцину з ампіциліном для деконтамінації ембріонів та сперми бугаїв. Сучасні проблеми ветеринарної медицини, зооінженерії, технологій продуктивних тваринництва : зб. матеріалів міжнар. наук.- практ. конф. м. Львів, 9-11 жовт. 1997 р. М-во АПК України. Львів. акад. вет. медицини ім. С. З. Гжицького. Львів, 1997. С. 121-122.

58. Бугров О. Д., Склярів П. М. Додавання гентаміцину та ампіциліну в середовища для заморожування сперми бугаїв. *Науково-технічний бюлетень УААН*. Харків. 1998. № 75. С. 53-57.

59. Бугров О. Д., Склярів П. М. Додавання антибіотиків в сперму бугаїв. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. Харків. 1998. Вип. № 27. С. 52-54.

60. Склярів П. Н. Использование комплекса антибиотиков гентамицина и ампициллина для санации спермы и эмбрионов. Використання трансплантації ембріонів в селекції вітворення сільськогосподарських тварин : матеріали міжнар. наук.-вироб. конф. Асканія-Нова, жовт. 1997 р. УААН. Нац. об-ня по плем.справі у тваринництві, Ін-т тваринництва степ. р-нів ім. М.Ф. Іванова «Асканія-Нова». 1997. С. 78-79.

61. Склярів П. М. Вплив комплексу антибіотиків гентаміцин ампіцилін на переживаємість і запліднювальну здатність бугаїв-плідників. *Проблеми зооінженерії та ветеринарії, медицини*. Харків. 1998, С. 36-38.

References

1. Smirnov, I. V., Milovanov, V. K., & Sokolovskaya, I. I. Diplom na otkrytie № 103 «*Ekspperimentalno ustanovleno neizvestnoe ranee svojstvo zhivchikov mlekopitayushih sohranyat biologicheskuyu polnocennost i geneticheskuyu informaciyu posle zamorazhivaniya pri temperature nizhe -20°S, naprimer, v szhizhennyh gazah s polucheniem normalnogo potomstva ot zamorozhenogo semeni*» s prioriteto ot iyunya 1947 goda. [Diploma for the discovery No. 103 “The previously unknown property of mammalian gums to maintain biological usefulness and genetic information after freezing at temperatures below -20 °C, for example, in liquefied gases with obtaining normal offspring from frozen semen ”with a priority of June 1947]

2. Milovanov, V. K. (1936). *Iskusstvennoe osemnenie selskohozyajstvennyh zhivotnyh* [Artificial insemination of agricultural animals] Moscow : Selhooziz [in Russian].

3. Milovanov, V. K., & Sokolovskaya, I. I. (1960). Teoriya holodovogo udara zhivchikov mlekopitayushih [The theory of cold shock in mammals]. *Zhivotnovodstvo*, 1, 44-45 [in Russian].

4. Milovanov, V. K., & Selivanova, O. A. (1932). Razbaviteli dlya spermy selskohozyajstvennyh zhivotnyh [Diluents for sperm of farm animals]. *Problemy zhivotnovodstva*, 2 [in Russian].

5. Ostashko, F. I. (1968). *Glubokoe zamorazhivanie i dlitelnoe hranenie spermy proizvoditelej*. [Deep freezing and long-term storage of sperm producers] Kiev: Urozhaj, [in Russian].



6. Belous, A. M., Bondarenko, T. P., & Bondarenko, V. A. (1979). Molekulyarnye mehanizmy kriopovrezhdeniya membrannyh struktur [Molecular mechanisms of cryodamage of membrane structures]. *Kriobiologiya i kriomedicina - Cryobiology and cryomedicine*. 5, 3-13 [in Russian].
7. Pushkar, N. S., Belous, A. M., & Cvetkov, C. D. (1984). *Teoriya i praktika kriogenogo i sublimacionnogo kriokonservirovaniya* [Theory and practice of cryogenic and sublimation cryopreservation]. Kyiv : Nauk. Dumka [in Russian].
8. Belous, A. M., & Bondarenko, V. A. (1982). *Strukturnye izmeneniya biologicheskikh membran pri ohlazhdenii* [Structural changes in biological membranes during cooling]. Kyiv : Nauk. Dumka [in Russian].
9. Bugrov, A. D. (2015). *Kriokonservaciya i kriozashita spermiev bykov pri glubokom zamorazhivanii* [Cryopreservation and cryoprotection of bull sperm at deep freezing] Institut zhivotnovodstva NAAN. Kharkiv: Institute of Animal Science of NAAS [in Russian].
10. Kurbatov, A. D., Kurbatov, A. D., Platov, E. M., & Korban, N. V. (1988). *Kriokonservaciya spermy selskohozyajstvennyh zhivotnyh* [Cryopreservation of sperm of agricultural animals] Leningrad : Agropromizdat [in Russian].
11. Pavlenko, M. P. (2001). Novi alternativni antishokovi komponenti roslinnoyi prirodi i yihnij vpliv na kriorezistentnist ta biologichni pokazniki statevih klitin bugayiv pri kriokonservaciyi u bezzhovtkovih seredovishah [New alternative anti-shock components of the dewy nature and their influence on cryoresistance and biological indications of state bugs during cryopreservation in bezzhovtkovy mediums] *Rozvedennya i genetika tvarin*. Kyiv: Agrarna nauka 34, 24-30 [in Ukrainian].
12. Sushko, A. B., Pavlenko, B. M., Savelyeva, M. S., & Kindya, V. I. (2013). *Protektivnoe dejstvie sred dlya razbavleniya spermy bykov, izgotovlennyh s primeneniem alternativnyh antishokovyh komponentov* [Protective effect of media for diluting bull semen, made using alternative anti-shock components] *Naukovo-tekhnichniy biuleten Instytutu tvarynnystva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*. Harkiv, 109, 205-211 [in Russian].
13. Chelucci, S., Pasciu, V., Succu, S., Addis, D., Leoni, G. G., Manca, M. E., Naitana, S., & Berlinguer, F. (2014). Soybean lecithin-based extender preserves spermatozoa membrane integrity and fertilizing potential during goat semen cryopreservation. *Theriogenology*, 13, pii: S0093-691X(14) article in press.
14. Mutalik, S., Salian, S. R., & Adiga, S. K. (2014). Liposome encapsulated soy lecithin and cholesterol can efficiently replace chicken egg yolk in human semen cryopreservation medium. *Syst. Biol. Reprod. Med.*, 60 (3), 183-8.
15. Sharafi, M., Zhandi, M., & Akbari, S. A. (2014). Supplementation of soybean lecithin-based semen extender by antioxidants: complementary flowcytometric study on post-thawed ram spermatozoa. *Cell Tissue Bank*.
16. Najafi, A., Najafi, M., Zanganeh, Z., & Adeldust, H. (2014). Cryopreservation of ram semen in extenders containing soybean lecithin as cryoprotectant and hyaluronic acid as antioxidant. *Reprod Domest Anim.*, 49 (6), 934-40.
17. Motlagh, M. K., Sharafi, M., & Zhandi, M. (2014). Antioxidant effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract in soybean lecithin-based semen extender following freeze-thawing process of ram sperm. *Cryobiology*, 69(2), 217-22.
18. Najafi, A., Kia, H. D., & Adeldust, H. (2014). Different concentrations of cysteamine and ergothioneine improve microscopic and oxidative parameters in ram semen frozen with a soybean lecithin extender. *Cryobiology*, 69 (1): 68-73.
19. Anzar, M., Rajapaksha, K., & Boswall, L. (2019). Egg yolk-free cryopreser-



vation of bull semen. *Plos one*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223977>

20. Lopatko M., & Tyupina L. (1971). Zamorazhivanie spermy byka bez glicerina [Freezing of bull semen without glycerin]. *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo - Dairy and beef cattle breeding*, 4, 24.

21. Storey B. T., Noiles E. E., & Thompson K. A. (1998). Comparison of glycerol, other polyols, trehalose, and raffinose to provide a defined cryoprotectant medium for mouse sperm cryopreservation. *Cryobiology*. Vol. 37, N 1. P. 46–58.

22. Szein J. M., Noble K., Farley J. S., & Mobraaten, L. E. (2001). Comparison of permeating and nonpermeating cryoprotectants for mouse sperm cryopreservation. *Cryobiology*. Vol. 41, N1. P. 28–39.

23. Kurbatov, A. D., Platov, E. M., & Korban, N. V. (1988). *Kriokonservaciya spermy selskohozyajstvennyh zhivotnyh* [Cryopreservation of sperm of agricultural animals] Leningrad : Agropromizdat [in Russian].

24. Ostashko, F. I., Rudenko, Ye. V., Sushko, O. B., Savelyeva, M. S., & Pavlenko, B. M. (2011). Nacionalna tehnologiya kriokonservaciyi ta vikoristannya spermi plemynnih plidnykiv u sistemi krupnomasshtabnoyi selekciyi (Harkivska tehnologiya asepticnogo oderzhannya kriokonservaciyi spermi bugayiv v oblicovanih granulakh) [National technology of cryopreservation and vicarization of sperm of pedigree pups in the system of large-scale selection (Kharkiv technology of aseptic preservation of cryopreservation of sperm of bugs in coated granules)]. *Min. APU, Nacionalna akademiya agrarnih nauk Ukrainy, IT NAAN, Kharkiv* [Ukrainian].

25. Ostashko, F. I. (1995). *Biotehnologiya vosproizvedeniya krupnogo rogatogo skota* [Biotechnology of cattle reproduction] Kyiv : Agrarna nauka [in Russian].

26. Platov, E. M., & Volkov, A. S. (1978). Tehnologiya zamorazhivaniya spermy barana [Ram sperm freezing technology]. *Ovcevodstvo*, 9, 35-36 [in Russian].

27. Platov, E. M., Malinovskij, A. M., & Leonteva, L. I. (1981). Itogi i perspektivy zamorazhivaniya spermy [Results and prospects of sperm freezing]. *Ovcevodstvo*, 9, 34-36 [in Russian].

28. Poldge, C., Smith, A., & Parkes, A. (1949). Revival of spermatozoa after vitrification and dehydration at low temperatures. *Nature*, London, 164, 4219, 666.

29. Bernshtejn, A. D., & Petropavlovskij, V. V. (1937). Vliyanie neelektrolitov na perezhivanie spermatozoidov [Influence of non-electrolytes on survival of spermatozoa] *Byulleten eksperimentalnoj biologii i medicyny: soobshenij* 111, T.3, 1, 21-25 [in Russian].

30. Maksimov, N. A. (1913). O vmerzhanii i holodostojkosti rastenij. Eksperimentalnye i teoreticheskie issledovaniya. [About freezing and cold resistance of plants. Experimental and theoretical studies] *Izvestija Sankt-Peterburgskogo lesnogo instituta*. [in Russian].

31. Belous, A. M., Shrago, M. I., & Pushkar, N. S. (1979). *Kriokonservanty* [Cryopreservatives]. Kyiv: Nauk. Dumka [in Russian].

32. Buyukleblebici, S., Barbaros, P. T., Numan, M. B., Ayse, E., Sarozkan, S., Tademir, U., & Unluendirlik, B. (2014). Cryopreservation of bull sperm: Effects of extender supplemented with different cryoprotectants and antioxidants on sperm motility, antioxidant capacity and fertility results. *Reprod Science Anim.* 30. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.09.006>

33. Belous, A. M., Hryshchenko, V. Y., & Parashchuk, Yu. S. (1986). *Kryokonservatsiya reproduktyvnykh kletok* [Cryopreservation of reproductive cells] Kyiv : Nauk.dumka [in Russian].

34. Bugrov, A. D. (1980). Izuchenie kriozashitnyh svojstv ryada soedinenij pri zamorazhivanii spermy bykov [Study of the cryoprotective properties of a number of



compounds during freezing of bull sperm]. *Nauchno-tehnicheskij byulleten NII zhivotnovodstva Lesostepi i Polesya USSR*. 28 [in Russian].

35. Bugrov, A. D., & Ostashko, F. I. (1980). Rol nekotoryh krioprotektorov pri zamorazhivanii spermy [The role of some cryoprotectors in sperm freezing] *Kriobiologiya i kriomedicina*, 6, 5-9 [in Russian].

36. Bugrov, A. D. (2015). Kriokonservaciya i kriozashita spermiev bykov pri glubokom zamorazhivanii [Cryopreservation and cryoprotection of bull sperm during deep freezing] *Izd.2-e, dopolnennoe i pererabotannoe - Kharkiv: Institut zhivotnovodstva NAAN* [in Russian].

37. Linnik, T. P. (1998). Amidy alifaticeskikh kislot – effektivnye krioprotektory. I. Fiziko-himicheskie svojstva soedinenij ryada amidov [Physico-chemical properties of compounds of a number of amides] *Problemy kriobiologii*. 3, 21–28 [in Russian].

38. Linnik T. P. (1999). Amidy alifaticeskikh kislot – effektivnye krioprotektory. II. Kriozashitnye svojstva soedinenij ryada amidov [Amides of aliphatic acids are effective cryoprotectors. II. Cryoprotective properties of compounds of a number of amides] *Problemy kriobiologii*. 2, 22–32 [in Russian].

39. Sushko, O. B., Smorong, Z., Bohenek, M., & Mishenko, A. G. (2010). Ushkodzhennya membran spermiyiv zherebcya pri riznih metodah kriokonservaciyi [Damage to stallion sperm membranes during various cryopreservation methods]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynyystva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*. Kharkiv, 102. 147-152[in Ukrainian].

40. Sahackij, N. I., Tereshenko, A. V., & Artemenko, A. B. (1988). Razrabotka zashitnoj sredy dlya konservacii spermy petuhov [Development of a protective environment for the preservation of rooster sperm] *Naukovo-tekhnichnyi biuleten UkrNIIP*. Harkov 24, 29–32 [in Russian].

41. Lynnyk, T. P., Tereshchenko, A. V., & Artemenko, A. B. (1996). Vlyanye belkovykh dobavok k kryozashchytoi srede na sokhrannost spermyev petuhov pry kryokonservirovanny [The influence of protein additives to the cryoprotective medium on the safety of rooster sperm when cryopreserved] *Problemy kriobiologii*. 2, 35–39 [in Russian].

42. Ostashko, F. Y. (1978). *Hlubokoe zamorazhyvanye y dlytelnoe khranjenje spermy proizvodytelei* [Deep freezing and long-term storage of sperm of producers] Kyev: Urozhai [in Russian].

43. Aitken, R. J. (1995). Free radicals, lipid peroxidation and sperm function. *Reprod Fertil Dev*. 7, 659–68.

44. Martyniuk, I. M. (2011). Strukturno-funktsionalnyi stan spermatozoidiv pivnia ta indyka pid diieiu krioprotektoriv i nyzkykh temperatur [The structural and functional state of rooster and turkey spermatozoa under the influence of cryoprotectants and low temperatures]. (*Extended abstract of candidate's thesis*) Kharkiv: Institute of Animal Science of NAAS [in Ukrainian].

45. Roujeinikova, A., Sedelnikova, S., & Boer, de G. J. (1999). Inhibitor binding studies on enoyl reductase reveal conformation changes related to substrate recognition *Boil Chem*. 247, 43, 811-817.

46. Borges, J. C., Silva, M. R. & Rodrigues, L. (2008). Effect of antioxidant in the cryopreserved bovine semen evaluated by artificial insemination and in vitro fertilization. *Reproduction in Domestic Animals, Book of Abstracts of the 16 - th International Congress on Animal Reproduction*. Budapest, Hungary, 43, supplement 3, 231-232.



47. Podufalyi, V. V., Cherkashyna, Y. V., & Kuchkov, Y. N. (2008). Protsessy perekysnoho okysleniia lypidov v aktyvno-podvyzhnoi fraktsyyi spermyev cheloveka, vydelennoi do y posle kryokonservuvannia. [Processes of lipid peroxidation in the active-motile fraction of human sperm isolated before and after cryopreservation]. *Problemy kryobioholohyy*. Kharkov, 18, 4, 520-523 [in Russian].
48. Kava, S. Y., Yaremchuk, I. M., & Ostapiv, D. D. (2010). *Lipoproteiny spermy buhaia za dodavannia antyoksydantiv u rozridzhuvach* [Sperm lipoproteins due to the addition of antioxidants to the diluent]. Lviv, 12, 1, 76-81[in Ukrainian].
49. Savelieva M. S. (2011). Kontsentratsiia produktiv perekysnoho okyslennia lipidiv pry pidhotovtsi ta pislia kriokonservuvannia spermy buhaiv-plidnykiv. [Concentration of lipid peroxidation products during preparation and after cryopreservation of semen of breeding bulls] *Nauk. visn. Luhanskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Luhansk: „Elton-2”, 31, 157 – 160 [in Ukrainian].
50. Savelieva M. S. (2013). Polipshennia yakisnykh pokaznykiv spermy plemynykh buhaiv u protsesi zahativli, kriokonservuvannia i shtuchnoho osimeninnia [Improvement of quality indicators of semen of pedigree bulls in the process of procurement, cryopreservation and artificial insemination] (*Extended abstract of candidate's thesis*) Kharkiv: Institute of Animal Science of NAAS [in Ukrainian].
51. Edqvist, S., Einarsson, S. & Gustafsson, B. (1975). Effect of prostaglandin F_{2α} on sperm transport in the reproductive tract of the ewe. *Acta.Vet.Scand.*16, 149-151
52. Gustafsson, B., Edqvist, S., Einarsson, S. & Linge, F. (1975) The fertility of deep frozen ram semen supplemented with PDF_{2α}. *Acta. Vet. Scand.*16, 468-470.
53. Dimov, V., & Stefanov, G. (1975). Studies on the content of prostaglandin and fertility of sheep semen. *Proc Int. Conf. Prostaglandins*. Florence, Italy, 108
54. Convey, R. V., Beck, T.W., & Neitzel, R (1980) Release of HL following, intrauterine administration gonadotropinreleasing hormone. *Can. J. Ahim, Sci.*60, 1023-1026.
55. Sushko, O. B. (2018). Spivvidnoshennia riznykh form ovarialnykh dysfunktsii u koriv vysokoproduktyvnykh molochnykh stad [Ratio of various forms of ovarian dysfunctions in cows of high-yielding dairy herds] *Tavriiskyi naukovi visnyk. Naukovi zhurnal*. Kherson, 99. 203-209.
56. Lysyn, V. Y., & Sushko, A. B. (2013). Rezultaty pryimeneniia surfahona v praktyke yskusstvennoho osemeneniia krolykov [The results of using surfagon in the practice of artificial insemination of rabbits]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*. Kharkiv, 109. 174-181[in Russian].
57. Buhrov, O. D., Tykhona, H. S., & Skliarov, P. M. (1997). Vykorystannia kompleksu antybiotykyv hentamitsynu z ampitsylinom dlia dekontaminatsii embrioniv ta spermy buhaiv [Use of a complex of antibiotics gentamicin with ampicillin for decontamination of embryos and sperm of bulls] *Zb. materialiv mizhnar. nauk. prakt. konf. Lviv. akad.vet.medytsyny im. S.Z. Hzhyskoho*, 121-122 [in Ukrainian].
58. Buhrov, O. D., & Skliarov, P. M. (1998) Dodavannia hentamitsynu ta ampitsylinu v seredovyshcha dlia zamorozhuvannia spermy buhaiv. [Addition of gentamicin and ampicillin to bull sperm freezing medium]: *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva*, Kharkiv 75, 53-57 [in Ukrainian].
59. Buhrov, O. D., & Skliarov, P. M. (1998). Dodavannia antybiotykyv v spermu buhaiv [Addition of antibiotics to the semen of bulls]. *Problemy zoolzhenerii ta veterynarnoi medytsyny*. Kharkiv, 27, 52-54 [in Ukrainian].
60. Skliarov, P. N. (1997). Yspolzovanye kompleksa antybyotykyv hentamy-



tsyna y ampitsylylna dlia sanatsyy spermy i embryonov [The use of a complex of antibiotics gentamicin and ampicillin for the sanitation of sperm and embryos] *Vykorystannya transplantatsii embrioniv v seleksii vitvorennia silskohospodarskykh tvaryn, Askaniia-Nova: materily mizhnar.nauk.-vyrob. konf.*, 78-79 [in Russian].

61. Skliarov, P. M. (1998). Vplyv kompleksu antybiotykyv hentamitsyn+ ampitsylin na perezhyvaiemist i zaplidniuvalnu zdatnist buhaiv-plidnykiv [The influence of the complex of antibiotics gentamicin + ampicillin on the survivability and fertilizing ability of breeder bulls] *Problemy zoonzhenerii ta veterynarii medytsyny*. Kharkiv, 36-38 [in Ukrainian].

PROTECTIVE ENVIRONMENTS FOR ANIMAL SPERM: EVOLUTION OF METHODS AND TOPICAL ASPECTS (REVIEW ARTICLE)

Sushko A., Institute of Animal Science NAAS.

Zhegunov G., State University of Biotechnology.

Savelieva M., Yeletska L., Martyniuk I., Institute of Animal Science NAAS.

A retrospective review of domestic and foreign sources of literature is presented, as well as data of published own research on cryopreservation of animal sperm. The main historical stages of the creation of protective environments for deep freezing of sperm are given.

In the 30s of the last century, a phenomenon characterized by the death of spermatozoa upon sharp cooling in the range of positive temperatures was discovered. It is called temperature shock of sperm. To prevent it, it is proposed to add substances containing phospholipids to the composition of diluents. Such environments can contain both simple components - native chicken egg yolk or milk, and high-tech - lipoproteins, isolated phospholipids of various origins. To stabilize protein-lipid complexes of plasma membranes and acrosomes of sperm during the cooling process, carbohydrates are added to the diluents. Sugars are components of energy supply for sperm and, along with salts, they are the main osmotic regulators. A combination of two or three carbohydrates in the medium was traditionally considered necessary. However, the Kharkiv school of reproductive specialists has proven the possibility of creating effective protective environments using only one sugar - sucrose or lactose - based on considerable practical experience.

The effectiveness of germ cell freezing is shown depending on the cryoprotectants used. Glycerin is the first known endocellular cryoprotectant, which is still unsurpassed in sperm cryopreservation. Our own experimental data on the effect of combinations of glycerol with substances from the amide group on the main biological indicators of sperm after deconservation are presented. Cryoprotectants dimethylacetamide (DMAC) and dimethylformamide (DMF) were tested in own experiments on stallion semen. The experiments studied the effect of different concentrations of the above-mentioned penetrating cryoprotectants both on the main physiological characteristics of stallion sperm (motility, survival), and on the degree of damage to the membrane apparatus of sperm. The effectiveness of certain combinations of these substances has been proven.

Methods of preventing the negative impact of oxygen and the development of lipid peroxidation processes in sperm during cryopreservation are presented. The concept of using additional hormonal components in diluents, in particular prostaglandin F2a, is revealed. The materials related to the effect on the quality of reproductive cells of healing preparations are displayed.

Keywords: artificial insemination, environments, semen, animals, bulls, stallions, cryoprotectants, freezing.



СЕЛЕКЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ РЕПРОДУКТИВНОГО СКЛАДУ НОВОСТВОРЮВАНОЇ УКРАЇНСЬКОЇ РИСИСТОЇ ПОРОДНОЇ ГРУПИ КОНЕЙ

Ткачова І. В., д. с.-г. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0002-4235-7257>

Інститут тваринництва НААН

Об'єктом досліджень був масив племінних кобил новостворюваної української рисистої породної групи коней, облікований на 01.01.2023 року ($n=194$). З усіх кобил репродуктивного складу випробувано на іподромах 91,6 % з середньою жвавистю 2.12,9 хв. Визначено кількісні та якісні показники дослідженого масиву, генеалогічну структуру, визначено ефективність генеалогічних поєднань. У Дібрівському кінному заводі продукують найжвавіші кобили із середньою жвавистю 2.08,2 \pm 0,86 хв. Кобили Запорізького кінного заводу за призовою скоростиглістю переважають кобил інших кінних заводів (середня жвависть у 2-річному віці – 2.24,9 \pm 1,47 хв.) ($p<0,01$). З усіх оцінених кобил новостворюваної породної групи 12 % входять до класу жвавості 2.05 хв. і жвавіше і майже половина (48,8 %) до класу 2.10 хв. і жвавіше з перевагою градацій: 2.05,1-2.10,0 хв. (36,8 %), 2.10,1-2.15,0 хв. (19,7 %), 2.00,1-2.05 хв. (12,0 %), 2.15,1-2.20 хв (9,4 %). Найбільше кобил високого класу жвавості 2.05 хв. і жвавіше (32,3 %) та 2.10 хв. і жвавіше (67,7 %) продукують у Дібрівському кінному заводі. Загалом, жвависть є досить консолідованою ознакою ($C_v=7,28$) у кобил новостворюваної рисистої породної групи.

Оцінюванням промірів тіла встановлено перевагу кобил Дібрівського кінного заводу за висотою в холці і довжиною тулуба ($p<0,05$), за обхватом грудей та п'ястка кобили усіх кінних заводів практично не відрізняються, найвищу оцінку за походження, тип, екстер'єр та призову роботоздатність отримали кобили Дібрівського кінного заводу ($p<0,05$). За промірні показники найвищу оцінку отримали кобили Лимарівського кінного заводу.

Аналіз генеалогічної структури довів походження жеребців-плідників з 6, а кобил репродуктивного складу – з 9 генеалогічних ліній. Найбільш розвинена за наявністю жеребців і кобил – лінія Спіді Крауна (46,7 і 34,3 % відповідно). Найвища рекордна жвависть на дистанцію 1600 м (на рівні класу жвавості 2.10 хв. і жвавіше) притаманна кобилам ліній: Хут Муна (125,5 \pm 1,55 с) та Арні Алмахерста (127,6 \pm 1,37 с). Найбільш скоростиглі (найжвавіші у 2-річному віці) кобили ліній: Лоу Ганновера (142,7 \pm 3,17 с), Ворті Боя (143,1 \pm 1,53 с), Хут Муна (144,5 \pm 3,75 с) та Спіді Крауна (146,1 \pm 1,71 с). Досліджений масив кобил розподіляється на 25 маточних родин. Результати аналізу свідчать, що найбільш ефективно з генеалогічними лініями поєднується маточна родина Руги.

Ключові слова: **коні, українська рисиста породна група, племінні кобили, генеалогічні поєднання, лінії, маточні родини, генерація, селекційні ознаки**

Українська рисиста породна група створена внаслідок тривалої праці селекціонерів у господарствах України, створена на базі російської рисистої породи, але відрізняється від неї за комплексом ознак та має відмінності згідно із географічною приналежністю, методами селекції та генетичними маркерами [1, 7].

Російська рисиста порода була створена як спеціалізована призова порода для іподромних випробувань. Оскільки призовий кінний спорт в Україні пережи-



ває не кращі часи, російська рисиста порода почала втрачати популярність та зацікавленість коневласників [8]. До того ж, негативна ситуація посилюється зростанням моди на коней імпоротної селекції, зокрема - французької рисистої породи, які все більше поширюються у господарствах, заводчики приймають рішення переорієнтуватися на них [10]. Все це відбувається не лише через те, що вони більш жваві – основна перевага французьких рисаків перед російськими у крупності і масивності, що робить їх більш затребуваними для сільського господарства, тобто вони та їх помісі мають більший попит. Важливий фактор, що також сприяє попитові - за випробування французьких рисаків у закритих призах на іподромах України власники отримують грошові дотації у межах державної програми Франції, спрямованої на популяризацію та розповсюдження французьких рисаків «Французький рисак» [4].

Високу конкуренцію призовим рисакам складають і орловські, через великий попит на них у країні-оригіналі, для підтримання його популяризації існують певні дотації, проводяться державні та спонсорські фестивалі, збільшується кількість платних закритих призів [3]. Таким чином французька та орловська рисисті породи мають попит та високу цінність через збереження та демонстрацію їх винятковості, особливостей, притаманних саме їм, які підкріплюються використанням національного колориту під час їх випробування (рись під сідлом, змагання трійок, драйвінг тощо).

В українській популяції призових рисаків також є можливість зберегти та удосконалити селекційні ознаки, притаманні саме їй. Проведення такої роботи не лише є соціально, культурно, економічно важливим, але і дозволить на державному рівні сформулювати студбук, консолідувати та спрямувати селекційну роботу з породною групою в напрямку удосконалення, підвищення конкурентоспроможності та гідного представлення вітчизняної продукції конярства на міжнародних іподромах.

Більш ніж 35 років науковці та практики рисистого кіннозаводства України працюють над створенням власного типу рисаків. Тим більше, що історично підходи у селекційній роботі із рисистими кінськими в Україні дуже різнилися, що підтверджено даними наукових досліджень [6].

У 2016 році було проведено перше експедиційне обстеження масиву новостворюваної породної групи і підготовлено матеріали до апробації нового селекційного досягнення [5]. Робота в цьому напрямі продовжується.

Відомо, що висока племінна цінність жеребців-плідників забезпечує високу інтенсивність використання перевагу добору них потомства до відтворювального складу [9]. Разом з тим, процес створення та удосконалення порід невід'ємний від формування структури, як за чоловічими, так і за жіночими представниками. Отже, при створенні будь-якої породи коней маточне поголів'я грає величезну роль [7]. В кожній породі коней кобили здійснили вплив на еволюцію, не менший за видатних жеребців. Зазвичай, видатні кобили стають матерями засновників чоловічих генеалогічних а також родоначальницями маточних родин і гнізд.

Вплив репродуктивного складу на еволюцію новостворюваної української рисистої породної групи мало вивчений, тому це питання актуальним важливе практичне значення для подальшого удосконалення нового селекційного досягнення.

Мета досліджень полягала у визначенні ефективності моделей підбору батьківських пар за генеалогічними групами, що формують українську рисисту породну групу.



Матеріали та методи досліджень. Об'єктом досліджень був український масив племінних кобил української рисистої породної групи, облікований на 01.01.2023 року. Матеріалом для досліджень слугувала база даних, створена за даними первинного племінного обліку. Електронні записи на кожну племінну кобилу включають родовід, проміри тіла, бонітувальні бали, результати іподромних випробувань. Для зручності статистичної обробки традиційно представлену жвавистість коней у хвилинах переведено у секунди (наприклад: 2.15,1 хв дорівнює 135,1 с). Науково-методичні підходи базувались на зоотехнічному та генеалогічному дослідженні масиву коней української рисистої породної групи. Усіх дослідних коней розподіляли за походженням на генеалогічні групи батька, матері, маточна родина). Розрахунки здійснювали у середовищі Microsoft Excel [2].

Результати досліджень. Станом на 01.01.2023 року розведенням коней української рисистої породної групи займаються 3 кінних заводи, племінний репродуктор «Рода» і фізичні особи – переважно працівники іподромів. Поголів'я коней у суб'єктах племінної справи складає 301 гол., у тому числі 15 жеребців-плідників, 182 племінних кобили (табл. 1).

Таблиця 1

Кількісний склад коней української рисистої породної групи на 1.01.2023 р.

Суб'єкт племінної справи	Усього, гол.	У т. ч.		
		жеребці-плідники	племінні кобили	ремонтний молодняк (2019-2022)
Дібровський кінний завод № 62	56	3	31	22
Запорізький кінний завод № 86	62	5	43	14
Лимарівський кінний завод № 61	64	4	43	17
Всього у кінних заводах:	182	12	117	53
ПР «Рода»	37	2	10	25
ПСП «Комишанське»	1	1	-	-
Фізичні особи	81	-	55	26
Всього:	301	15	182	104

Крім 9 чистопорідних жеребців в селекційній роботі задіяні 3 жеребці-плідники американської стандартбредної та 3 - французької рисистої порід. Також в розведенні задіяні кобили французької рисистої, американської стандартбредної порід та їх помісі. Перелік жеребців-плідників наведено в таблиці 2. Середня жвавистість жеребців становить 2.00,8 хв. Жеребці належать переважно до американських ліній Спіді Крауна, Вікторі Сонга.

З усіх досліджених кобил репродуктивного складу випробувано на іподромах 91,6 % з середньою жвавистістю 2.12,9 хв. Кобили випробувані за жвавистістю на класичну дистанцію 1600 м, цей показник обраний через те, що коні рисистих порід в випробовуються на цю дистанцію, на довші дистанції (2400 м, 3200 м) випробовується значно менша кількість коней. У Запорізькому кінному заводі № 86 усі кобили випробувані (100 %). Найменше випробувано кобил у Лимарівському кінному заводі № 61 (82,2 %). Найжвавіші кобили дібрані до відтворювального складу Дібрівського кінного заводу № 62 (середня жвавистість 2.08,2±0,86 хв.).



Таблиця 2

Перелік жеребців-плідників, що використовуються у селекційному процесі з українською рисистою породною групою

Кличка	Жвавість	Масть	Рік народження	Батько	Мати	Лінія
Американська стандартbredна						
Грейтест Імідж	1.53,7	гн.	2002	Беленсд Імедж	Амбро Маскара	Вікторі Сонг
Монпельє	-	гн.	2006	Daguet Rapide	Catch Dream	Арні Алмахерст
Неон Найт	2.02,0	гн.	2005	Сі Ер Екскалібур	Сі Ер Дже-ніанідотс	Спіді Краун
Французька рисиста						
Пентагон	2.07,8	гн.	2008	Дахір де Прелон	Прістіс Воло	Каріока
Ріо Дю Ріб	1.12,8 (1.57,1)	гн.	2005	Кайзер Соз	Галлія Де Вандел	Вікторі Сонг
Удалой	2.02.0	руд.	2008	Ідало	Гіга де Ме	Мітсуко
Українська рисиста породна група						
Бержерак	2.04.7	т-гн.	2005	Б'єсоло	Храбра	Вікторі Сонг
Варпик	2.05.8	т-гн.	2012	Рей Ган	Вестфалія	Спіді Краун
Гоготун	2.00.0	гн.	2005	Глібт	Горечь	Вікторі Сонг
Грамотій	2.03,8	т-гн.	2017	Монпельє	Гулянка	Спіді Краун
Карфаген	2.00,4	гн.	2006	Фріскі Флірт	Кемалія	Спіді Краун
Київград	2.01,4	гн.	2003	Голос	Каміла	Спіді Краун
Монреаль	1.59,5	гн.	2013	Нансачтінг	Москва	Спіді Краун
Порядок	1.59,3	гн.	2007	Джил'с Краун	Пасія	Ворті Бой
Прогрес	2.00,3	т-гн.	2004	Голос	Пасія	Спіді Краун

Таблиця 3

Кількість випробуваних кобил і показники їх жвавості на дистанцію 1600 м

Господарство	Випробувано кобил		Середня жвавість, с
	гол.	%	
Дібрівський кінний завод № 62	29	93,5	128,1±0,88
Запорізький кінний завод № 86	43	100,0	131,3±0,99
Лимарівський кінний завод № 61	37	82,2	138,6±2,07
Всього:	109	91,6	132,9±0,93

Аналізом жвавості кобил у різні вікові періоди доведено (табл. 4), що за призовою скоростиглістю кобили Запорізького кінного заводу № 86 з високою вірогідністю ($p < 0,01$) переважають кобил інших кінних заводів (середня жвавість у 2-річному віці – 2.24,9±1,47 хв.). Закономірно, що найкращу (пожиттєво рекордну) жвавість кобили проявляють у старшому віці, найвищою вона виявилася у кобил Дібрівського кінного заводу № 62 (2.05,4±0,64 хв.). Втім, деякі кобили проявляють рекордну жвавість у віці 3 років, іноді – високий рівень жвавості прояв-



ляється у віці 2 років і випробування кобили завершують, щоб якнайраніше повернути її до кінного заводу до подальшого отримання жвавого потомства.

Таблиця 4

Кількість випробуваних кобил і показники їх жвавості на дистанцію 1600 м

Кінний завод	Жвавність кобил репродуктивного складу у віці:		
	2 років	3 років	4 років
Дібровський кінний завод № 62	146,5±1,75	131,3±0,73	125,4±0,64
Запорізький кінний завод № 86	144,9±1,47	131,7±0,77	130,0±0,74
Лимарівський кінний завод № 61	148,1±1,49	137,2±1,77	130,9±1,24
Всього:	146,4±0,90	133,3±0,72	128,9±0,59

Дані таблиці 5 свідчать, що з усіх оцінених кобил новостворюваної породної групи 12 % входять до класу жвавості 2.05 хв. і жвавніше і майже половина – 48,8 % – до класу 2.10 хв. і жвавніше. В цілому можна констатувати, що жвавність є досить консолідованою ознакою ($C_v=7,28$) репродуктивного складу новостворюваної рисистої породної групи.

Таблиця 5

Розподіл племінного ядра новостворюваної рисистої породної групи за класами жвавості

Класи жвавості на 1600 м	Жеребці-плідники		Племінні кобили	
	n	%	n	%
2.00 і жвавніше	5	33,3	-	-
2.00,1-2.05	7	46,7	14	12,0
2.05,1-2,10	2	13,3	43	36,8
2.10,1-2.15	-	-	23	19,7
2.15,1-2.20	-	-	11	9,4
2.20,1-2.25	-	-	4	3,4
2.25,1-2.30	-	-	4	3,4
2.30,1-2.35	-	-	5	4,3
2.35,1-2.40	-	-	2	1,7
2.40,1-2.45	-	-	-	-
2.45,1-2.50	-	-	2	1,7
2.50,1 і тихіше	-	-	1	0,9
Не випробувані	1	6,7	8	6,8
Всього:	15	100	117	100
<i>Середня жвавність, хв. с</i>	<i>121,6±0,96</i>		<i>132,9±0,93</i>	
<i>C_v, %</i>	<i>2,96</i>		<i>7,28</i>	

Найжвавіші кобили у сучасному репродуктивному складі Дібрівського кінного заводу: Гімназія 2.00,9, вор., 2017 (Монпельє – Грінга), Вологда 2.02,3, св.-гн., 2008 (Графік – Вілла), Когорта 2.02,8, гн., 2018 (Графік – Коломна), Міс Мона 2.02,9, руд., 2011 (Монпельє – Москва). У репродуктивному складі Дібрівського кінного заводу 10 кобил (32,3 %) входять до класу жвавості 2.05 хв. і жвавніше, 21 кобила (67,7 %) входить до класу жвавості 2.10 хв. і жвавніше. Разом із тим, кобил нижчих класів жвавості (2.30,1 хв.с тихіше) небагато – 8,5 %. Перева-



жна кількість кобил входять до класів жвавості 2.05,1-2.10,0 хв. (36,8 %), 2.10,1-2.15,0 хв. (19,7 %), 2.00,1-2.05 хв. (12,0 %), 2.15,1-2.20 хв (9,4 %).

Коефіцієнти варіації жвавості племінних кобил становлять: рекордної жвавості – 7,28 %, у віці 2-х років – 6,22%, 3-х років – 5,25%, 4-х років – 3,38%, тобто вивчаємо ознака досить консолідована.

Кобили репродуктивного складу кінних заводів оцінені за показниками промірів тулуба: висотою в холці (ВХ), косою довжиною тулуба (КДТ), обхватом грудей (ОГ), обхватом п'ястка (ОП). Встановлено (табл. 5), що кобили Дібрівського кінного заводу переважають кобил інших підприємств за висотою в холці і довжиною тулуба ($p < 0,05$), отже можна констатувати, що селекційна стратегія цього господарства спрямована у правильному русі поєднання високої призової продуктивності із екстер'єрними показниками. За обхватом грудей та п'ястка кобили усіх кінних заводів практично не відрізняються.

Таблиця 5

Показники промірів тулуба кобил української рисистої породної групи

Суб'єкт племінної справи	n	Проміри, см			
		ВХ	КДТ	ОГ	ОП
Дібрівський кінний завод № 62	31	161,8 ±0,54	163,6 ±0,74	181,1 ±0,71	19,98 ±0,11
Запорізький кінний завод № 86	43	159,1 ±0,53	161,8 ±0,58	181,4 ±0,95	19,93 ±0,10
Лимарівський кінний завод № 61	45	159,2 ±0,49	161,6 ±0,54	181,7 ±0,45	19,84 ±0,08
В середньому:	119	159,8 ±0,32	162,2 ±0,36	181,4 ±0,42	19,91 ±0,06

Узагальненням результатів бонітування дослідних кобил встановлено (табл. 6), що найвищу оцінку за походження, тип, екстер'єр та призову роботоздатність отримали кобили Дібрівського кінного заводу ($p < 0,05$). За промірні показники найвищу оцінку отримали кобили Лимарівського кінного заводу. За основними показниками бонітування кобили усіх кінних заводів відповідають класу «еліта».

Таблиця 6

Кількість випробуваних кобил і показники їх жвавості на дистанцію 1600 м

Кінний завод	Показники бонітування, бал.				
	походження	тип	екстер'єр	проміри	робото-здатність
Дібрівський кінний завод № 62	9,10 ±0,10	8,55 ±0,09	8,65 ±0,11	8,23 ±0,08	8,03 ±0,25
Запорізький кінний завод № 86	9,39 ±0,08	8,14 ±0,10	7,84 ±0,08	7,91 ±0,23	7,37 ±0,21
Лимарівський кінний завод № 61	8,98 ±0,02	8,47 ±0,08	8,07 ±0,10	8,33 ±0,13	6,93 ±0,32
Всього:	9,15 ±0,05	8,37 ±0,06	8,14 ±0,06	8,15 ±0,10	7,37 ±0,16



Аналізуючи комплекс призових та екстер'єрних ознак, спостерігаємо, що більш жваві кобили також і найбільш крупні за визначеними промірами тулуба. Для встановлення наявності взаємозв'язків між цими ознаками, проведено кореляційний аналіз (табл. 7).

Таблиця 7

Кореляційні зв'язки (r) між призовою продуктивністю та показниками промірів тулуба кобил української рисистої породної групи

Показники жвавості	Проміри, см				
	рекордна жвавість	ВХ	КДТ	ОГ	ОП
Усі дослідні кобили (n=109)					
Рекордна жвавість	×	-0,116	-0,076	0,085	-0,013
Жвавість у віці:					
2-х років	0,311	-0,033	-0,147	-0,141	-0,251
3-х років	0,909	0,074	0,044	0,032	0,084
4-х років	0,940	-0,015	-0,018	0,054	0,270
Дібрівський кінний завод № 62 (n=29)					
Рекордна жвавість	×	-0,053	-0,168	-0,029	-0,055
Жвавість у віці:					
2-х років	-0,091	0,102	-0,341	-0,452	-0,386
3-х років	0,666	0,270	0,079	0,088	-0,005
4-х років	0,959	0,075	-0,169	0,050	-0,241
Запорізький кінний завод № 86 (n=43)					
Рекордна жвавість	×	-0,014	-0,006	0,039	-0,034
Жвавість у віці:					
2-х років	0,202	-0,017	-0,128	-0,040	-0,307
3-х років	0,785	0,142	0,022	-0,088	-0,017
4-х років	0,812	0,004	0,027	0,012	-0,014
Лимарівський кінний завод № 61 (n=37)					
Рекордна жвавість	×	-0,073	0,019	0,265	-0,014
Жвавість у віці:					
2-х років	0,589	-0,123	-0,055	0,066	-0,073
3-х років	0,967	0,024	0,108	0,272	0,123
4-х років	0,998	0,613	0,532	0,273	0,426

Встановлено, що між показниками рекордної жвавості кобил і їх жвавістю у віці 2-4 років наявні позитивні кореляційні зв'язки. Найменший показник взаємозв'язку – між жвавістю у 2-річному віці і рекордною жвавістю ($r=0,311$). Натомість у 3-4-річному віці зв'язок із рекордною жвавістю наближений до одиниці. Ця тенденція спостерігається по вибірках усіх досліджених кінних заводів із різним рівнем показника. Так, у Запорізькому кінному заводі 58,1 % кобил проявили рекордну жвавість у 3-річному віці або не випробувались у 4-річному віці, отже показник кореляції між рекордною жвавістю, отже кореляційний зв'язок між жвавістю у 3-річному віці та рекордною жвавістю вищий, ніж у Дібрівському кінному заводі. У Лимарівському кінному заводі найвищий кореляційний зв'язок між рекордною жвавістю кобил та їх жвавістю в усі вікові періоди випробувань.



Доведено, що між показником рекордної жвавості і показниками промірів тулуба існують мало значущі кореляційні зв'язки, переважно негативних. Значущі позитивні зв'язки між рекордною жвавостю і промірами тулуба виявлені лише у кобил 4-річного віку Лимарівського кінного заводу (табл. 7). Отже, можна констатувати, що у цьому кінному заводі досягли значного позитивного селекційного ефекту поєднання основних селекційних ознак коней новостворюваної української рисистої породної групи.

Для визначення впливу іподрому на показники жвавості кобил орловської рисистої породи оцінено середні показники жвавості на різних іподромах України (табл. 8).

Таблиця 8

Характеристика кобил новостворюваної української рисистої породної групи за жвавостю на дистанцію 1600 м

Суб'єкт племінної справи	n	Характеристика кобил за жвавостю при випробуванні на дистанцію 1600 м (хв., с)			
		рекордна жвавість	2 років	3 років	4 років
КП «Київський іподром»	45	132,4 ±1,25	145,7 ±1,27	132,0 ±0,90	128,6 ±1,00
Філія «Одеський іподром» ДП «Конярство України»	59	132,8 ±1,23	147,1 ±1,27	134,2 ±1,01	129,1 ±
В середньому:	104	132,6 ±0,88	146,4 ±0,90	133,3 ±0,72	128,9 ±0,59

Встановлено, що кобили, випробувані на Київському іподромі невірогідно переважали за жвавостю ровесниць, випробуваних на Одеському іподромі, як за рекордною жвавостю, так і за жвавостю, виявленою в усі вікові періоди.

За аналізом родоводів визначено, що репродуктивний склад новостворюваної української рисистої породної групи структурований за 6 генеалогічними лініями та 32 маточними родинами. Племінні кобили походять з 9 генеалогічних ліній. Найбільш розвинена за наявністю як жеребців, так і кобил – лінія Спіді Крауна (відгалуження лінії Скотланда) (46,7 і 34,3 % відповідно) (табл. 9).

Таблиця 9

Розподіл репродуктивного складу коней новостворюваної української рисистої породної групи за генеалогічними лініями (на 01.01.2023 р.)

Генеалогічна лінія	Жеребці-плідники		Племінні кобили	
	n	%	n	%
Спіді Краун	7	46,7	36	30,8
Вікторі Сонг	4	26,7	28	23,9
Арні Алмахерст	1	6,7	14	12,0
Ворті Бой	1	6,7	19	16,2
Каріока	1	6,7	-	-
Мітсуко	1	6,7	6	5,1
Лоу Ганновер	-	-	10	8,5
Хут Мун	-	-	2	1,7
Заморское Чудо	-	-	2	1,7
Всього:	15	100,0	117	100,0



Найбільша кількість випробуваних кобил походить з генеалогічних Спіді Крауна (34,3 %), Вікторі Сонга (21,0 %) та Ворті Боя (18,1 %) (табл. 10). Найвища рекордна жвавість на дистанцію 1600 м на рівні класу жвавості 2.10 хв. і жвавіше притаманна кобилам ліній Хут Муна (125,5±1,55 с) та Арні Алмахерста (127,6±1,37 с). Найбільш скоростиглі (найжвавіші у 2-річному віці) кобили ліній Лоу Ганновера (142,7±3,17 с), Ворті Боя (143,1±1,53 с), Хут Муна (144,5±3,75 с) та Спіді Крауна (146,1±1,71 с).

Таблиця 10

Показники жвавості випробуваних кобил новостворюваної української рисистої породної групи різних генеалогічних відгалужень

Лінія	Випробувано кобил		Жвавість, с			
	п	%	рекордна	у віці:		
				2-х років	3-х років	4-х років
Спіді Краун	36	34,3	133,7±1,50	146,1±1,71	132,9±0,78	131,0±1,05
Вікторі Сонг	22	21,0	134,8±2,16	147,1±1,71	134,3±1,51	128,5±0,98
Ворті Бой	19	18,1	132,2±1,96	143,1±1,53	132,2±1,29	127,9±1,96
Арні Алмахерст	12	11,4	127,6±1,37	150,2±2,41	132,0±1,08	125,1±0,85
Лоу Ганновер	8	7,6	133,9±5,90	142,7±3,17	135,1±5,73	128,8±1,13
Мітсуко	5	4,8	138,3±4,54	152,2±6,31	139,8±4,20	135,1±4,09
Хут Мун	2	1,9	125,5±1,55	144,5±3,75	125,5±1,55	130,0
Заморское Чудо	1	1,0	126,8	156,1	134,9	126,8
В середньому:	105	100,0	132,6±0,88	146,4±0,90	133,3±0,72	128,9±0,59

Встановлено, що досліджений масив кобил розподіляється на 25 маточних родин, з яких родини Азалії, Ахтуби, Баядерки, Камелії, Кокетки, Ложи, Орхідеї, Путьовки, Роял Серенаде, Удакої представлені 1-2 кобилами (табл. 11). З більш розвинених маточних родин (3 і більше випробуваних кобили) найвищим рівнем рекордної жвавості (на рівні класу жвавості 2.10 хв.) вирізняються родини Ларочки (127,4±0,50 с), Глибокої Криниці (127,5±1,89 с), Хронології (128,8±1,36 с) та Рути (129,4±0,91 с). Найбільш скоростиглі кобили (з найвищою жвавістю у 2-річному віці – жвавіше 2.25 хв.) у маточних родинах: Ларочки (139,2±6,71 с), Бухти (142,5±3,47 с), Рути (144,1±2,59 с), Новинки (144,7±2,42) та Хронології (144,5±3,72 с). Найвищу жвавість у 3-річному віці проявили кобили з маточних родин Глибокої Криниці (129,8±1,87 с), Ларочки (130,4±2,31 с) та Рути (130,7±0,91 с), у 4-річному – Глибокої Криниці (125,3±2,35 с), Говорухи (125,6±1,32 с), Вагранки (127,0±2,22 с) та Гаїті (127,0±2,05 с). Отже, можна констатувати, що зазначені маточні родини найбільше консолідовані за жвавістю і їх подальший розвиток є перспективним.



Таблиця 11

Показники жвавості випробуваних кобил новостворюваної української рисистої породної групи різних маточних родин ($M \pm m$)

Маточні родини	n	Жвавість, с			
		рекордна	у віці:		
			2-х років	3-х років	4-х років
Бухти	5	133,1±4,10	142,5±3,47	133,7±4,16	127,6±0,40
Вагранки	11	131,6±2,32	145,5±2,31	132,5±1,03	127,0±2,22
Гаїті	3	129,3±2,63	146,2±9,68	133,3±1,51	127,0±2,05
Глибокої Криниці	6	127,5±1,89	150,2±4,39	129,8±1,87	125,3±2,35
Говорухи	9	133,7±4,17	146,9±3,64	132,5±1,44	125,6±1,32
Ларочки	3	127,4±0,50	139,2±6,71	130,4±2,31	128,4
Новинки	9	134,2±2,21	144,7±2,42	134,6±2,11	132,2±3,88
Отваги	3	138,9±7,58	152,4±12,4	139,5±7,25	132,1±2,70
Офелії	9	135,5±4,32	148,4±2,44	132,6±0,96	127,5±1,09
Рути	11	129,4±0,91	144,1±2,59	130,7±0,91	130,4±1,19
Свирелі	8	140,8±5,78	147,1±2,85	142,2±5,63	132,6±2,81
Хронології	9	128,8±1,36	144,5±3,72	131,0±1,97	129,3±1,52

У селекційній практиці в кіннозаводстві важливо знайти ефективне поєднання генеалогічної лінії з маточною родиною, тобто побудувати родовід майбутнього лошади вдалим підбором на основі генеалогічного аналізу. В наших дослідженнях найбільш ефективними поєднаннями ліній і родин за рекордною жвавистю кобил репродуктивного складу виявилися наступні (табл. 12): Лоу Ганновер × Рута (127,5±0,85 с), Спіді Краун × Бухта (127,7±0,35 с), Спіді Краун × Хронологія (127,9±1,34 с), Арні Алмахерст × Говоруха (128,7±4,89 с), Вікторі Сонг × Рута (129,3±2,99 с), Спіді Краун × Рута (129,6±1,24 с). Найбільш скоростиглі кобили отримані у поєднаннях: Спіді Краун × Говоруха (137,3±2,45 с), Спіді Краун × Бухта (139,4±2,80 с), Ворті Бой × Огранка (141,1±2,37 с), Лоу Ганновер × Рута (141,1±8,20 с). У 3-річному віці найкращу жвависть проявили кобили у поєднаннях: Спіді Краун × Бухта (128,3±1,01 с), Лоу Ганновер × Рута (128,5±1,62 с), Вікторі Сонг × Рута (130,9±2,48 с), у 4-річному - Арні Алмахерст × Говоруха (124,2±3,25 с), Ворті Бой × Огранка (125,3±3,00 с), Спіді Краун × Бухта (127,7±0,35 с). Результати аналізу свідчать, що найбільш ефективно з генеалогічними лініями поєднується маточна родина Рути.

Таким чином, проведено комплексну оцінку репродуктивного складу новостворюваної української рисистої породної групи, проаналізовано генеалогічну структуру і виділено найбільш ефективні генеалогічні поєднання, що дасть змогу корегувати селекційно-племінну роботу для подальшого удосконалення породної групи.



Показники жвавості випробуваних кобил новостворюваної української рисистої породної групи різних маточних родин (M±m)

Поєднання лінія × маточна родина	n	Жвавість, с			
		рекордна	у віці:		
			2-х років	3-х років	4-х років
Вікторі Сонг × Свирель	4	137,2±5,66	145,1±4,44	134,6±1,36	130,2±1,50
Ворті Бой × Огранка	5	133,3±4,62	141,1±2,37	131,4±0,92	125,3±3,00
Ворті Бой × Хронологія	4	131,3±2,04	143,5±0,58	131,8±2,23	131,6±1,35
Спіді Краун × Хронологія	4	127,9±1,34	146,8±8,86	131,6±3,98	129,8±1,60
Спіді Краун × Офелія	4	131,7±2,95	147,1±4,40	134,6±1,40	128,8±0,90
Спіді Краун × Огранка	3	133,1±2,94	150,0±6,65	133,1±2,94	135,0
Спіді Краун × Говоруха	4	133,1±2,04	137,3±2,45	133,6±1,61	128,5
Арні Алмахерст × Говоруха	3	128,7±4,89	152,5±4,92	131,4±3,67	124,2±3,25
Спіді Краун × Бухта	3	127,7±0,35	139,4±2,80	128,3±1,01	127,7±0,35
Вікторі Сонг × Рута	3	129,3±2,99	142,6±2,81	130,9±2,48	128,2±2,20
Спіді Краун × Рута	3	129,6±1,24	151,8±4,90	131,9±1,59	130,8±3,05
Лоу Ганновер × Рута	3	127,5±0,85	141,1±8,20	128,5±1,62	129,8±1,06
Вікторі Сонг × Новинка	4	136,0±4,55	146,5±2,64	136,4±4,30	127,1

Висновки:

1. Аналізом репродуктивного складу коней новостворюваної української рисистої породної групи встановлено кількісні та якісні показники дослідженого масиву, генеалогічну структуру, визначено ефективність генеалогічних поєднань.

2. З усіх досліджених кобил репродуктивного складу випробувано на іподромах 91,6 % з середньою жвавістю 2.12,9 хв. Найжвавіші кобили дібрані до відтворювального складу Дібрівського кінного заводу № 62 (середня жвавість 2.08,2±0,86 хв.). За призовою скоростиглістю кобили Запорізького кінного заводу № 86 з високою вірогідністю ($p < 0,01$) переважають кобил інших кінних заводів (середня жвавість у 2-річному віці – 2.24,9±1,47 хв.). Найвища рекордна жвавість у старшому віці у кобил Дібрівського кінного заводу № 62 (2.05,4±0,64 хв.).

3. З усіх оцінених кобил новостворюваної породної групи 12 % входять до класу жвавості 2.05 хв. і жвавіше і майже половина (48,8 %) до класу 2.10 хв. і жвавіше. В цілому можна констатувати, що жвавість є досить консолідованою ознакою ($C_v=7,28$) репродуктивного складу новостворюваної рисистої породної групи. У репродуктивному складі Дібрівського кінного заводу 10 кобил (32,3 %) кобил входять до класу жвавості 2.05 хв. і жвавіше, 21 кобила (67,7 %) входять до класу жвавості 2.10 хв. і жвавіше. Разом із тим, кобил нижчих класів жвавості (2.30,1 хв тихіше) небагато – 8,5 %. Переважна кількість кобил входять до класів жвавості 2.05,1-2.10,0 хв. (36,8 %), 2.10,1-2.15,0 хв. (19,7 %), 2.00,1-2.05 хв. (2.15,1-2.20 хв.с (12,0 %).

4. За результатами оцінки промірів тіла встановлено, що кобили Дібрівського кінного заводу переважають за висотою в холці і довжиною тулуба ($p < 0,05$), отже можна констатувати, що селекційна стратегія цього господарства спрямована у правильному русі поєднання високої призової продуктивності із екстер'єрними показниками. За обхватом грудей та п'ястка кобили усіх кінних заводів практично не відрізняються.



5. Узагальненням результатів бонітування дослідних кобил встановлено, що найвищу оцінку за походження, тип, екстер'єр та призову роботоздатність отримали кобили Дібрівського кінного заводу ($p < 0,05$). За промірні показники найвищу оцінку отримали кобили Лимарівського кінного заводу. За основними показниками бонітування кобили усіх кінних заводів відповідають класу «еліта».

6. Між показниками рекордної жвавості кобил і їх жвавостю у віці 2-4 років встановлені позитивні кореляційні зв'язки. Найменший показник взаємозв'язку – між жвавостю у 2-річному віці і рекордною жвавостю ($r = 0,311$). Натомість у 3-4-річному віці зв'язок із рекордною жвавостю наближений до одиниці. Ця тенденція спостерігається по вибірках усіх досліджених кінних заводів із різним рівнем показника.

7. Встановлено, що більш жваві кобили також і найбільш крупні за визначеними промірами тулуба. Втім, цей висновок не підтверджується наявністю високих показників кореляції. Значущі позитивні зв'язки між рекордною жвавостю і промірами тулуба виявлені лише у кобил 4-річного віку Лимарівського кінного заводу, отже, можна констатувати, що у цьому кінному заводі досягли значного позитивного селекційного ефекту поєднання основних селекційних ознак коней новостворюваної української рисистої породної групи.

8. Аналізом генеалогічної структури визначено походження жеребців-плідників з 6, кобил репродуктивного складу – з 9 генеалогічних ліній. Найбільш розвинена за наявністю жеребців і кобил – лінія Спіді Крауна (46,7 і 34,3 % відповідно). Найвища рекордна жвавість на дистанцію 1600 м (на рівні класу жвавості 2.10 хв. і жвавіше) притаманна кобилам ліній: Хут Муна ($125,5 \pm 1,55$ с) та Арні Алмахерста ($127,6 \pm 1,37$ с). Найбільш скоростиглі (найжвавіші у 2-річному віці) кобили ліній: Лоу Ганновера ($142,7 \pm 3,17$ с), Ворті Боя ($143,1 \pm 1,53$ с), Хут Муна ($144,5 \pm 3,75$ с) та Спіді Крауна ($146,1 \pm 1,71$ с).

9. Встановлено, що досліджений масив кобил розподіляється на 25 маточних родин. Найбільш розвинені маточні родини: Вагранки ($n=11$), Рути ($n=11$), Говорухи ($n=9$), Новинки ($n=9$), Офелії ($n=9$), Хронології ($n=9$). Найвищим рівнем рекордної жвавості (на рівні класу жвавості 2.10 хв.) вирізняються родини Ларочки ($127,4 \pm 0,50$ с), Глибокої Криниці ($127,5 \pm 1,89$ с), Хронології ($128,8 \pm 1,36$ с) та Рути ($129,4 \pm 0,91$ с). Найбільш скоростиглі кобили (з найвищою жвавостю у 2-річному віці – жвавіше 2.25 хв.) у маточних родинах: Ларочки ($139,2 \pm 6,71$ с), Бухти ($142,5 \pm 3,47$ с), Рути ($144,1 \pm 2,59$ с), Новинки ($144,7 \pm 2,42$) та Хронології ($144,5 \pm 3,72$ с). Отже, можна констатувати, що зазначені маточні родини найбільше консолідовані за жвавостю і їх подальший розвиток є перспективним.

10. Найбільш ефективними поєднаннями ліній і родин за рекордною жвавостю кобил репродуктивного складу виявилися наступні: Лоу Ганновер \times Рута ($127,5 \pm 0,85$ с), Спіді Краун \times Бухта ($127,7 \pm 0,35$ с), Спіді Краун \times Хронологія ($127,9 \pm 1,34$ с), Арні Алмахерст \times Говоруха ($128,7 \pm 4,89$ с), Вікторі Сонг \times Рута ($129,3 \pm 2,99$ с), Спіді Краун \times Рута ($129,6 \pm 1,24$ с). Найбільш скоростиглі кобили отримані у поєднаннях: Спіді Краун \times Говоруха ($137,3 \pm 2,45$ с), Спіді Краун \times Бухта ($139,4 \pm 2,80$ с), Ворті Бой \times Огранка ($141,1 \pm 2,37$ с), Лоу Ганновер \times Рута ($141,1 \pm 8,20$ с). У 3-річному віці найкращу жвавість проявили кобили у поєднаннях: Спіді Краун \times Бухта ($128,3 \pm 1,01$ с), Лоу Ганновер \times Рута ($128,5 \pm 1,62$ с), Вікторі Сонг \times Рута ($130,9 \pm 2,48$ с), у 4-річному - Арні Алмахерст \times Говоруха ($124,2 \pm 3,25$ с), Ворті Бой \times Огранка ($125,3 \pm 3,00$ с), Спіді Краун \times Бухта ($127,7 \pm 0,35$ с). Результати аналізу свідчать, що найбільш ефективно з генеалогічними лініями поєднується маточна родина Рути.



Бібліографічний список

1. Алещенко О. О., Россоха В. І., Тур Г. М. Генетична структура української популяції рисаків за поліморфними системами білків крові. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. Харків, 2010. № 103. С.105-112.
2. Барановський Д. І., Брагінець О. М., Хохлов А. М. Біометрія в програмному середовищі MS Excel: навчальний посібник. Харків: СПД ФО Бровін О. В., 2017. 90 с.
3. Буренко А. В. Ефективність підборів батьківських пар при отриманні орловських рисаків класу 2.05 і жвавіше за комплексом селекційних ознак. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків, 2019. № 122. С. 60-73.
4. Gorniak W. Impact of the individual characteristics of French trotters on their racing performance. *Turkish J. of Vet. and Animal Sci.* 2020. Vol. 44. P.110-117.
5. Матеріали до апробації української рисистої породної групи / І. В. Ткачова, О. О. Корнієнко, В. І. Россоха, Г. М. Тур, О. О. Алещенко. Загальна редакція Ткачової І. В., Волкова Д. А. Харків, 2015. 132 с.
6. Програма селекції коней української рисистої породної групи до 2020 року. Ткаченко О. О., Ткачова І. В., Гданська К. В., Россоха В. І., Тур Г. М., Алещенко О. А. (Інститут тваринництва НААН)]; за ред. Н. В. Кудрявської, І. В. Ткачової. Х.: Інститут тваринництва НААН, 2015. 92 с.
7. Ткачова І. В. Збереження та удосконалення заводських порід коней в умовах обмеженого генофонду. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків, 2017. № 118. С.180-191.
8. Ткачова І. В., Ткаченко О. О. Українська рисиста порода коней. *Аграрна наука – виробництво*. Київ: Аграрна наука, 2017. № 3 (81). С. 21.
9. Ткачова І. В., Фролова Г. О., Платонова Н.П. Ефективність моделей підбору за генеалогічними групами при отриманні племінних кобил в орловській рисистій породі коней української популяції. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків, 2022. № 128. С.188-197. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2022-128-188-197>
10. Thiruvankadan A. K., Kandasamy N., Panneerselvam S. Inheritance of racing performance of trotter horses: an overview. *Livest. Sci.* 2009. № 124. 163-181. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.01.010>

References

1. Aleshchenko, O. O., Rossokha, V. I., & Tur, H. M. (2010). Henetychna struktura ukrainskoi populiatsii rysakiv za polimorfnyy systemamy bilkiv krovii [Genetic structure of the Ukrainian population of trotters according to polymorphic systems of blood proteins]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnystvva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*. Kharkiv, 103. 105-112 [in Ukrainian].
2. Baranovskyi, D. I., Brahinet, O. M., & Khokhlov, A. M. (2017). *Biometriia v prohramnomu seredovishchi MS Excel : navchalnyi posibnyk*. [Biometrics in MS Excel software]. Kharkiv: SPD FO Brovin O. V. 90 [in Ukrainian].
3. Burenko, A. V. (2019). Efektyvnist pidboriv batkivskykh par pry otrymanni orlovskykh rysakiv klasu 2.05 i zhvavishe za kompleksom selektsiinykh oznak [The effectiveness of selection of parent pairs in obtaining Orlov's trotters of class 2.05 and more lively according to a complex of selection traits]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnystvva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of*



Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine. Kharkiv, 122. 60-73 [in Ukrainian].

4. Gorniak, W. (2020). Impact of the individual characteristics of French trotters on their racing performance. *Turkish J. of Vet. and Animal Sci.* 44. 110-117.

5. Tkachova, I. V., Korniienko, O. O., Rossokha, V. I., Tur, H. M., & Aleshchenko, O. O. (2015). *Materialy do aprobatsii ukrainskoi rysystoi porodnoi hrupy* [Materials for approval of the Ukrainian trotting breed group] Zahalna redaktsiia Tkachovoi I. V., Volkova D. A. Kharkiv, 132 [in Ukrainian].

6. Tkachenko, O. O., Tkachova, I. V., Hdanska, K. V., Rossokha, V. I., Tur, H. M., & Aleshchenko, O. A. (2015). *Prohrama selektsii konei rosiiskoi rysystoi porody (ukrainskoi rysystoi porodnoi hrupy) do 2020 roku* [Breeding program for horses of the Ukrainian trotters until 2020], za red. N. V. Kudriavskoi, I. V. Tkachovoi. Kharkiv : Instytut tvarynnytstva NAAN, 92 [in Ukrainian].

7. Tkachova, I. V. (2017). Zberezhennia ta udoskonalennia zavodskykh porid konei v umovakh obmezhenoho henofondu [Preservation and improvement of factory breeds of horses in conditions of a limited gene pool]. *Naukovo-tehnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*. Kharkiv, 118. 180-191 [in Ukrainian].

8. Tkachova, I. V., & Tkachenko, O. O. (2017). Ukrainska rysysta porodna hrupa konei [Ukrainian trotting breed group of horses]. *Ahrarna nauka – vyrobnytstvu*. Kyiv: Ahrarna nauka, 3 (81). 21 [in Ukrainian].

9. Tkachova, I. V., Frolova H. O., & Platonova, N. P. (2022). Efektyvnist modelei pidboru za henealohichnymy hrupamy pry otrymanni plemynnykh kobyl v orlovskii rysystii porodi konei ukrainskoi populiatsii [The effectiveness of selection models by genealogical groups in obtaining breeding mares in the Orlov's trotters of the Ukrainian population]. *Naukovo-tehnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*. Kharkiv, 128. 188-197. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2022-128-188-197> [in Ukrainian].

10. Thiruvankadan, A. K., Kandasamy, N., & Panneerselvam, S. (2009). Inheritance of racing performance of trotter horses: an overview. *Livest. Sci.* 124. 163-181. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.01.010>.

SELECTION ANALYSIS OF THE FORMATION OF THE REPRODUCTIVE COMPOSITION OF THE NEWLY CREATED UKRAINIAN TROUT BREED GROUP OF HORSES

Tkachova I. V., Institute of Animal Sciences of NAAS

The object of research was an array of breeding mares of the newly created Ukrainian trotting breed group of horses, registered as of 01.01.2023 (n=194). 91.6% of all breeding mares were tested on racetracks with an average liveliness of 2.12.9 min. The quantitative and qualitative indicators of the investigated array, the genealogical structure, and the effectiveness of genealogical combinations were determined.

The liveliest mares were selected for breeding stock of the Dibrivskiy stud (average liveliness 2.08.2±0.86 min.). In prize-winning precocity, mares of Zaporizhskiy stud with a high probability (p<0.01) prevail over mares of other stud farms (average sprightliness at 2 years of age – 2.24.9±1.47 min.). The highest record liveliness at an older age in mares of the Dibrivskiy stud (2.05.4±0.64 min.). Of all the evaluated mares of the newly created breed group, 12% are in the liveliness class of 2.05 min. and more lively and almost half (48.8%) to class 2.10 min. and livelier. The majority of mares be-



long to the liveliness classes of 2.05.1-2.10.0 min. (36.8%), 2.10.1-2.15.0 min. (19.7%), 2.00.1-2.05 min. (12,0 %), 2.15.1-2.20 min (9.4%). In the breeding stock of the Dibrivskiy stud, 10 mares (32.3%) are in the liveliness class of 2.05 min. and more lively, 21 mares (67.7%) are to liveliness class 2.10 min and livelier. In general, it can be stated that liveliness is a fairly consolidated feature ($Cv=7.28$) of the reproductive composition of the newly formed trotting breed group.

According to the results of the assessment of body measurements, it was established that the mares of the Dibrivskiy stud prevail in terms of height at the withers and length of the body ($p<0.05$), so it can be stated that the selection strategy of this farm is aimed at the right movement of combining high prize productivity with exterior indicators. Mares of all stud farms practically do not differ in chest girth and wrist. the highest score for origin, type, exterior and prize performance was given to mares of the Dibrivskiy Stud ($p<0.05$). The mares of the Lymarivskiy stud farm received the highest marks for their measured performance.

The analysis of the genealogical structure determined the origin of breeding stallions from 6 and reproductive mares from 9 genealogical lines. The Speedy Crown line is the most developed in terms of stallions and mares (46.7 and 34.3%, respectively). The highest record liveliness for the distance of 1600 m (at the level of liveliness class 2.10 min. and livelier) belongs to mares of lines: Hut Moon (125.5 ± 1.55 s) and Arnie Almahurs (127.6 ± 1.37 s). The most precocious mares of the lines: Low Hanover (142.7 ± 3.17 s), Worthy Boy (143.1 ± 1.53 s), Hut Moon (144.5 ± 3.75 s) and Speedy Crown (146.1 ± 1.71 s). The studied array of mares is divided into 25 maternal families. The results of the analysis show that Ruta's mare of line is most effectively combined with genealogical lines.

Keywords: horses, Ukrainian trotting breed group, breeding mares, genealogical combinations, lines, parent families, generation, selection traits.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-213-219

УДК 636.2.034.084.52

ДИНАМІКА ЗМІН ЖИВОЇ МАСИ ТА ІНТЕНСИВНОСТІ РОСТУ РЕМОНТНИХ ТЕЛИЦЬ ЗА ВИКОРИСТАННЯ СИЛОСУ ІЗ СУМІШІ КУКУРУДЗИ І СОРГО

Трішин О. К. д. с.-г. н, академік НААН, <https://orcid.org/0000-0002-5532-3988>

Дроздов С. Є. к. с.-г. н, с. н. с. <https://orcid.org/0000-0003-1255-1937>

Дроздова О. В. н. с. <https://orcid.org/0000-0002-0673-4641>

Інститут тваринництва НААН

У викладеному матеріалі експериментально обґрунтовано динаміку змін живої маси та інтенсивності росту ремонтних телиць української чорно-рябої молочної породи за використання силосу із суміші кукурудзи і сорго.

Дослідження проводили на трьох групах ремонтних телиць української чорно-рябої молочної породи 9-місячного віку, живою масою 227 кг, по 9 голів у кожній. Телиці першої (контрольної) групи одержували раціон, до складу якого входив кукурудзяний силос. У раціонах тварин другої та третьої (дослідних) груп, відповідно, 50 % та 100 % цього силосу заміняли силосом, виготовленим із зеленої маси сумісних посівів кукурудзи та сорго.

Використання у складі раціонів ремонтних телиць кукурудзяно-соргового силосу, сприяло незначному зниженню вмісту сирого протеїну в раціоні, але при цьому він відповідав деталізованим нормам годівлі. Вміст сирової клітковини з розрахунку на 1 кг сухої речовини раціонів був майже однаковим і становив по групах, відповідно, 211, 215 та 219 г/кг сухої речовини.

Заміна силосу в складі раціонів телиць дослідних груп забезпечила збільшення їх середньодобових приростів, порівняно з контрольною групою, на четвертий і п'ятий місяць досліду на 3,0 і 11,2 % та на 8,2 і 13,8 % ($p \leq 0,05$), що ймовірно обумовлено меншим ступенем розщеплення протеїну рубці, внаслідок чого більша його кількість потрапила в тонкий відділ кишківнику, де власне й відбувалося всмоктування.

За результати проведених досліджень, враховуючи той факт, що за врожайністю зеленої маси сумісні посіви сорго з кукурудзою мінімум у півтори рази переважають кукурудзу, варто зазначити, що з метою сталого забезпечення кормами галузі молочного скотарства в умовах зміни клімату, а також збільшення виробництва кормів з одиниці земельної площі за зменшення їх собівартості, в технології вирощування ремонтних телиць доцільно застосовувати силос, виготовлений з сумісних посівів сорго з кукурудзою.

Ключові слова: ремонтні телиці, жива маса, інтенсивність росту, силос, сорго, поживні речовини, хімічний склад.

Одними з основних критеріїв індивідуального розвитку тварин є їх жива маса та інтенсивність росту, зміни яких залежать від цілої низки паратипових та генотипових чинників. Одним із ключових паратипових чинників є умови годівлі. Силос є одним із основних кормів – компонентів раціонів жуйних, займаючи від 30 % до 50 % їхньої поживності. Це означає, що інтенсифікація виробництва такого кормового продукту практично на половину визначає стабільність забезпечення жуйних кормами.

Традиційним для інтенсивного виробництва кормів вважається заготівля силосу з кукурудзи. Однак виробництво такого силосу в останні роки пов'язане з



нестабільністю врожайності традиційних кормових культур в умовах глобального потепління. Аналізом даних Харківського обласного центру гідрометеорології за періоди 1986–1995 рр. та 2004–2015 рр. встановлено, що середня річна температура між порівнюваними періодами зросла від 8,14 °С до 9,10 °С. При цьому в місяці активного росту кормових культур (квітень-вересень) температура змінилася від 15,77 °С до 17,88 °С. Характерним є й те, що середньорічна кількість опадів у порівнювані періоди зменшилася від 559,9±33,53 мм до 528,8±15,34 мм або лише на 5,5 %, тоді як у літні місяці – від 354,8±30,89 мм до 287,8±16,47 мм або на 18,9 % [1]. Ці зміни вказують на те, що для адаптації галузі кормовиробництва до кліматичних змін доцільно реалізувати комплекс заходів, одним з яких є збільшення посівних площ більш посухостійких культур.

До того ж в умовах східного Лісостепу України за значного підвищення добових температур у поєднанні з суховіями в липні-серпні останні роки спостерігається явище швидкого висихання кукурудзи (за 5–7 діб). Це створює певні загрози щодо забезпечення галузей скотарства та вівчарства високоякісним силовим.

Одним із заходів виходу з цієї ситуації є використання як силосної культури цукрового сорго, яке завдяки своїм властивостям, зокрема посухостійкості, здатне забезпечити сталі врожаї навіть у посушливі роки [2, 3]. Проте суттєвим недоліком використання його одновидових посівів як сировини для заготівлі силосу є хімічний склад, зокрема нижчий вміст сирого протеїну та вищий сирової клітковини, порівняно з кукурудзою [4 – 6].

Тому перспективним варіантом виходу з цієї ситуації є виробництво не чистого кукурудзяного, а комбінованого силосованого корму за одночасного використання кукурудзи й цукрового сорго, що дає змогу підвищити в зеленій масі вміст сирого протеїну та її поживну цінність, а також зменшити вміст сирової клітковини [7, 8].

Мета роботи – дослідити динаміку змін живої маси та інтенсивності росту ремонтних телиць української чорно-рябої молочної породи за використання силосу із суміші зеленої маси сумісних посівів кукурудзи та сорго.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в умовах ДП ДГ ІТ НААН «Гонтарівка» Чугуївського р-ну Харківської області.

Лабораторні дослідження силосів та інших кормів, які входили до складу раціонів піддослідних тварин, виконували у відділі оцінки і моніторингу якості тваринницької продукції та кормів, згідно з вимогами ДСТУ та загальноприйнятих у зоотехнії методик за такими показниками: рН, вміст та співвідношення кислот (молочної, оцтової та масляної), сирого протеїну, сирих жиру, золи, клітковини, неструктурованих вуглеводів.

Для проведення науково-господарського дослідження сформували три групи ремонтних телиць української молочної чорно-рябої породи 9-місячного віку, живою масою 227 кг, по 9 голів у кожній. Телиці першої (контрольної) групи одержували раціон, до складу якого входив кукурудзяний силос. У раціонах тварин другої та третьої (дослідних) груп, відповідно, 50 % та 100 % цього силосу заміняли силосом, виготовленим із зеленої маси сумісних посівів кукурудзи та сорго. Утримання тварин – прив'язне, годівля тварин – двічі на добу, доступ тварин до води – вільний. Аналогів добирали за віком, статтю, породою, фізіологічним станом та індивідуальною живою масою. Зміни живої маси телиць визначали на 30, 60, 90, 120 і 150 доби дослідження по кожній тварині та в середньому по групі. Корегування раціонів здійснювали після кожного зважування тварин. Раціони балансували відповідно до деталізованих норм годівлі [9].



Результати досліджень. У рамках проведених досліджень, як фон основної мети роботи, провели визначення вмісту та співвідношення органічних кислот у силосах, дані про які наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Вміст та співвідношення органічних кислот у силосах

Видовий склад силосу	рН	Титруєма кислотність, мл	Молочна кислота, %	Оцтова кислота, %		Загалом кислот, %	Співвідношення кислот, %		
				вільна	зв'язана		молочної	оцтової	масляної
Кукурудзяний	3,84	22,37	1,28	0,47	0,08	1,83	69,95	30,05	-
Кукурудза + сорго	3,82	26,57	1,31	0,70	0,06	2,07	63,29	36,71	-

Аналіз одержаних результатів свідчить про відсутність відмінностей за показниками якості силосу виготовленого із зеленої маси кукурудзи та сорго, порівняно з кукурудзяним силосом, зокрема, в обох силосах переважала молочна кислота, на частку якої приходилося 2/3 від загальної кількості кислот. Масляна кислота була відсутня. Також слід відзначити, що силос виготовлений із зеленої маси смугових посівів, містив незначно більшу кількість оцтової кислоти, порівняно із силосом заготовленим із зеленої маси кукурудзи, проте ця різниця була не суттєвою.

Щодо вмісту поживних речовин та енергії в кормах, то його наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Хімічний склад силосів (на абсолютно суху речовину)

Видовий склад силосу	Сирий жир, %	Сирий протеїн, %	Сира клітковина, %	БЕР, %	ДОЕ, МДж
Кукурудзяний	2,77	9,74	19,09	64,12	10,76
Кукурудза + сорго	2,63	6,96	22,40	62,94	10,15

Варто вказати, що силос, заготовлений з зеленої маси кукурудзи та сорго, містив, в перерахунку на абсолютно суху речовину, менше на 2,78 % сирого протеїну, 0,14 % – жиру та більше – на 3,31 % сирої клітковини.

Відмінності у хімічному складі спричинили зниження поживної цінності силосу, виготовленому із зеленої маси сумісних посівів кукурудзи та сорго з 10,76 МДж до 10,15 МДж в 1 кг сухої речовини.

Щодо умов годівлі піддослідних тварин, то раціон тварин контрольної групи містив 5,3 кг силосу кукурудзяного, 3,0 кг – сінажу віко-вівсяного, 2,0 – віко-вівсяного і 1,0 кг – люцернового сіна, 1,6 кг – комбікорму. У раціонах тварин дослідних групи було замінено, відповідно, 50 % та 100 % кукурудзяного силосу на 2,5 кг та 5,0 кг силосу, виготовленого із сумісних посівів кукурудзи та сорго.

Використання у складі раціонів ремонтних телиць кукурудзяно-соргового силосу, сприяло незначному зниженню вмісту сирого протеїну в раціоні, але при цьому він відповідав деталізованим нормам годівлі. Вміст сирого клітковини з роз-



рахунку на 1 кг сухої речовини раціонів був майже однаковим і становив по групах, відповідно, 211, 215 та 219 г/кг сухої речовини.

Аналіз вмісту решти основних поживних речовин, що містилися в раціонах контрольної і дослідної груп у період досліду довів, що він цілком задовольняв добову потребу, оскільки їх надходження з поживними речовинами кормів відповідало рекомендованим нормам [9].

Результати дослідження впливу умов годівлі на показники живої маси ремонтних телиць і абсолютного її приросту відображено у табл. 3 та рис. 1.

Таблиця 3

Динаміка живої маси ремонтних телиць, кг (M±m)

Вік тварин, міс	I група (контрольна)	II група (дослідна)	III група (дослідна)
9	226,1±2,76	228,2±2,14	226,9±2,18
10	250,0±3,38	250,6±2,64	247,8±2,96
11	276,9±3,13	276,8±3,40	274,2±4,02
12	306,3±2,49	305,8±3,13	303,6±4,99
13	332,1±2,42	332,3±3,72	332,2±5,42
14	349,8±2,90	351,4±3,56	352,3±5,57

Аналіз динаміки живої маси ремонтних телиць вказує на відсутність значної і вірогідної різниці за цим показником між групами піддослідних тварин. При тому що за період досліду абсолютний приріст тварин контрольної та дослідних груп становив у I групі 123,7±2,84, II – 123,2±2,12 та III – 125,4±4,79 кг групах. Вірогідної різниці між групами за цим показником також не встановлено.

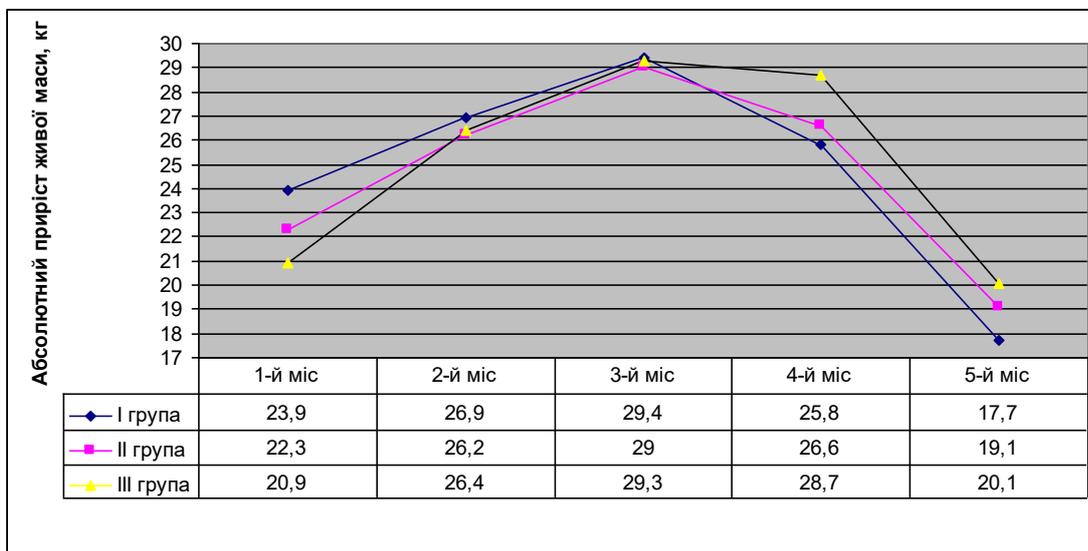


Рис. 1. Абсолютні прирости живої маси ремонтних телиць, кг

Величини змін середньодобових приростів живої маси упродовж досліду наведено у табл. 4.

Аналіз даних таблиці вказує на те, що зміна умов годівлі тварин мала вплив на величину середньодобових приростів тварин у дослідних групах. Саме у раціонах тварин II і III груп вона обумовила зниження інтенсивності росту лише в перший місяць досліду, відповідно, на 6,5 і 12,6 %. У наступні два місяці досліду



різниці у середньодобових приростах живої маси ремонтних телиць контрольної та дослідної груп не спостерігалось.

Таблиця 4

Середньодобові прирости живої маси ремонтних телиць, г (M±m)

Тривалість вико- ристання силосів	I група (контрольна)	II група (дослідна)	III група (дослідна)
1-й місяць досліду	796,3±72,10	744,4±41,57	696,3±80,21
2-й місяць досліду	896,3±59,43	874,1±41,49	881,5±55,59
3-й місяць досліду	981,5±45,85	966,7±32,87	977,8±52,70
4-й місяць досліду	859,3±37,59	885,2±50,03	955,6±36,85
5-й місяць досліду	588,9±27,22	637,0±42,83	670,4±26,32 ¹

Примітка.¹ – $p \leq 0,05$ – вірогідність різниці щодо I групи

Проте на четвертий місяць досліджень, заміна силосу в складі раціонів телиць дослідних груп сприяла збільшенню їх середньодобових приростів, порівняно з контрольною групою на 3,0 і 11,2 %.

На п'ятому місяці досліду, спостерігається деяке зниження середньодобових приростів тварин в усіх групах, яке стало наслідком зниження вмісту протеїну у концентрованих кормах. Але при цьому слід зазначити, що заміна силосу в складі раціонів телиць дослідних груп забезпечила ще більше збільшення їх середньодобових приростів, порівняно з контрольною групою на 8,2 і 13,8 % ($p \leq 0,05$), що ймовірно обумовлено меншим ступенем розщеплення протеїну рубці, внаслідок чого більша його кількість потрапила в тонкий відділ кишківнику, де власне й відбувалося всмоктування.

Використання такого силосу дає змогу вирішити проблему низької якості протеїну в кормах, які використовуються у молочному скотарстві, і характеризуються високим вмістом розщеплюваного протеїну. Наслідком цього є надлишок утворення в рубці аміаку, котрий залишається незатребуваним для синтезу мікробного білку і виводиться із організму з сечею.

Отже, враховуючи той факт, що за врожайністю зеленої маси сумісні посіви сорго з кукурудзою мінімум у півтори рази переважають кукурудзу, варто зазначити, що з метою сталого забезпечення кормами галузі молочного скотарства в умовах зміни клімату, а також збільшення виробництва кормів з одиниці земельної площі за зменшення їх собівартості, в технології вирощування ремонтних телиць доцільно застосовувати силос виготовлений з сумісних посівів сорго з кукурудзою.

Висновки:

1. Експериментально обґрунтовано доцільність використання силосу, виготовленого із зеленої маси сумісних посівів кукурудзи та сорго в раціонах годівлі ремонтних телиць.

2. Використання у складі раціонів ремонтних телиць дослідних груп, силосу виготовленого із зеленої маси сумісних посівів кукурудзи та сорго, сприяло збільшенню їх середньодобових приростів наприкінці досліду, порівняно з контрольною групою на 8,2 і 13,8 % ($p \leq 0,05$).



Бібліографічний список

1. Помітун І. А. Дроздов С. Є. Шляхи забезпечення сталої заготівлі силосованих кормів в умовах змін клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки і освіти: матеріали Міжнар. наук. -практ. конф. за участю ФАО., м. Київ. 13-14 берез. 2018 . Київ, 2018. С. 652-655.*
2. Forage Sorghum Variety Trials. Results from Texas and New Mexico // Forage Sorghum Hybrid Guide. – Retrieved from : www.sorghumcheckoff.com (дата звернення 15.05.2019).
- 3 Руденко Н. Про перспективи. *Агроперспектива*. 2019. № 1-2 (219-220). С.56–58.
4. V. A. Corriher, G. M. Hill, J. K. Bernard, B. G. Mullinix Performance of Finishing Steers on Corn Silage or Forage Sorghum Silage with Corn Oil Supplementation. *The Professional Animal Scientist*. 2010. № 26. P. 387–392.
5. Dhiman T. R., Bal M. A., Wu Z., Moreira V. R., Shaver R. D., Salter L. D., Shinnors K. J., Walgenbach R. P. Influence of mechanical processing on utilization of corn silage by lactating dairy cows. *J. Dairy Sc.* 2000. Vol. 83. № 11. P. 2521–2528.
6. John K. Bernard Forage Sorghum for Dairy Cattle. Retrieved from : <https://articles.extension.org/pages/71948/forage-sorghum-for-dairy-cattle> (дата звернення 15.05.2019).
7. Podkówka Z., Podkówka L. Chemical composition and quality of sweet sorghum and maize silages. *J. of Central European Agriculture*. 2011. Vol. 12 (2). P. 294–303.
8. Guyer, Paul Q., "G78-395 Feeding Corn and Sorghum Silages to Beef Cattle". Historical Materials from University of Nebraska- Lincoln Extension, 1978. Retrieved from : <http://digitalcommons.unl.edu/extensionhist> (дата звернення 15.05.2019).
9. Норми і раціони повноцінної годівлі високопродуктивної великої рогатої худоби: довід.-посіб. / за ред. Г.О. Богданова, В.М. Кандиби. Київ: Аграрна наука, 2012. 296 с.
10. Методические рекомендации по нормированию энергии в кормлении крупного рогатого скота / В. В. Цюпко, В. В. Пронина, М. В. Берус, В. И. Бублик, Н. В. Василевский, Г. С. Злобина и др. Харьков, 1989. 68 с.

References

1. Pomitun, I. A., Drozdov, S. Ye. (2018). Shliakhy zabezpechennia staloi zahotivli sylosovanykh kormiv v umovakh zmin klimatu [Ways to ensure sustainable silage harvesting in the face of climate change] *Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi nauky i osvity* [Climate change and agriculture. Challenges for agricultural science and education, Proceedings of the International Scientific and Practical Conference] Kyiv [in Ukrainian]
2. Forage Sorghum Variety Trials. Results from Texas and New Mexico. Published 2013 by the Sorghum Checkoff. www.sorghumcheckoff.com
3. Rudenko, N. (2019). Pro perspektivi [About prospects]. *Agroperspektiva* [Agro perspective], 1-2 (219-220), 56-58 [in Ukrainian]
4. Corriher, V. A., Hill, G. M., Bernard, J. K., Mullinix, B. G. (2010) Performance of Finishing Steers on Corn Silage or Forage Sorghum Silage with Corn Oil Supplementation. *The Professional Animal Scientist*, 26, 387–392.
5. Dhiman, T. R., Bal, M. A., Wu, Z., Moreira, V. R., Shaver, R. D., Salter, L. D., Shinnors K. J., Walgenbach, R. P. (2000) Influence of mechanical processing on utilization of corn silage by lactating dairy cows. *J. Dairy Sc.*, 83, № 11, 2521–2528.



6. John, K. Bernard Forage Sorghum for Dairy Cattle. Retrieved from : <https://articles.extension.org/pages/71948/forage-sorghum-for-dairy-cattle>
7. Podkówka, Z., Podkówka, L (2011) Chemical composition and quality of sweet sorghum and maize silages. *J. of Central European Agriculture*, 12 (2), 294–303.
8. Guyer, Paul Q., (1978) "G78-395 Feeding Corn and Sorghum Silages to Beef Cattle". Historical Materials from University of Nebraska - Lincoln Extension, 1978. Retrieved from : <http://digitalcommons.unl.edu/extensionhist>
9. Bohdanova, H. O., & Kandyby, V. M. (2012). Normy i ratsiony povnotsinnoi hodivli vysokoproduktyvnoi velykoi rohatoi khudoby [Norms and rations of full feeding of high-performance cattle: guide-guide]. Kyiv : *Ahrarna nauka* [in Ukrainian].
10. Cjupko, V. V., Pronina, V. V., Berus, M. V., Bublik, V. I., Vasilevskij, N. V. & Zlobina, G. S. et al (1989). Metodicheskie rekomendacii po normirovaniju jenerghii v kormlenii krupnogo rogatogo skota [Guidelines for the regulation of energy in feeding cattle]. Har'kov [in Russian].

DYNAMICS OF LIVE WEIGHT FORMATION AND GROWTH INTENSITY OF REPAIR HEIFERS USING SILAGE FROM A MIXTURE OF CORN AND SORGHUM

Trishyn O. K., Drozdov S. E., Drozdova O. V., Institute of Animal Science NAAS

The article experimentally substantiates the dynamics of changes in live weight and growth intensity of repair heifers of the Ukrainian Black-and-White dairy breed using silage from a mixture of corn and sorghum.

The research was conducted on three groups of 9-month-old Ukrainian Black-and-White dairy heifers with a live weight of 227 kg, 9 heads in each group. Heifers of the first (control) group received a diet consisting of corn silage. In the diets of the animals of the second and third (experimental) groups, respectively, 50% and 100% of this silage was replaced with silage made from the green mass of combined corn and sorghum crops.

The use of corn-sorghum silage in the diets of heifers slightly reduced the crude protein content in the diet, but it met the detailed feeding standards. The crude fiber content per 1 kg of dry matter of the diets was almost the same and amounted to 211, 215 and 219 g/kg of dry matter in the groups, respectively.

The replacement of silage in the rations of heifers of the experimental groups contributed to an increase in their average daily gain, compared to the control group, on the fourth and fifth month of the experiment, respectively, by 3.0 and 11.2 % and by 8.2 and 13.8 % ($p \leq 0.05$), respectively, which is probably due to a lower degree of rumen protein breakdown, resulting in a greater amount of it entering the small intestine, where it was actually absorbed.

According to the results of the research, taking into account the fact that the yield of green mass of combined crops of sorghum and corn is at least one and a half times higher than that of corn, it can be said that in order to ensure sustainable feed supply to the livestock industry in the face of climate change, as well as to increase feed production per unit of land area, while reducing their cost, it is advisable to use silage made from combined crops of sorghum and corn in the technology of growing heifers.

Keywords: replacement heifers, live weight, growth intensity, silage, sorghum, nutrients, chemical composition.



ОЦІНКА СВИНЕЙ ЗА ОЦІНОЧНИМИ ТА СЕЛЕКЦІЙНИМИ ІНДЕКСАМИ

Ушакова С.В., к. с.-г.н., <https://orcid.org/0000-0002-5779-1515>

Левченко М.В., к. с.-г. н., <https://orcid.org/0000-0001-7774-8955>

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Підвищення продуктивності тварин пов'язане із загальним поліпшенням популяції, яке значною мірою залежить від точності оцінки генотипу. Найбільш точну оцінку можна одержати за допомогою сучасних індексів: оціночних та селекційних. При цьому важливо розрахувати вагові коефіцієнти ознак, що входять до структури селекційного індексу, окремо для кожного стада (породи). Оцінка за індексами дозволяє відібрати кращих тварин у стаді для подальшого використання. За результатами оцінки відтворювальних якостей свиноматок у схрещуванні з використанням оціночних та селекційних індексів встановлена перевага маток великої білої породи, яких покривали кнурами породи ландрас, а найменший у свиней поєднань $\text{♀П} \times \text{♂Д}$ та $\text{♀Д} \times \text{♂П}$. На етапі вивчення динаміки росту свиней ми вивчали закономірності індивідуального розвитку тварин в онтогенезі за критеріями, які б характеризували показники росту і дозволяли визначити тип їх формування. Тварини групи $\text{♀Д} \times \text{♂П}$ перевершували аналогів та інші дослідні групи. Найвищий показник індексу рівномірності росту мали тварини груп $\text{♀П} \times \text{♂Д}$ і $\text{♀Д} \times \text{♂П}$. У той же час контрольна група та поєднання $\text{♀ВБ} \times \text{♂Л}$ поступалися їм. Перевага свиней за показниками інтенсивності росту групи $\text{♀Д} \times \text{♂П}$ свідчить про високу енергію формування тварин, вони швидше досягали забійних кондицій за однакових умов утримання і годівлі порівняно з іншими групами. Найбільш рівномірним ростом на даному етапі характеризувалися тварини поєднання $\text{♀П} \times \text{♂Д}$. У період відгодівлі зберіглася перевага нащадків поєднання $\text{♀Д} \times \text{♂П}$ за величиною індексу відгодівельних якостей. З метою відбору високопродуктивних особин, для подальшого використання у схрещуванні, нами були розраховані селекційні індекси для оцінки свинок за відтворювальною здатністю, для оцінки відгодівельних і відгодівельних та м'ясних якостей нащадків.

Ключові слова: селекційний індекс, оціночний індекс, селекція, схрещування, ландрас, дюррок, п'єстрен, велика біла порода, свині.

Підвищення продуктивності тварин пов'язано із прогресом популяції вцілому, а це, у значній мірі, залежить від точності оцінки генотипів.

Свині порід ландрас, дюррок та п'єстрен характеризуються відмінною якістю м'яса, хорошим ростом і високою м'ясною продуктивністю. Ці породи підходять для інтенсивного вирощування. У свиней породи п'єстрен відмічається низька багатоплідність, що згодом компенсується високою масою поросят при відлученні. За даними багатьох дослідників велика біла порода зарубіжної селекції окрім високих показників відтворювальних якостей має покращені м'ясні показники. У роботах дослідників проаналізована продуктивність свиней даних порід у схрещуванні. Так, за даними Тацій О. [1] велика біла порода, як материнська форма за її чистопородного розведення, мала багатоплідність на рівні 12,6 голів. Свиноматки порід п'єстрен та дюррок мали багатоплідність на рівні 9,8 та 8,4 голів відповідно. Поєднання маток дюррок із кнурами породи п'єстрен не сприяло прояву у них



великоплідності, даний показник був на рівні 1,42 кг. У дослідженнях Баркарь Є., Дехтяр Ю. [2] встановлено вік досягнення живої маси 100 кг для свиней породи велика біла на рівні 187,0 діб, для поєднання велика біла × ландрас 179,5 діб, а для поєднань велика біла × дюрок і велика біла × п'єтрен 178,0 і 176,5 діб відповідно. Середньодобовий приріст на відгодівлі був у межах 702,6 г у чистопородному розведенні до 783,7 г у тварин поєднання біла × п'єтрен.

Дослідження свідчать, що батьківські форми порід свиней п'єтрен та дюрок через гарантований ефект селекції передають власний високий рівень м'ясних ознак своїм нащадкам. Але найбільш точну оцінку можливо отримати, використовуючи сучасні індекси. При цьому важливе значення має розрахунок вагових коефіцієнтів ознак, що входять в структуру індексу, окремо для кожного стада (породи). Індексна оцінка дає змогу виділити кращих тварин у стаді для подальшого використання [3-5]. Розрізняють селекційні та оціночні індекси. За іншою класифікацією їх поділяють на такі, що включають лише відтворювальні, відтворювальні та відгодівельні, а також забійні та м'ясо-сальні якості тварин.

Оціночні індекси представляють собою сумарну оцінку агрегатного генотипу тварин, виражену кількісно, через фенотипову та економічну характеристику кожної ознаки, що селекціонується, які входять у структуру індексів [6].

При оцінці свиноматок за відтворювальними якостями можуть використовуватися оціночний індекс материнських якостей згідно методики Лаша-Мольна у модифікації М. Д. Березовського, оціночний індекс відтворювальних якостей, розроблений Лашем та Мольна у модифікації М. Д. Березовського та Д. В. Ломако, тощо. Свиноматок також оцінюють за індексом вирівняності гнізда на час народження за методиками М. Д. Березовського і Д. В. Ломако, В. П. Коваленко та ін., Халака В. І. або на час відлучення за методикою В. П. Клеміна і С. Ф. Павлова [7-10].

Для розрахунків напруги росту (I_n) молодняку свиней та індексу рівномірності (I_p) користуються методикою В. П. Коваленко та ін. [11,12].

Відносна простота побудови і використання оціночних індексів в практичних умовах доцільна лише на початкових стадіях роботи із популяцією, стадом тощо. Однак з метою більш глибокого аналізу результатів селекції планування на перспективу необхідні побудова і використання селекційних індексів [13-17].

Існуюча у країні система комплексної оцінки за класами (балами), не передбачає кількісного підходу до вимірювання усіх кількісних показників, і в один клас можуть потрапити тварини різні за своєю племінною цінністю. Тому відбір за селекційними індексами дозволяє вирішувати питання селекції, шляхом цілеспрямованої оцінки тварин у стаді. Відбір за даними показниками вважається найбільш ефективною системою селекції [18-20].

Суть селекційного індексу полягає в тому, що недоліки однієї ознаки компенсуються перевагою іншої, включеної в оцінку ознаки або ознак. Теорія селекційних індексів для комплексу ознак була розроблена в 40-х роках ХХ століття відповідно до селекції самозапилюваних рослин. А вже для селекції тварин за господарсько-корисними ознаками дана теорія розроблялася вченими А. Н. Насел і І. Лус. З часом закордоном і в Україні були проведені дослідження із розробки та вдосконалення селекційних індексів [6, 21-24].

Селекційні індекси поділяють на спеціальні і комбіновані (агрегатні). Спеціальні – стосуються окремих груп ознак продуктивності свиней і дають можливість вести поетапне оцінювання і добір тварин. Комбіновані індекси спрямовані на максимальний генетичний прогрес за певного комплексу ознак. Важливо, що у селекційних індексах значення вагових коефіцієнтів суцільно специфічне для кож-



ної популяції і конкретної генетико-економічної ситуації, так як кожна популяція, стадо, тип, лінія свиней мають певну генетичну структуру, сформовану під впливом методів та прийомів селекції, які застосовуються у господарстві [4, 25-27].

На даний час є актуальною розробка та використання індексів, серед яких такі, що включають показники відтворювальних якостей маток, м'ясних і відгодівельних якостей свиней, індекси, які розроблені на показниках власної продуктивності та інші.

Мета досліджень. Провести комплексну оцінку свиней у схрещуванні з використанням оціночних та селекційних індексів.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження були проведені в умовах ТОВ «Фрідом Фарм – Бекон» Херсонської області. Матеріалом досліджень обрано чистопородні свині ♀ВБ×♂ВБ – контроль та помісні тварини варіантів схрещування велика біла×ландрас (♀ВБ×♂Л), дюррок×п'єстрен (♀Д×♂П) і п'єстрен×дюррок (♀П×♂Д). Умови годівлі та утримання були ідентичними для всіх груп тварин й відповідали зоотехнічним нормам із урахуванням віку, живої маси і фізіологічного стану. Тип годівлі – концентратний. На відгодівлю свині поставлені на час досягнення ними середньої живої маси 30 кг та тривав до досягнення живої маси 100 кг.

Індексна оцінка проводилась на основі показників продуктивності свиней. Відтворювальну здатність свиноматок, відгодівельні та м'ясо-сальні якості нащадків визначали за загальноприйнятими методиками [28]. Оцінку материнських якостей свиноматок розраховували на основі оціночного індексу материнських якостей згідно методики Лаша-Мольна у модифікації М. Д. Березовського [29] та селекційного індексу відтворювальних якостей свиноматок (СІВЯС) за методикою О. М. Церенюка [30].

З метою вибору критеріїв оцінки закономірностей росту свиней у ранньому онтогенезі визначали показники інтенсивності формування за методикою Ю. К. Свечина [31]. А також показники напруги росту (I_n) та індексу рівномірності (I_p) за методикою В. П. Коваленко та ін. [32]:

$$I_n = \frac{\Delta t}{ВП} \times СП \quad (1)$$

$$I_p = \frac{l}{\Delta t} \times СП \quad (2)$$

де СП – середньодобовий приріст, г,
ВП – відносний приріст, %.

Індекс відгодівельних якостей розраховували за формулою М. Д. Березовського [33]:

$$I = \frac{A^2}{B \times C} \quad (3)$$

A – валовий приріст за період відгодівлі, кг;

B – кількість діб відгодівлі;

C – витрати корму на 1 кг приросту, к. од.

Для підвищення ефективності відбору свиней різних порід [34] використовували селекційні індекси відтворювальних, відгодівельних і відгодівельних та м'ясних якостей [35], які будували методом нормованих відхилень за Михайловим М.В. Фактичні вагові коефіцієнти, що включені в селекційні індекси розраховувались відношенням селекційної ваги ознаки до ефекту селекції:



Для показників рівня значущості критерію вірогідності (p) у таблицях прийнято такі позначення: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ порівняно з із групою ♀ВБ×♂ВБ. Прийняті скорочення ВБ – велика біла порода, Л – ландрас, Д – дюрок, П – п'єстрен.

Результати досліджень. Відтворювальна здатність маток є одним із основних факторів, які визначають обсяги вирощування та відгодівлі молодняку, кількість племінної продукції та рентабельність галузі свинарства. Комплексна оцінка відтворювальної здатності свиноматки проводилась з урахуванням багатоплідності, кількості поросят на час відлучення та середньодобового приросту живої маси поросят на час відлучення (табл.1).

Таблиця 1

Відтворювальна здатність свиноматок ($n=44$)

Показник	♀ВБ×♂ВБ	♀ВБ×♂Л	♀Д×♂П	♀П×♂Д
Багатоплідність, гол	10,58±0,43	10,36±0,47	9,27±0,38*	9,10±0,50*
Кількість поросят на час відлучення, гол	10,08±0,43	9,82±0,52	8,64±0,31*	8,40±0,43*
Маса гнізда на час відлучення, кг	76,63±3,33	86,78±5,29	72,82±3,30	62,98±2,52**
Оціночний індекс, балів	38,11±1,25	38,68±1,49	34,56±1,02*	33,02±1,21**
СІВЯС, балів	87,36±3,48	89,20±4,14	78,00±3,06	74,21±3,70*

Примітка. * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$

За багатоплідністю та кількістю поросят на час відлучення переважали чистопородні свині великої білої породи. Так, показники знаходились на рівні 10,58 гол і 10,08 гол відповідно. Найнижчі значення були у поєднання ♀П×♂Д, вірогідна різниця по відношенню до групи ♀ВБ×♂ВБ склала 1,48 гол за багатоплідністю та 1,68 гол за кількістю поросят на час відлучення. За масою гнізда на час відлучення найвищі показники встановлені для свиноматок групи ♀ВБ×♂Л 86,78 кг.

Встановлено найвищий показник оціночного індексу у маток великої білої породи, яких покривали кнурами породи ландрас (38,68 балів), а найменший у свиней поєднань ♀П×♂Д та ♀Д×♂П (33,02 та 34,56 балів відповідно), що вірогідно поступалися контрольній групі на 5,09 ($P < 0,001$) і 3,55 ($p < 0,05$) балів.

За показниками індексної оцінки відтворювальних якостей свиноматок (СІВЯС) встановлено, що матки варіанту схрещування ♀ВБ×♂Л характеризувалися найвищим показником (89,20 бали), що на 1,84 бали перевищували чистопородних маток та маток варіантів схрещування ♀Д×♂П і ♀П×♂Д на 11,2 балів і 14,99 балів відповідно. У результатах досліджень Ogloblia V., Povod N. [36] було встановлено аналогічні результати, де поєднання ♀ВБ×♂Л переважало за оціночним індексом відтворювальних якостей та індексом СІВЯС чистопородних тварин ♀ВБ×♂ВБ

На етапі вивчення динаміки росту свиней нами вивчено закономірності індивідуального розвитку тварин в онтогенезі з використанням критеріїв, які характеризували б параметри росту тварин і дали б змогу визначити тип їх формування (табл. 2).



Таблиця 2

Показники інтенсивності росту молодняку свиней (n=200)

Показник	♀ВБ×♂ВБ	♀ВБ×♂Л	♀Д×♂П	♀П×♂Д
Інтенсивність формування, Δt	0,337	0,324	0,349	0,313
Індекс напруги росту, I_n	0,164	0,159	0,180	0,154
Індекс рівномірності росту, I_p	0,506	0,515	0,537	0,539
$\Delta t \times \text{СП}$	0,230	0,221	0,254	0,222

Тварини групи ♀Д×♂П перевершували аналогів та інші дослідні групи. Величина інтенсивності формування та індексу напруги росту становили 0,349 та 0,180 відповідно. Найвищий показник індексу рівномірності росту мали тварин групи ♀П×♂Д (0,539). У той же час контрольна група та поєднання ♀ВБ×♂Л поступалися їм, а молодняк поєднання ♀Д×♂П був майже на одному рівні (0,537).

Так як до розрахунків індексу напруги росту та модифікованого індексу рівномірності залучаються показники середньодобового приросту, то відповідно, і максимальні їх значення спостерігалися у тварин із найбільшою швидкістю росту. Такий молодняк швидше росте і його можна використовувати для відтворення та реалізації на м'ясо. Перевага свиней за показниками інтенсивності росту групи ♀Д×♂П свідчить про високу енергію формування тварин, вони швидше досягали забійних кондицій за однакових умов утримання і годівлі порівняно з іншими групами. Найбільш рівномірним ростом на даному етапі характеризувалися тварини поєднання ♀П×♂Д.

У дослідженнях відгодівельних та м'ясних якостей свиней становлено перевагу свиней групи ♀Д×♂П відносно тварин контрольної групи та груп ♀ВБ×♂Л і ♀П×♂Д за віком досягнення живої маси 100 кг на 9,58 діб ($p < 0,001$), на 8,22 і 3,28 діб відповідно (табл. 3).

Таблиця 3

Відгодівельні та м'ясні якості свиней (n=200, n=16)

Показник	♀ВБ×♂ВБ	♀ВБ×♂Л	♀Д×♂П	♀П×♂Д
Вік досягнення живої маси 100 кг, діб	183,54±0,99	182,18±1,17	173,96±1,12***	177,24±0,92***
Витрати кормів на 1 кг приросту на відгодівлі, к. од.	3,55±0,03	3,51±0,03	3,42±0,03***	3,43±0,02***
Товщина шпику над 6–7 грудними хребцями, мм	21,75±1,49	20,50±1,04	17,75±0,85	16,25±0,48*
Площа «м'язового вічка», см ²	33,93±1,33	35,18±0,84	39,95±1,06*	40,33±1,59*
Індекс відгодівельних якостей, балів	14,08±0,35	14,77±0,38	16,83±0,44*	16,01±0,32***

Примітка. * - $p < 0,05$; *** - $p < 0,001$

Свині даного поєднання показали найвищі показники середньодобового приросту (773,88 г), перевищуючи аналогів великої білої породи на 41,74 г з віро-



гідністю $p < 0,01$, а також підсвинків генотипів $\text{♀ВБ} \times \text{♂Л}$ та $\text{♀П} \times \text{♂Д}$ відповідно на 30,13 і 4,43 г. Отримані дані свідчать, що тварини групи $\text{♀Д} \times \text{♂П}$ та $\text{♀П} \times \text{♂Д}$ мали найнижчі витрати кормів на 1 кг приросту, що менше за аналогів контрольної групи на 0,13 і 0,14 к. од ($p < 0,001$). Слід також відмітити обернену залежність між показниками середньодобових приростів та витратами кормів на одиницю приросту усіх груп свиней.

Найменшою товщиною шпигу характеризувалися свині групи $\text{♀П} \times \text{♂Д}$ (16,25 мм), що на 5,5 мм менше, ніж у аналогів контрольної групи ($P < 0,05$) та на 4,25 мм і 1,5 мм – за тварин поєднань $\text{♀ВБ} \times \text{♂Л}$ і $\text{♀Д} \times \text{♂П}$ відповідно.

Найбільшу площу «м'язового вічка» мали помісні свині груп $\text{♀П} \times \text{♂Д}$ та $\text{♀Д} \times \text{♂П}$, що вірогідно ($p < 0,05$) перевищували чистопородних аналогів великої білої породи на 6,4 і 6,02 см² та нащадків поєднання $\text{♀ВБ} \times \text{♂Л}$ на 5,15 і 4,77 см² відповідно.

У період відгодівлі зберіглася перевага нащадків поєднання $\text{♀Д} \times \text{♂П}$ за величиною індексу відгодівельних якостей (16,83 балів), що вище за свиней контрольної поєднання на 2,75 балів ($p < 0,05$), за тварин групи $\text{♀ВБ} \times \text{♂Л}$ – на 2,06 балів і $\text{♀П} \times \text{♂Д}$ на 0,82 балів.

З метою відбору високопродуктивних особин, для подальшого використання у схрещуванні, нами були розраховані селекційні індекси із ваговими коефіцієнтами ознак для кожної групи свиней. Для визначення ваги коефіцієнту ознаки у селекційному індексі за основу була взята його селекційна значимість у загальному складі індексу, виражена у відсотках.

Розраховані селекційні індекси для оцінки свинок за відтворювальною здатністю, індекс J_1 має наступний вигляд для міжпородних поєднань:

$$J_{1(\text{♀ВБ} \times \text{♂ВБ})} = 188,94 \times (x_1 - 10,58) + 13,14 \times (x_2 - 76,63)$$

$$J_{1(\text{♀ВБ} \times \text{♂Л})} = 106,60 \times (x_1 - 10,36) + 8,21 \times (x_2 - 61,50)$$

$$J_{1(\text{♀Д} \times \text{♂П})} = 307,234 \times (x_1 - 9,27) + 19,048 \times (x_2 - 71,82)$$

$$J_{1(\text{♀П} \times \text{♂Д})} = 371,47 \times (x_1 - 9,10) + 39,58 \times (x_2 - 62,98)$$

де: x_1 – багатоплідність, голів;

x_2 – маса гнізда на час відлучення, кг;

Для оцінки відгодівельних якостей нащадків, індекс J_2 :

$$J_{2(\text{♀ВБ} \times \text{♂ВБ})} = 8,52 \times (183,54 - x_1) + 268,45 \times (3,55 - x_2)$$

$$J_{2(\text{♀ВБ} \times \text{♂Л})} = 8,89 \times (182,18 - x_1) + 333,04 \times (3,51 - x_2)$$

$$J_{2(\text{♀Д} \times \text{♂П})} = 12,99 \times (173,96 - x_1) + 539,90 \times (3,42 - x_2)$$

$$J_{2(\text{♀П} \times \text{♂Д})} = 16,09 \times (177,24 - x_1) + 704,82 \times (3,43 - x_2)$$

де: x_1 – вік досягнення живої маси 100 кг, діб;

x_2 – затрати кормів на 1 кг приросту, к. од

Для оцінки відгодівельних та м'ясних якостей нащадків методом індексної селекції, J_3 :

$$J_{3(\text{♀ВБ} \times \text{♂ВБ})} = 13,35 \times (180,25 - x_1) + 141,37 \times (3,55 - x_2) + 5,30 \times (21,75 - x_3) + 5,33 \times (33,93 - x_4)$$

$$J_{3(\text{♀ВБ} \times \text{♂Л})} = 3,51 \times (180,25 - x_1) + 291,83 \times (3,55 - x_2) + 10,84 \times (20,50 - x_3) + 12,39 \times (35,18 - x_4)$$

$$J_{3(\text{♀Д} \times \text{♂П})} = 3,13 \times (175,755 - x_1) + 316,51 \times (3,50 - x_2) + 11,80 \times (17,75 - x_3) + 9,14 \times (39,95 - x_4)$$

$$J_{3(\text{♀П} \times \text{♂Д})} = 3,94 \times (178,25 - x_1) + 534,64 \times (3,50 - x_2) + 12,85 \times (16,25 - x_3) + 3,70 \times (40,33 - x_4)$$



де: x_1 – вік досягнення живої маси 100 кг живої маси, діб;

x_2 – витрати корму на 1 кг приросту, к. од;

x_3 – товщина шпигу над 6–7 грудними хребцями, мм;

x_4 – площа «м'язового вічка», см².

Розрахунок вагового коефіцієнта (К) – найскладніший етап конструювання селекційного індексу. Саме його наявність обумовлює більш високу ефективність відбору свиней за селекційним індексом у порівнянні з іншими методами селекції за комплексом ознак. Проведені нами розрахунки для побудови селекційних індексів J_1 – J_3 та наліз доступних джерел літератури про конструювання селекційних індексів [4, 33, 34, 37–38] свідчить про їх відмінності між собою за ознаками, які включені до індексу, а також за економічними та фенотиповими характеристиками.

Висновки:

1. Оцінка свиней за селекційними індексами дозволила ранжувати їх у залежності від рівня продуктивності з урахуванням генотипу з метою підбору найбільш ефективних батьківських форм.

2. За показниками індексної оцінки відтворювальних якостей свиноматок встановлено, що матки варіанту схрещування $\text{♀ВБ} \times \text{♂Л}$ характеризувалися найвищими показниками оціночного індексу та перевищуючи чистопородних маток та маток варіантів схрещування $\text{♀Д} \times \text{♂П}$ і $\text{♀П} \times \text{♂Д}$.

3. Перевага свиней групи $\text{♀Д} \times \text{♂П}$ за показниками інтенсивності росту та за величиною індексу відгодівельних якостей свідчить про високу енергію формування тварин, вони швидше досягали забійних кондицій за однакових умов утримання і годівлі порівняно з іншими групами.

4. На основі даних продуктивності даних груп з метою відбору високопродуктивних особин, нами були розраховані селекційні індекси із ваговими коефіцієнтами ознак для кожної групи свиней.

5. У перспективі планується провести дослідження з ефективності використання помісних батьківських пар у різних варіантах багатопородного схрещування.

Бібліографічний список:

1. Тацій О. Продуктивність свиней породи п'єтрен за використання різних методів розведення. *Аграрний вісник Причорномор'я*: зб. наук.праць. Одеса, 2021. Вип. 100. С. 117-123

2. Баркаръ, С. В., Дехтяр, Ю. Ф. Оцінка закономірностей росту та відгодівельних якостей молодняку свиней різних породних поєднань. *Science, research, development*. 2019. №15. С.14-19

3. Халак В. І., Гутий Б. В., Ільченко М. О. та ін. Ефективність використання деяких полікомпонентних математичних моделей селекційних індексів для оцінки молодняку свиней за відгодівельними і м'ясними якостями. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2(2), 2022. С. 197-204. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.23>

4. Pelikh V., Ushakova S., Pelikh N. Index evaluation of pigs and determination of selection limits. *Agricultural Science and Practice*, 6(1). 2019. P. 67-74. <https://doi.org/10.15407/agrisp6.01.067>.

5. Alfonso L. Impact of Incorporating greenhouse gas intensities in selection indexes for sow productivity traits. *Livestock science*. Jan. 2019; Vol. 219. 2018. P. 57-61. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.11.016>

6. Гетья А. А.. Організація селекційного процесу в сучасному свинарстві: Монографія. *Полтавський літератор*. Полтава. 2009. 192 с.



7. Калиниченко Г., Орищенко А. Ріст і розвиток поросят залежно від вирівняності гнізд і розподілу за статтю. *Scientific Collection «InterConf»*. 2022. С. 388-392
8. Халак В. І. Математичні моделі визначення вирівняності гнізда свиноматок та їх зоотехнічна оцінка. *Біоресурси і природокористування*. 7(1-2). 2015. С. 103-109.
9. Халак В., Сусол Р. Зоотехнічна оцінка та економічна ефективність використання свиноматок великої білої породи різної племінної цінності. *Аграрний вісник Причорномор'я*. № 95. 2019. С. 90-97.
10. Халак В. І., Козир В. С., Грабовська О. С.. Відтворювальні якості свиноматок різної внутрішньопородної диференціації за деякими математичними моделями та економічна ефективність їх використання. *Animal Biology*. № 22(2). 2022. С. 31.
11. Ващенко О. В. Ефективність використання свиней зарубіжної селекції у схрещуванні з вітчизняними породами і типами. дис. ...канд. с.-г.н. : 06.02.01. с. Чубинське. 2021. 170 с.
12. Іовенко В. М., Гладій І. А. Характеристика росту, розвитку та м'ясних якостей молодняку овець різних генотипів. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Вип. 1 (109) . 2021. С. 69-76.
13. Berghof T. V., Poppe M., Mulder H. A. Opportunities to improve resilience in animal breeding programs. *Frontiers in genetics*, № 9. 2019. P. 692. <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00692>
14. Nielsen S.S, Denwood M.J, Forkman B. ets.al. Selection of Meat Inspection. *Data for an Animal Welfare Index in Cattle and Pigs in Denmark*. Dec. 7(12). 2017 P. 94. <https://doi.org/10.3390/ani7120094>
15. Stas N. M., Ellis M., Grohmann, N. S., ets.al. Effect of swine sire line and selection index category on wean-to-finish growth performance and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*. Vol. 95, Issue suppl_2, 1. 2017. P.14. <https://doi.org/10.2527/asasmw.2017.030>
16. Juan P. Sánchez, Mohamed Ragab, ets.al. Genetic parameters and expected responses to selection for components of feed efficiency in a Duroc pig line. *Genet Sel Evol*. № 49. 2017. P.86. <https://doi.org/10.1186/s12711-017-0362-x>
17. Song H., Zhang J, ets.al. Genomic prediction for growth and reproduction traits in pig using an admixed reference population. *Journal of Animal Science*. Vol. 95. 2017. P.3415. <https://doi.org/10.2527/jas2017.1656>.
18. Usala M., Macciotta N. P. P., et al. Genetic parameters for tolerance to heat stress in crossbred swine carcass traits. *Frontiers in Genetics*. 2015. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.612815>
19. Ali B.M., Bastiaansen J.W.M. et al. Response to a selection index including environmental costs and risk references of producers. *Journal of animal science*. Vol. 97 (1). 2019. P. 156-171. <https://doi.org/10.1093/jas/sky400>
20. Khalak V., Gutyj B., et al. Development and reproductive qualities of sows of different breeds: innovative and traditional methods of assessment. *Ukrainian Journal of Ecology*. Vol. 10(2). 2020. P. 356–360. https://doi.org/10.15421/2020_109
21. Yen N., Tsai H., et al. Study on the correlation of ranks among selection index, body type evaluation and foot hoof evaluation under swine purebred growth performance test. *Journal of Taiwan Livestock Research*, 52(4). 2019. P. 249-255.
22. Alfonso L.. Impact of incorporating greenhouse gas emission intensities in selection indexes for sow productivity traits. *Livestock science*. 2019. P.57-61. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.11.016>



23. Cheng J., Newcom D. W., et al. Evaluation of current United States swine selection indexes and indexes designed for Chinese pork production. *The Professional Animal Scientist*, 34(5), 2018. P.474-487. <https://doi.org/10.15232/pas.2018-01731>
24. Церенюк О. М., Шабля В. П., Акімов, О. В. Використання індексу СІВЯС в селекції свиней породи уельс. *Науково-технічний бюлетень*. №116. 2016. С. 171-180.
25. Lozada-Soto E.A., Lourenco D., et al. Genotyping and phenotyping strategies for genetic improvement of meat quality and carcass composition in swine. *Genet Sel Evol.* №54, 42 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12711-022-00736-4>
26. Willson H. E., Rojas de Oliveira, H. et al. Estimation of Genetic Parameters for Pork Quality, Novel Carcass, Primal-Cut and Growth Traits in Duroc Pigs. *Animals*, 10(5). 2020. P.779. <http://dx.doi.org/10.3390/ani10050779>
27. Kodak O., Nagy I. Historical overview of the selection indices applied in pig breeding. *Acta Agraria Kaposvariensis*. 23(1). 2019. P. 22–31. <https://doi.org/10.31914/aak.2294>
28. Рибалко, В. П., Березовський, М. Д., Богданов, Г. А. Сучасні методики досліджень у свинарстві. *Полтава: ІС УААН*. 2015. 228 с.
29. Березовський Н. Д., Почерняев Ф. К., Коротков В. А. Методика моделювання індексів для використання їх в селекції свиней. *Методы улучшения процессов селекции, разведения и воспроизводства свиней : методические указания*. М. 1986. С. 3-14.
30. Спосіб відбору свиноматок : пат. 100641 У Україна : МПК А 01 К 67/02 (2006.01); заявл. 13.10.2014; опублік. 10.08.2015, бюл. 15. 3 с.
31. Свечин Ю. К. Прогнозирование продуктивности животных в раннем возрасте. *Вестник сельскохозяйственной науки*. №4. 1985. С.103-108
32. Коваленко В. П., Церенюк О.М. Вплив організованих факторів на точність визначення стресостійкості у період «кризи відлучення». *Таврійський науковий вісник*. Вип.68. Херсон: Айлант, 2010. С. 35-40.
33. Березовський М. Д., Гетья А. А., Ващенко П. А. та ін. Автоматизоване моделювання селекційних індексів для оцінки свиней. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 4. 2008. С. 92-94
34. Пелих В. Г., Ушакова С. В. Встановлення цільових меж відбору свиней. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків, 2020. № 123. С. 129–137. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2020-123-129-137>
35. Суслина Е. Н.; Новиков А. А. Методические аспекты повышения эффективности гибридизации в свиноводстве. *Свиноводство* Вып. 4. 2011. С. 12-15.
36. Ogloblia V., Povod , N. Reproductive qualities of sowings of Irish origin in purebred breeding and crossing in an industrial complex. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*. № 1 (40). 2020. С.103-107. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.1.15>
37. Matvieiev M., Getya A.. Перспективи застосування економічних вагових коефіцієнтів для оцінки корів за ознаками молочної продуктивності. *Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування*. №5. 2020. С.91-95. <https://doi.org/10.31890/vttp.2020.05.17>
38. Nietala P., Wolfová M., Wolf J., et al.. Economic values of production and functional traits, including residual feed intake, in Finnish milk production. *Journal of Dairy Science* № 97(2). 2013. P.1092–1106. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7085>



References

1. Tatsii, O. (2021). Produktyvniat svynei porody p'ietren za vykorystannia riznykh metodiv rozvedennia [Productivity of Pietren pigs using different breeding methods]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomor'ia*. Odesa, 100. 117-123 [in Ukrainian].
2. Barkar, Ye. V., & Dekhtiar, Yu. F. (2019). Otsinka zakonornirnostei rostu ta vidhodivelnykh yakostei molodniaku svynei riznykh porodnykh poiednan [Assessment of growth patterns and fattening qualities of young pigs of different breed combinations]. *Science, research, development*. 15. 14-19 [in Ukrainian].
3. Khalak, V. I., Hutyi, B. V., Ilchenko, M. O. (2022). Efektyvnist vykorystannia deiakykh polikomponentnykh matematychnykh modelei selektsiinykh indeksiv dlia otsinky molodniaku svynei za vidhodivelnyimi i m'iasnymi yakostiami [Effectiveness of using some multi-component mathematical models of selection indices for evaluation of young pigs for fattening and meat qualities]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 2(2), 197-204. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.23> [in Ukrainian].
4. Pelikh, V., Ushakova, S., & Pelikh, N. (2019). Index evaluation of pigs and determination of selection limits. *Agricultural Science and Practice*, 6(1). R. 67-74. <https://doi.org/10.15407/agrisp6.01.067>.
5. Alfonso, L. (2019). Impact of Incorporating greenhouse gas intensities in selection indexes for sow productivity traits. *Livestock science*. 219. 57-61. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.11.016>
6. Hetia, A. A.. (2009). Orhanizatsiia selektsiinoho protsesu v suchasnomu svynarstvi: Monohrafiia [Organization of the breeding process in modern pig breeding: Monograph]. *Poltavskiy literator*. Poltava, 192 [in Ukrainian].
7. Kalynychenko, H., Oryshchenko, A. (2022). Rist i rozvytok porosiat zalezno vid vyrivnianosti hnizd i rozpodilu za stattiu [Growth and development of piglets depending on nest alignment and distribution by sex]. *Scientific Collection «Inter-Conf»*. 388-392 [in Ukrainian].
8. Khalak, V. I. (2015). Matematychni modeli vyznachennia vyrivnianosti hnizda svynomatok ta yikh zootekhnicna otsinka [Mathematical models for determining the alignment of the nest of sows and their zootechnical evaluation]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. 7(1-2). 103-109. [in Ukrainian].
9. Khalak, V., & Susol, R. (2019). Zootekhnicna otsinka ta ekonomichna efektyvnist vykorystannia svynomatok velykoi biloi porody riznoi plemynnoi tsinnosti [Zootechnical assessment and economic efficiency of using large white breed sows of different breeding value]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria*. 95. 90-97. [in Ukrainian].
10. Khalak, V. I., Kozyr, V. S., & Hrabovska, O. S. (2022). Vidtvoriuvalni yakosti svynomatok riznoi vnutrishnoporodnoi dyferentsiatsii za deiakymy matematychnymy modeliamy ta ekonomichna efektyvnist yikh vykorystannia [Reproductive qualities of sows of different intrabreed differentiation according to some mathematical models and economic efficiency of their use]. *Animal Biology*. 22(2). 31. [in Ukrainian].
11. Vashchenko, O. V. (2021). Efektyvnist vykorystannia svynei zarubizhnoi selektsii u skhreshchuvanni z vitchyznianymy porodamy i typamy [The effectiveness of the use of pigs of foreign selection in crossing with domestic breeds and types]. (Doctor's thesis). Chubynske. 170. [in Ukrainian].
12. Iovenko, V. M., & Hladii, I. A. (2021). Kharakterystyka rostu, rozvytku ta m'iasnykh yakostei molodniaku ovets riznykh henotypiv [Characteristics of growth, development and meat qualities of young sheep of different genotypes]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 1 (109) 69-76. [in Ukrainian].
13. Berghof, T. V., Poppe, M., & Mulder, H. A. (2019). Opportunities to im-



prove resilience in animal breeding programs. *Frontiers in genetics*. 9. 692. <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00692>

14. Nielsen, S. S., Denwood, M. J., Forkman, B. et. al. (2017). Selection of Meat Inspection. Data for an Animal Welfare Index in Cattle and Pigs in Denmark. *Animals*. (12). 94. <https://doi.org/10.3390/ani7120094>

15. Stas, N. M., Ellis, M., Grohmann, N. S., et.al. (2017). Effect of swine sire line and selection index category on wean-to-finish growth performance and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*. 95(2) 1. 14. <https://doi.org/10.2527/asasmw.2017.030>

16. Juan P. Sánchez, Mohamed Ragab, ets.al. (2017). Genetic parameters and expected responses to selection for components of feed efficiency in a Duroc pig line. *Genet Sel Evol*. 49. 86. <https://doi.org/10.1186/s12711-017-0362-x>

17. Song, H., Zhang, J, et.al. (2017). Genomic prediction for growth and reproduction traits in pig using an admixed reference population. *Journal of Animal Science*. 95. 3415. <https://doi.org/10.2527/jas2017.1656>.

18. Usala, M., Macciotta, N. P. P., et al. (2015). Genetic parameters for tolerance to heat stress in crossbred swine carcass traits. *Frontiers in Genetics*. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.612815>

19. Ali, B. M., Bastiaansen, J. W. M. et al. (2019). Response to a selection index including environmental costs and risk references of producers. *Journal of animal science*. 97(1). 156-171. <https://doi.org/10.1093/jas/sky400>

20. Khalak V., Gutty B., et al. (2020). .Development and reproductive qualities of sows of different breeds: innovative and traditional methods of assessment. *Ukrainian Journal of Ecology*. 10(2). 356–360. https://doi.org/10.15421/2020_109

21. Yen, N., Tsai, H., et al. (2019). Study on the correlation of ranks among selection index, body type evaluation and foot hoof evaluation under swine purebred growth performance test. *Journal of Taiwan Livestock Research*, 52(4). 249-255.

22. Alfonso, L. (2019). Impact of incorporating greenhouse gas emission intensities in selection indexes for sow productivity traits. *Livestock science*. 57-61. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.11.016>

23. Cheng, J., Newcom, D. W., et al. (2018). Evaluation of current United States swine selection indexes and indexes designed for Chinese pork production. *The Professional Animal Scientist*, 34(5), 474-487. <https://doi.org/10.15232/pas.2018-01731>

24. Tsereniuk, O. M., Shablia, V. P., & Akimov, O. V. (2016). Vykorystannia indeksu SIVIAS v selektsii svynei porody uels [The use of the SIVYAS index in the breeding of Welsh pigs]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*. Kharkiv. 116. 171-180. [in Ukrainian].

25. Lozada-Soto, E.A., Lourenco, D., et al. (2022). Genotyping and phenotyping strategies for genetic improvement of meat quality and carcass composition in swine. *Genet Sel Evol*. 54, 42 <https://doi.org/10.1186/s12711-022-00736-4>

26. Willson, H. E., Rojas de Oliveira, H. et al. (2020). Estimation of Genetic Parameters for Pork Quality, Novel Carcass, Primal-Cut and Growth Traits in Duroc Pigs. *Animals*, 10(5). 779. <http://dx.doi.org/10.3390/ani10050779>

27. Kodak, O., Nagy, I. (2019). Historical overview of the selection indices applied in pig breeding. *Acta Agraria Kaposvariensis*, 23(1). 22–31. <https://doi.org/10.31914/aak.2294>

28. Rybalko, V. P., Berezovskyi, M. D., & Bohdanov, H. A. (2015). Suchasni metodyky doslidzhen u svynarstvi [Modern methods of research in pig breeding]. *Poltava: IS UAAN*. 228. [in Ukrainian].



29. Berezovskyi, N. D., Pocherniaev, F. K., & Korotkov, V. A. Metodika modelirovaniia indeksov dlja ispol'zovaniia ih v selekcii svinej. *Metody uluchsheniia processov selekcii, razvedeniia i vosproizvodstva svinej : metodicheskie ukazaniia* [A methodology for modeling indexes for use in pig breeding. Methods for improving the processes of selection, breeding and reproduction of pigs : guidelines]. Moskva. 1986. 3-14. [in Russian].

30. *Sposib vidboru svynomatok* [Method of selection of sows]: pat. 100641 U Ukraina : MPK A 01 K 67/02 (2006.01); zaiavl. 13.10.2014; opublik. 10.08.2015, biul. 15. 3. [in Ukrainian].

31. Svechyn, Yu. K. (1985). Prognozirovanie produktivnosti zhivotnyh v ranem vozraste [Predicting the productivity of animals at an early age]. *Vestnyk selskokhoziaistvennoi nauky*. 4. 103-108 [in Russian].

32. Kovalenko, V. P., & Tsereniuk, O. M. (2010). Vplyv orhanizovanykh faktoriv na tochnist vyznachenniia stresostiikosti u period «kryzy vidluchenniia» [The influence of organized factors on the accuracy of determining stress resistance during the "weaning crisis"]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. Kherson : Ailant. 68. 35-40. [in Ukrainian].

33. Berezovskyi M. D., Hetia A. A., Vashchenko P. A. (2002). Avtomatyzovane modeliuvanniia selektsiinykh indeksiv dlia otsinky svynei [Automated modeling of breeding indices for evaluation of pigs]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 4. 92-94. [in Ukrainian].

34. Pelykh, V. H., & Ushakova, S. V. (2020). Vstanovlenniia tsilovykh mezh vidboru svynei [Setting the target limits for the selection of pigs.]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnystva NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*. Kharkiv, 123. 129–137. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2020-123-129-137> [in Ukrainian].

35. Suslyna E. N., & Novykov, A. A. (2011). Metodicheskye aspekty povysheniia efektyvnosti hybrydyzatsyy v svynovodstve [Methodological aspects of increasing the efficiency of hybridization in pig breeding]. *Svynovodstvo*. 4. 12-15. [in Russian].

36. Ogloblia, V., & Povod, N. (2020). Reproductive qualities of sowings of Irish origin in purebred breeding and crossing in an industrial complex. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*. 1 (40). 103-107. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.1.15>

37. Matvieiev, M., & Getya, A. (2020). Perspektyvy zastosuvanniia ekonomichnykh vahovykh koefitsientiv dlia otsinky koriv za oznakamy molochnoi produktyvnosti [Prospects for the use of economic weighting factors for evaluating cows based on milk productivity]. *Veterynariia, tekhnolohii tvarynnystva ta pryrodokorystuvanniia*. 5. 91-95. <https://doi.org/10.31890/vtp.2020.05.17> [In Ukrainian].

38. Hietala, P., Wolfová, M., Wolf, J., et al. (2013). Economic values of production and functional traits, including residual feed intake, in Finnish milk production. *Journal of Dairy Science*. 97(2). 1092–1106. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7085>



SWINE'S RAITING BY EVALUATION AND SELECTION INDEXES

Ushakova S. V., Levchenko M. V., Kherson State Agrarian and Economics University.

An increase in the productivity of animals is associated with a general improvement of the population, which largely depends on the accuracy of the genotype assessment. The most accurate estimates can be obtained with the help of modern indices: evaluation and selection. At the same time, it is important to calculate the weight coefficients of the traits included in the selection index structure, separately for each herd (breed). Evaluation by indices allows selecting the best animals in the herd for further use. According to the results of the evaluation of the reproductive qualities of sows in crossbreeding using evaluation and selection indices, the superiority of large white breed sows covered with boars of the landrace breed was established, and the lowest among pigs of the combinations $\text{♀P} \times \text{♂D}$ and $\text{♀D} \times \text{♂P}$. At the stage of studying the growth dynamics of pigs, we studied the patterns of individual development of animals in ontogenesis according to criteria that would characterize growth indicators and allow us to determine the type of their formation. Animals of the $\text{♀D} \times \text{♂P}$ group outperformed their counterparts and other experimental groups. Animals of the $\text{♀P} \times \text{♂D}$ and $\text{♀D} \times \text{♂P}$ groups had the highest index of growth uniformity. At the same time, the control group and the combination $\text{♀VB} \times \text{♂L}$ were inferior to them. The superiority of pigs in terms of growth intensity of the $\text{♀D} \times \text{♂P}$ group shows the high energy of the formation of animals, they reached slaughter conditions faster under the same conditions of keeping and feeding compared to other groups. Animals of the combination $\text{♀P} \times \text{♂D}$ were characterized by the most uniform growth at this stage. During the fattening period, the superiority of the offspring of the combination $\text{♀D} \times \text{♂P}$ in terms of the index of fattening qualities was preserved. In order to select highly productive individuals, for further use in crossbreeding, we calculated selection indices for evaluating gilts by reproductive capacity, for evaluating the fattening and fattening and meat qualities of the offspring.

Keywords: selection index, evaluation index, selection, crossbreeding, Landrace, Duroc, Pietren, Large White breed, pigs.



DOI 10.32900/2312-8402-2023-129-233-244

УДК 636.4.082

ПОКАЗНИКИ БІЛКОВОГО ОБМІНУ ТА ЇХ КОРЕЛЯЦІЙНИЙ ЗВ'ЯЗОК З ВІДГОДІВЕЛЬНИМИ І М'ЯСНИМИ ЯКОСТЯМИ МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ РІЗНОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ ФОРМУВАННЯ У РАННЬОМУ ОНТОГЕНЕЗИ

Халак В. І., к. с.-г. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0002-4384-6394>

Державна установа «Інститут зернових культур НААН»

Росоха В. І., к. с.-г. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0002-0978-9349>

Інститут тваринництва НААН

Бордун О. М., к. с.-г. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0001-6144-771X>

Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН

Чегорка П. Т., <https://orcid.org/0000-001-7780-9578>

Державна установа «Інститут зернових культур НААН»

В статті наведено результати дослідження біохімічних показників сироватки крові та їх зв'язок з відгодівельними і м'ясними якостями молодняку свиней великої білої породи, а також розрахунку рівня кореляційних зв'язків між ознаками та економічної ефективності їх використання в умовах промислового комплексу.

Дослідження свідчать, що біохімічні показники сироватки крові молодняку свиней великої білої породи відповідають фізіологічній нормі клінічно здорових тварин, а саме: вміст загального білку становить 83,46 г/л, вміст сечовини – 5,15 ммоль/л, вміст азоту сечовини – 10,14 мг%; коефіцієнт варіації зазначених кількісних ознак інтер'єру коливається у межах від 4,85 до 14,99 %. За віком досягнення живої маси 100 кг тварини загальної вибірки (N=42) переважають мінімальні вимоги класу еліта на 6,57, товщиною шпиків на рівні 6-7 грудних хребців – 28,62, довжиною охолодженої туші – 3,72 %.

З урахуванням внутріпородної диференціації тварин за індексом «інтенсивність формування» встановлено, що молодняк свиней II піддослідної групи ($\Delta t=0,715-1,011$) переважає ровесників I ($\Delta t=1,076-1,356$) за середньодобовим приростом живої маси, віком досягнення живої маси 100 кг та товщиною шпиків на рівні 6-7 грудних хребців в середньому на 3,61 %. Суттєвої різниці між групами за товщиною шпиків на рівні 6-7 грудних хребців, довжиною охолодженої туші, найбільшою (передньою) та найменшою (задньою) шириною беконної половини туші не встановлено. Кількість достовірних зв'язків між біохімічними показниками сироватки крові, відгодівельними і м'ясними якостями молодняку свиней підконтрольної популяції становить 33,33 %. Критерієм відбору високопродуктивних тварин основного стада за абсолютними показниками відгодівельних і м'ясних якостей їх потомства є їх відповідність класу еліта, а за індексом «інтенсивність формування» - 0,715-1,011 бала.

Ключові слова: молодняк свиней, порода, відгодівельні і м'ясні якості, індекс, мінливість, кореляція, вартість додаткової продукції.

Актуальним питанням розвитку галузі свинарства є інтенсифікація селекційного процесу з використанням інноваційних методів оцінки племінної цінності тварин різних статевих вікових груп, а також пошук ефективних маркерів раннього прогнозування кількісних ознак [1-7].



Так, результати дослідження Ващенко П. А. свідчать, що використання пробіт-методу для оцінювання тварин дає більш точну оцінку родинам свиноматок, порівняно із інструкцією з бонітування свиней [8]. Значення пробіт-індексів коливаються від 4,6 до 5,3 одиниць, тоді як згідно з інструкцією всі родини свиноматок в середньому оцінені однаково (першим класом). Автор зазначає, що розроблений селекційний індекс дозволяє отримати комплексний показник для оцінки свиней за найбільш важливими продуктивними ознаками, які не корелюють між собою. У стаді заводського типу «Багачанський» було встановлено, що даний індекс має досить тісний зв'язок як із масою гнізда при відлученні ($r = 0,72$), так і з віком досягнення маси 100 кг ($r = -0,68$), при тому що ці дві ознаки не пов'язані між собою ($r = 0,03$). Кореляція між запропонованим коефіцієнтом препотентності і коефіцієнтом варіації досить висока (від $r = -0,75$ до $r = -0,87$), однак рангові оцінки за цими показниками не завжди співпадають, тому для більш точної характеристики плідника необхідно використовувати коефіцієнт препотентності.

У роботі Краснощока О. О. встановлено, що трипородний і гібридний молодняк відрізняються підвищеним рівнем білкового обміну порівняно з чистопородними тваринами. Молодняк свиней поєднання велика біла × (дюрок × гемшир) переважали чистопородних тварин великої білої породи за вмістом загального білку на 35,58 % ($P \leq 0,05$), альбумінів – на 34,53 % ($P \leq 0,001$), сечовини – на 62,25 % ($P \leq 0,001$), азоту сечовини – на 61,84 % ($P \leq 0,001$); перевагу гібридів встановлено за вмістом загального білку – на 28,21 % ($P \leq 0,05$), за вмістом глобулінів – на 39,96 % ($P \leq 0,05$), сечовини й азоту сечовини – на 55,64 % ($P \leq 0,001$) і 55,71 % ($P \leq 0,01$), активності АсТ – на 37,71 % ($P \leq 0,05$). Дослідженнями автора виявлено зв'язок між генотипами гену *LEP 2845* із високим середньодобовим приростом, меншим віком досягнення живої маси 100 кг і меншими витратами корму на відгодівлі у молодняку свиней великої білої породи і відповідним середньодобовим приростом і витратами корму у поєднань велика біла × (дюрок × гемшир) і (велика біла × ландрас) × (дюрок × гемшир). Також виявлена тенденція зменшення витрат корму і збільшення середньодобового приросту у гібридів за генотипом *LEPR^{TT}*. [9].

Підтвердженням актуальності вибраного напрямку дослідження є роботи інших вітчизняних та зарубіжних вчених [10-16].

Мета роботи – дослідити показники білкового обміну та їх зв'язок з відгодівельними і м'ясними якостями молодняку свиней великої білої породи, а також розрахувати рівень кореляційних зв'язків між ознаками та економічну ефективність їх використання в умовах промислового комплексу.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проведено в СТОВ «Дружба-Казначейка» Дніпропетровської області, м'ясокомбінаті «Джаз», Науково-дослідному центрі біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпровського державного аграрно-економічного університету, а також лабораторії тваринництва Державної установи «Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України».

Роботу виконано згідно програми наукових досліджень національної академії аграрних наук України № 30 «Інноваційні технології племінного, промислового та органічного виробництва продукції свинарства», завдання «Розробити локальну систему селекції та гібридизації свиней із використанням сучасних генетичних методів (ДНК-маркерів)».

Оцінку молодняку свиней за відгодівельними і м'ясними якостями проводили з урахуванням наступних кількісних ознак: середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, г; вік досягнення живої маси 100 кг, діб; товщина шпигу на рівні 6-7 грудних хребців, мм; довжина охолодженої туші см;



довжина беконної половини охолодженої півтуші, см, найбільша (передня) ширина беконної половинки туші; найменша (задня) ширина беконної половинки туші [17]. Довжину охолодженої туші (см) вимірювали мірною стрічкою від краю зрощення лонних кісток до передньої поверхні першого шийного хребця; довжину беконної половинки охолодженої півтуші (см) – від переднього краю лонної кістки до середини переднього краю першого ребра; найбільшу (передню) ширину беконної половинки – на рівні 7-го грудного хребця перпендикулярно половині туші; найменшу (задню) ширину беконної половинки – на рівні передостаннього поперекового хребця перпендикулярно половині туші [18] (рис. 1).



Рис. 1. Вимірювання довжини охолодженої туші, найбільшої (передньої) та найменшої (задньої) ширину беконної половини охолодженої півтуші молодняка свиней піддослідних груп.

Середньодобовий приріст живої маси (1), вік досягнення живої маси 100 кг (2) та індекс «інтенсивність формування» (Δt) (3) розраховували за наступними математичними моделями:

$$X = \frac{T_2 - T_1}{P_2 - P_1} \times 1000 \quad (1)$$

де: X – середньодобовий приріст, г; T_1 – маса тварин на початку облікового періоду, кг; T_2 – маса тварин у кінці облікового періоду, кг; P_1 – вік тварин на початку облікового періоду, днів; P_2 – вік тварин у кінці облікового періоду, днів; 1000 – коефіцієнт перерахунку в грами;

$$X = B + \frac{100 - m}{P} \quad (2)$$

де: X – вік досягнення маси 100 кг, днів; B – фактичний вік тварин на день останнього зважування, днів; m – фактична маса тварин на день останнього зважування, кг; P – середньодобовий приріст тварин за обліковий період, кг [17];

$$\Delta t = \frac{W_3 - W_0}{0,5 \times (W_3 + W_0)} - \frac{W_6 - W_3}{0,5 \times (W_6 + W_3)}, \quad (3)$$

де: W_0 , W_3 , W_6 – жива маса молодняка свиней у відповідні вікові періоди – на час народження, 3 і 6 – місячному віці, кг [19].

У сироватці крові молодняка свиней 5-місячного віку досліджували вміст загального білка (г/л), вміст сечовини (ммоль/л), вміст азоту сечовини (мг%) [20]. Біохімічні дослідження крові проводили з використанням наборів реактивів фірми «Філісіт-Діагностика» (Україна, м. Дніпро).

Умови годівлі і утримання молодняка свиней піддослідних груп були ідентичними і відповідали зоотехнічним нормам.



Вартість додаткової продукції розраховували за наступними даними: закупівельна ціна одиниці продукції, відповідно до існуючих цін, які діють в Україні; середня продуктивність тварин; середня надбавка основної продукції, яка виражена у відсотках на 1 голову при застосуванні нового і поліпшеного селекційного досягнення порівняно з продуктивністю тварин базового використання; чисельність поголів'я сільськогосподарських тварин нового або поліпшеного селекційного досягнення. Постійний коефіцієнт зменшення результату, який пов'язаний з додатковими витратами на прибуткову додаткової продукції дорівнює 0,75 [21].

Біометричну обробку одержаного матеріалу проводили за методиками Коваленка В. П. та ін. [22] з використанням програмованого модуля «Аналіз даних» в Microsoft Excel.

Силу кореляційних зв'язків між ознаками визначали за шкалою Чеддока [23] (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала Чеддока для градації сили кореляційного зв'язку між кількісними ознаками

Значення коефіцієнта кореляції	Сила кореляційного зв'язку
0,1-0,3	Слабка
0,3-0,5	Помірна
0,5-0,7	Помітна
0,7-0,9	Висока
0,9-0,99	Дуже висока

Результати досліджень. Результати лабораторних досліджень свідчать, що вміст загального білку у сироватці крові молодняку свиней підконтрольної популяції становить $83,46 \pm 1,124$ г/л, вміст сечовини – $5,15 \pm 0,258$ ммоль/л, вміст азоту сечовини – $10,14 \pm 0,422$ мг%. Дані показник відповідає фізіологічній нормі клінічно здорових тварин [20].

Таблиця 2

Біохімічні показники сироватки крові молодняку свиней великої білої породи, n=13

Показник (ознака), одиниці виміру	Біометричні показники		
	$X \pm S_x$	$\sigma \pm X_\sigma$	$C_v \pm S_{C_v}, \%$
Вміст загального білка, г/л	$83,46 \pm 1,124$	$4,05 \pm 0,795$	$4,85 \pm 0,952$
Вміст сечовини, ммоль/л	$5,15 \pm 0,258$	$0,93 \pm 0,182$	$18,05 \pm 3,546$
Вміст азоту сечовини, мг%	$10,14 \pm 0,422$	$1,52 \pm 0,289$	$14,99 \pm 2,944$

Коефіцієнт варіації ($C_v, \%$) біохімічних показників сироватки крові молодняку свиней, відібраного для проведення досліджень коливається у межах від 4,85 до 14,99 %.

Дані контрольної відгодівлі свідчать, що молодняк свиней підконтрольної популяції (N=42) характеризується високими показниками відгодівельних і м'ясних якостей. Так, середньодобовий приріст живої маси молодняку свиней за період контрольної відгодівлі становить $780,4 \pm 5,91$ г ($C_v=4,91 \%$), вік досягнення живої маси 100 кг – $177,5 \pm 0,80$ діб ($C_v=2,95 \%$), товщина шпигу на рівні 6-7 грудних хребців – $20,7 \pm 0,34$ мм ($C_v=10,68 \%$), довжина охолодженої туші – $96,6 \pm 0,35$ см ($C_v=1,77 \%$), довжина беконної половинки охолодженої півтуші - $85,2 \pm 0,50$ см ($C_v=2,88 \%$). Показники найбільшої (передньої) та найменшої (задньої) ширина



беконної половинки дорівнюють $34,1 \pm 0,44$ см ($Cv=6,74$ %) і $24,7 \pm 0,35$ см ($Cv=7,52$ %) відповідно. Індекс Ліві у тварин загальної вибірки дорівнює $40,19 \pm 0,155$ бала ($Cv=2,51$ %), індекс Тайлера – $203,12 \pm 2,359$ бала ($Cv=7,53$ %),

Результати дослідження біохімічних показників сироватки крові, відгодівельних і м'ясних якостей молодняку свиней різної внутріпородної диференціації за індексом «інтенсивність формування» наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Біохімічні показники сироватки крові, відгодівельні і м'ясні якості молодняку свиней різної внутріпородної диференціації за індексом «інтенсивність формування»

Показник (ознака), одиниці виміру	Біометричні показники	Індекс «інтенсивність формування», бала	
		1,076-1,356	0,715-1,011
		Група	
		I	II
Вміст загального білка, г/л	n	8	5
	$\bar{X} \pm S_x$	$82,00 \pm 1,133$	$85,80 \pm 1,149$
	$\sigma \pm X_\sigma$	$3,20 \pm 0,800$	$4,49 \pm 1,420$
	$Cv \pm Sc_v, \%$	$3,91 \pm 0,977$	$5,24 \pm 1,658$
Вміст сечовини, ммоль/л	$\bar{X} \pm S_x$	$5,00 \pm 0,213$	$5,40 \pm 0,605$
	$\sigma \pm X_\sigma$	$0,60 \pm 0,150$	$1,35 \pm 0,427$
	$Cv \pm Sc_v, \%$	$12,09 \pm 3,022$	$25,09 \pm 7,939$
	n	24	18
Середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, г	$\bar{X} \pm S_x$	$761,8 \pm 5,64$	$805,2 \pm 8,74$
	$\sigma \pm X_\sigma$	$27,67 \pm 3,998$	$37,08 \pm 6,180$
	$Cv \pm Sc_v, \%$	$3,63 \pm 0,524$	$4,69 \pm 0,781$
	n	18	9
Вік досягнення живої маси 100 кг, діб	$\bar{X} \pm S_x$	$179,4 \pm 0,97$	$173,9 \pm 1,13$
	$\sigma \pm X_\sigma$	$4,77 \pm 0,689$	$4,81 \pm 0,801$
	$Cv \pm Sc_v, \%$	$2,65 \pm 0,382$	$2,76 \pm 0,460$
	n	18	9
Товщина шпигу на рівні 6-7 грудних хребців, мм	$\bar{X} \pm S_x$	$20,9 \pm 0,49$	$20,4 \pm 0,45$
	$\sigma \pm X_\sigma$	$2,44 \pm 0,352$	$1,91 \pm 0,318$
	$Cv \pm Sc_v, \%$	$11,67 \pm 1,686$	$9,36 \pm 1,560$
	n	18	9
Довжина охолодженої туші, см	$\bar{X} \pm S_x$	$96,8 \pm 0,45$	$96,2 \pm 0,52$
	$\sigma \pm X_\sigma$	$1,83 \pm 0,305$	$1,48 \pm 0,349$
	$Cv \pm Sc_v, \%$	$1,89 \pm 0,315$	$1,53 \pm 0,360$
	n	18	9
Довжина беконної половинки охолодженої півтуші, см	$\bar{X} \pm S_x$	$85,8 \pm 0,62$	$84,2 \pm 0,36$
	$\sigma \pm X_\sigma$	$2,50 \pm 0,416$	$2,12 \pm 0,500$
	$Cv \pm Sc_v, \%$	$2,91 \pm 0,485$	$2,51 \pm 0,591$
	n	18	9
Найбільша (передня) ширина беконної половини охолодженої туші, см	$\bar{X} \pm S_x$	$34,2 \pm 0,53$	$34,1 \pm 0,82$
	$\sigma \pm X_\sigma$	$2,28 \pm 0,380$	$2,47 \pm 0,582$
	$Cv \pm Sc_v, \%$	$6,67 \pm 1,111$	$7,24 \pm 1,707$
	n	18	9
Найменша (задня) ширина беконної половини охолодженої туші, см	$\bar{X} \pm S_x$	$25,0 \pm 0,47$	$24,1 \pm 0,48$
	$\sigma \pm X_\sigma$	$2,00 \pm 0,333$	$1,45 \pm 0,341$
	$Cv \pm Sc_v, \%$	$8,00 \pm 1,333$	$6,01 \pm 1,417$
	n	18	9



Установлено, що різниця між групами піддослідних тварин за вмістом загального білка у сироватці крові становить 3,8 г/л ($td=2,36$; $P<0,05$), вмістом сечовини – 0,40 мг% ($td=0,62$; $P>0,05$), вмістом азоту сечовини – 1,20 мг% ($td=0,92$; $P>0,05$).

Молодняк свиней II піддослідної групи переважав ровесників I за середньодобовим приростом живої маси на 43,4 г ($td=4,17$; $P<0,001$), віком досягнення живої маси 100 кг – 5,5 діб ($td=3,71$; $P<0,01$), товщиною шпику на рівні 6-7 грудних хребців – 0,5 мм ($td=0,75$; $P>0,051$).

Аналіз даних контрольного забою свідчать, що максимальною довжиною охолодженої туші ($96,8\pm 0,45$ см) та довжиною беконної половинки охолодженої півтуші ($85,8\pm 0,62$ см) характеризується молодняк свиней I піддослідної групи. Порівняно з ровесниками II піддослідної групи різниця за даними показниками дорівнює 0,6 ($td=0,88$; $P>0,05$) і 1,6 см ($td=2,25$; $P<0,05$) відповідно. За показниками «найбільша (передня) ширина беконної половинки охолодженої туші, см» та «найменша (задня) ширина беконної половинки охолодженої туші, см» суттєвої різниці між тваринами піддослідних груп не встановлено.

Коефіцієнт мінливості ($C_v, \%$) абсолютних показників відгодівельних і м'ясних якостей у молодняку свиней різної внутріпородної диференціації за індексами «інтенсивність формування» коливається у межах від 1,53 до 11,67 %.

Результати розрахунку коефіцієнту парної кореляції між вмістом азоту сечовини у сироватці крові, а також відгодівельними і м'ясними якостями молодняку свиней великої білої породи наведено в таблиці 4.

Установлено, що даний біометричний показник варіює в межах від $-0,402\pm 0,1448$ до $+0,487\pm 0,1381$.

Достовірні коефіцієнти парної кореляції встановлено між наступними парами ознак: вміст загального білка \times середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі ($r= +0,311$; $tr=2,07$), вміст сечовини \times товщина шпику на рівні 6-7 грудних хребців ($r= -0,399$; $tr=2,75$), вміст сечовини \times найбільша (передня) ширина беконної половинки туші ($r= +0,487$; $tr=3,53$), вміст сечовини \times найменша (задня) ширина беконної половинки туші ($r= +0,364$; $tr=2,47$), вміст азоту сечовини \times вік досягнення живої маси 100 кг ($r= -0,371$, $tr=2,53$), вміст азоту сечовини \times товщина шпику на рівні 6-7 грудних хребців ($r= -0,402$, $tr=4,78$), вміст азоту сечовини \times найбільша (передня) ширина беконної половинки туші ($r=+0,456$; $tr=3,24$).

Таблиця 4

Рівень кореляційних зв'язків між біохімічними показниками сироватки крові, відгодівельними і м'ясними якостями молодняку свиней підконтрольної популяції

Ознака		Біометричні показники		Сила кореляційного зв'язку
x	y	r±Sr	tr	
Вміст загального білка, г/л	1	0,311±0,1503*	2,07	Помірна
	2	-0,010±0,1581	0,06	-
	3	-0,076±0,1577	0,48	-
	4	0,176±0,1556	1,13	Слабка
	5	0,240±0,1535	1,56	Слабка
	6	-0,232±0,1538	1,51	Слабка
	7	-0,122±0,1569	0,78	Слабка



Продовження таблиці 4

Вміст сечовини, ммоль/л	1	0,088±0,1575	0,56	-
	2	-0,278±0,1519	1,83	Слабка
	3	-0,399±0,1450**	2,75	Помірна
	4	0,024±0,1581	0,15	-
	5	0,081±0,1576	0,51	-
	6	0,487±0,1381**	3,53	Помірна
	7	0,364±0,1473*	2,47	Помірна
Вміст азоту сечовини, мг%	1	0,195±0,1551	1,26	Слабка
	2	-0,371±0,1468*	2,53	Помірна
	3	-0,402±0,1448**	2,78	Помірна
	4	-0,129±0,1568	0,82	Слабка
	5	-0,127±0,1568	0,81	Слабка
	6	0,456±0,1407**	3,24	Помірна
	7	0,196±0,1550	1,26	Слабка

Примітка. 1 - середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, г; 2 - вік досягнення живої маси 100 кг, діб; 3 - товщина шпигу на рівні 6-7 грудних хребців, мм; 4 - довжина охолодженої туші, см; 5 - довжина беконної половини охолодженої півтуші, см; 6 - найбільша (передня) ширина беконної половинки туші, см; 7 - найменша (задня) ширина беконної половинки туші, см; * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$

Розрахунок економічної ефективності результатів досліджень свідчить, що максимальну прибавку додаткової продукції одержано від молодняку свиней II піддослідної групи (+3,07 %), а її вартість дорівнює +213,43 гривень (табл.5).

Таблиця 5

Економічна ефективність результатів досліджень

Група	Середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, г	± до середньопопуляційного значення	Вартість додаткової продукції, грн. / гол
Загальна вибірка	780,4±5,91	-	-
I	761,8±5,64	-2,38	-170,69
II	805,2±8,74	+3,07	+213,43

Ціна реалізації молодняку свиней на час проведення дослідження дорівнювала 68,34 гривень за 1 кг живої маси.

Висновки:

1. Установлено, що біохімічні показники сироватки крові молодняку свиней великої білої породи відповідають фізіологічній нормі клінічно здорових тварин, а за віком досягнення живої маси 100 кг (діб), товщина шпигу на рівні 6-7 грудних хребців (мм) і довжиною охолодженої туші (см) вони належить до I класу та класу еліта.

2. Молодняк свиней II піддослідної групи ($\Delta t=0,715-1,011$) переважає ровесників I ($\Delta t=1,076-1,356$) за середньодобовим приростом живої маси, віком досягнення живої маси 100 кг та товщиною шпигу на рівні 6-7 грудних хребців в середньому на 3,61 %.

3. Суттєвої різниці між групами за товщиною шпигу на рівні 6-7 грудних хребців, довжиною охолодженої туші, найбільшою (передньою) та найменшою (задньою) шириною беконної половини туші не встановлено.



4. Кількість достовірних зв'язків між біохімічними показниками сироватки крові, відгодівельними і м'ясними якостями молодняку свиней підконтрольної популяції становить 33,33 %.

5. Максимальну прибавку додаткової продукції одержано від молодняку свиней II піддослідної групи (+3,07 %), а її вартість дорівнює +213,43 гривень. Ціна реалізації молодняку свиней на час проведення дослідження дорівнювала 68,34 гривень за 1 кг живої маси.

6. Критерієм відбору високопродуктивних тварин основного стада за абсолютними показниками відгодівельних і м'ясних якостей їх потомства є їх відповідність класу еліта, а за індексом «інтенсивність формування» - 0,715-1,011 бала.

Подяка. Автори висловлюють офіційну подяку головному технологу СТОВ «Дружба-Казначейка» Дніпропетровської області Шепель Н. О., директору Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпровського державного аграрно-економічного університету, доктору ветеринарних наук Масюку Д. М., завідувачу лабораторією клінічної біохімії кандидату ветеринарних наук Єфімову В. Г., молодшому науковому співробітнику відділу фізіології, токсикології та біохімії Богомаз А. А. за надану допомогу у проведенні експериментальної частини досліджень.

Бібліографічний список

1. Волошук В. М., Василів А. П. Відгодівельні, забійні та м'ясні якості підсвинків м'ясних порід. *Свинарство*. 2013. Вип. 62. С. 8-13.
2. Баркарь Є. В., Дехтяр Ю. Ф. Використання кнурів-плідників м'ясних порід для покращення показників росту та відгодівельних якостей молодняку свиней. *Научний взгляд в будуще*. Одеса, 2017. Вып. 6, Т. 5. С. 16-20.
3. Баньковська І. Б. Комплексний вплив факторів породи, статі та живої маси на показники м'ясної продуктивності свиней. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*, 2016. Вип. 7. С. 36-42.
4. Волошук В. М., Василів А. П. Відгодівельні, забійні та м'ясні якості підсвинків м'ясних порід. *Свинарство*. 2013. Вип. 62. С. 8-13.
5. Волошук О. В., Гришина Л. П. Вплив генотипу кнурів на відгодівельні та м'ясні ознаки отриманого від них молодняку. *Вісник Сумського національного аграрного університету Серія «Тваринництво»*, 2017. Вип. 7 (33). С. 58-62.
6. Management of innovative technologies creation of bio-products: monograph / V. Lykhach, A. Lykhach, M. Duczmal, M. Janicki, M. Ogienko, A. Obozna, O. Kucher, R. Faustov. Opole-Kyiv, 2020. 222 p. 85 tab. Fig. 14 (ISBN 978-83-66567-16-0), Polska.
7. Chen M., Wang A. et al. Different allele frequencies of *MC4R* gene variants in Chinese pig breeds. *Archiv fuer Tierzucht Dummerstorf*. 2004. Vol. 47(5). P. 463-468.
8. Ващенко П. А. Прогнозування племінної цінності свиней на основі лінійних моделей, селекційних індексів та ДНК-маркерів: дис. ... доктора с.-г. наук: 06.02.01. Миколаїв. 2019. 369 с.
9. Краснощок О. О. Формування продуктивності свиней в залежності від методів розведення та інтенсивності росту: автореф. дис.. на здобуття наук. ступеня канд с.-г. наук : спец. 06.02.01 «Розведення та селекція тварин». Полтава, 2020. 23 с.



10. Fontanesi L. et al. Association between cathepsin L (CTSL) and cathepsin S (CTSS) polymorphisms and meat production and carcass traits in Italian Large White pigs. *Meat Science*. 2010. Vol. 85. P. 331-338.

11. Kim K. S., Larsen N. J., Rothschild M. F. Rapid communication: linkage and physical mapping of the porcine melanocortin-4 receptor (*MC4R*) gene. *Journal of Animal Science*. 2001. Vol. 78. P. 3-16.

12. Khalak, V. I. & O.P. Ivanina. (2021). Fattening and Meat Qualities of the Different Genotypes Large White Breed Young Pigs for the Gene *MC4R* Melanocortin Receptor and their Relationship with Some Biochemical Parameters of Blood Serum. In *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans* (Vol. 24, Issue 6, pp. 47–60).

13. Assessment of quality of modern commercial pork production / Garmatyk K., Susol R., Broshkov M., Danchuk O. et al. *Food Science and Technology*. 2020. Vol. 14, Issue: 2. P.42-52.

14. Susol R., Garmatyuk K., Tatsiy O. The Phenomenon of Sexual Dimorphism in the Context of Rearing Pigs Modern Commercial Breeds under Conditions of the South of Ukraine. *Scientific Papers-Animal Science Series: Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*, 2021. Vol. 75. P.307-312.

15. Ващенко П. А. Прогнозування племінної цінності свиней на основі лінійних моделей селекційних індексів та ДНК-маркерів: автореф. дис.. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 06.02.01 «Розведення та селекція тварин». Миколаїв, 2019. 43 с.

16. Інтер'єр сільськогосподарських тварин: навч. посіб. / [Й. З. Сірацький, Є. І. Федорович, Б. П. Гопка, В. С. Федорович, В. Є. Скоцик та ін.]. К. : Вища освіта, 2009. 280 с.

17. Березовський М. Д., Хатько І. В. Методики оцінки кнурів і свиноматок за якістю потомства в умовах племінних заводів і племінних репродукторів. *Сучасні методики досліджень у свинарстві*. Полтава, 2005. С. 32–37.

18. Волощук В.М. Вивчення м'ясної продуктивності свиней / В.М. Волощук, А.А. Гетя, О.М. Церенюк // *Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / за ред. І. І. Ібатуліна, О. М. Жукорського*. К.: Аграрна наука, 2017. С.124-129.

19. Свечин Ю.К. Прогнозирование продуктивности животных в раннем возрасте. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1985. № 4. С. 103-108).

20. Грибан В. Г., Чумак В. О., Немировский В. І. Клінічна біохімія тварин. Дніпропетровськ, 2001. 160 с.

21. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ, новой технологии, изобретений и рационализаторских предложений. М.: ВАИИПИ, 1983. 149 с.

22. Коваленко В. П., Халак В. І., Нежлукченко Т. І., Папакіна Н. С. Біометричний аналіз мінливості ознак сільськогосподарських тварин і птиці. Навчальний посібник з генетики сільськогосподарських тварин. Херсон: Олді, 2010. 160 с.

23. Сидорова А. В., Леонова Н. В., Масич Л. А., Скоробагатова Н. В., Шамилева Л. Л. Практикум по теории статистики. Донецк: Донецкий национальный университет, 2003. 252 с.

References

1. Voloshchuk, V. M., & Vasylyv A. P. (2013). Vidhodivel'ni, zabiyni ta m'yasni yakosti pidsvynkiv m'yasnykh porid [Fattening, slaughter and meat qualities of piglets of meat breeds] *Svynarstvo*, 62, 8-13. [in Ukrainian].



2. Barkar, Ye. V., & Dekhtyar, Yu. F. (2017). Vykorystannya knuriv-plidnykiv m'iasnykh porid dlya pokrashchennya pokaznykiv rostu ta vidhodivelnykh yakostey molodnyaku svynei [Use of breeding boars of meat breeds to improve growth indicators and fattening qualities of young pigs] *Nauchnyy vzhyad v budushchee*, 6 (5), 16-20. [in Ukrainian].
3. Ban'kovska, I. B. (2016). Kompleksnyy vplyv faktoriv porody, stati ta zhyvoyi masy na pokaznyky m'iasnoyi produktyvnosti svynei [Complex influence of factors of breed, sex and live weight on indicators of meat productivity of pigs] *Visnyk Sums'koho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Tvarynystvo*, 7, 36-42. [in Ukrainian].
4. Voloshchuk, V. M., & Vasylyv, A. P. (2013). Vidhodivelni, zabiyni ta m'iasni yakosti pidsvynkiv m'iasnykh porid [Fattening, slaughter and meat qualities of piglets of meat breeds] *Svynarstvo*, 62, 8-13. [in Ukrainian].
5. Voloshchuk, O. V., & Hryshyna, L. P. (2017). Vplyv henotypu knuriv na vidhodivelni ta m'iasni oznaky otrymanoho vid nykh molodnyaku [Influence of wild boar genotype on fattening and meat characteristics of young animals obtained from them] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu Seriya «Tvarynystvo»*, 7 (33), 58-62. [in Ukrainian].
6. Lykhach, V., Lykhach, A., Duczmal, M., Janicki, M., Ogienko, M., Obozna, A., Kucher, O., & Faustov, R. (2020). Management of innovative technologies creation of bio-products: monograph. Opole-Kyiv, 222 p. 85 tab. Fig. 14 (ISBN 978-83-66567-16-0), Polska.
7. Chen, M., Wang, A. et al. (2004). Different allele frequencies of *MC4R* gene variants in Chinese pig breeds. *Archiv fuer Tierzucht Dummerstorf*. 47(5). 463-468.
8. Vashchenko, P. A. (2019). *Prohnozuvannya plemynnoi tsinnosti svynei na osnovi liniynykh modeley selektsiynykh indeksiv ta DNK-markeriv* [Forecasting the breeding value of pigs based on linear models of selection indices and DNA markers]. (Doctor's thesis) Mykolayiv National Agrarian University. [in Ukrainian].
9. Krasnoshchok, O. O. (2020). *Formuvannya produktyvnosti svynei v zalezhnosti vid metodiv rozvedennya ta intensyvnosti rostu*: [Formation of pig productivity depending on breeding methods and growth intensity]. (Extended abstract of candidate's thesis) [in Ukrainian].
10. Fontanesi, L. et al. (2010). Association between cathepsin L (CTSL) and cathepsin S (CTSS) polymorphisms and meat production and carcass traits in Italian Large White pigs. *Meat Science*. Vol. 85. P. 331-338.
11. Kim, K. S., Larsen, N. J., & Rothschild, M. F. (2001). Rapid communication: linkage and physical mapping of the porcine melanocortin-4 receptor (*MC4R*) gene. *Journal of Animal Science*. 78. 3-16.
12. Khalak, V. I. & Ivanina, O. P. (2021). Fattening and Meat Qualities of the Different Genotypes Large White Breed Young Pigs for the Gene *MC4R* Melanocortin Receptor and their Relationship with Some Biochemical Parameters of Blood Serum. *In Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*. 24, 6. 47-60.
13. Garmatyk, K., Susol, R., Broshkov, M., Danchuk, O. et al. (2020). Assessment of quality of modern commercial pork production. *Food Science and Technology*. 14, 2. 42-52.
14. Susol, R., Garmatyuk, K., Tatsiy, O. (2021). The Phenomenon of Sexual Dimorphism in the Context of Rearing Pigs Modern Commercial Breeds under Conditions of the South of Ukraine. *Scientific Papers-Animal Science Series: Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*. 75. 307-312.



15. Vashchenko, P. A. (2019). *Prohnozuvannya plemynnoi tsinnosti svynei na osnovi liniynykh modeley selektsiynykh indeksiv ta DNK-markeriv* [Forecasting the breeding value of pigs based on linear models of selection indices and DNA markers]. (Extended abstract of doctor's thesis) Mykolayiv National Agrarian University. [in Ukrainian].

16. Siratskyi, Y. Z., Fedorovych, E. I., Hopka, B. P., Fedorovych, V. S., & Skotsyk, V. Ye. (2005). *Inter'yer sil's'kohospodars'kykh tvaryn* [Interior of farm animals]. Kyiv: Vyshcha osvita [in Ukrainian].

17. Berezovskyy, M. D., & Khatko, I. V. (2005). *Metodyky otsinky knuriv i svynomatok za yakystyu potomstva v umovakh plemynnykh zavodiv i plemynnykh re-produktoriv* [Methods of evaluation of boars and sows according to the quality of the offspring in the conditions of breeding farms and breeding breeders]. *Suchasni metody doslidzhen u svynarstvi*. Poltava, 32–37. [in Ukrainian].

18. Voloshchuk, V. M., Hetya, A. A., & Tserenyuk, O. M. (2017). *Vyvchennya m'yasnoi produktyvnosti svynei* [Study of meat productivity of pigs] *Metodolohiya ta orhanizatsiya naukovykh doslidzhen u tvarynnystvii*. 124-129. [in Ukrainian].

19. Svechin, Yu. K. (1985). *Prognozirovaniye produktivnosti zhivotnykh v ran-nem vozraste*. [Predicting the productivity of animals at an early age]. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 4, 103-108. [in Russian].

20. Hryban, V. H., Chumak, V. O., & Nemyrovskyy, V. I. (2001). *Klinichna bi-okhimiya tvaryn*. [Clinical biochemistry of animals] Dnipropetrovs'k, [in Ukrainian].

21. *Metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti ispol'zovaniya v sel'skom khozyaystve rezul'tatov nauchno-issledovatel'skikh rabot, novoy tekhnologii, izobreniy i ratsionalizatorskikh predlozheniy* [Methodology for determining the economic efficiency of using the results of scientific research, new technology, inventions and rationalization proposals in agriculture]. M.: VAIPI, 1983. 149 p. [in Russian].

22. Kovalenko, V. P., Khalak, V. I., Nezhlukchenko, T. I., & Papakina, N. S. (2010). *Biometrychnyy analiz minlyvosti oznak silskohospodarskykh tvaryn i ptytsi*. [Biometric analysis of the variability of traits of agricultural animals and poultry], Kher-son: Oldi, 160. [in Ukrainian].

23. Sidorova A. V., Leonova N. V., Masich L. A., Skorobogatova N. V., Shamileva L. L. (2003). *Praktikum po teorii statistiki*. [Workshop on the theory of sta-tistics]. Donetsk: Donetsk National University, 252 p. [in Russian].

PROTEIN METABOLISM INDICATORS AND THEIR CORRELATION WITH FATTENING AND MEAT QUALITIES OF YOUNG PIGS OF DIFFERENT INTENSITY OF FORMATION IN EARLY ONTOGENESIS

Khalak V. I., State Institution "Institute of Grain Crops of the NAAS"

Rossokha V. I., Institute of Animal Husbandry of the NAAS

Bordun O. M., Institute of Agriculture of the Northeast of the NAAS

Cehorka P. T., State Institution "Institute of Grain Crops of the NAAS"

The article presents the results of the study of biochemical indicators of blood serum and their relationship with the fattening and meat qualities of young pigs of the large white breed, as well as the calculation of the level of correlations between the signs and the economic efficiency of their use in the conditions of the industrial complex.

Studies show that the biochemical indicators of blood serum of young pigs of the large white breed correspond to the physiological norm of clinically healthy animals, namely: the total protein content is 83.46 g/l, the urea content is 5.15 mmol/l, the urea nitrogen content is 10.14 mg %; the coefficient of variation of the specified quantitative



features of the interior ranges from 4.85 to 14.99 %. By the age of reaching a live weight of 100 kg, the animals of the total sample (N=42) exceed the minimum requirements of the elite class by 6.57, the thickness of lard at the level of 6-7 thoracic vertebrae - 28.62, the length of the chilled carcass - 3.72 %.

Taking into account the intrabreed differentiation of animals according to the "intensity of formation" index, it was established that the young pigs of the II experimental group ($\Delta t=0.715-1.011$) prevailed over the peers of the same age I ($\Delta t=1.076-1.356$) in terms of average daily live weight gain, the age of reaching a live weight of 100 kg and fat thickness at the level of 6-7 thoracic vertebrae by an average of 3.61%. There was no significant difference between the groups in the thickness of lard at the level of 6-7 thoracic vertebrae, the length of the chilled carcass, the largest (front) and smallest (back) width of the bacon half of the carcass. The number of reliable connections between biochemical indicators of blood serum, fattening and meat qualities of young pigs of the controlled population is 33.33 %. The criterion for selecting highly productive animals of the main herd according to the absolute indicators of the fattening and meat qualities of their offspring is their compliance with the elite class, and according to the "intensity of formation" index - 0.715-1.011 points.

Keywords: young pigs, breed, fattening and meat qualities, index, variability, correlation, cost of additional products.



ЗМІСТ

PHOTOPERIOD-DEPENDENT ALTERATIONS IN OXIDATIVELY MODIFIED PROTEINS IN THE PLASMA OF SHETLAND PONY MARES AND STALLIONS INVOLVED IN RECREATIONAL HORSEBACK RIDING <i>Kurhaluk N., Tkachenko H., Tkachova I., Lukash O.</i>	4
EFFECTS OF DIETARY YEAST B-1.3/1.6-GLUCANS ON LIPID PEROXIDATION IN THE HEPATIC AND CARDIAC TISSUES OF RAINBOW TROUT (ONCORHYNCHUS MYKISS WALBAUM), EUROPIAN WHITEFISH (COREGONUS LAVARETUS L.), AND GRAYLING (THYMALLUS THYMALLUS L.) <i>Tkachenko H., Kurhaluk N., Grudniewska J.</i>	16
ANTIBACTERIAL EFFICACY OF LEAF EXTRACTS DERIVED FROM FICUS ELASTICA ROXB. EX HORNEM. (MORACEAE) AND ITS CULTIVARS AGAINST AEROMONAS SOBRIA STRAIN <i>Tkachenko H., Kurhaluk N., Pėkala-Safińska A., Buyun L., Honcharenko V., Prokopiv A.</i>	26
ВПЛИВ ТИПУ БУДОВИ ТІЛА КОРІВ НА ЇХ НАДІЙ ТА ЯКІСТЬ МОЛОКА <i>Адмін О. Є., Адміна Н. Г., Помітун І. А., Філіпенко І. Д.</i>	37
ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УТРИМАННЯ ТА ГОДІВЛІ <i>Адміна Н. Г., Адмін О. Є., Осипенко Т. Л.</i>	52
ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ D –СИСТЕМИ ГРУПИ КРОВІ У ЖЕРЕБЦІВ НОВООЛЕКСАНДРІВСЬКОЇ ВАГОВОЗНОЇ ТА ТОРІЙСЬКОЇ ПОРІД <i>Бровко О. В., Задержіна О. А.</i>	62
КОНТРОЛЬ КОНТАМІНАЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ ЗРАЗКІВ <i>SUS SCROFA</i> З ВИКОРИСТАННЯМ ГАПЛОЇДНИХ ДНК-МАРКЕРІВ <i>Будаква Є. О., Почерняєв К. Ф., Почерняєв А. К.</i>	70
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ПАРАМЕТРІВ КРОВІ МОЛОДНЯКУ КРОЛІВ ПІД ВПЛИВОМ ФІТОБІОТИКУ <i>Корх О. В.</i>	79
СТРАТЕГІЧНІ ОРІЄНТИРИ УПРАВЛІННЯ РОЗМІРАМИ ТА МАСШТАБАМИ ВИРОБНИЦТВА АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ МОЛОЧНОГО НАПРЯМУ <i>Красноруцький О. О., Смігунова О. В., Чигринов Є. І.</i>	90
ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ГЕНЕТИКО-ПОПУЛЯЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ ОЦІНКИ СЕЛЕКЦІЙНОЇ РОБОТИ У ПОПУЛЯЦІЯХ КОРІВ МОЛОЧНИХ ПОРІД <i>Кулібаба Р. О., Ляшенко Ю. В., Сахацький М. І.</i>	103



ВИКОРИСТАННЯ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ ТЕП-МІКС У ГОДІВЛІ РЕМОНТНИХ ТЕЛИЧОК Маменко О. М., Седюк І. Є., Кравченко Ю. С., Прусова Г. Л., Петренко С. В	115
ВПЛИВ ВІТАМІННО-ГОРМОНАЛЬНОЇ СТИМУЛЯЦІЇ РЕМОНТНИХ СВИНОК НА ЇХ РЕПРОДУКТИВНІ ПОКАЗНИКИ У РІЗНІ ПОРИ РОКУ Мартинюк І. М., Сушко О. Б., Стрижак Т. А.	125
ДІАГНОСТИЧНІ ЗАХОДИ ЩОДО ВІРУСНИХ ХВОРОБ БДЖІЛ У СУЧАСНІЙ ВІТЧИЗНЯНІЙ ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СХЕМІ ЇХ УТРИМАННЯ ТА РОЗВЕДЕННЯ Маслій І. Г.	131
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ГІБРИДІВ ШОВКОВИЧНОГО ШОВКОПРЯДУ (<i>ВОМБУХ MORI L.</i>) ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПОРІД, МАРКОВАНИХ ЗА СТАТТЮ НА СТАДІЇ ГРЕНИ Панченко О. М., Маркіна Т. Ю., Ісіченко Н. В.	141
ДИНАМІКА РУМІНАЦІЇ У ДІЙНИХ КОРІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ ВІКУ В ЛАКТАЦІЯХ Подобед Л. І., Чигринов Є. І., Косов М. О., Безалтична О. О.	149
ЕФЕКТИВНІСТЬ СЕЛЕКЦІЇ ОВЕЦЬ ХАРКІВСЬКОГО ВНУТРІШНЬОПОРОДНОГО ТИПУ ПОРОДИ ПРЕКОС ЗА ІНТЕНСИВНІСТЮ РОСТУ Помітун І. А., Косова Н. О., Корх І. В., Паньків Л. П., Бойко Н. В., Помітун Л. І.	155
ВИВЧЕННЯ ПОЛІМОРФІЗМУ ГЕНУ КАПА-КАЗЕЇНУ У ПОПУЛЯЦІЇ ПОРОДИ ШАРОЛЕ В УКРАЇНІ ТА ЙОГО ЗВ'ЯЗКУ З ОЗНАКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ Росоха В. І., Бойко О. А., Олійниченко Є. К.	164
ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛООВОГО СТРЕСУ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ Седюк І. Є., Золотарьов А. П., Прусова Г. Л., Подобед Л. І., Кравченко Ю. С., Єлецька Л. М., Золотарьова С. А.	172
ЗАХИСНІ СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ СПЕРМИ ТВАРИН: ЕВОЛЮЦІЯ МЕТОДІВ І АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ (ОГЛЯДОВА) Сушко О. Б., Жегунов Г. Ф., Савельєва М. С., Єлецька Л. М., Мартинюк І.М.	182
СЕЛЕКЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ РЕПРОДУКТИВНОГО СКЛАДУ НОВОСТВОРЮВАНОЇ УКРАЇНСЬКОЇ РИСИСТОЇ ПОРОДНОЇ ГРУПИ КОНЕЙ Ткачова І. В.	198
ДИНАМІКА ЗМІН ЖИВОЇ МАСИ ТА ІНТЕНСИВНОСТІ РОСТУ РЕМОНТНИХ ТЕЛИЦЬ ЗА ВИКОРИСТАННЯ СИЛОСУ ІЗ СУМІШІ КУКУРУДЗИ І СОРГО Тришин О. К., Дроздов С. Є., Дроздова О. В.	213



ОЦІНКА СВИНЕЙ ЗА ОЦІНОЧНИМИ ТА СЕЛЕКЦІЙНИМИ ІНДЕКСАМИ

Ушакова С. В., Левченко М. В. 220

ПОКАЗНИКИ БІЛКОВОГО ОБМІНУ ТА ЇХ КОРЕЛЯЦІЙНИЙ ЗВ'ЯЗОК З ВІДГОДІВЕЛЬНИМИ І М'ЯСНИМИ ЯКОСТЯМИ МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ РІЗНОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ ФОРМУВАННЯ У РАНЬОМУ ОНТОГЕНЕЗИ

Халак В. І., Россоха В. І., Бордун О. М., Чегорка П. Т. 233



ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ТА ПРИЙОМУ СТАТЕЙ ДО «НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО БЮЛЕТЕНЮ ІНСТИТУТУ ТВАРИННИЦТВА НААН»

Прийом статей проводиться за правилами, що узгоджені з вимогами ДАК України.

До «НТБ ІТ НААН» приймаються статті проблемно-постановчого й узагальнюючого та методичного характеру, в яких висвітлюються результати наукових досліджень із статистичним опрацюванням даних, які мають теоретичне і практичне значення, є актуальними для сільського господарства. Не приймаються рукописи, повністю або частково опубліковані раніше. За наявності значних частин вже опублікованих текстів чи експериментальних даних рукописи відхиляються. Стаття повинна складатися з основних розділів: *огляд літератури*, *актуальність і мета досліджень*, *«Матеріали та методи досліджень»*, *«Результати досліджень»*, *«Висновки»*, *«Бібліографічний список»*, *«References»*, *анотації (укр. та англ. мовами)*, *ключові слова*.

Рукопис статті подається у вигляді примірника віддрукованого тексту підписаного всіма авторами. Загальний **обсяг статті – від 5 до 15 стор.** Текст статті (**крім заголовка статті**) - шрифт **Times New Roman, 12 pt**, міжрядковий інтервал 1,0; ширина верхнього, нижнього, правого полів – 2,5 см, лівого – 3,5 см, абзацний відступ – 1,27 см.

На першій сторінці зліва, без абзацного відступу вказати шифр УДК.

Заголовок – великими літерами, шрифт 14 pt, виключка по центру.

Прізвище автора та ініціали – через пустий рядок, виключка по центру (**із вказівкою наукових ступенів і звань, код ORCID**).

Назва організації – простим текстом, по центру.

Анотація - не менше **1800 знаків з пробілами**, з коротким описом одержаних результатів (**курсивом**).

Ключові слова (5-7 слів) – після анотації, з абзацу (**напівжирним друкованим шрифтом**).

Далі через пустий рядок – **текст статті**. Назви підрозділів **«Матеріали та методи досліджень»**, **«Результати досліджень»**, **«Висновки:»** виділяти напівжирним шрифтом і розмішувати з абзацу.

Розділ **«Результати досліджень»** експериментальної статті повинен складати не менше 70 % від обсягу статті (не враховуючи анотацій та бібліографії).

Таблиці набирати в програмі Microsoft Word або Exsel (шрифт Times New Roman, ширина – у межах полів, шапку оформляти напівжирним). Слово **«Таблиця __»** писати справа курсивом з номером арабськими цифрами (якщо таблиця не одна). **Заголовок таблиці** – напівжирним, виключка по центру. Посилання на таблицю у тексті вказують скорочено перед розміщенням таблиці. Примітки до таблиці – курсивом, шрифт 10 pt.

Формули – створювати у редакторі формул, виключка по центру. За наявності у тексті посилання на формулу, її нумерують арабською цифрою у круглих дужках з правого краю в межах форматування сторінки.

Заголовок рисунка (Приклад: Рис. 1. Назва.) – напівжирним, виключка по центру, без абз. відступу. На кожен рисунок потрібно робити в тексті посилання – (рис. __). Умовні позначення та підписи на рисунку – шрифт 10 pt.

Бібліографічний список- назва підрозділу оформлюється напівжирним, виключка по центру. В експериментальній статті повинно бути не менше 10 джерел, в оглядовій – не менше 30 джерел, при цьому електронні джерела не повинні



перевищувати 30 % від загальної кількості бібліографічних посилань. Слід уникаати посилань на свої роботи (не більше 30 %) та сайти в Інтернеті (джерела мають бути загальнодоступними). Сам бібліографічний список оформити за чинним стандартом ДСТУ 8302:2015, списком із виключкою по ширині, тільки у порядку наведення посилань у тексті. У тексті посилання на цитовану роботу подають арабськими цифрами у **квадратних дужках**. Іноземні літературні джерела (у т. ч. рос.) подавати мовою оригіналу. Посилаючись на статті, що мають DOI, слід його вказувати.

Окремим блоком необхідно додавати список використаної літератури латинською графікою (**References**), який дублюватиме перелік джерел наданий мовами (українська, російська та ін.) з кириличним алфавітом, але оформлюється відповідно до вимог міжнародних баз даних. Для цього необхідно виконати транслітерацію кириличного шрифту, а назву видання, в якому її опубліковано, додатково подати англійською мовою у тому варіанті, який представлено на сайті видання. Якщо в кириличному списку є посилання на іноземні публікації, вони дублюються у References, але розділові знаки ставляться згідно з зарубіжними бібліографічними стандартами, стиль APA (<http://www.apastyle.org/>) згідно з вимогами світових реферативних баз даних.

Транслітерувати український кириличний алфавіт латиницею можна безоплатно на сайті <https://slovnuk.ua/translit.php>, а російський – на сайті <http://www.translit.ru>. Для транслітерації кирилиці латиницею – з української мови слід обрати стандарт: **Паспортний (КМУ 2010)**, а з російської – стандарт: **BGN**.

Після бібліографічного списку через пустий рядок подаються переклади **анотацій** російською та англійською мовами (назва статті, автори, місце роботи, текст анотації, ключові слова): курсивом, з абзацного відступу, виключка по ширині. Назва статті великими літерами.

Рукопис статті (підписаний всіма авторами) **обов'язково!** повинен мати додатки: *рецензію* з установи, з якої надіслано статтю, *авторську довідку українською та англійською мовами* (повне ПІБ, наук. ступінь, звання, посада, місце роботи, телефон, електронна адреса, **код ORCID ID кожного автора**. Якщо автор не зареєстрований в ORCID, потрібно створити обліковий запис за посиланням <http://orcid.org>).

За достовірність поданої інформації та якість перекладу статті відповідають автори.

Авторам-аспірантам і пошукачам: Ваші статті повинні візувати наукові керівники або керівники підрозділів установ, де Ви працюєте. У статті подавати посилання на наукового керівника, якщо він не є співавтором.

Увага! Змінилися реквізити для оплати публікації: банк ДКСУ м. Київ, ЄДРПОУ 00497199, р/р UA 098201720313231001201004829. Призначення платежу "**Послуги із розміщення статей у НТБ**", одержувач – *Інститут тваринництва НААН*, від кого – Прізвище, ім'я, по батькові, вартість публікації – **45 грн за 1 стор.** (згідно з наказом № 75/к від 16.03.17 р.).

Статті надсилати на адресу: 61026, вул Тваринників буд. 1-А м. Харків, ІТ НААН, кімн. 26 "Редакція НТБ ІТ НААН". Тел.: (057) 740-35-49. Електронні варіанти статей надсилати електронною поштою на адресу: labinform@i.ua, itanimalnaan@gmail.com

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ТВАРИННИЦТВА**

**НАУКОВО–ТЕХНІЧНИЙ БЮЛЕТЕНЬ
ІНСТИТУТУ ТВАРИННИЦТВА НААН
Випуск 129**

Видання засновано у 1932 р.

*Відповідальний за випуск: **Росоха В. І.***

*Редагування іноземної мови: **Ламейко О. В.***

Технічне редагування та

*комп'ютерна верстка: **Панченко О. М.***

*Тиражування: **Лелюк В. П.***

Адреса редакційної колегії:

61026, вул. Тваринників 1-А, м. Харків, Інститут тваринництва НААН, кімн. 27; тел. (057) 740-35-49,
факс (057) 740-39-94, e-mail: labinform@i.ua, itanimalnaan@gmail.com

Підписано до друку 01.05.23. Формат 60x84/8.

Гарнітура Таймс. Спосіб друку – різнографія.

Обл. вид. арк. 15,98. Ум. др. арк 15,87.

Наклад 100 прим.

Зам. № 1.

Оригінал-макет і друк виконано
в Інституті тваринництва НААН

61026, м. Харків вул Тваринників буд. 1-А, ІТ НААН