

DEVELOPMENT OF BEE COLONIES BASED ON EARLY SPRING FEEDING ACCORDING TO THE DEVELOPED SCHEME

L. O. ADAMCHUK, Candidate of Agricultural Sciences,
<https://orcid.org/0000-0003-2015-7956>

Department of Horse-Breeding and Beekeeping,

S. V. BOIARCHUK, Candidate of Agricultural Sciences,
<https://orcid.org/0000-0002-8256-850X>

Department of Animal Nutrition and Feed Technology
to them P. D. Pshenychnogo,

K. V. LAVRINENKO*, postgraduate student of the Research Institute
of Technology and Quality of Animal Products,
<https://orcid.org/0000-0003-1033-6811>

R. M. DVYKALIUK*, postgraduate student of the Research Institute
of Technology and Quality of Animal Products,
<https://orcid.org/0000-0001-7732-6365>

N. I. MARTSENIUK*, undergraduate student
of the Faculty of Livestock Raising and Water Bioresources
E-mail: leonora.adamchuk@gmail.com

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Abstract. *The strength and development of bee colonies in May, especially those that have weakened after wintering, is not sufficient for the effective use during the first honey harvest in Ukraine. One way to effectively stimulate bee colonies to develop is through the use of carbohydrate protein feedings. The purpose of the study was to investigate the development of bee colonies in the early spring with the use of different types of feeding. The studies were conducted using zootechnical (alignment and assessment of the status of bee colonies, control feeding) and statistical methods of research in the early spring of 2019 in the conditions of Holosiivska apiary (Kyiv, Ukraine). The control group – classic maintenance, similar to all apiary colonies. The research group – was applied the developed scheme of early spring feeding and training of bees. For feeding, honey – beebread dough, bee pollen in the form of flour, monofloral bee pollen candy were used. After the first feeding, the experimental colonies outweighed the control ones by 0.3 rows in strength, 0.5 comb by the number of open brood combs and 0.43 comb by the sealed ones as well as by 1.3 comb of fodder (5.3 kg). After the second feeding, the experimental colonies outweighed the control ones by 1.6 rows in strength, 1.5 comb by the number of open brood combs, were the same by the number of sealed sells and outweighed*

* Scientific supervisor – L. O. Adamchuk, Candidate of Agricultural Sciences

by 0.3honeycomb in the number of fodder. During the evaluation it was found that the experimental colonies outweighed the controlled ones instrength by 2 rows, by 0.5 in open and by 1 comb in sealed brood combs as well as by 0.5 honeycomb of fodder (2 kg). It was found that a complex three-stage carbohydrate-protein feeding of weak bee colonies (5–6 combs) after wintering makes it possible to increase their strength to 10 combs by early May.

Keywords: honey dough, candy, sugar syrup, bee brood

Introduction.

Due to global climate change, the flowering time of plants, which have been the main sources of bee pollen for bees, is shifting. The flowering of *Robinia pseudoacacia* has shifted from June to May. However, the strength of bee colonies development in May is not sufficient for effective use of black locust for honey harvest. Therefore, studying the effectiveness of ways to build the strength of bee colonies to harvest pollen from black locust is a relevant area of research.

Analysis of recent research and publications.

The development of bee colonies is closely related to the presence of forage in nature. Therefore, optimizing feed intake in the nest can stimulate or suspend colony development. The organization of an optimal (uninterrupted) nectar conveyor is important (Boiarchuk, 2015).

However, in the absence of feed sources in nature or its poor quality, the bees are fed with carbohydrate and protein feeds. The positive effect of protein feeding on the spring growth of bee colonies and their preparation for effective use of honey harvest has been proved (Mishchenko & Lytvynenko, 2017). It has been found that feeding bees with sugar syrup with the addition of 5%

full-cream milk increases the rate of development of colonies by 40.4 % of growth of bee colonies during preparation for wintering (Prudnikov, 2018).

Scientists have investigated the effectiveness of feeding bees with different carbohydrate diets in the summer. It was found that the additional feeding of bees with 30% sugar syrup causes an increase in the activity of catalase, and 30 % solutions of glucose or fructose – a decrease. Catalase activity was considered to be an indicator of the general state of the bee's antioxidant system (Yazlovyska et al., 2016). It is established that feeding bees with the addition of citrate metals has a positive effect on the internal metabolism of their body, that is, promotes its development.

Thus, known results lead to a corrective effect on the distribution and transformation of lipids in the body of bees, which is caused by the addition of citrates of Co and Ni (Pashchenko et al., 2016). The results of stimulation of oviposition and increase of reproductive ability of queen bees due to feeding with citrates of Ag and Cu were obtained (Dvyliuk & Kovalchuk, 2017).

Feeding safety, synergistic and antagonistic effects on the content of Ag, Cu, Fe, Zn and Co in the tissues of the bee organism, have shown the results of feeding the drug "Sumer silver" with sugar syrup (Dvyliuk & Kovalchuk, 2019).

Along with this, poor bee feeding causes a number of problems. Thus, it is known that bees fed with transgenic pollen showed increased sensitivity to parasites (Verbelchuk et al., 2017). The spoiled protein feed with the pathogen of *Nosema* has contributed to the reduction of life expectancy of bees (Yefimenko & Odnosum, 2015).

Thus, the purpose of the study was to investigate the development of bee colonies in early spring with the use of feeding. To achieve this goal, the following tasks were set: to develop a scheme and recipes for feeding bees; assess the strength of bee colonies and the availability of feed; evaluate the development of bee colonies by the number of open and sealed broods.

Materials and methods of research.

The assigned tasks were solved experimentally using zootechnical (alignment and assessment of the status of bee colonies, control feeding, training bees) and statistical methods of research. The studies were conducted in the early spring of 2019 under the conditions of the Holosiivska apiary (Kyiv).

Bee colonies of equal strength (5 rows) were selected for the study. All colonies had the same feeding conditions and were wintering indoors.

Zootechnical research methods consisted of aligning and assessing the status of bee colonies to form two analogous groups of three bee colonies (Brovarskyi et al., 2017).

The control group – classic maintenance, similar to all apiary colonies. The research group – was applied the developed scheme of early spring feeding and training of bees (Table 1).

Other factors were the same for both groups (environmental and climatic conditions, forage). The data obtained were statistically processed.

Research results. The bees of the study group were fed according to the above scheme (Table 1) and the development of bee colonies was observed. Thus, after the first feeding, during the displacement of beehive hives out of wintering place (01.03.19), the effect of feed stimulation was noticeable. The colonies of the study group made a massive flyover, indicating the active development of colonies.

During the same period, the results of the first evaluation were obtained and are given in Table 2 (Stage 1). During the evaluation it was found that the experimental colonies outweighed the controlled ones in strength by 2 rows, by 0.5 in open and by 1 honeycomb in sealed combs as well as by 0.5 honeycomb of fodder.

Thus, early spring feeding with honey-beebread dough stimulated the ovi-

1. Scheme of feeding bee colonies of the experimental group

Stage	Date	Feeding type	Feeding method
I	15.02.19	Honey-beebread dough	Formed loaf in plastic bag over nest frames, 2 kg / colony
II	15.03.19	Bee pollen	ground with an industrial mill bee pollen on a napkin behind the nest frames, 2 kg / colony
III	15.04.19	Candy	formed loaf in a plastic bag over nest frames (2.5 kg of honey, 0.5 kg of powdered sugar, 0.5 kg of flour from the monoflore bee pollen (as training).

position of the queen bees in the experimental colonies and made it possible to replenish the feed stocks. Also, it was visually noticeable that the quality of brood in the experimental colonies was better, it was continuous and without gaps. While control colonies observed uterine missed combs. The age of the queen bees in all colonies was the same – 1.5 years.

By the start of the second feeding stage, the winter subsidence had been cleared and the insulation was replaced with a dry one for all colonies, free access to water pads for bees in the apiary area had been provided. In addition, there were placed salt water pads.

With the beginning of flowering of herbaceous pollen sources (*Corydalis*, *Pulmonaria*, *Ficaria verna*, *Tussilago farfara*) and bushes (*Cornus mas*, *Salix* spp.) in the beekeeping area of apiary bees, all colonies intensively began to grow.

On April 1, 2019, an extension, control review and evaluation of the development of colonies after the second stage of feeding was carried out (Table 2, stage 2).

During the evaluation, it was found that the experimental colonies outweighed the control ones by 1.6 rows in strength, 1.5 comb by the number of open combs, were the same by the num-

2. Estimation of spring growth of weak bee colonies

Group	№ of colony	Colony strength, rows	The number of broods, combs		Fodder honey-combs, pcs.
			open	sealed	
Stage 1					
Control	1	5.5	0.5	1	2
	2	6	0.5	1.2	2.5
	3	5.5	0.5	1	2
Experiment	4	6	1	1.5	3.5
	5	6	1	1.5	3.5
	6	6	1	1.5	3.5
Stage 2					
Control	1	6	1	2	3
	2	7	1	2	3.5
	3	6	1	2	3
Experiment	4	8	2.5	2	3.5
	5	8	2.5	2	3.5
	6	8	2.5	2	3.5
Stage 3					
Control	1	8	2	2	4
	2	8	2	2	4
	3	8	2	2	4
Experiment	4	10	2.5	3	4.5
	5	10	2.5	3	4.5
	6	10	2.6	3	4.5

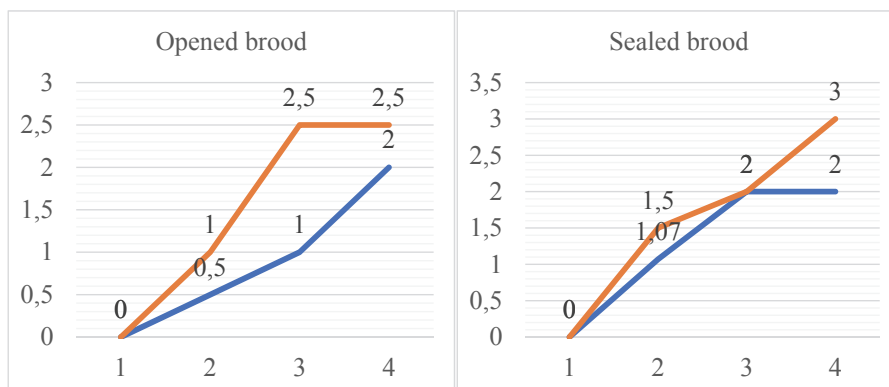


Figure. Number of broods in colonies: — Control; — Experiment

ber of sealed sells and outweighed by 0.3 honeycomb in the number of fadders.

Coloniesthat were not fed were found to be significantly behind in development. On April 15, 2019 re-expansion was carried out, the last stage of feeding started. During the last feeding, one of the bee training methods was applied. Namely, it is known that bees are trained on a particular species by using the syrup infused on the vegetative part and flowers of this plant. We applied this technique to candy. In the recipe of classic candy, 50% of powdered sugar was substituted for flour of monofloral maple bee pollen. In this way we stimulated bees to search for sources of food with similar smell and taste. On May 1, 2019 a control review was conducted (table 2, stage 3).

During the evaluation it was found that the experimental colonies outweighed the controlled ones in strength by 2 rows, by 0.5 in open and by 1 comb in sealed combs as well as by 0.5 honeycomb of fodder (2 kg). Thus, in early May, the experimental colonies already occupied the full first housing of 10 combs and were growing better than the colonies without feeding. The dynamics of increasing the number of broods in colonies is shown in the figure.

It was found that the three-stage feeding of bee colonies contributed to the increase in the number of open broods in experimental colonies. Thus, in comparison with the control group, the experimental colonies prevailed on average by 63 % in the number of open brood and by 46 % in the sealed brood. Therefore, the development of weak colonies through stimulation carbohydrate-protein feeding is effective and allows one full bee housing to be obtained by May 1, which will allow them to be used effectively at the first honey harvest at the end of May.

Discussion.

A complex three-stage carbohydrate-protein feeding of weak bee colonies (5–6 combs) after wintering makes it possible to increase their strength to 10 combs in early May. During May, bees of such a strength can make full use of the natural forage base of the terrain, including the use of black locust honey in late May. In the future, it is necessary to investigate the rate of spring growth of bee colonies due to feeding them probiotic immune-stimulating additives during the formation of forage for the winter.

Acknowledgments.

Author Leonora Adamchuk thanks the International Visegrad Fund ID #51910842 for the scholarship and research internships, during which the results and knowledge presented in this paper were obtained.

The publication was prepared with the active participation of researchers involved in the International network AgroBioNet of the Institutions and researchers for realization of research, education and development program «Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality» TRIVE (ITMS 26110230085).

References

1. Boiarchuk, S. V. (2015). Optimization of feed supply to bee colonies. Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Technology of production and processing of livestock products, (223), 57-64.
2. Brovarkyi, V., Brindza, Ja., Otchenashko, V., Povochnikov, M., Adamchuk, L. (2017). Methods of research in beekeeping. 166. ISBN 978-966-2622-26-3
3. Verbelchuk, T. V., P'iasivskyi, V. M., Verbelchuk, S. P. (2017). Transgenes and their effects on biological objects. Organik, 223-229.
4. Dvilyuk, I. I., & Kovalchuk, I. I. (2019). The effect of the drug "Sumer silver" on the viability of honey bees and the content of individual trace elements in their body. Bioresources and environmental management, 11 (1-2), 7.
5. Dvilyuk, I. I., & Kovalchuk, I. I. (2017). Reproductive ability of queen bees under conditions of feeding with citrate of argentum and cuprum. Animal Biology, 19 (2). 30-36 <http://doi.org/10.15407/animbiol19.02.030>
6. Yefimenko, T. M., & Odnosum, H. V. (2015). Effect of feeding on pollen and bee bread on bees for nosematosis. Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Technology of production and processing of livestock products, (223), 103-107
7. Mishchenko, O. A., & Lytvynenko, O. M. (2017). Influence of protein feeding on the spring extension of bee colonies and their preparation for effective use of honeycomb. Beekeeping of Ukraine, (2), 152-158.
8. Pashchenko, A. H., Kovalchuk, I. I., & Romaniv, L. I. (2016). The content of lipids in the tissues and bee products when fed in the spring with Co and Ni citrates. Animal Biology, (18) 4, 174-174.
9. Prudnikov, V. H. (2018). The effectiveness of different ways to prepare bee colonies for wintering. Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Technology of production and processing of livestock products, (271), 244-248.
10. Yazlovytska, L. S., Kosovan, M. D., Cherevatov, V. F., & Volkov, R. A. (2016). The activity of *Apis mellifera* L. catalase during summer feeding with a different carbohydrate diet. Biological systems, (8) 2, 182-188.

Л. О. Адамчук, С. В. Боярчук, К. В. Лавріненко, Р. М. Двикалюк, Н. І. Марценюк (2019). РОЗВИТОК БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ ВНАСЛІДОК РАННЬОВЕСНЯНОЇ ПІДГОДІВЛІЗА РОЗРОБЛЕНОЮ СХЕМОЮ. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 10(2): 5-11. <https://doi.org/10.31548/animal2019.02.005>

Анотація: Сила і розвиток бджолиних сімей у травні, особливо тих, що ослабли після зимівлі, не достатня для ефективного використання першого медозбору в умовах Укра-

їни. Одним із способів ефективного стимулювання бджолиних сімей до розвитку є використання вуглеводно-білкових підгодівель. Метою роботи було дослідити розвиток бджолиних сімей у ранньовесняний період із застосуванням підгодівлі. Дослідження проводили з використанням зоотехнічних (вирівнювання та оцінка стану бджолиних сімей, контрольна підгодівля, дресування) та статистичних методів дослідження у ранньовесняний період 2019 року в умовах Голосіївської пасіки (м. Київ, Україна). Контрольна група – класичне утримання, подібне до всіх сімей пасіки. Дослідна група – застосовували розроблену схему ранньовесняної годівлі і дресування бджіл. Для підгодівлі застосовували медово-пергове тісто, бджолине обніжжя в стані борошна, канді з монофлорного бджолиного обніжжя (як елемент дресування). Після першої підгодівлі дослідні сім'ї за силою переважали контрольні на 0,3 вулички, за кількістю відкритого стільника переважали на 0,5, а запечатаного – на 0,43 стільника, за кількістю кормів переважали на 1,3 стільника (5,3 кг). Після другої підгодівлі дослідні сім'ї за силою переважали контрольні на 1,6 вулички, за кількістю відкритого – 1,5 стільника, за кількістю критого розплоду були однаковими, за кількістю кормів переважали на 0,3 стільника (1,3 кг). Під час оцінювання встановили, що дослідні сім'ї за силою в кінці експерименту переважали контрольні на 2 вулички, за кількістю відкритого – на 0,5, а запечатаного – на 1 стільник, за кількістю кормів – на 0,5 стільника (2 кг). Встановили, що комплексна триетапна вуглеводно-білкова підгодівля слабких бджолиних сімей (5-6 стільників) після зимівлі дає можливість наростити їх силу до 10 стільників на початок травня.

Ключові слова: медове тісто, канді, цукровий сироп, розплід бджіл

HISTOLOGICAL RESEARCH OF DRONES' SPERM MIGRATION IN THE REPRODUCTIVE TRACTS OF QUEEN BEES

V. D. BROVARSKIY, Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
department of Horse-Breeding and Beekeeping

<https://orcid.org/0000-0002-7228-4730>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

E-mail: vbrovarskiy@ukr.net

Abstract. *The research studies sperm migration of drones labeled with fluorescent membrane probes in the reproductive system of bee uterus under various variants of its artificial introduction. It is established that individual doses of sperm of different drones when introduced into the fallopian tubes of the uterus, migrating into the spermateca are placed in layers without significant mixing. It has been found that in odd and even oviducts, sperm lose mobility. On the contrary, with the introduction of sperm into the area of the vaginal opening of the bee uterus, the sperm continue to actively move. It has been proven that during the physiological function of sperm leakage, spermateca from the various portions in the area adjacent to the family line are blotted for egg contamination. The introduction of semen into the area of the vaginal opening with a single portion of several drones helps to mix it in the process of migration in the fallopian tubes and sperm. On the contrary, with the unique introduction of fluorescent membrane probes labeled with doses of sperm of drones at certain intervals, it is possible to direct the reproductive activity of the uterus to obtain predominantly homogenous offspring of parental origin. In this case, the introduction of the sperm of different drones are placed in the spermateca of the uterus in layers, without significant mixing.*

Keywords: *drones' sperm, migration, queen bees*

Introduction.

Drones' sperm, after natural breeding or artificial deposition, migrates in reproductive tracts of the queen bee, then it gets into spermatheca to be stored for a long time and is used for fertilization of eggs. The question of further individuality of its portions under the single live covering, physiology of viability of spermatozooids and ef-

ficiency of fertilizing process by them during the whole period of egg deposition, is still considered to be just about the most important one in the biology of reproduction of individuals of species *Apis mellifera* L. (Ruttner, 1976; Ruttner, 1984; Ruttner, 1989; Schley, 1988; Scrive, 1989; Winston, 1991, Woyke, Lasinski, 1992).

Our histological research of the reproductive system of queen bees, which

got the marked sperm from different drones into the unpaired oviduct, established definite common factors of spreading of reproductive production of drones in the spermatheca. However, the results received are not sufficient enough for precise analysis of sperm's migration processes in the reproductive organs of the queen bee. In natural conditions, a queen bee can fly out for breeding several times and pair with a different number of drones. In the process of pairing, sperm can initially get into the zone of the opening of the vagina and later migrates to the oviducts. Besides, each drone produces a different amount of sperm. So, as a rule, portions of sperm different in size and volume penetrate the reproductive tract of the queen bee. Migrating from the oviducts unequal number of spermatozooids of different drones will also penetrate spermatheca. That is why there is a necessity of further research migration of drones' sperm in reproductive tracts of queen bees.

The purpose of the research is to study the peculiarities of migration of drones' sperm in the reproductive tracts of queen bees under conditions of unnatural injection of reproductive stuff in the opening zone of the vagina.

Research methods.

To carry out these experiments, we used our unique methods (Brovarskiy, 1987; Brovarskiy, 2000). Unmated queen bees, coming into the breeding period, ($n = 5$) were divided into three groups. The queen bees in the 1st group got drones' sperm labeled with fluorescent membrane probes only once and those of the 2nd and 3^d groups – 3 times in the zone of vagina's opening, using an artificial mating sign (Browar-

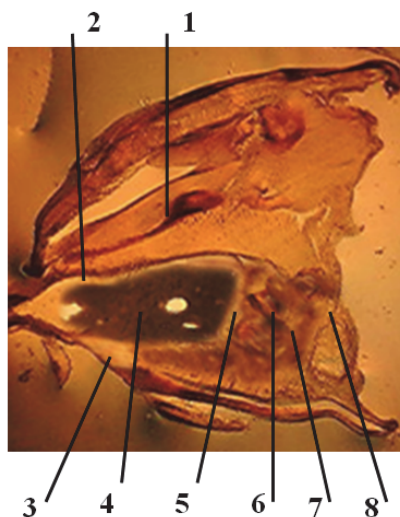
skij, 2004). Each queen bee of groups 1 & 2 got 9 mcl of sperm marked with (the amount of each marked portion was 3 mcl). For the queen bees of the 3^d groups other amounts of sperm were used, which were injected (correlation: 2 mcl with probe A, 5 mcl – probe B, and 2 mcl with probe C). Once the queen bees started laying eggs, they were removed from the brood nests, fixed, embedded in the thickening material and their reproductive system undergone histological research (Brovarskiy, 1999). Received histological slices were examined under a microscope MBI-15 (magnifying power appr.8x 10), described and then photographed.

The results of the research.

Based on the conducted research, there were received histological slices of the reproductive organs of the queen bees, some of them are shown in pictures 1-11.

In the first experimental group, where the queen bees were fixed 5 minutes after a single injection of the labeled fluorescent membrane probes A, B, and C sperm portions, the distribution of the reproductive function of different drones on histological slices was following (pic. 1). It was defined that after an unnatural injection, sperm marked by the probe A, filled empty spaces of the low part of a sting chamber around the artificial mating sign. It is explained by the fact that it was injected into the sting chamber the last and it pushed back the previous portions to the walls of the sting chamber.

Next portion of sperm, labeled with probe B, was partly mixed with the other marked portions and was placed closer to the sidewalls of the sting chamber. A small part of this sperm was found in the vagina over the valve. The lower



Pic. 1 Sagittal section of the reproductive system of the queen bee, undergone a single injection of sperm into the unpaired oviduct (fixation 5 min. after injection of sperm) 10x

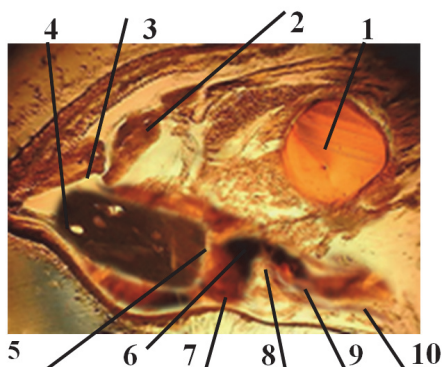
appr.8: 1 – stingy apparatus;
2 – musk; 3 – sting chamber;
4 – artificial mating sign; 5 – sperm labeled with the fluorescent membrane probe C; 6 – sperm labeled with the fluorescent membrane probe B;
7 – sperm labeled with the fluorescent membrane probe A;
8 – vagina valve

section of the sting chamber in the zone of the vagina valve was mostly filled with the sperm marked with probe C. Vagina valve, on the histological section, at its height was vectored to the side of the exit from the sting chamber. At this stage of sperm's migration from the sting chamber to the oviducts of the queen bee there was no intensive blending of reproductive product of different drones, on the histological section it was possible to clearly distinguish sections with sperm, marked with probes A and B. Besides, within this period any active

moving of sperm from sting chamber to oviducts was not observed.

30 mins after the fixing queen bees (pic. 2), stained portions of sperm partly moved to oviducts but were not found in the spermatheca. The sperm which was in the oviducts was blended. In the portions of sperm, stained by the fluorescent probe C there was reproductive product marked by probes A and B. Walls of paired oviducts insignificantly expanded.

In the course of the research of histological sections of the reproductive system of queen bees, which were fixed 60 min after sperm injection, the outcomes discussed below were established (pic. 3). Nearly 80 % of the sperm moved to oviducts. Paired oviducts significantly enlarged in diameter. In there, closer to



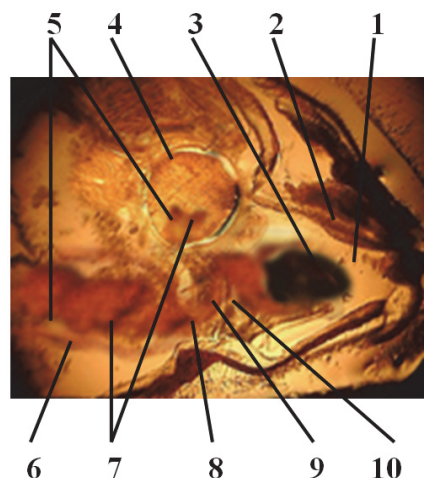
Pic. 2. Sagittal section of the reproductive system of the queen bee, undergone a single injection of sperm into the unpaired oviduct (fixation 30 min. after injection):

1 – spermatheca;
2 – stingy apparatus; 3 – sting chamber;
4 – artificial mating sign; 5 – sperm labeled with the fluorescent membrane probe A; 6 – sperm labeled with the fluorescent membrane probe B; 7 – sperm labeled with the fluorescent membrane probe C; 8 – vagina valve; 9 – unpaired oviduct; 10 – paired oviduct

the ovaria, there was some sperm in less blended condition. Here it was possible to identify the parts where there was the sperm labeled with probes A, B, and C. And the biggest part of the drones' reproductive product, from the central part of the paired oviducts closer to ovaria, was filled with the sperm with probe A, the one, which was injected into the queen bee the last. Beginning from the middle of the paired oviducts and further, up to the exit from the vagina, the portion was so blended up that it turned out to be impossible to find any solid sections marked with this or that probe of sperm. In the sting chamber, the labeled portions of sperm were less mixed up. Here it could be possible to distinguish separate sections, wherein the overall mass of the drones' reproductive product, there were clots of sperm marked with probes A, B, and C. By the moment of fixation, the mating sign still remained in these queen bees. First portions of the sperm labeled with the fluorescent probe got into the spermatheca. It is conceivable that the walls of the oviducts make some pressure on sperm, and due to muscular activity and movements of the belly, it starts running to the spermatheca. We didn't fix running out of sperm into the sting chamber, as a vaginal valve and possibly belly movements still provided its coming out from the oviducts.

Histological slices received from the queen bees, which were fixed 60 and 80 min after injection of sperm, showed (pic. 3-5) that sperm in the reproductive tracts and spermatheca is in mixed condition. The intensity of sperm migration to oviducts decreases, but to the spermatheca, on the contrary, increases.

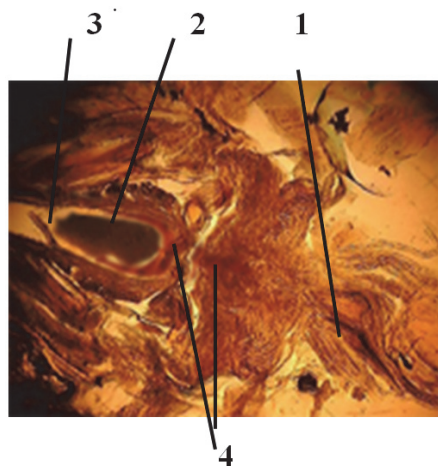
On examination of the histological sections of the queen bees' reproductive system, which were fixed in 12 hours,



Pic. 3. Sagittal section of the reproductive system of the queen bee, which has undergone a single injection of sperm into the unpaired oviduct (fixation 60 min. after injection of sperm) 10x appr.8: 1 – sting chamber; 2 – stinging apparatus; 3 – artificial mating sign; 4 – spermatheca; 5 – sperm marked with the fluorescent membrane probe A; 6 – paired oviduct; 7 – sperm marked with the fluorescent membrane probe B; 8 – unpaired oviduct; 9 – sperm marked with the fluorescent membrane probe C; 10 – vaginal valve

one could see that there was no mating sign in the sting chamber any more (pic. 6). Remains of sperm which didn't get to the spermatheca were mostly in the sting chamber and an unpaired oviduct (vaginal valve zone). All the portions of sperm, which were in the reproductive tracts of the queen bee, intensively mixed up.

Therefore, while moving to the oviducts portions of sperm mix up in the sting camera. It may happen that this process also continues in the canal of the vagina. As for the oviducts, due to the results of the histological research of migration of sperm of different drones,



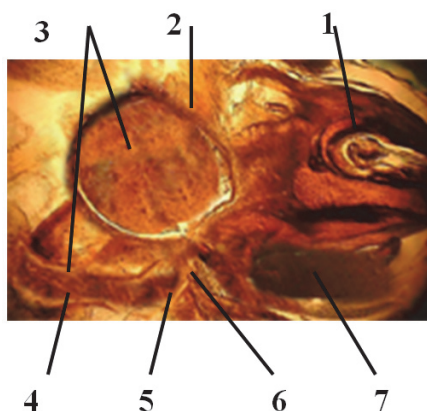
Pic. 4. Transversal section of the reproductive system of the queen bee, which has undergone a single injection of sperm into the unpaired oviduct (fixation 60 min. after injection of sperm) 10x appr.8: 1 – sting chamber; 2 – artificial mating sign; 3 – sting chamber; 4 – sperm marked with the fluorescent membrane probe A; B; C

received by us while applying generally accepted technology of artificial injection of sperm, this process almost never takes place.

It was proved that after injection of sperm in the zone of the vagina opening, reproductive product of drones gets to the oviducts already in 30-60 min. This process is evidently enabled by muscle activity of the belly's segments, vaginal valve, and active movements of spermatozooids. Sperm of different drones intensively mixes up in the sting chamber, in the oviducts this process almost never happens. It is likely that in the oviducts spermatozooids make their activity less intensive due to some factors (secretions, which can be exported from the walls of the oviducts, lack of air, temperature changes, etc.) It has a positive influence on the processes of sperm's migration.

Firstly, sperm won't intensively leak out. Secondly, efferent duct, having a short diameter, isn't able to maintain moving of large portions of sperm to the spermatheca. Although a vaginal valve slows down moving of sperm from the oviducts to the sting chamber, it still remains open. (pic.1-3, 5, 6). The canal over the vaginal valve, which is now formed, is significantly larger than the efferent duct of the spermatheca.

Examining of histological sections of the reproductive system of queen bees, which were fixed with different intervals, proved that migration of drones' sperm is actually over in a 24-hour period. Herein, the majority of sperm, which runs to spermatheca comes from those portions which were in the zone of unpaired and to the middle of paired oviducts. The sperm which was in more



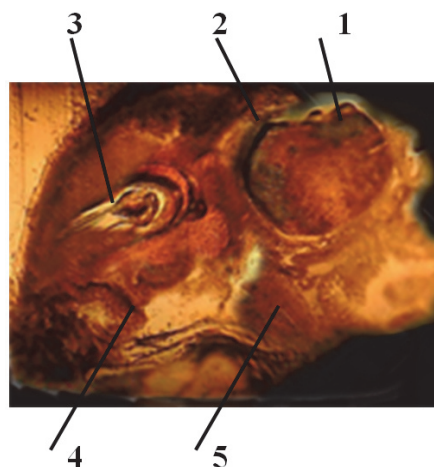
Pic. 5. Sagittal section of the reproductive system of the queen bee, which has undergone a single injection of sperm into the unpaired oviduct (fixation 80 min. after injection of sperm) 10x appr.8: 1 – Stingy apparatus; 2 – Spermatheca; 3 – sperm marked by the fluorescent membrane probes A, B, C; 4 – paired oviduct; 5 – unpaired oviduct; 6 – vaginal valve; 7 – artificial mating sign

remote parts of paired oviducts practically didn't get to the spermatheca but ran outside.

Spreading of sperm in the spermatheca of queen bees, to be injected by sperm in the zone of vagina only once, differed from what we received in the case where the reproductive product of drones was injected in oviducts (Brovarskiy, 1987). Analysis of histological sections showed that irrespectively from the volume ratio of the portions, which were injected in the queen bees, the sperm in the spermatheca was in mixed condition. (pic. 5, 6). Examination of sections under a microscope showed that no regular redistributions of even separate slots of sperm of one and the same color of luminescence were found.

Sperm stained with probes A, B, C spread on the entire area of the spermatheca practically evenly. In spite of this, still, in some parts of histological sections correlation changed in favor of one of the stained portions of sperm. In group 3 where the queen bees received 3 mcl of sperm marked with probe B more, on the entire area of sections of the sperm receiver dominated reproductive product, stained with this fluorescent probe (pic. 6).

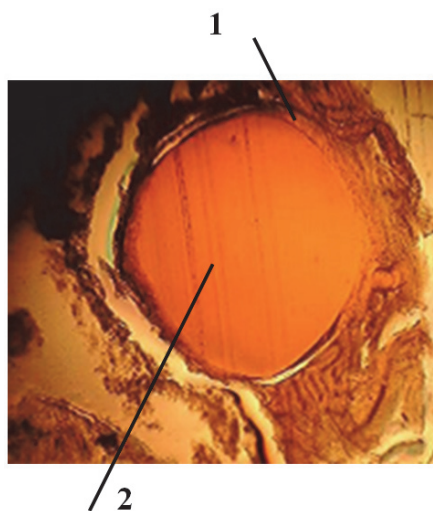
That grounds for considering that while migrating from the sting chamber to oviducts and from there to spermatheca, sperm ejaculators mixed with each other. Thus, at occurring once the injection of sperm in the vagina zone and at the only flight of the queen bee for mating, the reproductive product of different drones after the migration is in the spermatheca in mixed condition. Such queen bees will breed young bees, which will have a different inheritance on father's succession but with domination of the drone whose sperm got to the spermatheca in a larger amount.



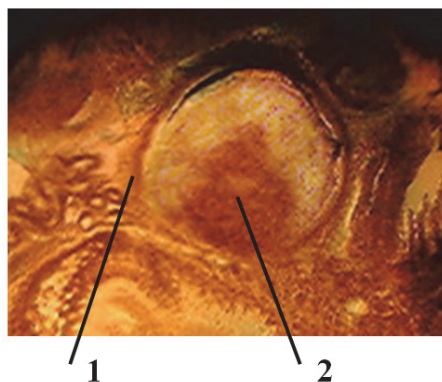
Pic. 6. Sagittal section of the reproductive system of the queen bee, which has undergone a single injection of sperm into the unpaired oviduct (fixation 12 hours. after injection of sperm) 10x appr.8: 1 – sperm labeled with the fluorescent membrane probes A, B, C clots of sperm in the sting chamber; 2 – spermatheca; 3 – stingy apparatus; 4 – clots of sperm in the sting chamber; 5 – vaginal valve

Analysis of histological sections of the spermathecas of the queen bees, which received sperm in the vaginal zone, allowed to find out (pic. 7-11) that at the third injection, the placement of the layers of sperm marked with fluorescent probes, reminds of the distribution typical for those queen bees in which reproductive product was injected using generally accepted technology (Brovarskiy, 1987).

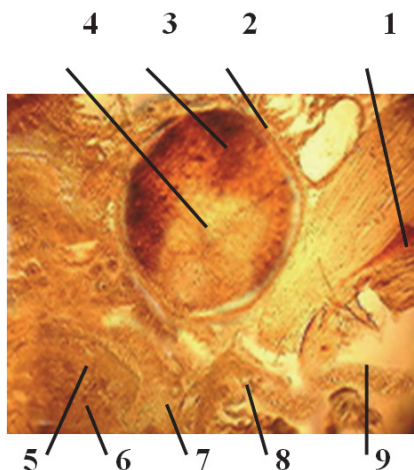
Portions of labeled sperm located in the spermatheca by way of C-shaped clots without a presence in their zone of any parts stained with the other probes. On the demonstrative histological sections, it can be clearly seen the following: reproductive tracts and positions of the layers of sperm marked with fluorescent probes A,



Pic. 7. Sagittal section of the reproductive system of the queen bee, which has undergone a single injection of sperm into the unpaired oviduct (fixation 5 min. after injection of sperm) 10x appr.8: 1 – spermatheca; 2 – internal part of the filled with liquid

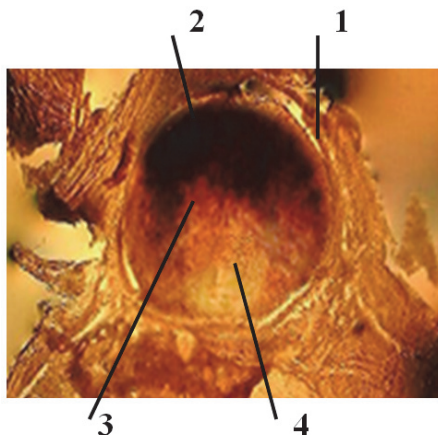


Pic. 8. Sagittal section of the reproductive system of the queen bee, which has undergone a single injection of sperm into the unpaired oviduct (fixation 30 min. after injection of sperm) 10x appr.8: 1 – spermatheca; 2 – sperm marked with fluorescent membrane probe C



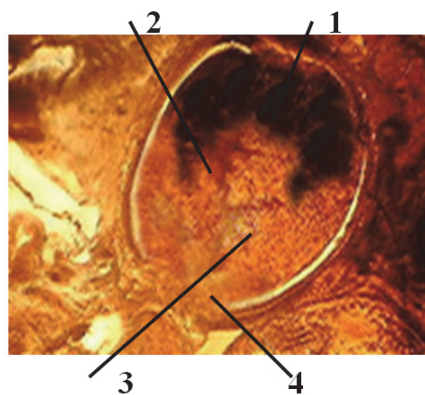
Pic. 9. Sagittal section of the reproductive system of the queen bee, which has undergone a single injection of sperm into the unpaired oviduct (fixation 80 min. after injection of sperm) 10x appr.8: 1 – stingy apparatus; 2 – spermatheca; 3 – sperm labeled with the fluorescent membrane probe C; 4 – sperm labeled with the fluorescent membrane probe B; 5 – sperm labeled with the fluorescent membrane probe A; 6 – paired oviduct; 7 – unpaired oviduct; 8 – vaginal valve; 9 – clots of sperm in the sting camera

B, C in the spermathecas of queen bees. Analyzing these section one can suppose that using the sperm from the spermatheca, in the process of reproductive activity of a queen bee spermatozoids got into excretory canal both from the central and side zones located close to the exit. At the entry of sperm in the canal of the spermathecal reproductive cells of different drones mix up. This explains the presence of working species of different origin in bee colonies. However, the ratio of the breed by the father's background will depend on the amount and disposition of sperm of different drones in the zone of the excretory canal of the spermatheca.



Pic. 10. Sagittal section of the reproductive system of the queen bee, which has undergone a single injection of sperm into the unpaired oviduct (fixation 36 hours. after injection of sperm) 10x appr.8:

1 – spermatheca; 2 – sperm labeled with the fluorescent membrane probe C; 3 – sperm labeled with the fluorescent membrane probe B; 4 – sperm labeled with the fluorescent membrane probe A



Pic. 11. Sagittal section of the reproductive system of the queen bee, which has undergone a single injection of sperm into the unpaired oviduct (fixation 36 hours. after injection of sperm) 10x appr.8:

1 – spermatheca; 2 – sperm marked with the fluorescent membrane probe C; 3 – sperm marked with the fluorescent membrane probe B; 4 – sperm marked with the fluorescent membrane probe A

Discussion.

Based on the above stated it could be said that the way, frequency and sequence of injection of ejaculators of drones' sperm into the reproductive tracts of the queen bee influence the distribution of the reproductive product in the spermatheca.

Taking into consideration the fact that in natural conditions during the queen bee's pairing with drones, the sperm gets into the zone of the opening of the vagina, then, in this case, several variants of its migration in reproductive tracts can be possible, as well as disposition in the spermatheca and further usage. It will depend on the frequency of the queen bee's pairing. For example, if the queen bee flies for pairing only once, the sperm of different drones will mix up

during migration. On the contrary, in case of several flights, portions of drones' sperm which will get into the opening of the vagina, will be disposed in the spermatheca in C-shaped layers. For a bee colony, it turns better to have an only pairing of a queen bee with drones.

In the case of the intensive blending of sperm of different drones, the queen bee during the lifetime will produce young bees, differ by father's breeding background. In our opinion, presence in a colony of generations of working species, which differ by father's breeding background, allows honey bees to avoid such negative consequences as the emergence of lethal eggs, inbreeding depression. Besides, working bees in such colonies are more proof against the action of negative factors (diseases,

weather conditions, etc.), which has a positive effect on their productivity and development. On the contrary, partial mixing up of sperm of different drones in the spermatheca, which occurs after repeated flights, may worsen the state of the colonies where such queen bees are working, as their breed, by reason of lack of variety, will be more perceptive to the influence of negative factors.

For the experts working at the breeding farms, those families are more attractive which give congeneric by father's breeding young bees. Using of technology of artificial injection of sperm allows controlling the reproduction of the offspring of known nature. This technology, depending on the way and frequency of injection of sperm, allows, at a point, to control the process of usage of drones' reproductive product. We have established the pattern of absence of intensive mixing up of drones' sperm during its moving to the spermatheca, and its injection into the unpaired oviduct of the queen bee gives a possibility to make corrections in this process. A sharp falloff in the intensity of blending of sperm in the oviducts may be connected with less intensive activeness of spermatozooids. To get more congeneric offspring by father's breeding from the queen bees, which were injected with the sperm of different drones into the zone of the opening of the vagina, only multiple intakes of ejaculators must be done.

It is due to the fact that solitary injection of sperm of one or several drones allows avoiding mixing up of separate portions of reproductive of males for the period of migration in the reproductive tracts of the queen bee. On the contrary, a single injection of sperm in the zone of the opening of the vagina will result in its blending during the period migration

to the spermatheca, and that's why the offspring, which will be got from diploid eggs, will differ by father's breeding background.

References

1. Brovarskiy, V. D. (1987). O raspolozhenii spermy v semyapriemnike pchelinoi matki [About distribution of sperm in spermatheca of the queen bee]. Selection and reproduction of the stratified breeds of bees. Col. Of sc. Works SRI of bee-farming. Rybnoe, 200–205.
2. Brovarskiy, V. D., Pototskiy, M. K. (1999). Metodyka histolohichnykh doslidzhen statvoi systemy bdzholnykh matok [Methodology of histological research of the reproductive system of queen bees]. Scientific Bulletin of Lviv academy of veterinary after S. Z. Hzhyskiy, 3 (part I), 4–6.
3. Brovarskiy, V. D. (2000). Raspredelenie spermy trutney v semyapriemnike pchelinoi matki [Distribution of sperm of drones in the spermatheca of the queen bee]. Col. Of scient. Works SRI of bee farming. Rybno: State institution Scientific research institute of bee farming, 126–127.
4. Browarskij, W. D. (2004). Nowy sposób sztucznego unasieniania matek pszczelich. Pszczelarstwo, 2, 25.
5. Ruttner, F. (1976). The Instrumental Insemination of the Queen Bee. Bucharest: Apimondia, 4–101.
6. Ruttner, H. (1976). Untersuchungen über die Flugaktivität und das Paarungsverhalten der Drohnen 6. Flug auf und über Höhenrücken. Apidologie, 7, 8, 331–341.
7. Ruttner, F. (1989). Hochzeitsflug der Königinnen und Drohnen. Bienenvater, 110, 5, 178–184.
8. Schley, P. (1988). An important improvement in the insemination technique of queen honey bees. American Bee Journal, 128, 4, 282–284.
9. Scrive, J. (1989). Insemination instrumentale (suite) Perfectionnement. // Rev. franc. Apicultur, 484, 169–170.

10. Winston, Mark L. (1991). The Biology of the Honey Bee. England, London: Harvard University Press Cambridge, Massachusetts, 281.
11. Woyke, J., Lasinski, Z. (1992). Natural mating of instrumentally inseminated queen bees. *Apidologie*, 23, 225–230.

В. Д. Броварський (2019). ГІСТОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МІГРАЦІЇ СПЕРМИ ТРУТНІВ У СТАТЕВИХ ШЛЯХАХ МАТОК. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 10(2): 12-21. <https://doi.org/10.31548/animal2019.02.012>

Анотація. Проведено дослідження міграції сперми трутнів, маркованої флуоресцентними мембранними зондами, у статевій системі бджолиних маток за різних варіантів її штучного введення. Бджолині матки були розподілені на три групи ($n = 5$). Матки першої групи отримали сперму трутнів, марковану флуоресцентними мембранними зондами лише один раз, а другої та третьої – три рази. Кожна матка першої та другої групи отримала 9 мкл сперми (кількість кожної позначеної порції становила 3 мкл). Для маток третьої групи використовували іншу кількість сперми, (співвідношення: 2 мкл з зондом А, 5 мкл – зонд В і 2 мкл – з зондом С). Після того, як бджолині матки почали відкладати яйця, їх відловлювали та проводили дослідження репродуктивної системи. Отримані гістологічні зрізи досліджували під мікроскопом, описували і фотографували. Встановлено, що індивідуальні дози сперми різних трутнів за введення в яйцепроводи матки, мігруючи у спермоприймач розміщуються пошарово без суттєвого змішування. З'ясовано, що в непарному та парних яйцепроводах сперматозоїди втрачають рухливість. Навпаки, за введення сперми у зону отвору піхви бджолиної матки сперматозоїди продовжують активно рухатись. Доведено, що у процесі фізіологічної функції витоку сперми для обсіменіння яєць відбувається купажування сперматозоїдів із різних порцій у зоні, що прилягає до сім'япроводу. Введення сперми у зону отвору піхви одноразовими порціями кількох трутнів сприяє змішуванню її в процесі міграції в яйцепроводах і спермоприймачеві. Навпаки, за уособленого введення маркованих флуоресцентними мембранними зондами доз сперми трутнів через певні проміжки часу є можливість спрямовувати відтворну діяльність матки на одержання переважно однорідного потомства за батьківським походженням. За цього варіанту введення сперма різних трутнів розміщується у спермоприймачі матки пошарово, без суттєвого змішування.

Ключові слова: сперма трутнів, міграція, бджолина матка

КАРІОТИПОВА МІНЛИВІСТЬ КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧЕРВОНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ

В. В. ДЗИЦЮК, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії генетики

<https://orcid.org/0000-0001-9697-4165>

E-mail: valentynadzitsiuk@gmail.com

Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН

Т. В. ЛИТВИНЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри генетики, розведення та біотехнології тварин

<https://orcid.org/0000-0002-0405-3367>

E-mail: tv-litv@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. У статті розглядаються результати цитогенетичного дослідження корів української червоно-рябої молочної породи з метою пошуку зв'язку хромосомних аберацій з порушеннями у репродуктивній здатності. Для дослідження хромосомного набору відібрані 33 корови української червоно-рябої молочної породи ДП «ДГ «Христинівське» ІРГТ ім. М. В. Зубця» НААН з різним станом репродуктивної функції. Постановка культури лімфоцитів і аналіз препаратів хромосом проводилось у лабораторії генетики Інституту розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця. Для приготування препаратів хромосом лімфоцити периферійної крові культивували протягом 72 годин за температури + 37 °С в середовищі RPMI 1640 (Sigma, США) з 0,1 мл ФГА (Sigma, США) як мітогеном і 15 % ембріональної телячої сироватки. Припинення ділення клітин на стадії метафази припиняли введенням колхіцину («Serva», Німеччина, 0,3 мкг / мл). Обробка суспензії клітин після культивування здійснювали гіпотонічним 0,075 М розчином KCl з наступною фіксацією в трьох змінах суміші метанол-оцтової кислоти (3:1). Класифікацію та облік аберацій хромосом здійснювали за загальноприйнятими методиками. В результаті досліджень в хромосомних наборах усіх тварин з різною частотою виявили аномалії геномного типу (анеуплоїдія та поліплоїдія) та структурні аберації хромосом (фрагменти, розриви, асоціації хромосом). У каріотипах тварин із порушеною відтворною здатністю виявлено частоту клітин з анеуплоїдними та поліплоїдними наборами хромосомна 13,02 % і клітин із хромосомними абераціями на 3,4 % більше, ніж у корів з нормальними репродуктивними функціями. Цитогенетичне дослідження корів дозволяє не лише оцінити насиченість каріотипу небажаними абераціями хромосом, а також дає змогу використати отримані результати для прогнозування в ранньому віці тварини її рівень продуктивної та стан репродуктивної здатності.

Ключові слова: українська червоно-ряба молочна порода, цитогенетичне дослідження, каріотип, аберації, хромосоми, відтворна здатність

Матеріали і методи дослідження.

Часті перегули у тварин, повторні викидні, народження виродків, мертвого, нежиттєздатного приплоду служать показниками для проведення дослідження стану хромосомного набору. Рання цитогенетична оцінка дозволить виявити мутації, які можуть негативно позначитися на відтворювальній і продуктивній здатності корів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Перші повідомлення, що вказали на зв'язок хромосомних порушень із відтворною здатністю і продуктивністю тварин, зробив I. Gustavsson у 1964 році, де він навів докази зв'язку спадкових хромосомних аномалій з ембріональною смертністю, аномаліями статевої диференціації і зниженням фертильності (Gustavsson I., 1964). Інші автори підтвердили, що збільшення нестабільності хромосомного апарату у корів пов'язано із зниженням відтворної функції (Грухачев, 2017). На основі власних досліджень (Бакай и Перчихин, 1985) показали, що рівень надою і відтворні якості корів чорно-рябої породи залежать від рівня мінливості каріотипу.

Також в літературі є повідомлення про те, що рівень анеуплоїдії в клітинах крові корів із порушенням репродуктивної функції значно вищий, ніж у корів, що не мали викиднів чи мертвородів (Мехтиева, 2016; Бакай, 2010). Аналогічні результати досліджень отримав і Е. П. Мугниєв (Мугниєв, 2001), на думку якого показник анеуплоїдії може бути надійним маркером відтворної здатності корів.

Метою роботи є дослідження каріотипової мінливості у корів з різними порушеннями репродуктивної функції.

Об'єктом дослідження було маточне стадо корів української червоно-рябої молочної породи, яке розводиться в ДП “ДГ “Христинівське” Інституту розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН. На основі матеріалів зоотехнічного обліку із комп'ютерної інформаційної системи управління молочним скотарством “Інтесел Орсек” відібрали корів із різним станом відтворної здатності (33 гол.).

Цитогенетичний аналіз виконували у лабораторії генетики Інституту розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН з використанням спеціальних методик і відповідного обладнання. Для здійснення поставленої мети було сформовано дві групи корів української червоно-рябої молочної породи з урахуванням функціонального стану їх репродуктивної системи:

I група – тварини з порушеною відтворною здатністю (у яких протягом періоду використання відзначали часті мертвонародження та спонтанні викидні), 13 голів;

II група – умовно-контрольна, корови з відсутністю порушень репродуктивної функції, 20 голів.

Для отримання препаратів хромосом використовували культуру лейкоцитів периферійної крові тварин. Короткострокову культуру готували за методом, запропонованим Р. Moorhead (Moorhead et al., 1960). Лімфоцити периферійної крові культивували протягом 72 годин за температури $+ 37^{\circ}\text{C}$ в середовищі RPMI 1640 (Sigma, США) з 0,1 мл ФГА (Sigma, США) як мітогеном і 15 % ембріональної телячої сироватки.

Для припинення ділення клітин на стадії метафази за 2 години до закінчення терміну культивування вводили колхіцин («Serva», Німеччина) (0,3 мкг / мл). Центрифугуванням отримували осад клітин, який обробляли гіпотонічним розчином KCl (0,075 М) протягом 20 хвилин. Фіксацію клітин здійснювали в трьох змінах суміші метанол-оцтової кислоти у співвідношенні 3:1 і наносили краплями на охолоджене зволене предметне скло. Для рутинного фарбування хромосом використовували 2 % розчин барвника Гімза (Gimza Merk) і аналізували під мікроскопом Axiostarplus (Carl Zeiss, Німеччина).

Визначали відсоток метафазних пластинок з хромосомними абераціями: частота анеуплоїдних та поліплоїдних клітин, частота клітин з структурними абераціями хромосом (розриви, фрагменти та передчасне розходження центромер мітотичних хромосом – (ПРЦХ). За визначення кількості поліплоїдних клітин у якості допоміжного прийому використовували підрахунок статевих хромосом, кожна з яких відповідає одному гаплоїдному набору.

Під час організації вибірок враховували типовість, об'єктивність

та однорідність первинних матеріалів племінного обліку. Для оцінки результатів використовували параметричні критерії достовірності різниці (критерій Ст'юдента), три рівня значення достовірності ($P > 0,95$, $P > 0,99$, $P > 0,999$). Додаткова обробка матеріалу проводилась за допомогою пакету програм Microsoft Excel.

Результати власних досліджень. Порушення відтворювальних якостей корів відзначають повсюдно і, як правило, до них відносять порушення ембріонального розвитку, аборти і мертвонародження. Останнім часом відзначають зростання числа виявлених мутацій у корів різних генотипів. Завдяки цитогенетичним методам дослідження можна встановити генетичну нестачу і виявити підвищену ймовірність утворення хромосомно-аномальних гамет і ступінь пошкодження генотипу (Бакай, 2009).

Отримані результати дослідження хромосомного набору корів із різною відтворююю здатністю свідчать про різницю у частоті клітин з числовими і структурними порушеннями хромосом. Результати цитогенетичного аналізу тварин представлені в таблиці. Так, цитогенетичний аналіз 478 метафазних пластинок 13 корів із пору-

1. Каріотипова мінливість корів української червоно-рябої молочної худоби з різною відтворююю здатністю

Група		I	II
Голів		13	20
Досліджених метафаз		478	782
Всього аберантних клітин, %		$12,94 \pm 2,46$	$5,56 \pm 1,59$
Частота геномних аберацій, %	анеуплоїдних клітин	$4,33 \pm 0,64$	$2,39 \pm 0,31$
	поліплоїдних клітин	$2,85 \pm 0,23$	$0,38 \pm 0,11$
Частота структурних аберацій хромосом, %	розриви	$2,70 \pm 0,47$	$1,75 \pm 0,39$
	фрагменти	$2,50 \pm 0,41$	$1,27 \pm 0,28$
	транслокації	$0,03 \pm 0,01$	0
	ПРЦХ	$2,56 \pm 0,71$	$1,37 \pm 0,30$

шеною відтворною здатністю виявив, що частка аберантних клітин склала $12,94 \pm 2,46$ %. Сумарний середній рівень гетеропloidії сягає позначки 7,18 %, основну частку якого (4,33 %) займає анеупloidія і майже вдвічі менше (2,85 %) – поліпloidія. Загальна частота структурних аберацій хромосом на 40 % менша, ніж геномних, і складає 7,76 %, серед яких найвищий відсоток у клітин з розривами – 2,70 %.

Аналіз 782 метафазних пластинок 20 корів з відтворною здатністю в нормі виявив, що загальна частка аберантних клітин склала 5,56 %. Сумарний середній рівень гетеропloidії сягає 2,77 %, в якому частка анеупloidічних клітин майже в 6 разів достовірно ($P > 0,999$) перевищує частоту, з якою зустрічаються в дослідженні поліпloidні клітини.

Щодо частоти структурних аберацій хромосом, то їх сумарний середній рівень вірогідно ($P > 0,999$) вдвічі нижчий, ніж у тварин з порушеннями відтворної функції і склав 2,52 % за найвищої частоти клітин з розривами хромосом ($1,75 \pm 0,39$).

В аналізі спектру каріотипових аберацій у досліджених тварин ми

виявили структурні перебудови хромосом, сформовані як з'єднання двох акроцентричних не гомологічних хромосом центромерними районами з утворенням однієї метацентричної хромосоми, які кваліфікуються як транслокації за типом робертсонівських (RT). Аналізом рутинно-збарвлених препаратів встановили наявність робертсонівської транслокації у корови із порушеннями репродуктивної системи з частотою $0,03 \pm 0,01$ %, яка була ідентифікована як RT 1/29 (рис. 1. а, б).

Ознака передчасного розходження центромер мітотичних хромосом – (ПРЦХ) свідчить про нестабільність каріотипу і ймовірність утворення анеупloidічних клітин після мітотичного поділу. Аналіз хромосомних наборів корів з порушеннями репродуктивної функції виявив в два рази більшу частку клітин з явищем несинхронності розходження хромосом в завершальній стадії мітозу мітозу.

Відомо, що оптимальне функціонування живого організму зумовлює каріотипова норма, тобто відсутність в наборі хромосом чисельних і структурних відхилень.

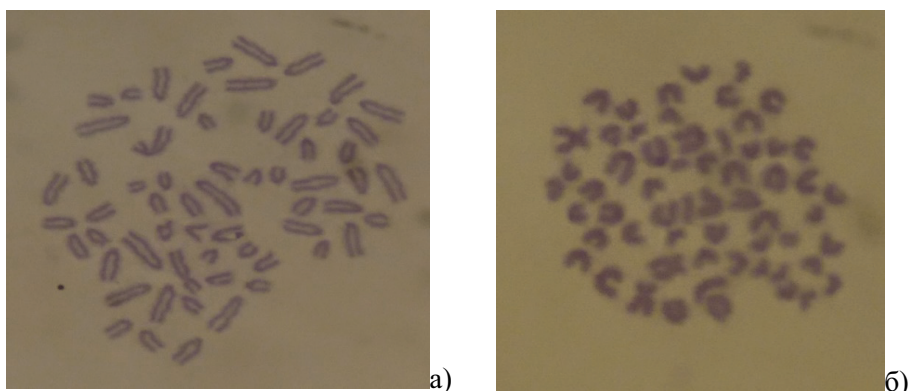


Рис. 1. Метафазна пластинка хромосом корови: а) з хромосомою з розривом; б) з транслокацією RT 1/2 9 (збільшення: об. $\times 100$; ок. $\times 10$)

Щодо наслідків хромосомної нестабільності думки майже всіх дослідників збігаються: хромосомна нестабільність залежно від ступеня її вираженості негативно впливає на функціонування організму тварини на всіх стадіях онтогенезу. Контроль відтворювальної функції тварин за загальноприйнятими методами (оцінка за якістю потомства, основі морфо-функціонального стану статевих органів) не дають повної інформації про генетичний вплив на запліднюваність, ембріональну смертність, народження аномального потомства, викиднів тощо. Тому активно ведуться пошуки і аналіз причин, що призводять до погіршення відтворювальної функції за допомогою генетичних методів, в тому числі і цитогенетичних.

В літературі представлено багато повідомлень щодо зв'язку показників цілісності каріотипу з продуктивними і відтворними якостями, отриманих на основі експериментальних даних. Встановлено, що хромосомні аберації, призводять до порушень морфогенезу від початку розвитку зиготи і обумовлюють до 90 % загибелі зародків у перші два тижні їх розвитку. Вченими наводяться чітко підтверджені експериментальними дослідженнями факти, що числові мутації каріотипу (анеуплоїдія, трисомія, моносомія) є причиною ембріональної смертності особин. Порушення норми числа хромосом у каріотипі виникають внаслідок нерозходження хроматид під час другого мейотичного поділу або хромосом під час першого мейотичного поділу. Трисомія і моносомія (аберації, що належать до групи аберацій названих анеуплоїдами) можуть виникати і в результаті порушення розходження

чи втрати мітотичних хромосом на початку або протягом проходження ембріогенезу. Живі носії структурних перебудов хромосом часто не мають фенотипових відхилень. Однак у гаметогенезі у них формуються статеві клітини з незбалансованим набором хромосом, які дають початок нежиттєздатним ембріонам, що є причиною зниження рівня відтворювальної функції. Здебільшого повідомлення різних авторів щодо частоти числових і структурних хромосомних мутацій різняться: в одних стадах їх більше, в інших – менше (Pate et al., 2012; Iannuzzi, 2007). Можливою причиною варіювання рівня каріотипової мінливості у різних стадах чи популяціях є жорсткість виявлення і елімінація носіїв, інбредність стада, що сприяє переходу аберацій з прихованого стану у такий, що проявляється фенотипово тощо

Корови із різним ступенем важкості отелення відрізняються за рівнем структурних порушень хромосом (Danielak-Czech and Slota, 2008). Більша частота клітин із хромосомними пробілами виявилась у корів із важким перебігом отелень (El-Bayomi et al., 2011). Також в літературі є повідомлення про те, що рівень анеуплоїдії в клітинах крові корів із порушенням репродуктивної функції значно вищий, ніж у корів, що не мали абортів і мертвородів (Fricke V.P et al., 2007).

Аналогічні результати досліджень отримав і Е. П. Мугниєв (Мугниєв Э. П., 2001), на думку якого показник анеуплоїдії може бути надійним маркером відтворної здатності корів. Часто анеуплоїдія, як повідомляють дослідники, призводить до зниження репродуктивної функції (Schmutz et al., 1996). Так, наслідком

моносомій і трисомій окремих хромосом є рання ембріональна смертність, у дорослих особин спостерігається гіпоплазія сім'яників, некроспермія чи олігоспермія (Khan, 2016).

Таким чином, за рівнем цитогенетичних показників можна оцінювати і, певною мірою, прогнозувати репродуктивну здатність корів.

Висновки та пропозиції.

У корів в ДП «ДГ “Христинівське” ІРГТ ім. М. В. Зубця НААН» встановлено співвідносність виявлення геномних і хромосомних операцій із проявом ознак репродуктивної здатності. Це означає, що за рівнем наведених цитогенетичних показників можна оцінювати і, певною мірою, прогнозувати репродуктивну здатність корів в ранньому віці. Отримані результати доцільно використовувати у племінній роботі для добору племінних телиць.

References

1. Gustavsson, I., Rockborn G. (1964). Chromosome abnormality in three cases of lymphatic leukemia in cattle. *Nature*. 203. 990.
2. Trukhachev, V. I., Oleynik, S. A., Zlydnev, N. Z., Morozov, V. Yu., Selionova, M. I., Chizhova, L. N., Skokova A. V. (2017). Osobennosti khromosomnogo nabora korov severokavkazskoy populyatsii golshtinskoy porody pri narushenii funktsii vosproizvodstva [Features of the chromosome set of cows of the North Caucasian Holstein breed in violation of the function of reproduction]. *Tsitologiya i genetika* [Cytology and genetics]. 4. 44-51 (in Russian).
3. Bakay, A. V. (1985). Populyatsionno-statisticheskiye parametry kariotipicheskoy izmenchivosti korov cherno-pestroy porody [Population-statistical parameters of the karyotypic variability of Black-and-White cows]. *Sb. nauch. tr. Mosk. vet. akad. [Collection of scientific papers]*. 19-22 (in Russian).
4. Mekhtiyeva, K. S. (2016). Kariotipicheskaya nestabil'nost' u korov cherno-pestroy porody slegkoy i tyazheloy formy otela [Karyotypic instability in Black-and-White cows with a light and severe calving]. *Sbornik nauchnykh trudov [Collection of scientific papers]*. Krasnodar. 1. 8-10 (in Russian).
5. Bakay, A. I., Bulusov, K. A. (2010). Vosproizvoditel'nyye kachestva plemennykh korov s raznym urovnem kariotipicheskoy nestabil'nosti [Reproductive qualities of breeding cows with different levels of karyotypic instability]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh [Problems of the biology of productive animals]*. 4. 21-30 (in Russian).
6. Mugniyev, E. P. (2001). Khozyaystvenno-poleznye priznaki i kariotipicheskoy aneustabil'nosti u cherno-pestrykh golshtinizirovannykh korov raznykh genotipov [Economic beneficial traits and karyotypic instability in black-and-white Holsteinized cows of different genotypes]. *Avtoreferat dissertatsii [Abstract dissertation]*. Moscow. 29. (in Russian).
7. Moorhead, P. S., Nowell, P. C., Mellman, W. J., Battlps, D. M., Hungejard, D. A. (1960). Chromosome preparations of leucocytes cultured from human peripheral blood. *Exptl. Cell. Res.* 3. 613–616.
8. Bakay, A. I. (2009). Vosproizvoditel'nyye kachestva golshtinizirovannykh korov s raznyim urovnem kariotipicheskoy nestabil'nosti: dis. kand. biol. nauk: 06.02.01. *Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya im. K. I. Skryabina*. Moscow. 112.
9. Patel, D. J., Patel, A. J., Patel, R. K., Parekh P. R. (2012). Chromosomal analysis of Breeding bulls using lymphocyte culture. *The Bangladesh Veterinarian*. 29. 1. 17 – 21.
10. Iannuzzi L. (2007). Cytogenetic sin animal production. *Animal Science*. 6 (1). 23-8.
11. Danielak-Czech, B., Słota, E. (2008). Karyotype control system of AI boars in Poland:

- the current survey. *Annals of Animal Science*. 3. 255–262.
12. El-Bayomi, Kh. M., Iman, E. El-Araby, Asmaa W. (2011) Zagloul Cytogenetic Analysis Related to Some Infertility Problems in Cattle. *Global Veterinaria*. 7 (4). 323–329.
13. Fricke, V.P., Revay, T., Saver, D.R. (2007). Managing reproductive disorders in dairy cows. *Cytogenetic and Genome Research*. 116. 80–84.
14. Schmutz, S.M., Moker, J.S., Clark, E.G., Orr, J.P. (1996). Chromosomal aneuploidy associated with spontaneous abortions and neonatal losses in cattle. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 8. 91–95.
15. Khan, M.H., Manoj, K., Pramod, S. (2016). Reproductive disorders in dairy cattle under semi-intensive system of rearing in North-Eastern India. *Veterinary World*. 9 (5). 512–8.

V. V. Dzitsiuk, T. V. Litvinenko (2019). KARYOTYPE VARIABILITY FOR THE COWS OF UKRAINIAN RED-AND-WHITE DAIRY CATTLE. *ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY*, 10(2): 22–28. <https://doi.org/10.31548/animal2019.02.022>

Abstract. *The paper considers the results of the cytogenetic study of cows of Ukrainian dairy breeds in order to find a connection of chromosomal aberrations with impaired reproductive ability. For the study of chromosome set selected 33 cow Ukrainian Red-and-White dairy. The production of lymphocytes culture and chromosomes analysis was conducted at the laboratory of Genetics of the Institute of Breeding and Animal genetics named after M. V. Zubtysya. For the preparation of chromosomes, peripheral blood lymphocytes were cultivated within 72 hours at the temperature + 37.0 °C in the environment of RPMI 1640 (Sigma, USA) with 0.1 ml of FCS (Sigma, USA) as the Mitogen and 15 % embryonal calf skin Serum. The discontinuation of cell division in the metaphase stage has been stopped by the introduction of Colchicine ("Serva", Germany, 0.3 micrograms/ml). Treatment of suspension cells after cultivation was hypotonic 0.075 M solution with the subsequent fixation in three shifts of the mixture of methanol-acetic acid (3:1). Classification and accounting aberrations chromosomes carried out according to generally accepted techniques. As a result of studies in chromosomal sets of all animals with different frequency revealed anomalies of genomic type (aneuploidy and polyploidy) and structural aberrations of chromosomes (fragments, breaks, associations of chromosomes). The karyotype of animals with impaired reproductive capacity revealed an incidence of cells with aneuploid and polyploid chromosome sets of 13.02 % and cells with chromosomal aberrations of 3.4% greater than cows with normal reproductive functions. Cytogenetic study of cows not only assesses the karyotype saturation by unwanted chromosome aberrations, but also allows the use of the results obtained to predict at an early age the animal's productive level and reproductive capacity.*

Keywords: *Ukrainian Red-and-White dairy cattle breed, cytogenetic research, karyotype, aberrations, chromosomes, reproductive ability, productive qualities.*

РОЗВИТОК ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ ЗБЕРЕЖЕННЯ ГЕНОФОНДУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН У НАУКОВОМУ СПАДКУ ПРОФЕСОРА М. А. КРАВЧЕНКА

С. І. КОВТУН, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН

<https://orcid.org/0000-0002-5492-882X>

Інститут розведення і генетики тварин імені М. В.Зубця НААН

І. С. БОРОДАЙ, доктор історичних наук, професор

<https://orcid.org/0000-0001-6639-9200>

Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН

E-mail: kovtun_si@ukr.net; irinaboroday@ukr.net

Анотація. У статті показано, що збереження біорізноманіття є однією із глобальних проблем сучасності, яка позначилася поширенням обмеженої кількості комерційних високопродуктивних порід, зменшенням поголів'я аборигенних і місцевих порід, які володіють цінними генетичними комплексами. Мета дослідження – узагальнити теоретичні і методологічні підходи, запропоновані професором М. А. Кравченком до вирішення проблеми збереження генофонду порід, окреслити перспективи їхнього використання на сучасному етапі розвитку тваринництва. Дослідження ґрунтується на застосуванні загальнонаукових, структурно-функціональних та історичних методів. Джерельну базу дослідження складають опубліковані і неопубліковані матеріали, архівні документи. Доведено пріоритет М. А. Кравченка в розробленні основ селекційно-племінного вдосконалення однієї із найбільш поширених в Україні минулого століття порід великої рогатої худоби – симентальської, що ґрунтувалися на запровадженні системи лінійного розведення і генеалогічного аналізу племінних стад, ефективних методів оцінки племінної цінності тварин, спрямованого вирощування молодняка, використанні особин з рекордною продуктивністю. Узагальнено запропоновані ученим схеми селекції білоголової української породи, спрямовані на зростання її продуктивного потенціалу та життєздатності. Розглянуто внесок М. А. Кравченка в розроблення програми зі створення галузі спеціалізованого м'ясного скотарства в Україні, виведення вітчизняних спеціалізованих м'ясних порід і типів.

Ключові слова: тваринництво, велика рогата худоба, племінна справа, порода сільськогосподарських тварин, збереження генофонду

Актуальність дослідження.

Однією із глобальних проблем сучасності є збереження біорізнома-

ніття, у структурі якого істотне місце посідають сільськогосподарські тварини. Розвиток тваринництва су-проводжується процесами, що при-

зводять до поширення обмеженої кількості комерційних високопродуктивних порід. Наслідком їх розширеного використання є зменшення поголів'я аборигенних і місцевих порід, яким притаманні високі адаптаційні та резистентні властивості, екстер'єрно-конституціональна міцність, висока життєздатність, пластичність, невибагливість до кормів, відмінні відтворні та материнські якості, подовжена тривалість використання, багатоплідність тощо.

Розроблення стратегії збереження сільськогосподарських тварин неможливе без вивчення та творчого використання напрацювань зарубіжних і вітчизняних учених у загальному контексті спадкоємності. Особливий внесок у розвиток теоретичних і методологічних основ збереження місцевих порід великої рогатої худоби як носіїв унікальних генів і генних комплексів зробив професор М. А. Кравченко, що актуалізує проблему вивчення та творчого використання його наукових розробок, присвячених питанням раціонального використання племінних ресурсів України.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Окремі аспекти наукової діяльності професора М. А. Кравченка, узагальнення та систематизація його творчого доробку знайшли місце у багатьох наукових публікаціях (Буркат, 1997; Найдено, 1997; Шульга, 2016). Однак, до цього часу не приділено належної уваги вивченню наукових розробок ученого зі збереження симентальської та білоголової української порід великої рогатої худоби, які нині опинилися під загрозою зникнення.

З огляду на це, автори поставили **за мету дослідження** узагальнити теоретичні і методологічні підходи, запропоновані вченим до вирішення проблеми збереження генофонду порід, окреслити перспективи їхнього використання на сучасному етапі розвитку тваринництва.

Матеріали і методи дослідження.

Дослідження ґрунтується на застосуванні загальнонаукових (аналітичний, синтетичний, системний) та історичних (предметно-хронологічний, порівняльно-історичний) методів. Джерельну базу дослідження складають опубліковані і неопубліковані матеріали, архівні документи.

Результати дослідження та їх обговорення.

На основі аналізу наукового спадку професора М. А. Кравченка встановлено, що основний блок його наукових розробок присвячено селекційному вдосконаленню симентальської породи. Зокрема, вченим розроблено та впроваджено основи планування у племінних господарствах симентальської породи, вдосконалено методи генеалогічного аналізу та розведення за лініями, обґрунтовано методи добору та підбору тварин на основі вивчення їхньої поєднуваності. М. А. Кравченко розробив основи інтенсивного використання тварин з рекордною продуктивністю, перетворення їх цінних ознак у групові. Дослідив специфіку генезису симентальської породи, добивався її офіційного визнання основною вітчизняною породою молочно-м'ясного напрямку продук-

тивності, вперше підняв проблему її співіснування зі спорідненою сичівською породою (Шульга, 2016).

З 1962 р. М. А. Кравченко як заступник голови українського філіалу Ради по племінній роботі з симентальською породою, а потім її голова забезпечував координацію діяльності племінних заводів і господарств з розведення цієї породи, проводив систематичний аналіз якісного та кількісного складу племінних стад, встановлював бажаний тип тварин для подальшого розведення, планував перспективне розведення ліній і родин тощо.

Один із найбільших здобутків ученого – участь у роботі комісії з обстеження тваринництва в експериментальному господарстві «Ленінські Горки», Московської області в 1965 р., якою керував академік ВАСГНІЛ Т. Д. Лисенко. За ініціативою Т. Д. Лисенка проводилося в масштабах усієї країни схрещування місцевих порід великої рогатої худоби з джерсейською породою. Згідно з гіпотезою вченого, спадкова властивість дрібнопліддя джерсейської худоби, як біологічно корисна для виду, буде асимілюватися в наступних поколіннях, водночас зберігатиметься і пов'язана з ним висока жирномолочність у поєднанні з високими надоями. Відповідно до урядових розпоряджень науковими установами УРСР проведено схрещування планових порід великої рогатої худоби з джерсейською породою, передбачено створення на цій основі ряду нових внутрішньопородних жирномолочних типів. Цінні плідники на станціях штучного осіменіння і племінних станціях підлягали заміні, переважно, напівкровними джерсейськими бугаями. Масштаби схрещування збільшувалися з кожним роком, що призвело до зниження живої маси,

рівня надоїв, вмісту молочного білка та жиру порід великої рогатої худоби в СРСР, знищення деяких племінних заводів (Кравченко, 1961; Кравченко, 1972).

На спільному засіданні Президії АН СРСР, Колегії Міністерства сільськогосподарства СРСР і Президії ВАСГНІЛ, що відбулося 2 вересня 1965 р. і присвячувалося обговоренню результатів перевірки діяльності експериментальної бази та підсобного господарства «Горки Ленінські», М. А. Кравченко довів проміжний характер успадкування у випадку схрещування симентальської і джерсейської порід, сприявши збереженню і раціональному використанню вітчизняних порід худоби (Кравченко, 1965; Шульга, 2016).

Іншою аборигенною породою великої рогатої худоби, яка знаходилася в центрі уваги професора М. А. Кравченка, була білоголова українська. Учений обґрунтував, що головною перешкодою у племінній роботі зі стадами цієї породи був її штучний розподіл за мастю під час організації державної племінної книги в 1928 р. У зв'язку з цим обміну племінним матеріалом між двома провідними племінними господарствами – Київською дослідною станцією тваринництва «Терезине» та Антонінським племязаводом не проводили. Недостатня кількість поголів'я білоголової української породи призводила до вимушеного спорідненого парування, що впливало негативно на темпи якісного поліпшення племінного стада. У свою чергу, через малу кількість племінних господарств та замкненість розведення тварини білоголової української породи відзначалися меншою життєздатністю у порівнянні з симентальською породою. У своїх наукових

працях учений намітив шляхи селекційно-племінного поліпшення цієї породи (Кравченко, 1960).

Кравченко М. А. був основним ідеологом створення галузі спеціалізованого м'ясного скотарства в СРСР, що дало змогу асимілювати цінну спадковість вітчизняних симентальської та сірої української порід в новостворених спеціалізованих породах м'ясного напрямку продуктивності. Взяв участь в обґрунтуванні запланованих стандартних показників вітчизняної м'ясної худоби, виборі вихідних порід зарубіжної селекції під час його відряджень в Монголію, Францію, Італію, Швейцарію. У 1973 р. Міністерством сільського господарства УРСР затверджена програма створення української м'ясної породи за авторства М. А. Кравченка, Ф. Ф. Ейснера, П. Л. Погребняка. Специфіка запропонованого варіанту відтворного схрещування полягала в тому, що базові породи були генеалогічно попарно пов'язані між собою: шароле споріднена симентальській, а кіаніна – сірій українській. Використання споріднених порід як основи для відтворного схрещування давало всі підстави розраховувати на прискорений ефект породотворення за рахунок зменшення періоду консолідації основних господарськи корисних ознак у помісних тварин (Кравченко, 1979; Шульга, 2016).

Перший етап породотворення завершився в 1979 р. апробацією двох внутрішньопородних типів м'ясної худоби: чернігівського та придніпровського, що відповідали природно-кліматичним умовам даних регіонів. Авторами внутрішньопородних типів є М. В. Зубець, П. Л. Погребняк, М. А. Кравченко, Ф. Ф. Ейснер, А. М. Окопний, В. І. Сокол, І. М. Не-

докус, О. П. Чиркова, А. Д. Чала та ін. Тварин із більшою часткою спадковості шароле автоматично віднесено до першого, ті, в яких переважала спадковість кіанської породи – до другого типу. Подальшу селекцію спрямовували на консолідацію обох внутрішньопородних типів з метою створення української м'ясної породи.

Кравченко М. А. у своїх наукових працях обґрунтував основні критерії процесу породотворення: проведення оцінки племінної цінності тварин, добір та інтенсивне розмноження кращих із них, підбір, метою якого було створення генотипів зі стійкою спадковістю. На основі розроблених стандартів для добору, які визначали перспективний тип тварин, проводили типізацію ліній, спрямовуючи всі зусилля на збереження цінних властивостей родоначальника і закріплення його ознак у лініях, консолідацію породи. З цієї метою широко застосовували інбридинг; надавали важливого значення неспорідненим спаровуванням – кросам тварин різних ліній, які добре поєднувалися, що забезпечило отримання потомства з вищою м'ясною і молочною продуктивністю (Кравченко, 1979; Шульга, 2016). Нове селекційне досягнення – українську м'ясну породу – апробовано 30 липня 1993 р. за наказом Міністерства сільського господарства і продовольства України. Її авторами є П. Л. Погребняк, М. А. Кравченко, М. В. Зубець, В. П. Лукаш, Ф. Ф. Ейснер, Е. М. Доротюк, А. М. Угнівенко, О. П. Чиркова та ін.

Висновки і перспективи.

Важливою складовою наукового доробку професора М. А. Кравченка є методи і схеми збереження та раціонального використання племінних

ресурсів України. Учений розробив основи селекційно-племінного вдосконалення однієї із найбільш поширених в Україні минулого століття порід великої рогатої худоби – симентальської, що ґрунтувалися на запровадженні системи лінійного розведення і генеталогічного аналізу племінних стад, ефективних методів оцінки племінної цінності тварин, спрямованого на вирощування молодняка, використання особин з рекордною продуктивністю. Запропонував схеми селекції білоголової української породи, спрямовані на зростання її продуктивного потенціалу та життєздатності. Кравченко М. А. розробив програму та методичні рекомендації зі створення галузі спеціалізованого м'ясного скотарства в Україні, що ґрунтувалися на асиміляції цінних біологічних ознак місцевої худоби в новостворених спеціалізованих м'ясних породах і типах.

Перспективи подальших досліджень полягають у виробленні конкретних рекомендацій щодо використання найбільш вагомих наукових розробок професора М. А. Кравченка для збереження локальних порід худоби та раціонального використання племінних ресурсів в Україні.

References

1. Burkat, V. P. (1997). Iz spogadiv pro profesora M. A. Kravchenka [From the memoirs of Professor MA Kravchenko]. Vcheni-selekcionery u tvary`nny`czvtvi [Scientists-breeders in animal husbandry]. Kyiv, 92–95 [in Ukrainian].
2. Kravchenko, M. A., and K. S. Biryukova (1960). Analiz pleminnoyi roboty z худобою bilogolovoyi ukrayins`koyi porody [Analysis of breeding work with cattle of white-headed Ukrainian breed]. Naukovi praci Ky`yivs`koyi doslidnoyi stancyi tvary`nny`czvtva [Scientific works of the Kiev Research Station of Animal Husbandry]. Kyiv, 6, 3–40. [in Ukrainian].
3. Kravchenko, N. A. (1965). Vystuplenie na sovmestnom zasedanii Prezidiuma Akademii Nauk SSSR, Kollegii Ministerstva sel'skogo hozjajstva SSSR i Prezidiuma VASHNIL «O rezul'tatah proverki dejatel'nosti jeksperimental'noj bazy i podsobnogo hozjajstva «Gorki Leninskie» Akademii nauk SSSR, 2 sent. 1965 g. [Speech at a joint meeting of the Presidium of the Academy of Sciences of the USSR, the Board of the Ministry of Agriculture of the USSR and the Presidium of the All-Union Agricultural Academy "On the Results of Verification of the Activities of the Experimental Base and Subsidiary Farm" Gorki Leninsky "of the USSR Academy of Sciences, September 2. 1965]. Vestnik AN SSSR [Bulletin of the USSR Academy of Sciences], 11, 91–97. [in Russian].
4. Kravchenko, N. A., and I. A. Danilenko, I. A. Zozulja, I. M. Klochko. (1961). Proishozhdenie simmentalizirovannogo skota v Ukrainskoj SSR [Origin of simmentalized cattle in the Ukrainian SSR]. Gosudarstvennaja plemennaja kniga krupnogo rogatogo skota simmental'skoj porody [State pedigree book of cattle of Simmental breed]. Kyiv, 10, 3–25. [in Russian].
5. Kravchenko, N. A. (1979). Porody mjasnogo skota [Breeds of beef cattle]. Kyiv, 287 [in Russian].
6. Kravchenko, N. A., and M. D. Dedov. (1972). Simmentalizirovannyj skot SSSR – vysoko-produktivnaja otechestvennaja poroda krupnogo rogatogo skota [Simmentalized cattle of the USSR – highly productive domestic breed of cattle]. Zhivotnovodstvo [Animal Husbandry]. 7, 49–52. [in Russian].
7. Najdenko, K. A. (1997). Kravchenko My`kola Antonovy`ch [Kravchenko Mykola Antonovych]. Vcheni-selekcionery` u tvary`nny`czvtvi [Scientists-breeders in animal husbandry]. Kyiv, 90–91. [in Ukrainian].

8. Shul'ga V. P. (2016). Profesor M. A. Kravchenko – rozrobny`k naukovy`kh organizatsiyn`x osnov plemynnoyi spravy` v URSR (30-ti – persha polovy`na 80-x rokiv XX st.) [Professor MA Kravchenko - the developer of scientific and organizational foundations of tribal affairs in the USSR (30's - the first half of the 80's of the twentieth century.)]. Bory'spil', 70. [in Ukrainian].

S. I. Kovtun, I. S. Borodai (2019). DEVELOPMENT OF THE THEORETICAL BASIS OF PRESERVATION OF FARM ANIMAL GENOFUND IN HERITAGE OF PROFESSOR M. A. KRAVCHENKO. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 10(2): 29-35.
<https://doi.org/10.31548/animal2019.02.029>

Abstract. The article shows that biodiversity preservation is one of the global modern problems, which has resulted in the expansion of a limited number of commercially produced high-yielding breeds, and the decline in native and local breeds that possess valuable genetic complexes. Developing a strategy for the preservation of farm animals is impossible without the study and creative use of the work of foreign and domestic scientists in the general context of continuity. Particular contribution to the development of theoretical and methodological foundations for the preservation of local cattle breeds as carriers of unique genes and gene complexes was made by Professor M. A. Kravchenko, which actualizes the problem of studying and creative use of his scientific developments on the issues of rational use of tribal resources of Ukraine. Some aspects of the scientific activity of Professor M. A. Kravchenko, generalization and systematization of his creative achievements have found its place in scientific publications by V. P. Burkat, K. A. Naydenko, V. P. Shulga. However, due attention has not been paid so far to the study of the scientific development of a scientist for the conservation of Simmental and White-Headed Ukrainian cattle breed, which are now endangered. The purpose of the study is to summarize the theoretical and methodological approaches proposed by Professor M. A. Kravchenko to solve the problem of preservation of the gene pool of breeds, to outline the prospects of its use at the current stage of animal husbandry. The research is based on the application of general scientific, structural-functional and historical methods. The source base of the research is published and unpublished materials, archival documents. On the basis of the analysis of the scientific inheritance of Professor M. A. Kravchenko, it is established that the main block of his scientific developments is devoted to the breeding improvement of the Simmental breed. In particular, scientists have developed and implemented the basics of planning in the Simmental breeding farms, improved methods of genealogical analysis and breeding along the lines, justified methods of selection of animals based on the study of their compatibility. M. A. Kravchenko has developed the basics of intensive use of animals with record productivity, transforming their valuable features into a group. He has researched the specificity of the genesis of the Simmental breed, sought its official recognition as the main domestic breed of dairy and beef direction of productivity, first raised the problem of its coexistence with related Sychivska breed. The authors summarized the schemes for breeding White-Headed Ukrainian breed proposed by scientist, aimed at increasing its productive potential and vitality. The contribution of M. A. Kravchenko to the development of a program for the creation of a specialized meat cattle breeding industry in Ukraine, the removal of domestic specialized meat breeds and types are considered. The scientist argued that the main obstacle in breeding work with herds of White-Headed Ukrainian breed was its artificial distribution by size in the organization of the state

breeding book. Due to this, exchange by breeding material between the two leading breeding farms – the Kyiv Research Station of Animal Husbandry “Terezine” and the Antonine Breeding Plant didn’t make. Insufficient numbers of White-Headed Ukrainian breeds led to forced mating, which negatively affected the rate of quality improvement of the breeding herd. In turn, due to the small number of breeding farms and the closed breeding of the White-Headed Ukrainian breed, the animals were less viable than the Simmental breed. In his scientific works scientist outlined ways of breeding improvement of this breed. Kravchenko M. A. was the main ideologist of the creation of specialized beef cattle breeding in the USSR, which made it possible to assimilate the valuable inheritance of domestic Simmental and Grey Ukrainian breeds in the newly created specialized breeds of beef productivity. He participated in the substantiation of the planned standard indicators of domestic beef cattle, the choice of source breeds of foreign breeding during his trips to Mongolia, France, Italy, Switzerland. The new breeding achievement, the Ukrainian Beef breed, was tested on July 30, 1993, in accordance with an order of the Ministry of Agriculture and Food of Ukraine. The prospects for further research are to develop specific recommendations for the use of most important scientific developments by Professor M. A. Kravchenko to preserve local livestock breeds and the rational use of breeding resources in Ukraine.

Keywords: *animal husbandry, cattle, breeding work, breed of farm animals, preservation of the gene pool*

СТУПІНЬ ФЕНОТИПОВОЇ КОНСОЛІДОВАНOSTІ РІЗНИХ СЕЛЕКЦІЙНИХ ГРУП МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ

В. А. СІРЯК, аспірант*

orcid.org / 0000 0003 1245 9161

Інститут розведення і генетики тварин імені М. В.Зубця НААН

E-mail: *siriakvitalii@gmail.com*

Анотація. Цінність різних селекційних груп тварин визначається не тільки рівнем їх продуктивності, відтворення, якістю продукції, пристосованістю до технології тощо, а й рівнем фенотипової консолідованості, за рахунок якої забезпечується необхідна гомогенність та сталий рівень бажаних ознак. Метою дослідження було визначення фенотипової консолідованості різних селекційних груп молочної худоби (напівсестер за батьком, ліній, порід). Встановлено, що найбільш консолідованими за надоем, масовою часткою жиру і білка в молоці, віком першого отелення і тривалістю періоду між отеленнями є групи напівсестер за батьком ($Kc5 = 0,202$) порівняно із фенотиповою консолідованістю ліній ($Kc5 = 0,035$) і порід ($Kc5 = 0,088$). Найбільш консолідованими за досліджуваними ознаками є групи дочок бугаїв Нірвана 101709244 ($Kc5 = 0,317$) і Тахое 8189401 ($Kc5 = 0,331$), корів ліній Маршала 2290977 ($Kc5 = 0,193$) і Дж. Бесна 5694028588 ($Kc5 = 0,103$), а також поголів'я українських чорно-рябої і червоно-рябої молочних порід ($Kc5 = 0,144$ і $Kc5 = 0,129$ відповідно). Отже, за підвищення рівня селекційної групи у внутрішньопорідній ієрархії спостерігається зниження ступеня їх фенотипової консолідованості.

Ключові слова: молочна худоба, фенотипова консолідованість, напівсестри за батьком, лінія, порода, молочна продуктивність, відтворювальна здатність

Актуальність.

Петренко (1999) консолідованістю певної групи тварин називає тривалий селекційно-генетичний процес досягнення певної стабільності їхньої генотипової і фенотипової подібності за селекційними ознаками серед структурних одиниць породи, стада, яка реалізується через відносне звуження генотипової і фенотипової відмінностей, закріплен-

ня їх на бажаному рівні прояву за відповідної взаємодії «генотип-середовище», що гарантовано забезпечує високу спадкову стійкість їх передачі тваринами своєму потомству. Фенотипова консолідованість різних селекційних груп тварин є бажаним процесом, який вказує на спрямованість та ефективність селекційної роботи із певною групою тварин та сприяє збереженню міжгрупової диференціації та мінливості (Полупан,

* Науковий керівник – Ю. П. Полупан, доктор сільськогосподарських наук, професор

2001). Урахування ієрархічних закономірностей та рівня фенотипової консолідованості різних селекційних груп тварин сприятиме більш ефективному їх використанню.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

У літературних джерелах повідомляється, що на величину коефіцієнта фенотипової консолідованості впливають рівень ієрархії селекційної групи, умовна кровність за голштинською породою, досліджувана ознака, стадо (Іванов, 2016; Піддубна, 2014; Рудик та Ставецька, 2010; Хмельничий, 2003; Щербатий, 2010). Встановлено, що середній рівень фенотипової консолідованості логічно знижується за підвищення рівня ієрархії селекційної групи у загальній структурі системної організації породи (Полупан, 2005).

Високий ступінь фенотипової консолідованості ліній за господарськи корисними ознаками свідчить про ефективне проведення селекційної роботи із ними та робить їх, деякою мірою, відмінними від інших (Хмельничий, 2003). Це твердження може бути застосоване і до інших селекційних груп тварин – родин, напівсестер за батьком тощо. Вітчизняні дослідники наголошують, як правило, на низькій консолідованості ліній молочної худоби. Зокрема, за молочною продуктивністю і живою масою вищу консолідованість показали тварини ліній Старбака і Елевейшна, нижчу – тварини ліній Чіфа і Белла (Щербатий, 2010).

Рудик та Ставецька (2010) дійшли висновку, що більш консолідованими селекційними групами є потомки бугаїв-лідерів, з огляду на зазначене, селекційну роботу у молочному скотар-

стві рекомендовано спрямовувати на створення і використання, так званих, «коротких ліній» (у межах до трьох поколінь від родоначальника). Фенотипова консолідованість потомства плідників засвідчує їх препотентність і є передумовою для порівняно точного прогнозування майбутньої продуктивності (Полупан, 2001).

Фенотипова консолідованість молочної худоби залежить від досліджуваної ознаки. Згідно результатів досліджень Іванова (2016), найвища фенотипова консолідованість груп корів як української чорно-рябої, так і української червоно-рябої молочних порід спостерігалась за обхватом вим'я ($K_1 = 0,44-0,56$, $K_2 = 0,44-0,58$). Піддубна (2014) встановила, що корови української чорно-рябої молочної породи ДГ «Нова Перемога» Житомирської області були найбільш консолідованими за масометричними параметрами (+ 0,347), індексами будови тіла та спеціальними індексами (+ 311), молочною продуктивністю (+ 0,280) і відтворювальною здатністю (+ 0,083) порівняно із коровами чотирьох інших стад цього регіону.

Метою дослідження було вивчення фенотипової консолідованості різних селекційних груп молочної худоби за п'ятьма господарськи корисними ознаками.

Матеріал та методи дослідження.

Дослідження проведено у ТДВ «Терезине» Київської області. Використано матеріали електронної інформаційної бази СУМС ОРСЕК станом на жовтень 2016 року. До дослідження включені корови трьох порід (257 голів української чор-

но-рябої молочної, 54 – української червоно-рябої молочної і 1211 – голштинської), 16 ліній та споріднених груп і дочки 375 бугаїв. Порівняльний аналіз консолідованості за господарськи корисними ознаками проводили за трьома означеними породами, вісьмома найбільш чисельними (40 і більше корів) лініями і 13 групами (понад 20 дочок) напівсестер за батьком.

Ступінь фенотипової консолідованості корів-первісток різних селекційних груп за надоем, масовою часткою жиру і білка в молоці, віком першого отелення та тривалістю періоду між 1 і 2 отеленнями обчислено за формулами, запропонованими Полупаном (2005):

$$K_1 = 1 - \sigma_r / \sigma_3; \quad K_1 = 1 - CV_r / CV_3,$$

де K_1 , K_2 – коефіцієнт фенотипової консолідованості оцінюваної групи;

σ_r та CV_r – середньоквадратичне відхилення та коефіцієнт мінливості оцінюваної групи тварин за конкретною ознакою;

σ_3 та CV_3 – ті ж показники генеральної сукупності.

Коефіцієнт K_c визначено як середнє арифметичне значень K_1 і K_2 . Обчислення проведено методами математичної статистики засобами програмного пакету «Statistica 12.0».

Результати дослідження та їх обговорення.

Обчисленням коефіцієнтів фенотипової консолідованості груп напівсестер за батьком встановлено, що у середньому за п'ятьма вивченими ознаками найвищий рівень препотентності ($K_{cs} > 0,3$) виявляють бугаї-плідники Нірвана 101709244 і Тахое 8189401, а бугай Аконнор 345085334 виявився безособовим

(табл. 1). Деякі плідники є препотентними за досліджуваними ознаками. Суттєвий рівень консолідованості за надоем дочок виявляють групи напівсестер від плідників Бюік 10789585, Коунтрі 6505858, Хадлі 123055802, Естімейт 5925716 ($K_c = 0,245 \dots 0,290$), за масовою часткою жиру – Астрономер 2160438, Артист 6284191 і Нірвана 101709244 ($K_c = 0,732 \dots 0,817$), білка – Тахое 8189401, Флам 112302008, Коунтрі 6505858, Маркос 131801949 ($K_c = 0,569 \dots 0,671$), за віком першого отелення – Тахое 8189401, Маркос 131801949 і Альфонс 353588796 ($K_c = 0,249 \dots 0,413$), за тривалістю періоду між 1 і 2 отеленнями – Астрономер 2160438, Тахое 8189401 і Естімейт 5925716 ($K_c = 0,161 \dots 0,245$).

Групи корів різних ліній та споріднених груп виявляють нижчий рівень консолідованості ($K_{cs} = -0,226 \dots 0,193$) порівняно із групами напівсестер за батьком (табл. 2). У середньому вищою ($K_{cs} > 0,1$) фенотиповою консолідованістю характеризувались порівняно «молоді» лінії Маршала 2290977С. В. Д. Валіанта 1650414 і Дж. Бесна 5694028588, у яких потомки віддалені від родоначальників не далі двох-трьох поколінь і зберігають досить високу генетичну подібність із ними. Лінія Белла 1667366 виявилась неконсолідованою. Найбільш консолідованими за масовою часткою жиру і білка в молоці були групи корів ліній та споріднених груп Маршала 2290977, Валіанта 16504014 і Кевеліе 1620273, за надоем – Елевейшна 1491007, Дж. Бесна 5694028588 і Валіанта 16504014, віком першого отелення – Дж. Бесна 5694028588 і Маршала 2290977, за тривалістю періоду між 1 і 2 отеленнями – Дж. Бесна 5694028588.

1. Ступінь фенотипової консолідованості груп напівсестер за батьком

Кличка і номер бугая	Враховано дочок	Коефіцієнти фенотипової консолідованості за ознаками:															
		жир				масова частка в молоці:				вік першого отелення				період між 1 і 2 отеленнями			
		K ₁		K ₂		K ₁		K ₂		K ₁		K ₂		K ₁		K ₂	
		K ₁	K ₂	K ₁	K ₂	K ₁	K ₂	K ₁	K ₂	K ₁	K ₂	K ₁	K ₂	K ₁	K ₂	K ₁	K ₂
В.Астрономер 2160438	83	0,036	0,026	0,031	0,735	0,732	0,277	0,257	0,267	-0,082	-0,097	-0,090	0,197	0,126	0,161	0,220	0,220
М.В.Тихое 8189401	73	0,112	-0,119	-0,003	0,540	0,537	0,672	0,670	0,671	0,247	0,250	0,249	0,233	0,170	0,201	0,331	0,331
В.Х.Маркус 131801949	68	0,037	-0,044	-0,003	0,568	0,565	0,569	0,569	0,569	0,298	0,282	0,290	-0,035	-0,025	-0,030	0,278	0,278
Б.Бюкі 10789585	55	0,268	0,249	0,259	0,466	0,465	0,508	0,506	0,507	-0,391	-0,283	-0,337	0,027	0,002	0,014	0,182	0,182
Ф.Коунтрі 6505858	53	0,253	0,237	0,245	0,466	0,463	0,586	0,584	0,585	-0,386	-0,436	-0,411	-0,241	-0,165	-0,203	0,136	0,136
Х.Хадлі 123055802	53	0,283	0,214	0,249	0,643	0,640	0,465	0,462	0,464	-0,209	-0,222	-0,215	-0,262	-0,242	-0,252	0,177	0,177
Х.Р.Артист 6284191	50	0,018	0,005	0,011	0,775	0,773	0,272	0,265	0,268	-0,218	-0,282	-0,250	0,030	0,007	0,019	0,164	0,164
Фламі Ред 112302008	44	0,181	0,041	0,111	0,483	0,480	0,625	0,624	0,625	-0,049	-0,073	-0,061	0,032	0,036	0,034	0,238	0,238
М.Нірванал 101709244	33	0,186	0,127	0,156	0,818	0,817	0,501	0,503	0,502	0,168	0,112	0,140	-0,021	-0,034	-0,028	0,317	0,317
М.Естмейт 5925716	29	0,282	0,298	0,290	0,385	0,383	0,420	0,420	0,420	0,069	0,048	0,058	0,227	0,190	0,209	0,272	0,272
Аюнонор 345085334	26	0,175	0,195	0,185	-0,265	-0,251	-0,212	-0,186	-0,199	-0,049	-0,013	-0,031	-0,042	0,053	0,006	-0,058	-0,058
Е.А.Магнум 126511354	22	0,061	0,080	0,071	0,604	0,603	0,520	0,521	0,520	-0,067	-0,052	-0,060	0,016	0,112	0,064	0,240	0,240
Н.Альфоне 353588796	21	-0,251	-0,099	-0,175	0,478	0,477	0,482	0,485	0,483	0,418	0,408	0,413	-0,601	-0,445	-0,523	0,135	0,135

2. Ступінь фенотипової консолідованості груп корів різних ліній та споріднених груп

Лінія, споріднена група	Враховано корів	Коефіцієнти фенотипової консолідованості за ознаками:																			
		надій			масова частка в молоці:						вік першого отелення						період між 1 і 2 отеленнями				K _с
					білка																
		жир			K ₁	K ₂	K _с	K ₁	K ₂	K _с	K ₁	K ₂	K _с	K ₁	K ₂	K _с	K ₁	K ₂	K _с		
X. X. Старба-ка 352790	651	0,004	-0,017	-0,007	-0,023	-0,025	-0,024	-0,043	-0,045	-0,044	0,032	0,025	0,028	0,080	0,053	0,067	0,004				
П. Ф. А. Чіфра 1427381	223	-0,025	0,025	0,000	0,055	0,062	0,058	-0,016	-0,010	-0,013	0,085	0,096	0,091	-0,135	-0,095	-0,115	0,004				
Р. О. Р. А. Елевейшна 1491007	155	0,154	0,175	0,165	0,036	0,042	0,039	-0,144	-0,139	-0,141	-0,101	-0,056	-0,078	0,021	0,023	0,022	0,001				
С. В. Д. Валанта 1650414	130	0,126	0,145	0,136	0,312	0,306	0,309	0,291	0,287	0,289	-0,131	-0,154	-0,142	-0,054	-0,022	-0,038	0,111				
М. Б. Маршала 2290977	116	-0,016	-0,088	-0,052	0,454	0,448	0,451	0,514	0,514	0,514	0,157	0,154	0,155	-0,111	-0,096	-0,104	0,193				
К. Л. С. Кевеліє 1620273	72	-0,081	-0,121	-0,101	0,195	0,190	0,193	0,334	0,332	0,333	-0,014	-0,021	-0,018	0,028	0,046	0,037	0,089				
К. І. Белла 1667366	54	-0,007	0,062	0,027	-0,849	-0,824	-0,836	-0,240	-0,234	-0,237	0,031	0,026	0,029	-0,137	-0,085	-0,111	-0,226				
Дж. Бесна 5694028588	40	0,123	0,160	0,141	-0,047	-0,016	-0,032	-0,058	-0,049	-0,053	0,300	0,270	0,285	0,174	0,171	0,172	0,103				

Із досліджуваних порід у середньому найменш консолідованою виявилась група корів голштинської породи (табл. 3).

Порівняно більшу консолідованість у стаді племзаводу «Терезине» виявляє поголів'я українських чорно-рябої і червоно-рябої молочних порід. За окремими ознаками відносно вищий рівень фенотипової консолідованості у досліджуваному стаді тварини української чорно-рябої молочної породи мають за надоем і тривалістю періоду між 1 і 2 отеленням, української червоно-рябої молочної породи – за масовою часткою жиру і білка в молоці, а голштинської породи – за віком першого отелення ($K_c = 0,052$).

Встановлено, що рівень фенотипової консолідованості зростає зі зниженням загальної мінливості ознаки. У середньому вища консолідованість спостерігалась (табл. 4) за ознаками із низькою мінливістю (масовою часткою жиру і білка в молоці). За надоем рівень фенотипової консолідованості був значно нижчим. За віком же першого отелення і тривалістю періоду між 1 і 2 отеленнями досліджені групи тварин у середньому можна класифікувати як неконсолідовані.

Отже, відмічається тенденція до підвищення ступеня фенотипової консолідованості за зниження рівня селекційної групи у внутрішньопорідній (внутрішньовидовій) систем-

3. Ступінь фенотипової консолідованості груп корів різних порід

Показник	Коефіцієнт	Порода:		
		голштинська	українська чорно-ряба молочна	українська червоно-ряба молочна
Враховано корів		1211	257	54
Надій	K_1	- 0,006	0,041	- 0,032
	K_2	0,000	0,020	- 0,060
	K_c	- 0,003	0,030	- 0,046
Масова частка жиру в молоці	K_1	- 0,077	0,595	0,604
	K_2	- 0,073	0,588	0,600
	K_c	- 0,075	0,591	0,602
Масова частка білка в молоці	K_1	0,000	0,186	0,271
	K_2	0,003	0,176	0,026
	K_c	0,001	0,181	0,269
Вік першого отелення	K_1	0,052	- 0,176	- 0,188
	K_2	0,053	- 0,191	- 0,169
	K_c	0,052	- 0,184	- 0,179
Період між 1 і 2 отеленнями	K_1	- 0,022	0,120	- 0,025
	K_2	- 0,015	0,084	0,020
	K_c	- 0,018	0,102	- 0,003
Середнє значення за п'ятьма ознаками	K_{cs}	- 0,009	0,144	0,129

4. Середній ступінь фенотипової консолідованості груп корів різних селекційних груп

Показник	Коефіцієнт	Селекційна група:			
		напівсестри за батьком	лінія	порода	за усіма групами
Ураховано груп		13	8	3	24
Надій	K ₁	0,126	0,035	0,001	0,054
	K ₂	0,093	0,043	- 0,013	0,041
	K _c	0,110	0,039	- 0,006	0,047
Масова частка жиру в молоці	K ₁	0,515	0,017	0,374	0,302
	K ₂	0,513	0,023	0,372	0,303
	K _c	0,511	0,020	0,373	0,302
Масова частка білка в молоці	K ₁	0,437	0,080	0,152	0,223
	K ₂	0,437	0,082	0,148	0,222
	K _c	0,437	0,081	0,150	0,223
Вік першого отелення	K ₁	- 0,019	0,045	- 0,104	- 0,026
	K ₂	- 0,028	0,043	- 0,102	- 0,029
	K _c	- 0,023	0,044	- 0,104	- 0,028
Період між 1 і 2 отеленнями	K ₁	0,034	- 0,017	0,024	- 0,009
	K ₂	0,017	0,001	0,030	0,004
	K _c	0,025	- 0,009	0,027	- 0,002
Середнє значення за п'ятьма ознаками	K _{c5}	0,202	0,035	0,088	0,108

ній ієрархії. Найбільш консолідованими за п'ятьма ознаками є групи напівсестер за батьком (найнижчий базовий рівень внутрішньопорідної системної ієрархії), а помітно менш консолідованими групи корів різних ліній та порід (вищий ступінь у системній ієрархії). Встановлена закономірність зниження ступеня фенотипової консолідованості за підвищення рівня селекційної групи у внутрішньовидовій (внутрішньопорідній) системній ієрархії кореспондується з результатами інших дослі-

джень (Полупан, 2001) і вбачається логічною за зниження ступеня внутрішньогрупової спорідненості.

Висновки і перспективи.

Найвищий рівень фенотипової консолідованості спостерігається на нижчому (базовому) рівні ієрархії серед груп корів напівсестер за батьком, що визначається препотентністю бугаїв-плідників. Встановлено, що найбільш консолідованими за дослідженими ознаками є групи

дочок бугаїв Нірвана 101709244 і Тахое 8189401, корів споріднених груп Маршала 2290977 і Дж. Бесна 5694028588, а також поголів'я українських чорно-рябої і червоно-рябої молочних порід.

References

1. Petrenko, I. P. (1999). Do teorii konsolidatsii porid u skotarstvi [To the theory of consolidation of breeds in cattle breeding]. Rozvedennya i henetyka tvaryn: mizhvidomchyi tematychnyi zbirnyk. Kyiv: Ahrarnanauka, 31–32, 185–189.
2. Polupan, Yu. P. (2001). Problemy konsolidatsii riznykh selektsiinykh hrup tvaryn. [Problems of consolidation of various selection groups of animals]. Visnyk ahrarnoi nauky, 12, 41–46.
3. Ivanov, I. A. (2016). Otsinka fenotypovoi konsolidatsii tekhnolohichnykh pokaznykiv pervistok holshtynskoi ta ukrainskykh chorno-riaboi i chervono-riaboi molochnykh porid. [Estimation of phenotypic consolidation of technological indicators of first-calf cows in Holstein and Ukrainian Black and White and Red and White dairy breeds]. Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu. Dnipropetrovsk, 4 (42), 52–55.
4. Piddubna, L. (2014). Populiatsiia chorno-riaboi molochnoi khudoby v plemhospodarstvakh pivnichno-poliskoho rehionu. [Population of Black and White dairy cattle in livestock farms of the North-Polis region]. Tvarynnystvo Ukrainy, 5, 20–24.
5. Rudyk, I. A., Stavetska R. V. (2010). Konsolidovanist ta sporidnenist linii holshtynskoi porody v Ukraini. [Consolidation and relationships of lines of Holstein breed in Ukraine]. Tekhnolohiia vyrobnystva i pererobky produktii tvarynnystva: zbirnyk naukovykh prats. BilaTserkva, 3 (72), 3–8.
6. Khmelnychiy, L. M. (2003). Otsinka he-nealohichnykh formuvan zastupenem fenotypovoi konsolidatsii. [Assessment of genealogical formations by the degree of phenotype consolidation]. Visnyk Sums'koho natsionalnogo ahrarnoho universytetu. Sumy, 7, 269–275.
7. Shcherbatyi, Z. Ye. (2010). Stupin konsolidatsii selektsiinykh oznak koriv okremykh lini i stada ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody. [Degree of consolidation of breeding indicators of cows of certain lines of a herd of Ukrainian Black and White dairy breed]. Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Gzhytskoho. Lviv, 12 № 2 (44), chastyna 3, 275–279.
8. Polupan, Yu. P. (2005). Metody vyznachen-nia stupenia fenotypovoi konsolidatsii selektsiinykh hrup tvaryn. [Methods of determining the degree of phenotypic consolidation of breeding groups of animals]. Metodyky naukovykh doslidzhen iz selektsii, henetyky ta biotekhnolohii u tvarynnystvi. Kyiv: Ahrarna nauka, 52–60.

V. A. Siriak (2019). THE DEGREE OF PHENOTYPIC CONSOLIDATION OF DIFFERENT DAIRY CATTLE BREEDING GROUPS. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 10(2): 36-44. <https://doi.org/10.31548/animal2019.02.036>

Abstract. *The value of various breeding groups of animals is determined not only by their level of productivity, reproduction, product quality, technological adaptability etc., but also by the level of phenotypic consolidation, which ensures the necessary homogeneity and a stable level of desirable traits. The purpose of the research was to study the phenotypic consolidation of various breeding groups of dairy cattle (half-siblings, lines, breeds). It was established that the most consolidated by milk yield, the fat and protein content in milk, the age at first calving*

and the calving interval are groups of half-siblings ($KA5 = 0,202$) compared to the phenotypic consolidation of lines ($KA5 = 0,035$) and breeds ($KA5 = 0,088$). The most consolidated according to the studied characteristics are the groups of daughters of the bulls Nirvana 101709244 ($KA5 = 0,317$) and Tahoe 8189401 ($KA5 = 0,331$), lines of cows and related groups – Marshall2290977 ($KA5 = 0,193$) and J. Besn 5694028588 ($KA5 = 0,103$), as well as the cattle of Ukrainian Black-and-White and Red-and-White dairy breeds ($KA5 = 0,144$ and $KA5 = 0,129$, respectively). It was determined that the level of phenotypic consolidation increases with decreasing of genetic variation of the traits. On average, higher consolidation was observed for traits with low genetic variation (fat and protein content in milk). For milk yield the level of phenotypic consolidation was much lower. For the first calving age and the interval between 1 and 2 calves, the studied groups of animals can be classified on average as unconsolidated. The most consolidated in five traits are the half-siblings cows (the lowest level of the systematic hierarchical structure), and the much lower consolidated are cows of different lines and breeds (higher levels in the systematic hierarchy). Therefore, as the level of the breeding group increases, the degree of their phenotypic consolidation in the breed hierarchy decreases.

Keywords: dairy cattle, phenotypic consolidation, half-siblings, line, breed, milk productivity, reproductive ability

ОРГАНОЛЕПТИЧНА ОЦІНКА ЯЛОВИЧНИН ВІД БУГАЙЦІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ

А. М. УГНІВЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, завідувач кафедри
технологій виробництва молока та м'яса

<https://orcid.org/0000-0001-6278-8399>

Т. А. АНТОНЮК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент
кафедри технологій виробництва молока та м'яса

<https://orcid.org/0000-0001-5045-5546>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

О. П. КРУК, кандидат сільськогосподарських наук, викладач

<https://orcid.org/0000-0001-9975-8994>

Гуцинське вище професійне училище

E-mail: ugnivenko@i.ua; antonyuk_t_a@ukr.net; olgakruk2016@ukr.net

Анотація. Щоб підтримати вибір споживачів під час закупівлі яловичини існує потреба в інформації щодо об'єктивних характеристик її якості за органолептичною оцінкою, яку можливо було б використовувати під час продажу. У роботі наведені дані щодо аромату, соковитості, ніжності, легкості жування вареного м'яса із *musculus longissimus dorsi* та колір, смак і міцність бульйону з нього від бугайців вітчизняної, найбільш поширеної української чорно-рябої молочної породи залежно від віку забою і особливостей вагового росту. За ароматом, соковитістю, ніжністю та легкістю жування варена яловичина бугайців різного віку не відрізняється. За підвищення віку забою тварин колір і міцність бульйону мають тенденцію до покращення відповідно на 9,1 та 34,8 %. Незалежно від фактичної живої маси бугайців перед забоєм суттєвої різниці за оцінкою кольору і міцності бульйону не існує. Смак бульйону за підвищення живої маси має тенденцію до погіршення на 20 %. За підвищення живої маси бугайців перед забоєм від 350-400 до 451-500 кг аромат, ніжність і легкість жування вареного м'яса погіршуються відповідно на 24,1, 9,4 та 27,6 % внаслідок росту волокон, які стають товстіші і теж грубішають, зменшення здатності колагену до деструкції під час нагрівання. У бульйоні тварин за маси під час забою 350-400 кг, смак і аромат м'яса інтенсивніші, ніж за більшої живої маси. За підвищення швидкості росту тварин від народження до забою колір бульйону світло-солом'яний, характеризується вираженням смаком та маленькими зірочками жиру і має тенденцію до поліпшення на 18,2 %, смак і міцність – не змінюються. За збільшення середньодобових приростів аромат, соковитість, ніжність та легкість жування вареного м'яса бугайців мають тенденцію до незначного погіршення. Найбільше (12,5 %) погіршується соковитість вареного м'яса.

Ключові слова: яловичина, органолептична оцінка, українська чорно-ряба молочна порода, бугайці

Актуальність.

У світі спостерігається тенденція до споживання здорової та екологічно безпечної продукції. Споживач стає більш вимогливим до зовнішнього вигляду продуктів та їх смаку. Серед показників, які визначають якість яловичини, важливе значення надається смаковим характеристикам. М'ясо, залежно від умов вирощування тварин та впливу низки інших факторів має велику мінливість смаку. Консистенція, вигляд і смак м'яса впливають на вибір споживачів, тому важливе значення виробники надають оцінюванню продукції за цими показниками. Сприйняття якості м'яса розглядають у практичному значенні та пропонують звертати увагу на окремі кулінарні показники: ніжність, аромат, поживність та соковитість. Схема класифікації яловичини, розроблена в Австралії, передбачає смакові якості кожного відрубів і виявилася ефективною в її прогнозуванні в багатьох інших країнах (Nocquette et al, 2014).

Важливе значення має вивчення органолептичних ознак яловичини від найбільш поширеної в країні, української чорно-рябої молочної породи. Щоб підтримати маркетингові цілі та вибір споживачів під час закупівлі м'яса від тварин української чорно-рябої молочної породи, існує потреба в об'єктивному органолептичному оцінюванні його якості, яке можна було б застосувати під час продажу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

У сприйнятті споживачами смаку яловичини велику роль відіграють інформація щодо системи розведення

худоби (Borgogno et al, 2017), суб'єктивність споживачів (Van Wezemael et al, 2014), тип м'язів (Bonny et al, 2015), тривалість сухого її дозрівання (Golle et al, 2015, Lida et al, 2016) та збагачення корисними поліненасиченими жирними кислотами (Realini et al, 2014). Зі збільшенням віку тварин чорно-рябої молочної породи перед забоєм від 16 до 24 місяців у яловичині збільшується загальна сума як замісних, так і незамінних амінокислот (Кандыба, 1988), підвищується вміст жиру та сухої речовини, збільшується площа «м'язового вічка». Збільшений попит на яловичину у зв'язку зі зміненими вимогами споживачів, яких більш задовольняє мрамурове м'ясо, вимагає більш поглиблених органолептичних досліджень його якості як найбільш цінного продукту харчування. За надання споживачам додаткової інформації щодо умов виробництва яловичини від української чорно-рябої молочної породи кількість помилок під час її закупівлі значно зменшиться.

Мета роботи – встановити вплив віку забою та особливостей вагового росту бугайців української чорно-рябої молочної породи на органолептичну оцінку їх м'яса.

Матеріал та методика досліджень.

Дослідження провели у ФГ «Журавушка», Київської області, Броварського району на бугайцях української чорно-рябої молочної породи. Від народження до 4-місячного віку їх утримували групами по 25 голів. За молочний період їм випоєно по 547,2 кг незбираного молока та 182,4 кг збираного. У подальшому годівлю тварин здійснювали за раціонами, прийнятими у господарстві, на відгодівельному

майданчику, забій – у забійному цеху с. Калинівки. Бугайців у групи для забою формували методом збалансованих груп-аналогів. Для вивчення якості м'яса від тварин взято зразки продовгуватого м'яза спини по 150 г в області 11-12 ребра. Пробу м'яса розміщували у кип'ячену воду та варили 1,5 години за температури 100 °С. Потім охолоджували його протягом години за температури 20 °С. У м'язовій тканині вивчали її аромат, соковитість, ніжність, легкість жування. У бульйоні – колір, смак, міцність. Дегустацію бульйону та вареного м'яса здійснювали за методикою, наведеною у праці (Шкурин, 2002), у лабораторії якості м'яса кафедри технологій виробництва молока та м'яса НУБіП України. Одержані дані оброблено біометрично (Плохинский, 1961) на ПК за використання пакету програм Microsoft Office.

Результати досліджень та їх обговорення.

Суттєвої різниці в оцінці аромату, соковитості, ніжності та легкості жування вареного м'яса, отриманого від бугайців різного віку не виявлено (табл. 1). За підвищення віку забою тварин колір і міцність бульйону мають

тенденцію до поліпшення відповідно на 9,1 та 34,8 %. Бульйон міцніший, оскільки у м'ясі тварин із віком підвищується вміст сухих речовин і жиру, які підвищують його калорійність.

Незалежно від фактичної живої маси бугайців перед забоєм суттєвої різниці за органолептичною оцінкою кольору і міцності бульйону не встановлено (табл. 2). Бульйон із м'яса бугайців за живої маси від 350 до 400 кг смачніший, ніж за маси від 451 до 500 кг. Смак бульйону за підвищення живої маси має тенденцію до погіршення на 20,0 %. Найвищу оцінку вареного м'яса за ароматом, ніжністю та легкістю жування має яловичина від тварин за живої маси перед забоєм від 350 до 400 кг.

За підвищення живої маси перед забоєм до 451-500 кг аромат, ніжність і легкість жування м'яса, погіршуються відповідно на 24,1, 9,4 та 27,6 %. Ніжність і легкість жування м'яса погіршуються, оскільки воно грубішає, бо м'язова тканина розвивається в результаті росту волокон, які стають товщими і теж грубішають, зменшується здатність колагену до деструкції під час нагрівання, тому м'ясо за більшої живої маси жорсткіше, ніж за меншої. Бульйон молодняка має менш

1. Органолептична оцінка яловичини молодняка за різного віку забою, балів, $M \pm m$

Ознака	Вік забою, міс	
	20 (n = 6)	22 (n = 7)
Бульйон: колір	2,2 ± 0,08	2,4 ± 0,14
смак	2,5 ± 0,25	2,5 ± 0,11
міцність	2,3 ± 0,17	3,1 ± 0,11
Варене м'ясо: аромат	3,3 ± 0,18	3,2 ± 0,08
соковитість	3,2 ± 0,14	3,1 ± 0,08
ніжність	3,2 ± 0,28	3,3 ± 0,15
легкість жування	3,2 ± 0,33	3,1 ± 0,18

2. Органолептична оцінка яловичини від молодняка за різної живої маси перед забоєм, балів, $M \pm m$

Ознака	Фактична жива маса, кг		
	від 350 до 400 (n = 4)	від 401 до 450 (n = 4)	від 451 до 500 (n = 4)
Бульйон: колір	2,1 ± 0,12	2,4 ± 0,22	2,1 ± 0,13
смак	3,0 ± 0,07	2,6 ± 0,15	2,5 ± 0,18
міцність	2,4 ± 0,11	2,1 ± 0,20	2,4 ± 0,04
Варене м'ясо: аромат	3,6 ± 0,14	2,8 ± 0,20	2,9 ± 0,17
соковитість	3,3 ± 0,15	3,2 ± 0,20	3,4 ± 0,1
ніжність	3,5 ± 0,23	3,0 ± 0,09	3,2 ± 0,11
легкість жування	3,7 ± 0,19	3,0 ± 0,24	2,9 ± 0,37

інтенсивний смак через те, що у м'ясі є різниця в складі екстрактивних речовин. У бульйоні тварин за маси під час забою 350-400 кг, смак і аромат м'яса інтенсивніші, ніж за більшої живої маси. Такі відмінності можливо зумовлені вмістом міоглобіну, який створює металевий присмак заліза. Погіршення ніжності м'яса можна пояснити тим, що сполучна тканина молодих тварин містить більше ретикуліну і менше зв'язок, ніж колаген.

За середньодобових приростів тварин від 551 до 600 г бульйон на-

буває світло-солом'яного кольору, виражений смак та маленькі зірочки жиру (табл. 3). Колір бульйону стає прозорішим на 18,2 %.

Аромат, соковитість, ніжність та легкість жування вареного м'яса бугайців мають тенденцію до зменшення, за підвищення їх швидкості росту від народження до забою. Найбільше (12,5 %) погіршується соковитість вареного м'яса. Його соковитість і ніжність значно характеризує кількість зв'язаної води в ньому. Вологоутримувальну здатність м'яса визначає

3. Органолептична оцінка яловичини за різної швидкості росту тварин, балів, $M \pm m$

Ознака	Швидкість росту живої маси, г	
	до 550 (n = 3)	від 551 до 600 (n = 3)
Бульйон: колір	2,2 ± 0,07	2,6 ± 0,29
смак	2,6 ± 0,20	2,6 ± 0,16
міцність	2,5 ± 0,09	2,6 ± 0,17
Варене м'ясо: аромат	3,6 ± 0,24	3,4 ± 0,27
соковитість	3,5 ± 0,19	3,1 ± 0,14
ніжність	3,7 ± 0,21	3,5 ± 0,24
легкість жування	3,7 ± 0,24	3,5 ± 0,24

вміст білків у м'язових волокнах, які завдяки своїй хімічній будові, наявності вільних активних груп здатні утримувати велику кількість вологи. Ніжність м'яса залежить від ступеня гідратації білків м'язів. Вона зростає у міру збільшення вмісту в м'ясі зв'язаної води і зменшення кількості соку, який виділяється під час варіння.

Висновки та перспективи.

Суттєвої різниці в оцінці аромату, соковитості, ніжності та легкості жування яловичини від бугайців різного віку не існує. За зростання віку тварин колір і міцність бульйону з м'яса від них мають тенденцію до підвищення насиченості. Незалежно від фактичної живої маси бугайців перед забоєм суттєвої різниці за органолептичною оцінкою кольору і міцності бульйону не існує. Смак бульйону за підвищення живої маси має тенденцію до погіршення. За підвищення живої маси бугайців перед забоєм від 350-400 кг до 451-500 кг аромат, ніжність і легкість жування м'яса погіршуються. За підвищення швидкості росту тварин від народження до забою колір бульйону має тенденцію до поліпшення, смак і міцність не змінюються, аромат, соковитість, ніжність та легкість жування вареного м'яса мають тенденцію до незначного погіршення. У подальшому необхідно дослідити хімічний склад яловичини від бугайців української чорно-рябої молочної породи за різного віку забою та особливостей росту.

References

1. Shkurin, G. T., Timchenko, O. G., Vdovichenko, Yu. V. (2002). Zabiyni yakosti velikoyi rogoi hudobi [Slaughterhouse qualities of cattle]. Kiev, Ukraine: Agrarna nauka. 50.
2. Kandyiba, V. N. (1988). Aminokislotnyy sostav belkov myasa byichkov pri vyiraschivani do raznogo vozrasta s ispolzovaniem rations razlichnogo tipa [Amino acid composition of goat meat proteins when grown to different ages using different types of diets], Molochno-myasnoe skotovodstvo. Kiev. Urozhay. №. 72. 57-63.
3. Kandyiba, V. N. (1990). Formirovani i prognozirovani myasnoy produktivnosti i kachestva myasa byichkov cherno-pestroy porody pri vyiraschivani do povyshennykh vesovykh konditsiy [Formation and prediction of meat productivity and meat quality of Black-And-White gobies meat when grown to high weight conditions], Molochno-myasnoeskotovodstvo, Kiev, Urozhay. № 76. 22-26.
4. Plohinskiy, N. A. (1961). Biometriya [Biometrics]. Novosibirsk. 364.
5. Bonny, S. P. F., Gardner, G. E., Pethick, D. W., Legrand, I., Polkinghorne, R. J., Hocquette, J. F. (2015). Biochemical measurements of beef are a good predictor of untrained consumer sensory scores across muscles. Animal. 9(1). 179-190.
6. Borgogno, M., Cardello, A. V., Favotto, S., & Piasentier, E. (2017). An emotional approach to beef evaluation. Meat science. 127. 1-5.
7. Golle, M. J., Richard, R. P., Killinger, K. M., Bohlscheid, J. C., Gray, A. R., Loucks, W. I., & Doumit, M. E. (2015). Influence of extended aging on beef quality characteristics and sensory perception of steaks from the gluteus medius and longissimuslumborum. Meat Science. 110. 32-39.
8. Hocquette, J. F., Botreau, R., Legrand, I., Polkinghorne, R., Pethick, D. W., Lherm, M., ...& Terlouw, E. M. C. (2014). Win-win strategies for high beef quality, consumer satisfaction, and farm efficiency, low environmental impacts and improved animal welfare. Animal Production Science. 54(10). 1537-1548.
9. Lida, F., Miyazaki, Y., Tsuyuki, R., Kato, K., Egusa, A., Ogoshi, H., & Nishimura, T. (2016). Changes in taste compounds, breaking properties, and sensory attributes

- during dry aging of beef from Japanese black cattle. *Meat Science*, 112, 46-51.
10. Realini, C. E., Kallas, Z., Pérez-Juan, M., Gómez, I., Olleta, J. L., Beriain, M.J., Sañudo, C. (2014). Relative importance of cues underlying Spanish consumers' beef choice and segmentation, and consumer liking of beef enriched with n-3 and CLA fatty acids. *Food Quality and Preference*. 33. 74-85.
11. Van Wezemael, L., De Smet, S., Ueland, Ø., Verbeke, W. (2014). Relationships between sensory evaluations of beef tenderness, shear force measurements and consumer characteristics. *Meat Science*. 97(3). 310-315.
-

A. Ugnivenko, T. Antoniuk, O. Kruk (2019). ORGANOLEPTIC ASSESSMENT OF BEEF FROM UKRAINIAN BLACK-AND-WHITE BULL CALF. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 10(2): 45-50. <https://doi.org/10.31548/animal2019.02.045>

Abstract. For the support of consumer choice when beef is purchased, there is a need for information on the objective characteristics of its quality by organoleptic assessment, which could be used for sales. The paper presents the data on aroma, juiciness, tenderness, ease of chewing of cooked meat from *musculus longissimus dorsi* as well as the color, taste and saturation of broth made from beef of domestic bull calf, the most widespread Ukrainian black and white dairy breed, depending on the age of slaughter and features of weight gains. There is no difference in aroma, juiciness, tenderness and ease of chewing between boiled beef of different ages. With increased animal slaughter age, the color and saturation of broth tend to improve by 9.1 and 34.8%, respectively. Regardless of the actual live weight of bull calf, before the slaughter, no significant difference is observed in terms of color and saturation of broth. The taste of broth with increased live weight tends to deteriorate by 20 %. By increasing the live weight of bull calf before slaughter from 350-400 to 451-500 kg, the aroma, tenderness and ease of chewing of cooked beef deteriorate by 24.1, 9.4 and 27.6 %, respectively, due to the increased content of fibers, which become thicker and too coarser, reducing the ability of collagen to degrade when heated. In the broth of animals weighing 350-400 kg when slaughtered, the taste and aroma of beef are more intense compared to those of larger live weight animals. With the increased rate of growth of animals from birth to slaughter, the color of broth is light straw-yellow, featured by a distinct taste and small inclusions of fat, and it tends to improve by 18.2 %, while the taste and strength do not change. When average daily weight gains are increased, the aroma, juiciness, tenderness and ease of chewing of boiled beef of bull calf tend to slightly deteriorate. The juiciness of cooked beef deteriorates the most (12.5 %).

Keywords: beef, organoleptic assessment, Ukrainian Black-and-White dairy breed, steers

ХАРАКТЕРИСТИКА РОДИН КОРІВ З УРАХУВАННЯМ РІВНЯ ЇХ НАДОЮ ТА ПЛЕМІННОЇ ЦІННОСТІ

Є. І. ФЕДОРОВИЧ, доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач лабораторії розведення та селекції тварин
<https://orcid.org/0000-0002-9910-7902>

Інститут біології тварин НААН

С. І. ФИЛЬ, аспірант*

<https://orcid.org/0000-0002-5060-1889>

Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН

П. В. БОДНАР, кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач
кафедри генетики і розведення тварин

<https://orcid.org/0000-0002-5103-2593>

Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені С. З. Гжицького

E-mail: logir@ukr.net; bodnarlviv28@ukr.net

Анотація. Проведення ефективної внутрішньопородної селекції, яка включає в себе розведення за родинами, є важливим завданням сьогодення, позаяк наявність цінних родин характеризує ступінь відселекціонованості стада і рівень племінної роботи в ньому. Тому метою наших досліджень було провести ретроспективний аналіз даних зоотехнічного обліку щодо молочної продуктивності та племінної цінності 17 родин корів у високопродуктивному стаді ТОВ «Велетень», створеному за поглинального схрещування маток української чорно-рябої молочної породи з голштинськими плідниками. Встановлено, що підконтрольні родини характеризувалися значним рівнем диференціації за надоями, вмістом жиру та білка в молоці. Кращою за надоем виявилася родина Гіти UA5900293739, за жирномолочністю – родина Сороки UA5900397448, а за білковомолочністю – родина Колдуньї UA5900066978. Об'єктивну оцінку родини можна здійснити лише тоді, коли врахована племінна цінність родоначальниці, дочок, онучок, правнучок тощо. Кращою за племінною цінністю за надоем, кількістю молочного жиру та молочного білка виявилася родина Дюни UA5900379687, за вмістом жиру в молоці – родина Сороки UA5900397448 і за вмістом білка в молоці – родина Колдуньї UA5900066978. За характером зміни показників племінної цінності в поколіннях з поміж підконтрольних родин 12 відносилися до категорії прогресуючих, 4 – до стабільних і лише 1 – до регресуючих. Коефіцієнти кореляції та регресії між ознаками молочної продуктивності родоначальниць та їх потомків,

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор Є. І. Федорович

а також коефіцієнт успадкованості досліджуваних ознак були невисокими і майже у всіх випадках недостовірними. До того ж успадкованість жирності білковомолочності була нижчою за успадкованість надою.

Ключові слова: родини, потомки, молочна продуктивність, племінна цінність, коефіцієнт кореляції, коефіцієнт регресії, коефіцієнт успадкованості

Актуальність.

Головним завданням селекційно-племінної роботи у молочному скотарстві є підвищення генетичного потенціалу продуктивності та удосконалення технологічних ознак тварин відповідно до сучасних вимог. У зв'язку із цим, актуальним є проведення ефективної внутрішньопородної селекції, яка включає в себе розведення за лініями та родинами. Відомо, що наявність цінних родин корів характеризує ступінь відселекціонованості стада і рівень племінної роботи в ньому. Родини, а не лише окремі рекордистки, є важливим джерелом одержання цінних родоначальників і продовжувачів ліній, які можуть вплинути на інтенсивність покращення поголів'я тварин як окремого стада, так і породи в цілому (Ільницька, 2016). Тому створення й оцінка родин (як складової породотворного процесу) за основними господарськи корисними ознаками і врахування підбору ліній до родин, ефекту схрещування та інше є першочерговим завданням сьогодення. Селекційна робота має бути спрямована на виділення та оцінку родин, які мають породне значення, що дозволить більш оптимізовано сформувати генеалогічну структуру породи; виділити групу матерів майбутніх бугаїв-плідників (Спека та Кінцал, 2010).

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Багатьма зарубіжними та вітчизняними вченими-селекціонерами накопичено значний досвід щодо розведення молочної худоби за лініями та родинами. У їхніх наукових працях достатньо висвітлене питання значимості родин та окремих корів-рекордисток у формуванні ліній, типів та порід великої рогатої худоби.

Радченко Н. П. (Радченко, 2008) повідомляє, що кожна родина є неоднорідною і складається з багатьох фенотипів, які відрізняються один від одного своїми продуктивними якостями. У межах кожної родини спостерігаються більшою або меншою мірою виражені коливання показників продуктивності. Характер цих змін пов'язаний з якістю фенотипів, які складають певне покоління тварин.

Пелехатий М. С., Піддубна Л. М. (Пелехатий та Піддубна, 2008) вважають, що однобічна орієнтація на розведення молочної худоби лише за лініями гальмує селекцію, оскільки це призводить до зниження інтенсивності добору бугаїв. Тому в країнах з розвиненим молочним скотарством значна увага приділяється максимальному використанню поліпшувачів від корів-рекордисток заводських родин.

Ільницька О. Ю. (Ільницька, 2016) вважає, що найбільшу цінність представляють родини, які мають у

своєму складі корів-рекордисток і є порівняно однорідними за якістю. Саме подібні якості жіночого потомства свідчать про препотентність родоначальниці і є підтвердженням племінної цінності родини.

На підставі багаторічних досліджень і практичної роботи М. І. Бащенко та ін. (Бащенко та ін., 2006) дійшли висновку, що найбільш результативно можна поліпшувати стадо за тривалого розведення невеликої кількості родин, які відселекціоновані за комплексом селекційних ознак. Це дозволяє визначити їхні особливості, виявити найкращі варіанти добору і закріпити спадкові якості цінної родоначальниці у більшій кількості потомків.

Федорович Є. І. та ін. (Федорович та ін., 2007), Кузів М. І. (Кузів, 2011) наголошують, що найбільшу цінність мають препотентні родини, нащадки яких відзначаються однорідністю, міцною конституцією, високою продуктивністю, доброю відтворною здатністю навіть за використання багатьох плідників впродовж ряду поколінь. Тобто цінність родин полягає у їх груповій характеристиці, а саме в тому, якою мірою господарськи корисні якості родоначальниці успадковуються і вдосконалюються у її нащадків. З таких перевірених родин і відбирають бугаїв-плідників. Саме тому в стадах племзаводів роботу з родинами необхідно використовувати як найважливіший прийом у роботі з лініями. Взаємозв'язок ліній і родин веде до найбільш успішного накопичення в них цінних породних якостей.

Мета дослідження полягала у вивченні молочної продуктивності та племінної цінності родин корів у високопродуктивному стаді.

Матеріали та методи дослідження.

Дослідження проведені на родинах та їх потомках чорно-рябої худоби високопродуктивного стада (середній надій на корову близько 10000 кг) ТОВ «Велетень» Глухівського району Сумської області, створеному за поглинального схрещування маток української чорно-рябої молочної породи з голштинськими плідниками. Для досліджень на основі ретроспективного аналізу даних зоотехнічного обліку (програма управління молочним стадом «Юніформ-Агрі») було виділено 17 маточних родин. У родоначальниць та їх потомків вивчали молочну продуктивність за вищу лактацію (надій, вміст жиру й білка в молоці, кількість молочного жиру й молочного білка за 305 днів лактації) та племінну цінність.

Племінну цінність родоначальниць та їх потомків у відповідному поколінні визначали за формулою:

$$\text{ПЦ} = h_m^2 (P - P_p), \quad (1)$$

де h_m^2 – коефіцієнт успадковувальності надою за m лактацій;

P – надій корови, кг;

P_p – надій ровесниць, кг.

Ровесницями слугувало поголів'я корів стада, яке лактувало відповідно в рік, врахований у родоначальниці, дочок, внучок, правнучок.

Середню племінну цінність родини вираховували за формулою:

$$\text{ПЦ}_{\text{род}} = \frac{\text{ПЦ}_p + \text{ПЦ}_o \times n_o + \text{ПЦ}_d \times n_d + \text{ПЦ}_{\text{пр}} \times n_{\text{пр}}}{1 + n_o + n_d + n_{\text{пр}}}, \quad (2)$$

де ПЦ – племінна цінність: род – родини, p – родоначальниці, d – дочок, o – онучок, pr – правнучок, і т. д.;

n – поголів'я дочок (d), онучок (o), правнучок (pr).

За показниками племінної цінності в поколіннях родини розподі-

лили на три категорії: прогресуючі (племінна цінність яких становила + 50 кг молока і більше або + 2,0 кг і більше молочного жиру), стабільні (± 49 кг молока або $\pm 1,99$ кг молочного жиру) і регресуючі (- 50 кг молока і менше або - 2,0 кг і менше молочного жиру).

З метою вивчення генетичної подібності між родоначальницями та їх потомками (дочки, онучки, правнучки) нами були визначені коефіцієнти кореляції та регресії за загальновідомими формулами. Отримані результати досліджень обробляли методом варіаційної статистики за Г. Ф. Лакиным (Лакин, 1990) з використанням комп'ютерної програми "Excel". Різницю між середніми значеннями вважали статистично вірогідною за $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**), $P < 0,001$ (***)

Результати досліджень та їх обговорення. Аналіз продуктивності родоначальниць та їх потомків свідчить про значний рівень диференціації за надоями, вмістом жиру й білка в молоці. Встановлено, що з поміж родоначальниць найвищим надоем відзначалася Корона UA5900397481 (12125 кг), вмістом жиру в молоці – Рамона UA5900316699 (4,14 %), вмістом білка в молоці – Бірюза UA5900344847 (3,33 %), кількістю молочного жиру (452,3 кг) та молочного білка (392,9 кг) – Корона UA5900397481. Найнижчі показники надою, кількості молочного жиру та молочного білка були відмічені у родоначальниці Гіти UA5900293739 (5466; 222,5 та 176,0 кг відповідно), вмісту жиру в молоці – у родоначальниці Азії UA5900067052 (3,60 %) та білка – у родоначальниці Сорока UA5900397448 (3,09 %).

Варто відмітити, що досить високими надоями за вищу лактацію ха-

рактеризувалися також родоначальниці Лінда UA5900372908 (10931 кг), Рамона UA5900316699 (10508 кг), Сорока UA5900397448 (10272 кг), Рябіна UA5900237401 (9152 кг), Майка UA5900202450 (9064 кг).

Встановлено, що найбільш високопродуктивні дочки були одержані від родоначальниць Фреді UA5900299970, Азія UA5900067052, Гіта UA5900293739 та Дюна UA5900379687, їх надій становив відповідно 11418,3; 10804,6; 10495,4 та 10318,2 кг. Водночас слід вказати, що дочки високопродуктивних родоначальниць не завжди відзначалися високими показниками молочної продуктивності і, навпаки, низькопродуктивних – низькими. Так, від родоначальниць Корона UA5900397481 та Рамона UA5900316699, надій за вищу лактацію яких становив 12125 та 10508 кг, було одержано дочок, середній надій яких за таку ж лактацію був нижчим відповідно на 2342 та 1172 кг, а родоначальниці Гіта UA5900293739, Дюна UA5900379687 та Фреді UA5900299970 з надоем за вказану лактацію 5466; 7454 та 7467 кг дали дочок, від яких за вищу лактацію одержали в середньому 10318,2; 10804,6 та 11418,3 кг відповідно.

Надій онучок піддослідних родоначальниць знаходився в межах 8468,8–11523,0 кг, вміст жиру в молоці – в межах 3,62–3,94 %, білка – в межах 3,09–3,27 %, кількість молочного жиру – в межах 317,1–452,3 кг та молочного білка – в межах 266,0–362,2 кг. При цьому надоями понад 10000 кг молока відзначалися онучки родоначальниць Гіти UA5900293739, Заринки UA5900217924, Марки UA5900316936, Рамони UA5900316699, Рябіни UA5900237401 і Сороки

UA5900397448, а від 4 онучок родоначальниці Лодочки UA5900217759 було надоєно в середньому по 11523,0 кг молока.

На час проведення досліджень за врахований період правнучки були одержані лише від 8 родоначальниць. Їх надій за вищу лактацію коливався від 8393,2 до 10180,4 кг, вміст жиру в молоці – від 3,47 до 3,83 %, білка – від 3,04 до 3,23 %, кількість молочно-го жиру – від 315,8 до 385,1 кг та молочно-го білка – від 263,2 до 325,0 кг. Найкращими за надоєм виявилися правнучки родоначальниці Майки UA5900202450, а найгіршими – родоначальниці Лодочки UA5900217759.

Вважається, що мінімальна чисельність родини становить 7 маток (родоначальниця, 2 дочки та 4 онучки). У наших дослідженнях найбільш чисельною виявилася родина Марки UA5900316936, яка налічувала 22 матки (родоначальниця, 6 дочок, 8 онучок

та 7 правнучок). Дещо менше поголів'я маток було у родини Колдуньї UA5900066978 – 18 корів (родоначальниця, 5 дочок, 6 онучок та 6 правнучок). Найменш чисельними були родини Азії UA5900067052, Корони UA5900397481 та Сороки UA5900397448, які налічували по 10 маток.

Аналіз даних свідчить (табл. 1), що найбільш продуктивною виявилася родина Гіти UA5900293739, однак, за надоєм за вищу лактацію її потомки достовірно переважали лише нащадків родини Колдуньї UA5900066978 – на 1998,2 кг ($P < 0,01$). Останні ж достовірно ($P < 0,05-0,001$) поступалися за вищенаведеним показником також потомкам родин Азії UA5900067052, Дюни UA5900379687, Заринки UA5900217924, Корони UA5900397481, Марки UA5900316936, Рамони UA5900316699, Рябіни UA5900237401, Сороки UA5900397448 та Фреді UA5900299970 – на 1432,4–1998,2 кг.

1. Молочна продуктивність різних родин, $M \pm m$

Родина	n	Продуктивність потомків родин за вищу лактацію				
		надій, кг	жир, %	білок, %	молочний жир, кг	молочний білок, кг
Азія UA5900067052	9	9770,2 $\pm$ 427,05	3,98 $\pm$ 0,152	3,17 $\pm$ 0,035	388,9 $\pm$ 22,94	310,1 $\pm$ 14,62
Бірюза UA5900344847	13	9196,8 $\pm$ 576,62	3,78 $\pm$ 0,064	3,18 $\pm$ 0,033	345,5 $\pm$ 19,76	292,0 $\pm$ 18,56
Гіта UA5900293739	13	10190,5 $\pm$ 599,23	3,72 $\pm$ 0,092	3,17 $\pm$ 0,028	377,9 $\pm$ 22,59	322,6 $\pm$ 18,26
Дюна UA5900379687	10	10133,9 $\pm$ 365,21	3,83 $\pm$ 0,094	3,18 $\pm$ 0,021	387,9 $\pm$ 17,79	322,8 $\pm$ 12,07
Заринка UA5900217924	11	9624,7 $\pm$ 543,82	3,73 $\pm$ 0,126	3,12 $\pm$ 0,033	357,4 $\pm$ 21,53	299,8 $\pm$ 16,95
Колдунья UA5900066978	17	8192,3 $\pm$ 340,20	3,73 $\pm$ 0,057	3,24 $\pm$ 0,026	304,5 $\pm$ 12,21	265,2 $\pm$ 11,13
Корона UA5900397481	9	9659,4 $\pm$ 621,26	3,83 $\pm$ 0,077	3,21 $\pm$ 0,052	368,5 $\pm$ 22,00	309,3 $\pm$ 18,83
Кохана UA5900140098	14	8933,1 $\pm$ 406,83	3,75 $\pm$ 0,078	3,15 $\pm$ 0,024	333,4 $\pm$ 14,29	281,6 $\pm$ 13,18
Лінда UA5900372908	11	8857,5 $\pm$ 381,89	3,69 $\pm$ 0,053	3,13 $\pm$ 0,017	326,7 $\pm$ 14,40	277,3 $\pm$ 11,92
Лодочка UA5900217759	12	9161,1 $\pm$ 648,38	3,91 $\pm$ 0,116	3,17 $\pm$ 0,037	355,3 $\pm$ 24,54	289,8 $\pm$ 20,72
Майка UA5900202450	13	9434,5 $\pm$ 614,12	3,84 $\pm$ 0,068	3,21 $\pm$ 0,025	362,7 $\pm$ 24,93	303,0 $\pm$ 19,55
Марка UA5900316936	21	9754,8 $\pm$ 413,84	3,73 $\pm$ 0,045	3,18 $\pm$ 0,022	362,5 $\pm$ 14,70	309,6 $\pm$ 12,99
Німфа UA5900140404	10	9081,6 $\pm$ 553,90	3,79 $\pm$ 0,069	3,19 $\pm$ 0,034	343,5 $\pm$ 21,99	289,7 $\pm$ 17,66
Рамона UA5900316699	12	9979,3 $\pm$ 453,26	3,66 $\pm$ 0,062	3,14 $\pm$ 0,022	366,7 $\pm$ 20,18	314,5 $\pm$ 15,85
Рябіна UA5900237401	11	9938,9 $\pm$ 373,37	3,74 $\pm$ 0,048	3,22 $\pm$ 0,035	371,3 $\pm$ 14,30	320,2 $\pm$ 12,42
Сорока UA5900397448	9	9875,0 $\pm$ 298,90	4,04 $\pm$ 0,125	3,21 $\pm$ 0,040	397,4 $\pm$ 13,30	317,3 $\pm$ 9,79
Фреді UA5900299970	10	9963,5 $\pm$ 579,66	3,77 $\pm$ 0,108	3,12 $\pm$ 0,035	375,8 $\pm$ 22,83	310,2 $\pm$ 17,65

Варто зазначити, що за жирно-молочністю всі підконтрольні родини переважали стандарт української чорно-рябої молочної та голштинської порід, а найбільш жирно-молочними були родини Сороки UA5900397448, Азії A5900067052 та Лодочки UA5900217759. Найменшим вмістом жиру в молоці відзначалися родини Рамони UA5900316699 та Лінди UA5900372908.

Вміст білка в молоці у піддослідних родин знаходився в межах 3,12–3,24 %, водночас найвищий показник спостерігався у родини Колдуни UA5900066978, а найнижчий – у родини Заринки UA5900217924. Кількість молочного жиру та молочного білка коливалася від 304,5 до 397,4 та 265,2 до 325,5 кг відповідно.

Об'єктивну оцінку родини можна здійснити лише тоді, коли врахована племінна цінність родоначальниці, дочок, онучок, правнучок тощо. Встановлено, що племінна цінність родоначальниць за надоєм коливалася від -688,8 (Бірюза UA5900344847) до +630,4 кг (Корона UA5900397481), за вмістом жиру в молоці – від -0,050 (Азія UA5900067052) до +0,092 % (Рамона UA5900316699), за вмістом білка в молоці – від -0,025 (Сорока UA5900397448) до +0,035 % (Бірюза UA5900344847), за кількістю молочного жиру – від -25,7 (Бірюза UA5900344847) до +27,4 кг (Майка UA5900202450) та за кількістю молочного білка – від -20,0 (Бірюза UA5900344847) до +22,4 кг (Корона UA5900397481).

Відомо, що у селекційному процесі найбільшу цінність мають препотентні родини, потомки яких характеризуються однорідністю та високою продуктивністю, навіть за використання багатьох плідників впродовж

ряду поколінь. Основними чинником, що засвідчує препотентність родоначальниць є здатність передавати властиві їй особливості наступним поколінням корів. Результати досліджень свідчать, що не всі родоначальниці були препотентними, на що вказує племінна цінність їх потомків. Так, племінна цінність за вищенаведеними показниками у дочок родоначальниць знаходилася відповідно в межах -344,5– +584,3 кг; -0,040– +0,083 %, -0,015– +0,030 %; -12,3– +25,1 кг та -6,3– +17,6 кг, в онучок – в межах -262,2– +480,6 %; -0,035– +0,053 %; -0,020– +0,025 %; -9,5– +23,7 кг та -9,5– +14,1 кг і в правнучок – в межах -305,0– +177,6 кг; -0,065– +0,023 %; -0,065– +0,020 %; -10,7– +8,5 кг та -10,1– +5,4 кг.

Кращими за племінною цінністю (табл. 2) за надоєм виявилися родини Дюни UA5900379687, Рамони UA5900316699, Сороки UA5900397448, Гіти UA5900293739, Рябіни UA5900237401 та Марки UA5900316936, за вмістом жиру в молоці – Сороки UA5900397448, Азії UA5900067052 та Лодочки UA5900217759, за вмістом білка в молоці – Колдуни UA5900066978, Корони UA5900397481, Майки UA5900202450 та Рябіни UA5900237401, за кількістю молочного жиру – Сороки UA5900397448, Дюни UA5900379687, Азії UA5900067052 та Марки UA5900316936 і за кількістю молочного білка – Дюни UA5900379687, Сороки UA5900397448, Рамони UA5900316699 та Майки UA5900202450, найгіршими за племінною цінністю за надоєм були родини Колдуни UA5900066978 та Лінди UA5900372908, за вмістом жиру в молоці – Рамони UA5900316699 та Лінди UA5900372908, за вмістом біл-

ка в молоці – Заринки UA5900217924 та Фреді UA5900299970, за кількістю молочного жиру й молочного білка – Колдунь UA5900066978 та Лінди UA5900372908.

Встановлено, що за характером зміни показників племінної цінності в поколіннях з поміж підконтрольних родин 12 (70,6 %) відносилися до категорії прогресуючих, 4 (23,5 %) – до стабільних і лише 1 (5,9 %) – до регресуючих. Такий високий відсоток прогресуючих родин у стадії, на нашу думку, до певної міри можна пояснити застосуванням поглинального схрещування маток з голштинськими плідниками, які, як відомо, відзначаються високими генетичними задатками.

Одержані дані свідчать, що вплив родоначальниць на наступні покоління, залежно від генерації і ознаки молочної продуктивності, неоднаковий,

проте в цілому коефіцієнти кореляції та регресії між показниками молочної продуктивності родоначальниць та їх потомків різних генерацій є невисокими і майже у всіх випадках недовірними (табл. 3). Водночас слід відмітити, що за вищенаведеними коефіцієнтами ніякої закономірності, за винятком надою, не спостерігалося, хоча подібність між предками і потомками кожної наступної генерації за законами генетики повинна би зменшуватися вдвічі.

Прогнозувати ефективність селекції молочної худоби і передбачати певні зміни за показниками продуктивності наступних поколінь можна за коефіцієнтами успадкованості основних селекційних ознак (табл. 4).

Розрахунок селекційно-генетичних параметрів показав, що коефіцієнти успадкованості надою та

2. Племінна цінність різних родин

Родина	n	Племінна цінність потомків родин за:				
		надоєм, кг	вмістом жиру в молоці, %	вмістом білка в молоці, %	кількістю молочного жиру, кг	кількістю молочного білка, кг
Азія UA5900067052	9	+197,5	+0,043	-0,002	+11,8	+6,2
Бірюза UA5900344847	13	+5,3	+0,004	+0,003	+0,2	+0,2
Гіта UA5900293739	13	+228,8	-0,005	-0,002	+7,7	+7,1
Дюна UA5900379687	10	+293,7	+0,016	+0,004	+13,0	+9,8
Заринка UA5900217924	11	+220,2	-0,007	-0,013	+7,3	+5,7
Колдунья UA5900066978	17	-115,0	-0,011	+0,014	-5,2	-2,4
Корона UA5900397481	9	+156,1	+0,018	+0,012	+7,2	+5,9
Кохана UA5900140098	14	+60,4	-0,005	-0,008	+1,6	+1,4
Лінда UA5900372908	11	-40,4	-0,017	-0,008	-2,9	-1,9
Лодочка UA5900217759	12	+11,0	+0,038	+0,002	+3,4	+0,4
Майка UA5900202450	13	+201,8	+0,024	+0,012	+10,1	+7,5
Марка UA5900316936	21	+199,5	-0,009	±0	+6,5	+6,3
Німфа UA5900140404	10	+30,6	±0	+0,003	+1,3	+1,3
Рамона UA5900316699	12	+257,1	-0,018	-0,007	+8,4	+7,6
Рябіна UA5900237401	11	+209,9	-0,004	+0,012	+7,5	+7,9
Сорока UA5900397448	9	+233,4	+0,063	+0,006	+14,9	+8,0
Фреді UA5900299970	10	+170,1	±0	-0,011	+6,6	+4,2

3. Коефіцієнти кореляції та регресії між ознаками молочної продуктивності родоначалниць і їх потомків

Покоління	Кількість пар	Коефіцієнти					
		кореляції			регресії		
		надій, кг	вміст жиру в молоці, %	вміст білка в молоці, %	надій, кг	вміст жиру в молоці, %	вміст білка в молоці, %
Родоначалниці-дочки	75	0,27 ± 0,107*	0,05 ± 0,115	0,06 ± 0,115	0,24 ± 0,109*	0,04 ± 0,115	0,05 ± 0,115
Родоначалниці-внучки	89	0,18 ± 0,103	0,02 ± 0,106	0,03 ± 0,106	0,19 ± 0,102	0,01 ± 0,106	0,02 ± 0,106
Родоначалниці-правнучки	40	0,15 ± 0,155	0,11 ± 0,156	0,10 ± 0,157	0,12 ± 0,156	0,06 ± 0,156	0,06 ± 0,157

4. Коефіцієнти успадковуваності ознак молочної продуктивності у поколіннях родин

Покоління	Кількість пар	$h^2 \pm m$		
		надій, кг	жир, %	білок, %
F1 (родоначалниця – дочки)	75	0,23 ± 0,109*	0,08 ± 0,115	0,10 ± 0,114
F2 (дочки – внучки)	89	0,16 ± 0,103	0,07 ± 0,105	0,10 ± 0,105
F3 (онучки – правнучки)	40	0,12 ± 0,156	0,04 ± 0,158	0,09 ± 0,157

вмісту жиру в молоці за материнською стороною у сформованих генеалогічних родин були невисокими і без вірогідного підтвердження (виняток – коефіцієнти успадковуваності надою дочками), що, насамперед, пов'язано із невеликою чисельністю тварин у родин корів. До того ж вони були неоднаковими для різних поколінь. Так, з кожним наступним поколінням коефіцієнт успадковуваності надою та жиру знижувався, а вмісту білка в молоці майже не змінювався. До того ж, успадковуваність жирно- та білковомолочності була нижчою за успадковуваність надою.

З огляду на вищезазначене можна висловити думку, що добір за жирномолочністю корів врахованих родин буде малоефективним. Це вказує на досить повільне покращення стада за цією ознакою без використання плідників жирномолочних порід.

Висновки і перспективи.

1. Підконтрольні родини характеризувалися значним рівнем диференціації за надоями, вмістом жиру та білка в молоці.

2. За характером зміни показників плеємної цінності в поколіннях з поміж підконтрольних родин 12 (70,6 %) відносилися до категорії прогресуючих, 4 (23,5 %) – до стабільних і лише 1 (5,9 %) – до регресуючих.

3. Вплив родоначалниць на наступні покоління, залежно від генерації і ознаки молочної продуктивності, неоднаковий, хоча в цілому коефіцієнти кореляції та регресії між ознаками молочної продуктивності родоначалниць та їх потомків різних генерацій є невисокими і майже у всіх випадках недостовірними.

4. Дочки високопродуктивних родоначалниць не завжди відзначали-

ся високими показниками молочної продуктивності і, навпаки, низькопродуктивних – низькими. З кожним наступним поколінням коефіцієнт успадковуваності надою та жиру знижувався, а вмісту білка в молоці майже не змінювався. До того ж, успадковуваність жирно- та білково-молочності була нижчою за успадковуваність надою.

References

1. Ilnitska, O. Yu. (2016). Molochna produktivnist' ta pleminna cinnist' koriv riznyh rodyn prykarpats'kogo vnurishn'oporodnogo typu ukrai'ns'koi' chervono-rjaboi' molochnoi' porody [Milk productivity and breeding value of the cows of different bloodlines of precarpathian interbreed type of Ukrainian Red-and-White dairy breed]. Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj, 18, 2(67), 97–103. doi:10.15421/nvlvet6722
2. Speka, S. S., Kincal, Yu. A. (2010). Rodyny ta yikh rol u formuvanni henealohichnoi struktury poliskoi m'iasnoi porody [Families and their roles in Polissia meat breed genealogical structure formation]. Visnyk Zhytomyskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu, 1 (26), 259–264.
3. Radchenko, N. P. (2008). Feno- ta genotypni osoblyvosti produktyvnyh oznak u pokolin-njah rodyn koriv buroi' molochnoi' porody [Phenothat genotypic features of productive qualities in generations of families of cows of Brown dairy breed]. Animal Breeding and Genetics, 42, 266–268.
4. Pelekhatyi, M. S., Piddubna, L. M. (2008). Особливості розведення імпоротної чорно-рябої німецької худоби за родинами [The breeding of imported White-and-Black German cattle by families]. Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj. T. 10, № 2 (37), 3, 127–135.
5. Bashchenko, M. I., Dubin, A. M. (2006). Rol koriv-rekordystok ta rodyn u selektsii molochnoi khudoby [The role of heifers and families in the dairy breed selecti]. Kyiv: Fitosociocentr, 152.
6. Fedorovych, E. I., Babii, N. M., Kuziv, M. I., Dorda, T. F. (2007). Rodyny i i'h znachennja u selekciijnij roboti [Families and their value in selection work]. Visnyk Cherkaskogo instytutu agropromyslovogo vyrobnytstva, 7, 58–63.
7. Kuziv, M. I. (2011). Селекційна робота з лініями та родинами при вдосконаленні української чорно-рябої молочної породи [Selective work with lines and families of Ukrainian Black-and-White dairy breed]. Biology of animals. 13(1-2), 354–359.
8. Lakin, G. F. (1990). Biometrija: uchebnoe posobie [Biometrics: tutorial]. Moscow, Vysshaja shkola, 352.

E. I. Fedorovych, S. I. Fyl, P. V. Bodnar (2019). CHARACTERISTICS OF COW FAMILIES, CONSIDERING THE LEVEL OF THEIR YIELDS AND BREEDING VALUE.

ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 10(2): 51-60.

<https://doi.org/10.31548/animal2019.02.051>

Abstract. *Effective inbreeding selection, which includes family breeding, is an important task of our time, since the presence of valuable families characterizes the degree of breeding of the herd and the level of breeding work in it. Therefore, the aim of our study was to carry out a retrospective analysis of data of zootechnical accounting for dairy performance and breeding value of 17 families with high-performance in the LCC "Veleten" herd, created by absorption crossing of Ukrainian Black-and-White dairy cow with Holstein breeders. It was established that controlled families were characterized by a significant level of differentiation by content of milk yield, fat and protein in milk. The best by yields it was appeared to be family of Gita*

UA5900293739, by fat content Soroka UA5900397448 family, and by protein content Koldunya UA5900066978 family. Objective evaluation of a family can be done only when considered breeding value and ancestors, daughters, granddaughters, great-granddaughters, etc. Duna UA5900379687 was the best by breeding value for yield, quantity of milk fat and milk protein the family, Soroka UA5900397448 by fat content in milk and Koldunya UA5900066978 by protein content in milk. The nature of changes in indices of breeding values in generations under the control 12 belonged to category of progressive, 4 – to a stable and just 1 – to regressing. Objective evaluation of a family can be done only when considered breeding value ancestors and daughters, granddaughters, great-granddaughters, etc. Duna family UA5900379687 was the best by breeding value for yield, quantity of milk fat and milk protein, Soroka family UA5900397448 – by fat content in milk and Koldunya UA5900066978 by protein content in milk. The nature of changes in indices of breeding values in generations under the control 12 belonged to category of progressive, 4 – to a stable and just 1 – to regressing. Correlation and regression coefficients between milk productivity features of cows-ancestors and their descendants, as well as the coefficients of heredity of the studied features were low and in almost all cases unreliable. In addition, the inheritance of fat and protein in milk was lower than inheritance of milk yields.

Keywords: families, descendants, dairy productivity, breeding value, correlation coefficient, regression coefficient, coefficients of heredity.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОФІЛЬТРІВ З РІЗНИМИ ТИПАМИ НАПОВНЮВАЧІВ НА ЕТАПІ ВСТАНОВЛЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ РІВНОВАГИ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНЕНОГО ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Д. Ю. ШАРИЛО, аспірант* кафедри аквакультури,

<http://orcid.org/0000-0001-6005-421X>

В. О. КОВАЛЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук, доцент
кафедри аквакультури,

<http://orcid.org/0000-0001-7452-4331>

Б. Ю. КОВАЛЕНКО, аспірант* кафедри аквакультури,

<http://orcid.org/0000-0002-0719-2063>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: Sharylo.dmitrii@gmail.com, kovalenko_va_58@i.ua,

bogdankovalenko@ukr.net

Анотація. У роботі представлені результати експерименту з порівняльної оцінки різних типів наповнювачів для фільтрів біологічної очистки установок замкненого водозабезпечення (УЗВ) на етапі формування активної бактеріальної плівки. У якості наповнювачів використовувались високопориста кераміка і сепаракс (пористе скло) як перспективні біофільтраційні матеріали, що мають значно вищі показники корисної площі поверхні порівняно з класичними полімерними плаваючими біозавантажувачами. Перевірено швидкість запуску біологічної фільтрації в УЗВ, оснащених біофільтрами з різними наповнювачами. У якості біологічного тест-об'єкту було обрано молодь кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). Цей вид характеризується підвищеною резистентністю до впливу азотних сполук на організм, але молодь на етапі вирощування від 0,5 до 200 г більш чутлива до факторів гідрохімічного стану води. Разом з тим, цей вид менше піддається раунд-фактору порівняно з традиційними об'єктами аквакультури України, що дозволяє працювати з ним у порівняно малих модельних установках замкненого водопостачання. За результатами досліджень встановлено, що біофільтри з різними типами субстратів для заселення нітрифікуючими бактеріями на етапі запуску фільтраційних систем УЗВ проходять цикл встановлення біологічної рівноваги з однаковим темпом. За рахунок більш оптимальних гідрохімічних показників у процесі експлуатації УЗВ з досліджуваними варіантами наповнювачів біофільтру відсоток виживаності та показники приросту мальків кларієвого сома були

* Науковий керівник - кандидат сільськогосподарських наук В. О. Коваленко

дещо вищими порівняно з використанням класичного плаваючого полімерного наповнювача. Це пов'язано з вищим показником питомої площі поверхні порівняно з класичним полімерним наповнювачем. Для перевірки результатів експерименту, особливо в частині впливу різних наповнювачів для біофільтра на показники якості води, швидкість встановлення біологічної рівноваги та якості роботи блоку біологічного очищення в УЗВ та виживаність риб доцільно продовжити дослідження за умови експериментального збільшення рівня органічного навантаження.

Ключові слова: кларієвий сом, УЗВ, біофільтрація, нітрифікація, біозавантаження, сепаракс, пориста кераміка

Актуальність.

На сьогодні в раціоні середньостатистичного українця кількість риби і морепродуктів значно поступається загальновизнаним медичним нормам. Причинами цього є недостатній обсяг вітчизняного виробництва рибної продукції та висока її кінцева вартість. Вирішення цієї проблеми полягає у впровадженні енергозберігаючих методів вирощування товарної риби. Одним із напрямів розробки ресурсозберігаючих технологій є удосконалення системи біофільтрації води в УЗВ.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вирощування риби в рециркуляційних установках дозволяє підвищити продуктивність рибницьких господарств за рахунок інтенсифікації процесу культивування. Такий спосіб вирощування має порівняно високі затрати на матеріально-технічне облаштування господарства та його експлуатацію. Виправданим в економічному сенсі є використання таких видів риб, ціна товарної продукції яких дає змогу окупити витрати на виробництво. Не менш важливим чинником є швидкість росту і виживаність об'єкта культивування на всіх етапах вирощування та вихід товарної продукції з одиниці площі чи об'єму

води. Використання технологій УЗВ дозволяє рибницьким підприємствам перейти на однорічний цикл товарного виробництва, що значно скоротить терміни окупності вкладених у побудову господарства коштів, порівняно з класичними дво- чи трирічними циклами (Гріневич, 2016).

Африканський кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) був завезений в Європу наприкінці XX століття. Біологічні особливості цієї риби зробили її одним із найбільш перспективних об'єктів аквакультури в УЗВ. Кларієвий сом віддає перевагу воді з температурою 25-32 °С, має високу резистентність до підвищеного вмісту в воді азотистих сполук, витримує високу щільність під час вирощування і, як наслідок, може давати вихід товарної риби до 600 кг з 1 м³ води. Завдяки наявності надзаябрового апарату ця риба витримує дуже низьку концентрацію кисню у воді. У межах природного ареалу кларієвий сом веде хижацький спосіб життя, хоча відомо, що ця риба може досить добре рости на кормах із низьким вмістом протеїну тваринного походження (Власов, 2009; Гордеев, Власов, 2005; Фатталахи, Власов, 2005).

У класичних технологіях вирощування риби та інших гідробіонтів в

УЗВ можливе використання біофільтрів різних типів та конструкцій. Головним елементом біофільтра є субстрат чи завантаження, ефективність якого оцінюється за питомою площею робочої поверхні ($S_{\text{пр}}$, м²/м³) в одиниці об'єму активної зони біофільтра. Чим більша питома площа субстрату, тим більше бактерій може поселитись у кубічному метрі активної зони біофільтра (Проскурєнко, 2003).

На сьогодні практично всі біофільтраційні установки потребують досить великої кількості наповнювачів, що слугують субстратом для біоплівки, ємностей відповідного об'єму та площі для розміщення і, як наслідок, значних затрат на побудову та експлуатацію таких установок. Використання завантаження для біофільтрів із високими показниками питомої площі поверхні може вирішити цю проблему і, в результаті, знизити собівартість виробництва рибної продукції (Timmons, Ebeling, 2006).

Найбільш поширеним у світовій аквакультурі наповнювачем для біофільтрів сьогодні є пластикове плаваюче завантаження для блоку біологічної очистки. Цей наповнювач потребує значного об'єму біофільтраційної установки – 1:1–1,3:1 по відношенню до об'єму рибницьких басейнів. Також деякі УЗВ, що використовують пластикове навантаження для біофільтрів, оснащені блоком денітрифікації, який значно здорожчує процес виробництва продукції через високу вартість і значну енергоємність. Ще один мінус – високі темпи зношування пластикового наповнювача і потреба у відносно частій його заміні (Проскурєнко, 2003; Timmons, Ebeling, 2006).

Запуск біологічного фільтра необхідний для заселення субстрату

колоніями бактерій *Nitrosomonas* і *Nitrobacter*. Розвиток колонії *Nitrosomonas* починається за потрапляння в біофільтр амонію NH_4^+ . У результаті окислювальної діяльності *Nitrosomonas* у воді з'являється нітрит NO_2^- , який слугує кормом для бактерій роду *Nitrobacter*, що окислюють нітрит до нітрату NO_3^- . Обидві стадії процесу нітрифікації йдуть зі значним споживанням кисню.

Середній термін завершення запуску біофільтра становить 40–70 діб за оптимальної температури +16 °С. Безпечний запуск біофільтра здійснюється за щільності посадки риби 2–3 кг/м³, тому концентрація токсичних продуктів у воді не встигає дійти до летальних значень. Навантаження на біофільтр можна збільшувати тільки після завершення процесу формування колоній бактерій, що оцінюють за зростанням концентрації нітрату NO_3^- .

Прискорений запуск біофільтра проходить за часткової його заправки субстратом з уже функціонуючого біофільтра. Так, із крапельного біофільтра діючої установки в різних місцях вилучаються блоки субстрату і замінюються чистими блоками. Вилучені блоки встановлюються у верхню частину фільтра, що запускається, і система приводиться в робочий стан. Аналогічно діють під час роботи з фільтрами з гранульованим завантаженням. Під час запуску біофільтра бактеріальна плівка покриває не тільки субстрат, але і всі поверхні установки, які контактують із циркулюючою водою. Прискорення запуску біофільтра у замкненій установці досягається також шляхом внесення в воду концентрату необхідних бактерій.

Перший етап біологічного очищення води – переведення амонію в нітрит. Сам по собі іон NH_4^+ не отруйний для

риб, адже організм риби виділяє вільний аміак NH_3 через зябра. Виділення аміаку, як правило, прямо пропорційне кількості з'їденого корму, обернено пропорційне кормовому коефіцієнту і залежить від складу корму. Аміак та іони амонію знаходяться в хімічній рівновазі $\text{NH}_3 - \text{H}^+ - \text{NH}_4^+$, яка в лужному середовищі зміщується ліворуч, а в кислому – праворуч, зі зв'язуванням іонів водню. Крім рН, на цей процес сильно впливає температура. Концентрація вільного аміаку, з якої починається пригнічення життєдіяльності у більшості видів риби, становить 0,05 мг / л (Timmons, Ebeling, 2006).

Стандартні методи гідрохімічного аналізу води дозволяють виміряти тільки загальну кількість аміак-амонію. Враховуючи біологічні особливості кларієвого сома, загальна кількість $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$, що може міститись у технологічній воді, становитиме до 10 мг / л (Спотт, 1982; Timmons, Ebeling, 2006).

Вважається, що нітрати NO_3^- для риби нетоксичні і вона може витримувати їх концентрацію до 100 мг / л. Також вважається, що нітрати не проникають в тканини риби і риба, вирощена за високої концентрації нітратів, не накопичує їх у своїх тканинах. У типових УЗВ такої концентрації нітратів, зазвичай, не вдається досягти (Брайнбалле, 2010).

Наявність нітритів у технологічній воді є наступним після показника амонію негативним фактором: після окислення амонію до азотистої і азотної кислоти вони стають небезпечними для риби хімічними сполуками. Прийнято вважати, що припустима концентрація нітриту в технологічній воді – до 0,2 - 0,25 мг / л. Але відомості про токсичність даної речовини, без урахування наявності у

воді іонів хлору – малоінформативні. Якщо прийняти дану норму за гранично допустиме значення, то запуск системи біофільтрації за наявності в системі риби був би неможливим, і будь-які перевантаження установки призводили б до загибелі риби. Так, за наявності в воді іонів хлору 32 мг / л безпечна концентрація нітритів для лососевих видів риби підвищується з 0,2 до 8,9 мг / л (Проскурєнко, 2003). У зв'язку з цим, ГДК за нітритом для рециркуляційних установок прийнято вважати 2 мг / л (Timmons, Ebeling, 2006, Брайнбалле, 2010).

Мета досліджень полягає в пошуку альтернативних матеріалів для біологічної фільтрації в УЗВ з вищим ніж у класичного пластикового наповнювача показником питомої площі поверхні та відповідною можливістю зменшення об'єму біофільтру, що дасть змогу знизити кількість використовуваної води і зменшити затрати на воду та енергоносії.

Завдання дослідження полягало у визначенні якості роботи біофільтрів у модельних УЗВ з різними типами наповнювачів та їхнього впливу на ріст і виживання біологічного тест-об'єкта – молоді кларієвого сома.

Матеріали та методи досліджень.

Досліди з порівняльної оцінки якості різних наповнювачів для біологічного завантаження фільтраційних систем установок замкненого водопостачання та оптимізації схеми роботи біофільтрів були проведені в період від листопада до грудня 2019 року на базі лабораторії рибництва кафедри аквакультури НУБіП України.

Для проведення дослідів було спроектовано та встановлено комп-

лекс із п'яти модельних акваріальних установок, які відповідали основним характеристикам замкнених рибницьких систем. Кожна установка включала в себе виготовлену зі скла рибоводну ємність об'ємом 100 л, блок фільтрації води. Для підйому води в біофільтр використовувались помпи «MinJang NS F801» потужністю 1200 л / год з енергоспоживанням 15 Вт / год. У якості механічного фільтра використано пористі порононі губки, приєднані до водоподаючої помпи. Очистка механічного фільтра проводилась періодично вручну, за необхідності.

Блок біологічної очистки складався з пластикової ємності (розміри 90 см × 14 см × 15 см, робочий об'єм 10 л), водоподаючого шлангу, прокладеного від помпи до переливної колонки. У ємності біофільтра шланг був перфорований і прокладений по дну. Така конструкція дозволяла рівномірно розподіляти технологічну воду по всьому об'єму біофільтра, а також одночасно слугувала розпилювачем повітря для компресора. Компресор був підключений через штуцер до водовивідного патрубку помпи, що дозволяло використовувати водоподаючий шланг як елемент системи аерації води перед біофільтром. Водоскид був обладнаний підпірною стінкою, яка підтримувала в фільтрі постійний рівень води, із самопливним її поверненням у рибницьку ємність.

У якості субстрату для заселення нітрифікуючими бактеріями в біофільтрі на різних етапах дослідження було використано:

1) контрольний варіант (одна УЗВ) – плаваюче біозавантаження Aqua 16 мм × 12 мм з показником корисної площі 1000 м² / м³;

2) дослідний варіант № 1 з подвійною повторністю в УЗВ №№ 1.1 і 1.2 – пориста кераміка для біофільтрів з показником корисної площі 200 м² / л;

3) дослідний варіант № 2 з подвійною повторністю в УЗВ №№ 2.1 і 2.2 – сепаракс «JBL Micromes» з корисною площею 1600 м² / л (аеробна зона, доступна для нітрифікаторів – 10 %, анаеробна зона денітрифікації – 90 %) (дослідні системи №2.1 та № 2.2).

Для підтримки оптимальної температури використовувались акваріумні обігрівачі з терморегуляторами – «Resun Sunlike 200» потужністю 200 Вт / год. Температура на всіх етапах вирощування підтримувалась на оптимальному рівні для культивування кларієвого сома та роботи біофільтра (+ 27 °C).

У якості біологічного тест-об'єкта було використано молодь кларієвого сома *Clarias gariepinus* зі стартовою індивідуальною масою тіла 50 мг. Порівняння ефективності роботи біофільтраційних систем із різними типами наповнювачів і встановлення оптимальної якості води в УЗВ було проведене на етапі підрощування молоді кларієвого сома від маси 0,05 г до маси 0,4 г. Цей етап вирощування риби дозволяє використовувати малі за об'ємом рибницькі ємності (до 1000 л); разом із тим, молодь кларієвого сома на цьому етапі розвитку має підвищену чутливість до умов середовища, що дозволяє використовувати її як тест-об'єкт для оцінки якості технологічної води в УЗВ.

Дослід включав спостереження та порівняльну оцінку швидкості запуску процесу біофільтрації в установках та якості роботи біофільтрів з різними типами наповнювачів.

Технологічна схема експерименту включала запуск біофільтра за допомогою спеціальних препаратів, що містять культури нітрифікуючих бактерій та поживні речовини для їх росту. Перевірку швидкості запуску проводили шляхом визначення кількості органічних речовин у воді за вмістом аміаку-амонію ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$), та іонів (NO_3^- , NO_2^- і PO_4^{3-}), будували графіки динаміки протікання азотного циклу. Оцінку придатності технологічної води УЗВ проводили за результатами дослідження швидкості росту і виживаності молоді кларієвого сома. Перевірку концентрації азотних сполук у воді проводили методом фотокolorиметрії, визначення швидкості росту та виживаності риб – за загальноприйнятими в рибистві методами (Правдин, 1966; Чакчир, Алексеева, 2002; Ісаєнко та ін., 2009). Тривалість експерименту становила 19 діб.

Результати досліджень та їх обговорення.

Встановлення біологічної рівноваги. Встановлено, що запуск всіх п'яти УЗВ з різними типами біологічного завантаження відбувався з однаковою швидкістю. На другу та шосту доби після запуску риби в УЗВ спостерігалось значне підвищення рівнів амонію, нітриту, нітрату та фосфату, що пов'язано з надходженням в систему певної кількості органіки у вигляді рибних кормів та відходів життєдіяльності риб. На четверту та сьому доби рівень вмісту у воді органічних речовин значно знижувався, що пов'язано з підвищенням біомаси бактеріальної плівки та поглинанням ними азотистих сполук. Детальні графіки встановлення біологічної рівноваги показані на рисунках 1–5.

Як видно з графіків 1–5, встановлення біологічної рівноваги відбулось на 10 добу експерименту, після чого не спостерігалось значних коливань величин концентрації органічних речовин у технологічній воді, які знаходились у межах, допустимих для цього виду риб.

Запуск системи біофільтрації відбувся значно швидше порівняно з описаними в літературі експериментами (Timmons, Ebeling, 2006). Це пов'язано з використанням препаратів, які містять культури нітрифікуючих бактерій і поживні речовини для їх росту та вищою середньою температурою води.

Решту часу концентрація речовин, що досліджувались, перебувала в межах, допустимих для вирощування кларієвого сома.

Концентрація амонійного азоту після встановлення біологічної рівноваги у всіх системах знаходилася в діапазоні 4,61–5,15 мг/л, що значно нижче нормативних величин. Це пов'язано з незначним рівнем органічного навантаження, яке є рекомендованим на початковому етапі запуску біологічної фільтрації. Графік зміни концентрації амонію показаний на рис. 6.

Найвищий середній рівень амонійного азоту спостерігався в контрольній УЗВ (4,14 мг/л). Нижчі показники були у дослідних УЗВ: № 1.2, 2.1, 1.1 і 2.2 – 4,13, 4,12, 4,08, 3,99 мг/л відповідно. Ці дані свідчать про кращу роботу біофільтраційних матеріалів у дослідних варіантах, що пов'язано з більшою питомою площею на одиницю об'єму наповнювачів для біофільтрів цих УЗВ. Можна припустити, що за вищого рівня біологічного навантаження на рибицькі системи різниця показників могла б бути ще більшою.

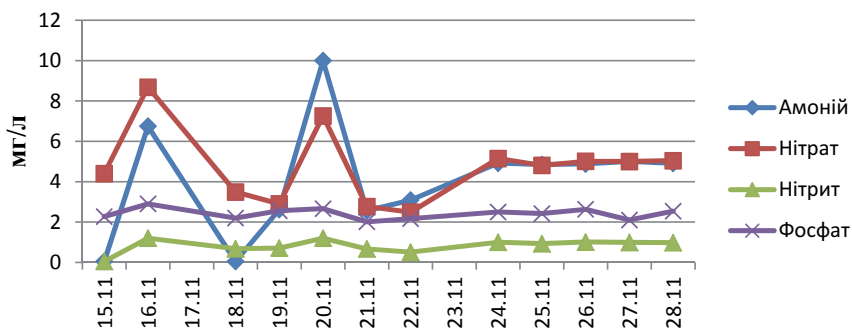


Рис. 1. Графік встановлення біологічної рівноваги у контрольній УЗВ

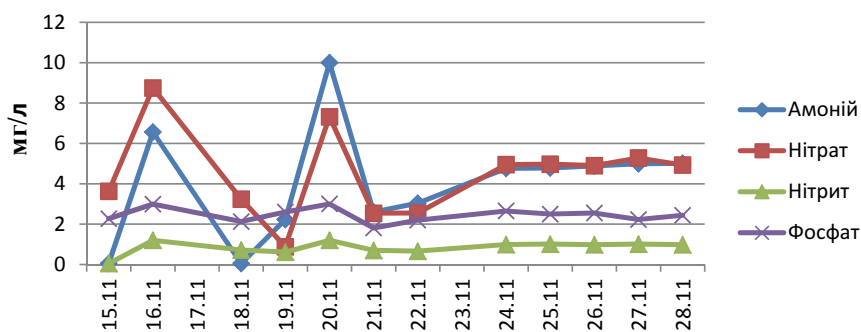


Рис. 2. Графік встановлення біологічної рівноваги у дослідній УЗВ № 1.1

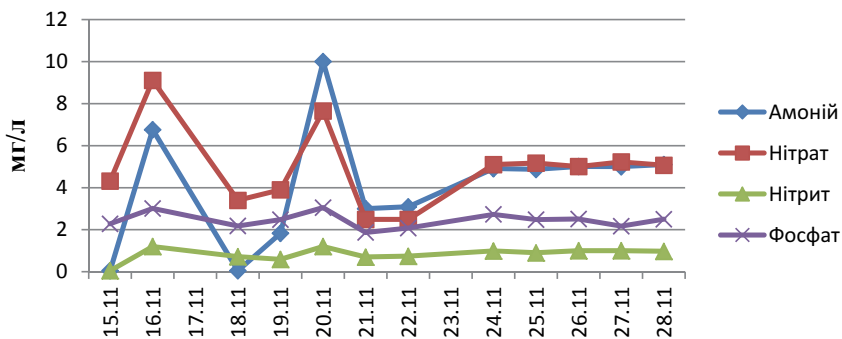


Рис. 3. Графік встановлення біологічної рівноваги в дослідній УЗВ № 1.2

Концентрація нітритів після встановлення біологічної рівноваги у всіх системах знаходилася в діапазоні 0,9–1,01 мг/л, що відповідає нормативним вимогам до технологічної води в УЗВ для кларієвого сома (Timmons, Ebeling, 2006, Брайнбалле,

2010). Графік змін рівня концентрації амонію показаний на рис. 7.

Найвищий середній рівень нітритів після встановлення біологічної рівноваги спостерігався в контрольній УЗВ та у дослідній УЗВ № 1.1 (0,98 мг/л). Дещо нижчими були по-

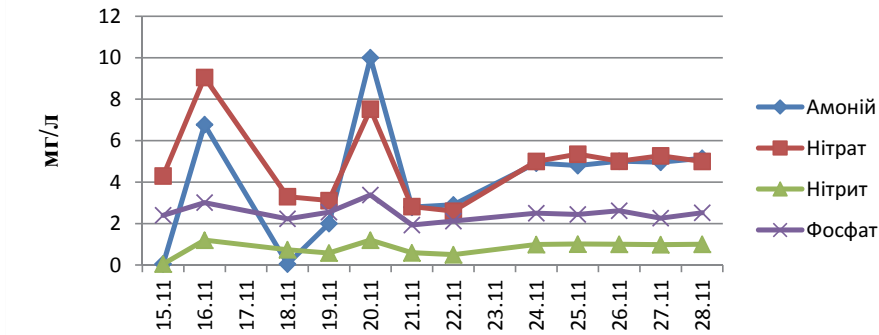


Рис. 4. Графік встановлення біологічної рівноваги в дослідній УЗВ № 2.1

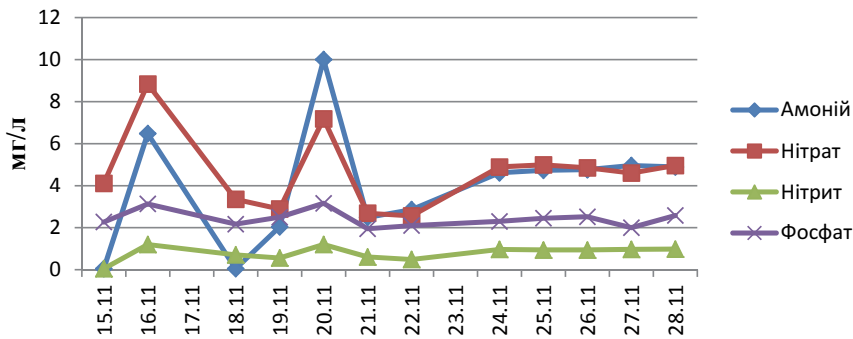


Рис. 5. Графік встановлення біологічної рівноваги в дослідній УЗВ № 2.2

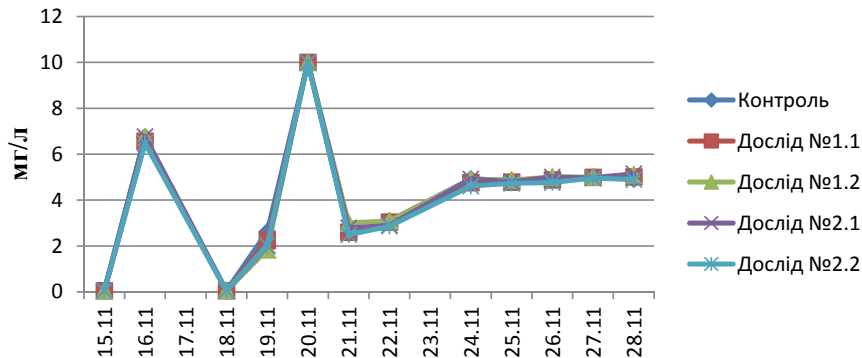


Рис. 6. Графік змін рівня концентрації амонійного азоту

казники у дослідних УЗВ № 1.2 (0,97 мг / л), №№ 2.1 і 2.2 (0,96 мг / л). Ці дані свідчать про нормальну роботу системи біофільтрації в УЗВ обох дослідних варіантів і контролю.

Концентрація нітратів після встановлення біологічної рівноваги у всіх системах знаходилася в діапазоні 4,60–5,35 мг / л, що є значно нижчим показником за нормативну величину.

Це можна пояснити незначним рівнем органічного навантаження на рибницьку систему. Графік змін рівня концентрації нітрату показаний на рис. 8.

Найнижча середня концентрація нітратів у воді після встановлення біологічної рівноваги спостерігалася в дослідній УЗВ № 2.2 (4,86 мг/л) та в контрольній УЗВ (5,0 мг/л). Дещо вищі показники були зафіксовані у дослідних УЗВ № 1.1 (5,01 мг/л), № 1.2 (5,12 мг/л) і № 2.1 (5,13 мг/л). Ці дані свідчать про більш ефективну очистку води в рециркуляційних системах з дослідними варіантами завантаження для біофільтрів, адже рівень нітратів, які є кінцевими продуктами процесу нітрифікації органічних сполук, є дещо вищим на фоні нижчого рівня амонійного азоту і нітритів, що свідчить про

швидший темп роботи біофільтрів із наповнювачами з пористої кераміки і сепараксу, у порівнянні з класичним пластиковим плаваючим завантаженням.

Дослідна УЗВ № 2.2 показала найнижчий рівень концентрації нітратів, що може бути пов'язано з деяким підвищенням температури води в системі (різниця з рештою систем складала + 0,7 °C), що прискорило протікання азотного циклу в системі. Ця рибницька установка в якості біозавантаження біофільтра містила сепаракс, у якому за рахунок надвисокої питомої площі поверхні може виникати анаеробне середовище, де проходитиме процес денітрифікації. На користь цього припущення свідчать найнижчий середній рівень концентрації амонійного азоту і кращі

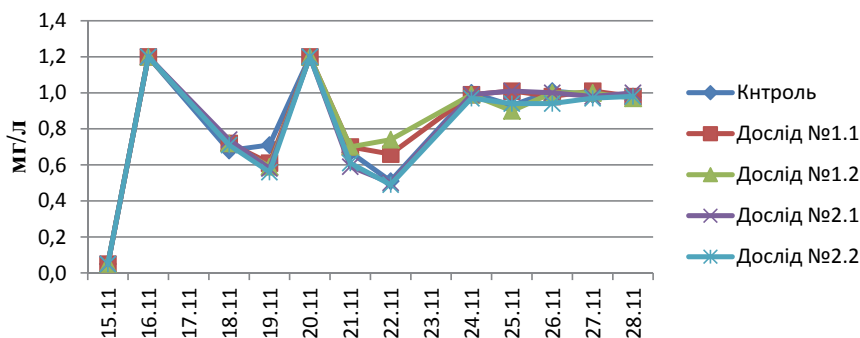


Рис. 7. Графік змін рівня концентрації нітритів

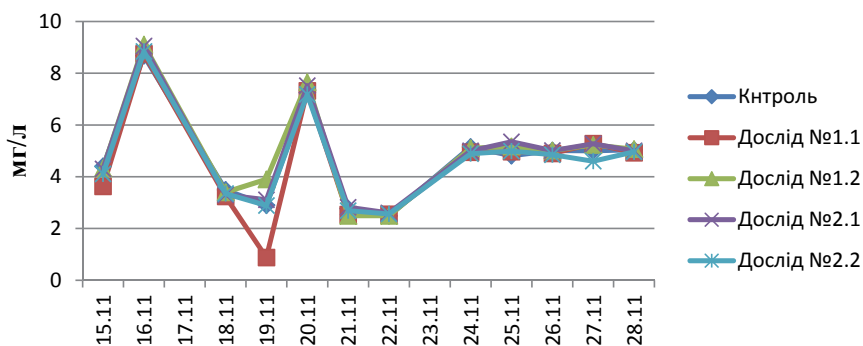


Рис. 8. Графік змін рівня концентрації нітратів

показники приросту та виживаності молоді кларієвого сома.

Середня концентрація фосфатів у всіх системах не перевищувала технологічної норми і коливалася в межах 1,8–3,4 мг / л. Графік змін рівня концентрації фосфатів показано на рис. 9.

Як видно з графіка, значних коливань цього показника у процесі запуску біофільтраційних систем не спостерігалось. Оскільки фосфати є інертними речовинами без виражених токсичних ефектів для вирощуваних риб, можна вважати дані вимірювань концентрацій PO_4^{3-} в період встановлення біологічної рівноваги недостатньо інформаційними.

У середньому, впродовж експерименту відносний приріст маси

тіла мальків кларієвого сома був на рівні 151–157 %. Водночас найнижчі показники відмічено у дослідній УЗВ № 2.1 та у контрольній УЗВ – 151 % і 154 %, відповідно. Дещо вищі показники спостерігалися у дослідних УЗВ №№ 1.2, 2.2 і 1.1 – 155 %, 156 % та 157 % відповідно. При цьому абсолютний приріст маси тіла знаходився в діапазоні від 318 мг / екз. до 369 мг / екз. Найнижчу масу тіла мали риби в дослідній УЗВ № 2.1 (318 мг / екз.) і у контрольній УЗВ (344 мг / екз.). Кращі показники росту відмічено у дослідних УЗВ № 1.2, № 2.2 і № 1.1 – 348 мг / екз., 360 мг / екз. та 369 мг / екз. відповідно. Графік росту молоді представлено на рис. 10.

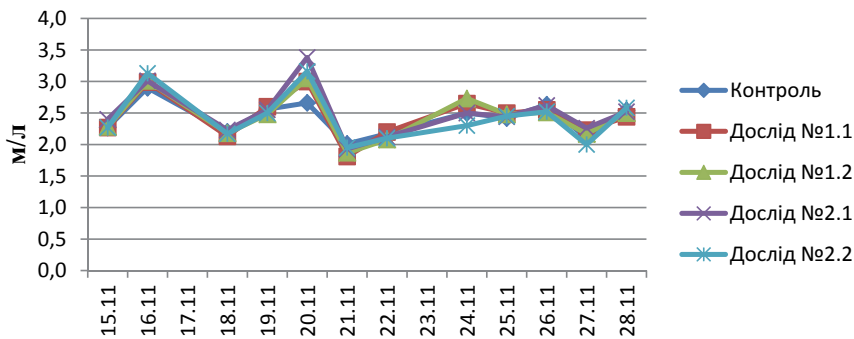


Рис. 9. Графік змін рівня концентрації фосфатів

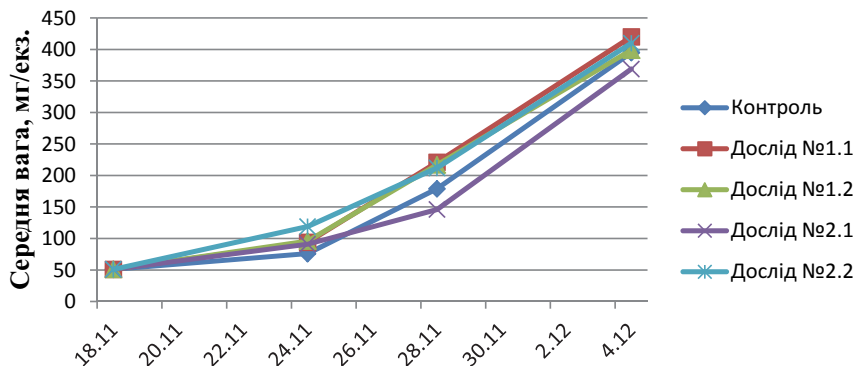


Рис. 10. Графік росту мальків кларієвого сома в експерименті

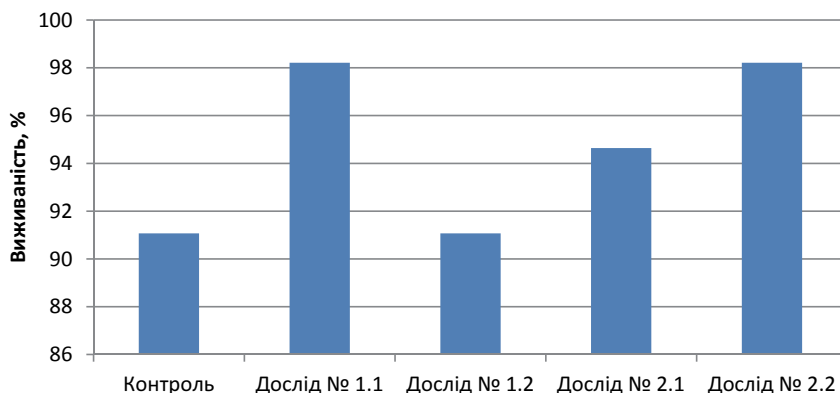


Рис. 11. Графік виживаності молоді кларієвого сома в експерименті

Ріст маси тіла мальків кларієвого сома був вищим у дослідних варіантах, ніж у контролі. Це можна пояснити більш оптимальними гідрохімічними умовами для вирощування риби. Однак, у дослідній УЗВ № 2.1 було відмічено гірший ріст риби, що пов'язано з доволі тривалим (упродовж 4 діб) періодом зниження температури води в цій системі (менше на 1 °C порівняно з іншими рибницькими системами), що і спричинило гальмування риб в рості.

Відсоток виживаності мальків в експерименті перебував у межах технологічної норми і у всіх варіантах дослідження перевищив 90 %. Графік виживаності показаний на рис. 11.

Вживаність мальків кларієвого сома у дослідних варіантах виявилася загалом вищою за варіант контролю (91 %): УЗВ №№ 1.1 і 2.2 – 98 %, УЗВ № 2.2 – 95 %, що можна пояснити дещо кращими гідрохімічними умовами в УЗВ цих варіантів. Показник виживаності риб в УЗВ № 1.2 був таким же, як і у контрольному варіанті – 91 %. Якщо взяти до уваги, що виживаність молоді кларієвого сома у всіх варіантах експерименту була не нижча за технологічну норму

(90 %), а максимальна різниця за цим показником становила 7 %, доцільно провести ще один експеримент, з вищим органічним навантаженням на систему біофільтрації в УЗВ з метою перевірки отриманого результату.

Висновки і перспективи.

Під час експерименту було отримано підтвердження того, що ріст і виживання риби в рециркуляційних системах напряду залежать від якості технологічної води. Одним із найважливіших факторів якості водного середовища, які впливають на результати вирощування риби, є азотисті сполуки. Отже, робота біофільтраційної системи щодо нейтралізації негативного впливу цих речовин на організм риб є важливою. Ефективність процесу біофільтрації залежить від типу наповнювача і його питомої площі поверхні в одиниці об'єму.

Результати експерименту підтверджено, що у якості завантаження для біофільтрів в УЗВ доцільно використовувати високопористі наповнювачі – сепаракс і пористу кераміку.

Для перевірки результатів експерименту, особливо в частині впливу

різних наповнювачів для біофільтра на показники якості води, швидкість встановлення біологічної рівноваги в УЗВ та виживаність риб доцільно продовжити дослідження за умови збільшення в експерименті рівня органічного навантаження на систему біологічної очистки води.

References

1. Braynballe, Y. (2010). Kerivnytsstvo po akvakul'turi v ustanovkakh zamknutoho vodopostachannya [Guidance on aquaculture in closed water installations]. Kopenhagen: 70.
2. Vlasov, V. A. (2009). Rost i razvitiye afrikanskogo soma (*Clarias gariepinus*) v zavisimosti ot usloviy kormleniya i sodержaniya [Growth and development of African catfish (*Clarias gariepinus*) depending on feeding conditions and maintenance]. Izvestiya TSKHA: № 3, 148–156.
3. Gordeyev, A. V., Vlasov, V. A. (2005). Vyrashchivaniye v UZV afrikanskogo soma [African catfish cultivation in the RAS]. Moskov: T-vo nauch. izdaniy KMK, 33–35.
4. Hrinevych, N. YE. (2016). Osoblyvosti vykorystannya biofil'triv z riznymi typamy napovnyuvacha v ustanovkakh zamknutoho vodopostachannya v akvakul'turi [Features of the use of biofilters with different types of filler in closed water supply systems in aquaculture]. Naukovyy visnyk LNUVMBT im. S.Z. Gzhyts'koho, № 3, 57–61.
5. Isayenko, V. M. et. al (2009). Monitorynh i metody vymiryuvannya parametriv navkolyshn'oho seredovyscha [Monitoring and measurement methods for environmental parameters]. Kyiv: NAU-druk, 312.
6. Pravdin, I. F. (1966). Rukovodstvo po izucheniyu ryb [Fish study guide]. – Moskov: Glavpoligraf Prom, 375.
7. Proskurenko, I. V. (2003). Zamknutyte rybovodnyye ustanovki [Recirculating aquaculture systems]. Moskov: Izd-vo VNIRO, 152.
8. Spott, S. (1982). Soderzhaniye ryby v zamknutykh sistemakh [Fish and invertebrate culture water management in closed systems]. Moskov: Legkaya i pishchevaya promyshlennost, 192.
9. Fattalaxhi, M., Vlasov, V. A. (2005). Rost afrikanskogo soma (*Clarias gariepinus*) v usloviyakh ustanovki s zamknutym vodopostachaniem (UZV) [The growth of African catfish (*Clarias gariepinus*) in a setting with recirculation aquatic systems (RAS)]. Problemy akvakul'tury: mezhved. sb. nauch. i nauch.-metod. Trudov, 3-15.
10. Chakchir, B. A., Alekseyeva, G. M. (2002). Fotometricheskiye metody analiza: metodicheskiye ukazaniya [Photometric analysis methods: guidelines]. SPb: Izd-vo SPKHFA, 44.
11. Timmons, M. B., Ebeling, J. M. (2006). Recirculating Aquaculture. USA: Cayuga Aqua Ventures, 975.

D. Yu. Sharylo, V. O. Kovalenko, B. Yu. Kovalenko (2019). PECULIARITIES OF USE OF BIOFILTERS WITH DIFFERENT TYPES OF FILLERS AT THE STAGE OF BIOLOGICAL BALANCE ESTABLISHMENT IN RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS.

ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 10(2): 61-73.

<https://doi.org/10.31548/animal2019.02.061>

Abstract. This paper presents the results of an experiment on the comparative evaluation of different types of fillers for biological treatment of recirculation aquatic systems (RAS) during the formation of an active bacterial film. Highly porous ceramics and separax (porous glass) were used as fillers as promising biofiltration materials with significantly higher usable surface area than polymer floating bioloaders. The velocity of biological filtration in RAS equipped with

biofilters yielding different fillers was established. Clarias gariepinus juvenile was selected as the biological test-object. This species is characterized by increased resistance to the influence of nitrogen compounds, although juvenile individuals at the growing stage of 0.5 to 200 g are more sensitive to hydrochemical factors. At the same time, this species is less susceptible to the round-factor compared to traditional aquaculture objects cultivated in Ukraine. It allows working with this species in relatively small model RAS installations. According to obtained results, biofilters with different types of substrates for nitrifying bacteria are undergoing the cycle of biological equilibrium with the same rate at the start-up phase of RAS filtration. The survival and growth rates of the African sharptooth catfish juveniles were slightly higher compared to the use of floating polymer filler due to more optimal hydrochemical parameters during the operation of RAS with the biofilter fillers. This can be associated with a higher specific surface area as those in the polymer filler. In order to verify the results of the experiment, especially regarding the effects of different biofilter fillers on water quality, biological equilibrium rate and biological purification unit performance in RAS and fish survival, it is advisable to continue the study with an experimental increase of organic loading.

Keywords: African sharptooth catfish, RAS, biofiltration, nitrification, bioloading, separax, porous ceramics.
