
HIGH TEMPERATURES AND THEIR EFFECTS ON PLANTS AND BEES

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

<https://orcid.org/0000-0003-2495-2084>

E-mail: vbrovarskiy@ukr.net

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

A. T. TURDALIEV, Doctor of Biology Sciences, Docent, Head of the Department
of Soil Science

<https://orcid.org/0000-0002-6119-5214>

E-mail: avazbek1002@mail.ru

G. I. MIRZAKHMEDOVA, Assistant, department of Soil Science

<https://orcid.org/0000-0002-5946-1894>

E-mail: mirzaxmedova17@bk.ru

Fergana State University, Uzbekistan

Abstract. *The analysis of the effect of high ambient temperatures on entomophilous plants and honey bees is carried out. The research of the species composition of entomophilous plants, the timing of their flowering, of the temperature peaks during the summer was conducted in accordance with the conditions of the Fergana region, Uzbekistan. The ethological behavior of bees at high temperatures was carried out at Holosiivska educational and research apiary of NULES of Ukraine. There were used generally accepted methods at experiments. According to the research results, the maximum ambient temperatures for Fergana, Uzbekistan were determined. It is established that according to conditions of the Fergana region of Uzbekistan, honey plants and bees are most exposed to high temperatures during the second half of summer. It was analyzed the species variety of entomophilous plants of the Fergana Valley. The most common species of plants by areas of their dissemination have been identified. Plants are grouped in each zone, subject to influence of high temperatures during their flowering period. The effects of heat on the flight activity of worker bees and their behavior are determined. During the day, under the influence of high temperatures, the bees of the families did not show the same activity to flying. They actively fly off in the morning. As the temperature increased, the number of departures was decreased. This often happened from 11 a.m. to 6 p.m. During this period, the aggressiveness of bees in the colonies increased. They more often visited drinking bowls and brought water. In addition, bees actively ventilated the nests. Some of them opened the nest and hung on the walls of the hive. Under prolonged exposure of high temperatures, worker bees hung in bunches on the walls of the hive even at night. This behavior of bees lasted until the temperature dropped to 28 °C and below. Given to the negative impact of global warming on flora and fauna, it is increase the importance of honey bees as part of the biocenosis of wildlife, the likelihood of extinction of many species of plants and animals. It is concluded that it is necessary to improve the ecology, to deep research related to the effects of high temperatures on honey bees and entomophytic plants.*

Keywords: *ambient air temperature, honey plants, honey bees.*

Introduction.

About 87 % of all plant species can disappear from the Earth without pollination by insects. Man has already destroyed many species of pollinating insects or moved them to the Red Book. The main work in pollination is now done by bees. It has become quite obvious that extinction of bees is a very serious problem for humanity.

The patterns of life of bees were formed starting from the Kanozoisky stage (the first half of the Paleogene period). Alongside with the development of the world's flora, the way of bees' life was born and improved, which gradually switched from individual (single) existence to group – social.

For over 40–100 million years, honey bees adapted to various climatic and honey-gathering conditions, developed a number of conditioned and unconditioned reflexes aimed at the survival in society (Brovarsky et al., 2016). Unfortunately, due to active exploitation of natural resources, people significantly affect the environment. Irrational use of land, introduction of intensive technologies for the production and processing of products, the use of genetically modified organisms, biologically active and hormonal drugs, chemicals and other factors have significantly worsened living conditions of honey bees. Over the past few decades, around the world, in addition to a abrupt decrease of the number of bee colonies, there has been a decrease in their productivity and resistance to diseases.

Analysis of recent researches and publications.

Due to many factors appearing mainly because of man's activity, global changes are taking place on our planet. They nega-

tively effect on biogeocenoses and ecosystems. An example of such negative effect is death of honey bees and the deterioration of their living conditions.

Bees have died before from diseases and pests, violations and non-compliance to the technology of their maintenance, lack or poor quality of feed, weather disasters and etc. Now, ecology is a burning problem, and first of all poisoning bees with pesticides, reducing of the area and species composition of honey plants, global warming, electromagnetic fields, fires etc. Perhaps these negative factors are the reasons of the “bee death syndrome”. In many countries, the number of bee colonies has decreased significantly. What causes the bees to die out has not been fully found out and therefore, there are many different assumptions (Brovarsky and Papchenko, 2014; Gainov, 2011; Pashayan and Makvet-syan, 2019). Probably global warming may also be one of the decisive factors of the negative impact on bees and their death (World of beekeeping, 2014; Hussein, 2012). Therefore, our chosen field of research is important both from theoretical and practical points of view.

The aim of the research is to analyze the effect of high temperatures on the conditions of bee colonies and honey plants.

Materials and methods.

Research and analysis of the obtained material was carried out in the Fergana region of Uzbekistan (Fergana State University), some experiments were done at the Goloseevskaya training experimental apiary of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine in 2019. In this work, we used our own observations regarding the effect of ambient temperature

on entomophilous plants and bees. The dynamics of the ambient temperature in the zones of keeping bee colonies was analyzed based on Uzhydromet data, the flowering of plants were determined using the generally accepted method (World of beekeeping, 2014; Brovasky, 2017). The study of the species composition of entomophytic plants, the timing of their flowering, peak temperatures during the summer was conducted in accordance with the conditions of the Fergana region, Uzbekistan. The influence of various environmental temperatures on colonies was carried out by observing the flight activity and behavior of bees, both on the nest cells and in the space near the hive entrance. Ethological behavior of bees at high temperatures was carried out at Holosiivska educational and research apiary of NULES of Ukraine. General methods were used in the experiments (Taranov, 1961; Perry et al., 2015).

Results of research and discussion.

Probably, global warming and food resources can also significantly affect the vital activity of bees and cause their death. Many symptoms of negative effects of global warming are already reflected in changes in nature. For example, for many years in the winter, there was less rainfall, and the temperature was much closer to zero. Under such conditions, the soil freezes just slightly. Therefore, in early spring, the beginning of vegetation of plants with different depths of the root system begins almost simultaneously. Some types of plants can bloom even several times during the warm season, for example, *Malus domestica*, *Aesculus hippocastanum*, *Robinia pseudoacacia*.

In all regions of Ukraine, beekeepers complain that even at the end of flower-

ing of fruit trees, *Robinia pseudoacacia* blooms and a little later blooms different types of *Tilia*. Changing in the flowering of main honey plants in earlier periods leads to the fact that in the first half of summer, bees do not have sources for replenishing of carbohydrate feed. Without sufficient feed reserves, bees reduce or even stop the construction of honeycombs, reduce brood rearing, and their preferential activity decreases. Having suspended all work, they drive out drones, and then gradually die from hunger. In order to somehow provide the bees with feed or to have an additional amount of marketable honey, beekeepers have to look for sources of honey collection and bring bees to these colony of plants. Doing this is really difficult. After the abolition of planned agriculture, today nearly only *Brassica napus* and *Helianthus annuus* from honey plants are grown on arable land. The first honey plant blooms in spring, and the second – in the second half of summer. To find at least areas (20-30 ha) under crops of previously widespread crops such as *Trifolium pratense*, *Fagopyrum esculentum*, *Onobrychis vicifolia*, *Coriandrum sativum*, *Phacelia tanacetifolia* is problematic.

The next, and probably the least studied problem is the effect of high temperatures on plants and bees. Today in the scientific literature you can find a lot of the materials related to the effect of low temperatures on the conditions of bees during the wintering period and on plant resistance. But the issues of effect of high temperatures to bees and plants are covered very poorly.

The development of entomophilous plants, the vital activity of honey bees and the relationship between them is possible only in a certain (comfortable) temperature range. Most species of mellifer-

ous plants bloom and accordingly secrete nectar in the temperature range from 18 to 28 °C. However, there are few species of plants that bloom at significantly lower temperatures (*Galanthus nivalis*, *Viola reichenbachiana*, *Pulsatilla patens*, *Tussilago farfara*, *Crocus vernus*) and are more heat-loving or, more correctly, heat-resistant (*Berberis vulgaris*, *Convolvulus arvensis*, *Asclepias*, *Centaurea scumusus*, *Salvia officinalis*, *Veronica officinalis*, *Echinacea purpurea*, *Lupinus albus*, *Gossypium hirsutum*, *Alhagi pseudoalhagi* and others).

The resistance of plants and bees to the action of high temperatures (like other living organisms) is based on a special property of the structure of protein molecules - a combination of strength and flexibility, which allows them to maintain structure and functional activity in extreme conditions. But we will not involve into the physiology of these processes, but simply analyze the effect of high temperature on bees and plants.

As an example, we give the data of Uzhydromet, which indicate that in some regions of Uzbekistan in the second half of the summer of 2019, the air temperature on some days exceeded +47 °C, and in the Ferghana Valley the thermometer even reached +56 °C. In the city of Ferghana itself, the highest temperature was in July and the first decade of August (table 1). In recent years, summer in Ukraine also have very hot days, when the temperature reaches +40 degrees or more. Typically, this temperature is not set for a short period of time (1-2 hours), but acts over a long period, which is more dangerous for living organisms.

I would like to remind that changes in the molecules of some proteins are already at + 40°C, although denaturation for most proteins begins at a temperature of + 50 °C.

In hot weather, plants lose a lot of water, they have metabolic and photosynthetic disorders. Due to high temperatures, plants reduce or stop releasing of nectar. If the plant produces nectar, then it quickly loses moisture and becomes too thick. It is increases the concentration of sucrose.

Usually, bees collect nectar, where the sugar concentration is 50-55 %. The concentration of sugars is less than 17 % or, conversely, an increase in their number more than 60% leads to a reduction in the flight activity of bees or even to a stop in the collection of nectar. High temperature, low air humidity, lack of pollination significantly affect the formation of plant ovaries, seed germination, species conservation in ecosystems etc.

Many plants in the Ferghana Valley of Uzbekistan bloom precisely at a time when the ambient temperature (table 1) can negatively affect to the processes of nectar production and, as a result, to their pollination (table 2).

Unfortunately, in the literature on beekeeping, scientists do not pay attention to the effect of low and high temperatures on the production of nectar. It is obvious that hot weather affects no less adversely on bees. In the summer, honey bees maintain maximum temperature in their nests only in the brood concentration zone (central or brood part of the nest). On these cells, the temperature ranges from 33 °C to 35 °C. Even a slight decrease or increase in temperature in this part of the nest can lead to disruption of the development processes of the brood or to its death.

Unfortunately, in the literature on beekeeping, scientists do not pay attention to the effect of low and high temperatures on the production of nectar. It is obvious that hot weather affects no less adversely on bees. In the summer,

1. The maximum air temperature in Ferghana during the summer period of 2019, °C (data from Uzhydromet, Fergana city)

Day	Month		
	June	July	August
1	2	3	4
1	31	39	38
2	28	29	37
3	29	33	38
4	30	35	37
5	30	36	39
6	26	37	39
7	31	37	40
8	28	32	37
9	33	35	33
10	19	38	35
11	26	38	36
12	28	39	37
13	31	40	33
14	34	40	32
15	32	40	30
16	34	40	30
17	34	40	30
18	34	39	30
19	33	41	32
20	33	39	33
21	35	40	33
22	34	39	35
23	33	39	34
24	35	38	32
25	35	37	34
26	36	36	35
27	34	35	35
28	34	37	35
29	35	39	36
30	33	36	32
31	–	38	30

honey bees maintain maximum temperature in their nests only in the brood concentration zone (central or brood part

of the nest). On these cells, the temperature ranges from 33 °C to 35 °C. Even a slight decrease or increase in tempera-

2. Some honey plants of different zones of the Ferghana Valley and their flowering periods

Name of the plant	Flowering period	
	start	end
Foothill area		
<i>Ranunculus repens</i>	1 decade of May	2 decade of June
<i>Eremurus robustus</i>	1 decade of May	2 decade of June
<i>Acanthophyllum elatius</i>	from 3 decade of May	3 decade of June
<i>Brassicacampestris</i>	from 3 decade of May	before 3 decade of June
<i>Medicago lupulina</i>	from beginning of May	beginning of July
<i>Sisymbrium isfareense</i>	end of 1 decade of May	2 decade of June
<i>Capparis spinosa</i>	from beginning of May	end of August
<i>Onosma baldshuanica</i>	1 decade of May	1 decade of June
<i>Trifolium lappaceum</i>	from beginning of May	1 decade of July
<i>Trifolium fragiferum</i>	from beginning of May	1 decade of July
<i>Psoralea drupacea</i>	from beginning of May	1 decade of July
<i>Polygala hybrida</i>	end of May	June
<i>Althaea officinalis</i>	end of May	middle of July
<i>Althaea cannabina</i>	end of May	1 decade of August
<i>Eryngium macrocalyx</i>	beginning of July	end of August
<i>Cousinia resinosa</i>	beginning of June	end of August
<i>Scabiosa songorica Schrenk.</i>	beginning of June	end of June
<i>Centaurea squarrosa</i>	beginning of June	middle of August
<i>Alhagi pseudoalhagi</i>	beginning of June	middle of August
Desert area		
<i>Acanthophyllum pungens</i>	beginning of June	end of 2 decade of August
<i>Psylliostachys leptostachyus</i>	beginning of 3 decade of May	end of 2 decade of June
<i>Convolvulus hamadae</i>	beginning of 1 decade of May	end of June
<i>Halimodendron halodendron</i>	1 decade of May	end of July
<i>Kareliniacaspia</i>	beginning of June	end of July
<i>Alhagipersarum</i>	beginning of June	end of July
Mountain area		
<i>Eremurus robustus</i>	2 decade of May	end of June
<i>Medicago tianschanica</i>	beginning of June	1 decade of August
<i>Melilotus officinalis</i>	from 3 decade of May	end of July
<i>Melilotus albus</i>	end of May	1 decade of July
<i>Trifolium repens</i>	end of May	2 decade of August
<i>Hedysarum flavescens</i>	end of May	1 decade of July
<i>Lathyrus pratensis</i>	2 decade of June	3 decade of July

<i>Ampelopsis argyrophylla</i>	3 decade of June	2 decade of July
<i>Epilobium hirsutum</i>	2 decade of June	1 decade of July
<i>Nepeta mariae</i>	beginning of June	end of June
<i>Nepetalatavica</i>	middle of June	end of July
<i>Betonica officinalis</i>	beginning of June	middle of July
<i>Salvia virgata</i>	beginning of June	1 decade of August
<i>Melissa officinalis</i>	beginning of June	middle of August
<i>Origanum tutthanum</i>	beginning of June	1 decade of August
<i>Echinops maracandicus</i>	2 decade of July	end of August

ture in this part of the nest can lead to disruption of the development processes of the brood or to its death.

At edge or called forage honeucomb, the temperature is lower and usually are from 28 °C or less. On hot days, it will be higher and can even reach critical levels, that is almost correspond to the ambient temperature. Bees in this area are less sensitive to the temperature regulation. Typically, the melting point of wax is 62–65 °C. As the temperature in the nest rises, the viscosity of the wax decreases, it becomes viscous, and if there is feed or brood in the cells, the cells become substantially deformed. Due to the increase of air temperature, honey viscosity in honeycombs decreases. It becomes less viscous.

If the heat affects bee colonies for a long period of time, not only brood and bees can die in their nests, honeycombs can be deformed, but also biochemical and physical changes can occur in the products produced by them (bee bread, honey, royal jelly and others).

Bee families respond differently to the rising of environmental temperatures. The maximum temperature that bees can withstand for a short time is 47-48 °C. It is in this temperature range that bees are treated from ticks using heat-chambers (Zharov, 2011). But in wild, bees have the ability to counteract to the heat. In

the heat, bees can vent the nest, bring and evaporate water in the hive. In addition, in order to avoid overheating of honeycombs, some bees can leave the nest. Those that stay at the honeycombs, as a rule, reduce activity, thereby contributing to a decrease in heat production.

We found that given the conditions of the Fergana region of Uzbekistan, honey plants and bees are most exposed to high temperatures during the second half of summer. The species diversity of entomophilous plants of the Fergana Valley is analyzed. The most common plant species by areas of distribution are identified (table 2). Plants are grouped in each zone, subject to high temperatures during their flowering period.

If there is a large amount of nectar in the nests of families to the period of the starting of heat, then it will be easier for bees to resist rising of air temperatures for several days. Due to the evaporation of water and increased ventilation, they can reduce the temperature inside of the nest. In the non-breeding period, the bees activate the supply of water to lower the temperature.

Bees respond to an increase of ambient temperature as follows. Due to the fact that plants do not emit nectar, the bees reduce, and then completely stop flying. This usually becomes noticeable when the thermometer rises above 35 °C.

The number of flying bees from the total number in the family is approximately 70%. At the heat, the number of individuals in the nest increases by this amount. Heat and lack of honey collection increase the aggressiveness of bees.

To stabilize the temperature in the nest, the bees first activate ventilation, and then additionally evaporate the brought water (Fig. 1). But bees can also ventilate the nest during the period of honey collection, when excess moisture is removed from the nest, processing nectar into honey. In the heat, if such efforts of the bees do not give the necessary result, most of them leave the cells. They go outside the hive, where they concentrate in the notch zone, more often on the arrival board or under the bottom of the hive (Fig. 2).

We have identified the effects of heat on the flight activity of worker bees and their behavior. During the day, under the influence of high temperatures, the bees of the families did not show the same activity before departure. In the morning they actively took off. As the temperature increased, the number of departures decreased. At 30 °C and above the bees stopped flying. This often happened from 11 a.m. to 6 p.m. During this period, the aggressiveness of bees in the colonies increased. They more often visited drinking bowls and brought

water. In addition, bees actively ventilated the nests. Some of them left the nest and hung on the walls of the hive. Under prolonged exposure to high temperatures, worker bees hung in clusters on the walls of the hive at night. This behavior of bees lasted until the temperature dropped to 28 °C and below.

Bees what are remaining in the hive, are caring for the brood and are ventilating the nest. This behavior of the bees justifies itself. When part of the bees leaves the hive, the space in the gaps of the honeycombs (streets) start to be free, which contributes to better ventilation of the nest.

If the hives have poor ventilation, are located in an open area, and not in the shade, the bee family is not always able to withstand high temperatures. Because of these conditions, bees most often die. In contrast, the insignificant effect of heat on bees often provokes swarming (Markov, 2007).

The nature is very sensitive to the effects of any negative factors. Plants and honey bees have adapted to certain conditions, they have developed protective functions to the action of negative factors over tens of millions of years. Unfortunately, a man's activity negatively affects the environment, flora and fauna. Under such conditions, honey bees will continue to be under the influence



Fig. 1. Bees actively ventilate the nest



Fig. 2. Bees left the hive to avoid overheating the nest

of these factors, the area of their distribution, number and the productivity of families will decrease.

Conclusion.

Ecological deterioration, global warming, reduction of land area which are occupied by entomophilous plants and other factors is a huge threat of extinction of honey bees. Given the importance of bees as a component of the biocenosis of wildlife, the threat of extinction of many species of plants and animals, including humanity, is increasing. By improving the ecology, deepening research related to the impact of negative factors on bees and plants, it can become possible to prevent existing threats.

Список літератури

1. Броварський, В. Д. Особливості постановки дослідів на окремих видах тварин. Методологія та організація наукових до-
2. Броварський, В. Д., Бріндза, Ян, Папченко, О. В. Медоносні бджоли і навколишнє середовище. Збірник праць IX Міжнародної міждисциплінарної науково-практичної конференції «Сучасні аспекти збереження здоров'я людини». Ужгород. 2016. С.69-71.
3. Броварський, В. Д., Папченко, О. В. Кормові ресурси, розвиток і продуктивність бджолиних сімей. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету (Науково-теоретичний збірник). 2014. Том 23. №2 (44). С.155-158.
4. Гайнов, Ю. В. Жара, пожары и пчелы...Пчеловодство №6. 2011. С.41.
5. Жаров, В. Г. Ньюансы термообработки ноябрь. Пчеловодство №9, 2011.
6. Марков, В. И. Рост и развитие пчелиной семьи в течение года. Пчеловодство. 2007. №9. С. 10-12.
7. Пашаян, С. А., Маквещан, А. Г. Адаптация пчел итальянской породы в Калифорнии. Пчеловодство. 2019. №7.

сліджень у тваринництві. К.: Державне видавництво «Аграрна наука». 2017. 328 с.

8. Поліщук, В. П., Гайдар, В. А., Корбут, О. В. Пасіка. Київ: ТОВ ВПК «ОБНОВА», 2012. С.96-110.
9. Пчеловодство Австралии страдает от аномальной жары. Мир пчеловодства. 2014. <https://www.apeworld.ru/1390898476.html>
10. Таранов, Г. Ф. Биология пчелиной семьи. М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. 1961. 332с.
11. Hussein, M. H. Beekeeping in Arab Countries. Assiut University, Assiut, Egypt. 2012. 628 p.
12. Perry, C. J., Sivik, E., Myerscough, M. R., Barron, A. B. Rapid behavioral maturation accelerates failure of stressed honey bee colonies. Proc Natl Acad Sci U S A. – 2015 Mar 17; 112(11): 3427-32.
3. Brovarsky, V. D., Papchenko, O. V. (2014). Feed resources, development and productivity of bee colonies. Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University (Scientific and Theoretical Collection). 23(2/44). 155-158.
4. Gainov, Yu. V. (2011). Heat, fires and bees... Beekeeping. 6.41.
5. Zharov, V. G. (2011). Nuances of heat treatment November. Beekeeping. 9.
6. Markov, V. I. (2007). Growth and development of the bee family during the year. Beekeeping. 9. 10-12.
7. Pashayan, S. A., Makvetsyan, A. G. (2019). Adaptation of bees of the Italian breed in California. Beekeeping. 7.

References

1. Brovarsky, V. D. (2017). Features of experiments on certain species of animals", item "Experiments on bees. Methodology and organization of scientific research in animal husbandry. Kyiv. State Publishing House "Agrarian Science" NAAN. 328. (in Ukrainian)
2. Brovarsky, V. D., Brindza, J., Papchenko, O. V. (2016). Honey bees and the environment. Proceedings of the IX International Interdisciplinary Scientific and Practical Conference "Modern Aspects of Human Health". Uzhhorod. 69-71.
8. Polishchuk, V. P., Haydar, V. A., Korbut, O. V. (2012). Pasika. Kyiv. TOV VPK «OBNOVA». 96-110.
9. Beekeeping in Australia suffers from abnormal heat (2014) World of beekeeping. <https://www.apeworld.ru/1390898476.html>
10. Taranov, G. F. (1961). Biology of the bee colony. Moscow. State Publishing House of Agricultural Literature. 332.
11. Hussein M.H. (2012) Beekeeping in Arab Countries. Assiut University. Assiut. Egypt. 628.
12. Perry, C. J., Sivik, E., Myerscough, M. R., Barron, A. B. (2015). Rapid behavioral maturation accelerates failure of stressed honey bee colonies. Proc Natl Acad Sci U S A. 112(11). 3427-32.

В. Д. Броварський, А.Т. Турдалієв, Г. І. Мірзахмедова (2020).

ВИСОКІ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА РОСЛИНИ І БДЖІЛ. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 11(2): 5-15. <https://doi.org/10.31548/animal2020.02.005>.

Анотація. Здійснено аналіз впливу високих температур навколишнього середовища на ентомофільні рослини і медоносних бджіл. Дослідження видового складу ентомофільних рослин, строків їх цвітіння, піків температур впродовж літа здійснено в умовах Ферганської області Узбекистану. Етологічну поведінку бджіл за високих температур вивчено на Голосіївській навчально-дослідній пасіці НУБіП України. У досліджах застосовано загальноприйнятні методики дослідження бджіл. За результатами досліджень визначено максимальні температури навколишнього середовища в околицях м. Фергана. Встановлено, що з урахуванням умов Ферганської області Узбекистану, найбільш вразливі через вплив високих температур медоносні рослини і бджоли в період другої половини літа. Проаналізовано видове різноманіття ентомофільних рослин Ферганської долини. Встановлено найбільш поширені види рослин за зонами їх розповсюдження. Згруповано

рослини по кожній зоні, що підлягають впливу високих температур на період їх цвітіння. Визначено наслідки впливу спеки на льотну діяльність робочих бджіл і їх поведінку. Впродовж дня, за дії високих температур, бджоли сімей проявляли не однакову активність до вильотів. Вранці вони активно вилітали. Із зростанням температури кількість вильотів зменшувалась. За 30 °C і вище бджоли припиняли літати. Часто це відбувалось з 11 години ранку до 18 вечора. В цей період агресивність бджіл у колоніях зростала. Вони частіше відвідували поїлки і приносили воду. Крім того, бджоли активно вентильовали гнізда. Частина їх покидала гніздо і звисала на стінках вулика. За тривалої дії високих температур робочі бджоли висіли у вигляді грон на стінках вулика й у нічні години. Така поведінка бджіл тривала до моменту зниження температури до рівня 28 °C і нижче. З огляду на негативний вплив глобального потепління на флору і фауну, важливість медоносних бджіл як складової біоценозу живої природи, зростає ймовірність зникнення на землі багатьох видів рослин і тварин. Зроблено висновок про необхідність поліпшення екології, поглиблення досліджень пов'язаних з питаннями впливу високих температур на медоносних бджіл і ентомофільні рослини.

Ключові слова: температура повітря навколишнього середовища, медоносні рослини, медоносні бджоли.

ВПЛИВ ЖИВОЇ МАСИ ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ НА ТРИВАЛІСТЬ ПРОДУКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ РІЗНОЇ КРОВНОСТІ ЗА ГОЛШТИНСЬКОЮ ПОРОДОЮ

Л.М. ДАНЕЦЬ, здобувач*

І. В. ТКАЧОВА, доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник,
заступник директора з наукової роботи
<https://orcid.org/0000-0002-4235-7257>

E-mail: tkachova_i@i.ua

Інститут тваринництва НААН

В. П. ШАБЛЯ, доктор с.-г. наук, професор, ННІ біологічних та харчових
технологій

<https://orcid.org/0000-0001-6510-5397>

E-mail: shablia@i.ua

Луганський національний аграрний університет

Анотація. Тривалість продуктивного використання є досить складною інтегральною ознакою і визначається як генетичними, так і паратиповими факторами. Ця ознака має забезпечити максимальну молочну продуктивність тварин, економічну ефективність молочних ферм і в цілому обмежити вартість виховання і утримання корів. Дослідження проводили у виробничих умовах дослідних господарств державних підприємств «Кутузівка», Харківського району, Харківської області на телицях української чорно-рябої молочної породи (4038 гол.). Вивчали тривалість продуктивного використання корів, розділених на градації за умовною кровністю за голштинською породою, залежно від живої маси у контрольні вікові періоди виховання (за народження, у 6, 12 та 18 місяців). Максимальне значення тривалості продуктивного використання зафіксоване у групі корів із часткою умовної кровності за голштинською породою до 30 % включно (середня тривалість продуктивного використання – 2,77 лактації). Найвищий показник тривалості продуктивного використання досліджених тварин становив 4,09 лактації. Серед корів із часткою умовної кровності за голштинською породою до 30 % найдовше продукували ті, що народилися із живою масою більше 40 кг (4,09 лактацій), у 6-місячному віці важили 100-149 кг, у 12-місячному – 200-249 кг, у 18-місячному – 350-399 кг. Серед тварин з часткою умовної кровності 31-60 % найдовше продукували ті,

* Науковий керівник – доктор с.-г. наук І. В. Ткачова

що мали живу масу у віці 6 місяців 155-190 кг (3,17 лактацій), у 12 – 250-299 кг (2,98 лактацій), у 18 – 350-399 кг (3,06 лактацій). У найчисельнішій градації із часткою умовної кровності за голштинською породою 61-90 % найбільш тривалим продуктивним використанням вирізнялися тварини, народжені із живою масою 30-39 кг (2,12 лактацій), у 6-місячному віці важили більше 200 кг (3,29 лактацій), у 12-місячному – 300-349 кг (3,40 лактацій), у 18-місячному – 400-449 кг (2,82 лактацій). Середні показники тривалості продуктивного використання корів цієї градації досить низькі – в межах 2,82-3,29 лактацій. Найвищий ступінь впливу на тривалість продуктивного використання у цій градації тварин зафіксовано по фактору живої маси у 6-місячному віці ($\eta^2=10,8$). Порівняльною оцінкою градації корів з часткою умовної кровності за голштинською породою 91 % і більше встановлено, що найбільш тривалим продуктивним використанням характеризувалися корови, що мали живу масу за народження 30-39 кг (1,93 лактацій), у 6 місяців - 155-199 кг (2,73 лактацій), у 12 – 250-299 кг (2,87 лактацій) і у 18 – 350-399 кг (2,62 лактацій). Ступінь впливу живої маси у цьому віці на тривалість продуктивного використання корів незначна, окрім живої маси у 6-місячному віці ($\eta^2=11,8$).

Ключові слова: велика рогата худоба, українська чорно-ряба молочна порода, жива маса, кровність, тривалість продуктивного використання.

Актуальність.

Сучасне молочне скотарство є високотехнологічною галуззю, що потребує забезпечення високого рівня продуктивних ознак. Важливою ознакою корів є тривалість продуктивного використання, що має забезпечити максимальну молочну продуктивність тварин, економічну ефективність молочних ферм і в цілому обмежити вартість вирощування і утримання корів. Тривалість продуктивного використання є досить складною інтегральною ознакою і визначається як генетичними, так і паратиповими факторами. Як технологічна ознака, тривалість продуктивного використання молочної худоби тісно пов'язане із якістю організації племінної роботи зі стадом, забезпечує збереження племінних ресурсів порід та економічну ефективність їх використання. Скорочення періоду продуктивного викори-

стання корів призводить до зменшення їх по життєвого надою і, відповідно – до зниження ефективності використання. Питання вивчення впливу різних факторів на тривалість продуктивного використання порід корів вітчизняної селекції обумовлює актуальність проведених досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Вітчизняними й зарубіжними науковцями та практиками проведено численні дослідження щодо оптимізації молочної продуктивності худоби різних порід. Зокрема, відомо, що на сучасному рівні галузі підвищення молочної продуктивності худоби вітчизняної селекції неможливе без використання світового генетичного потенціалу молочної порід (Aliloo та ін., 2017). Разом з цим відомо, що адаптація імпортованих тварин не завжди є

успішними – тварини зазвичай мають короткий термін використання (Високо́с, 2014). Також встановлено вплив схрещування на дану ознаку – у корів першої генерації скорочувалися терміни продуктивного використання у порівнянні із чистопородними тваринами (Високо́с М. П. та ін., 2014). Цей факт підтверджено М. І. Барашкіним (2015) за різних технологій утримання чорно-рябої худоби уральського регіону – встановлено, що за голштинизації підвищується надій помісних корів: за прив'язного утримання на 3,6 %, за безприв'язного – на 7,0 %, але скорочується період продуктивного використання, відповідно, на 6,8 та 12,7 %. Зниження тривалості продуктивного використання через збільшення стада та максимізації першого надою зафіксували М. Jankowska та ін. (2014). До подібних висновків дійшли А. Oleg та ін. (2012). Ревіна Г. Б., Асташенкова Л. І. (2018) оцінювали і виявили відмінності у тривалості продуктивного використання і продуктивність корів голштинської породи сахалінської популяції різних родин, ліній, споріднених груп і бугаїв-плідників. Казанцева Є. С. (2015) також встановила залежність тривалості продуктивного використання корів чорно-рябої породи від лінійної приналежності (за

голштинськими лініями). Шарафутдінов Г. С., Шайдуллін Р. Р. (2010) встановили, що тривалість продуктивного використання голштинизованих корів знижується із підвищенням кровності, найвищу тривалість життя і позитивний надій мали чистопородні місцеві – у даному досліді – холмогорські корови. Смирнова Ю. М., Платонов А. В. (2019) вивчали вплив ступеню кровності за голштинською породою на тривалість життя, продуктивність і репродуктивні якості корів чорно-рябої породи і встановили, що найдовшою тривалістю продуктивного використання характеризувалися корови із часткою кровності 51-75 % за голштинською породою.

Огляд літератури за темою роботи вказує на різноманітність одержаних даних із вивчення впливу генотипу на тривалість продуктивного використання корів різних популяцій, а отже, є необхідність проведення досліджень з метою встановлення впливу генетичних факторів (умовна частка кровності) на формування показників тривалості продуктивного використання корів вітчизняної селекції. Оскільки даний показник для вітчизняних популяцій худоби лишається недостатньо дослідженим, це питання є суперечливим серед науковців.

1. Розподіл тварин на градації за живою масою

за народження	Жива маса (кг) тварин у віці:		
	6 міс.	12 міс.	18 міс.
≤ 19	≤ 69	≤ 149	≤ 199
20 – 29	70 – 99	150 – 199	200 – 249
30 – 39	100 – 149	200 – 249	250 – 299
≥ 40	150 – 199	250 – 299	300 – 349
–	≥ 200	300 – 349	350 – 399
–	–	≥ 350	400 – 449
–	–	–	≥ 450

Зважаючи на вищевикладене, метою роботи було вивчення закономірностей формування показників тривалості продуктивного використання корів української чорно-рябої молочної породи із різною часткою умовної кровності за голштинською породою під впливом живої маси у різні періоди вирощування. Завданням досліджень визначено встановити рівні умовної кровності телиць української чорно-рябої молочної породи і показників живої маси при вирощуванні, за яких вони у подальшому характеризуються найвищими показниками тривалості продуктивного використання і надати відповідні рекомендації до програм селекції.

Матеріал і методика досліджень.

Дослідження проводили у виробничих умовах дослідних господарств державних підприємств «Кутузівка», Харківського району Харківської області на телицях української чорно-рябої молочної породи (4038 гол.) впродовж 2003-2017 років. Матеріалом для досліджень слугували вибірки (1982-2011 рр.), що склалися з даних про племінні та продуктивні ознаки тварин загальною чисельністю 20029 лактацій. Базу досліджень склали дані племінного і зоотехнічного обліку в дослідному господарстві, безпосередні спостереження за ростом і розвитком телиць і зважування у контрольні вікові періоди (при народженні, у 6, 12, 18 міс.). За результативний показник приймали тривалість продуктивного використання корів. Дослідних тварин розподілили на 5 градацій залежно від частки умовної кровності за голштинською породою: – до 30%;

31%-60%; 61%-80%; 81%-90 %; понад 91%. За живою масою тварин також розподіляли на градації (табл. 1).

Тривалість продуктивного використання визначали за кількістю лактацій за все життя.

За кожною з градацій фіксованого фактора визначали стандартні статистичні показники: кількість тварин (n), середню арифметичну і (M), помилку середньої арифметичної (m), середнє квадратичне відхилення (σ), а також нижню та верхню межі 95 % вірогідного інтервалу за допомогою стандартного пакета прикладних статистичних програм SPSS – 17.0. Визначали ступінь впливу (η^2) живої маси при вирощуванні на тривалість продуктивного використання корів української чорно-рябої молочної породи різної кровності за голштинською породою згідно методики М. А. Плохинського.

Результати досліджень та їх обговорення.

Встановлено відмінності за показником тривалості продуктивного використання із різною часткою умовної кровності і з різними показниками живої маси у контрольні вікові періоди (табл. 2-5).

З 4038 новонароджених телиць більше половини склали тварини із умовною кровністю за голштинською породою 61-90 % (2348 гол. або 58,1 %). Відповідно, в усі контрольні вікові періоди ця група тварин була найчисельнішою.

Аналіз тривалості продуктивного використання у зв'язку із умовною кровністю за голштинською породою менше ніж 30 % і живою масою при народженні показав (табл. 2) найбільш значну різницю за тривалістю продуктивного використання тварин, що народилися із

живою масою вище 40 кг, цей показник ($4,09 \pm 0,70$ лактацій) – найвищий серед усіх досліджених груп у цей віковий період ($P > 0,99$). Швидше за інших вибували зі стада тварини з найменшою живою масою при народженні (≤ 19), вони поступалися кращій групі (≥ 40) за тривалістю продуктивного використання на 2,69 лактацій і на 1,10 лактації – середньому показнику по вибірці (в 1,79 рази).

У градації із умовною кровністю 31-60 % за голштинською породою найбільш тривалим продуктивним використанням характеризувалися тварини із живою масою при народженні 30-39 кг ($P > 0,95$). Швидше за інших вибували тварини з найменшою масою при народженні – 0,75 лактацій.

Серед телиць з часткою умовної кровності 61-90 % за голштинською породою найбільш тривалим продуктивним використанням характеризувалися тварини із живою масою при

народженні 30-39 кг, які продукували в середньому 2,12 лактацій ($P > 0,999$).

Порівняльною оцінкою тривалості продуктивного використання групи телиць з часткою умовної кровності 91 % і вище за голштинською породою кращою була група із за живою масою при народженні 30-39 кг ($P > 0,999$).

У контрольний віковий період 6 місяців довшим продуктивним використанням у групі з умовною кровністю за голштинською породою до 30 % вирізнялися телиці із живою масою від 150 кг і вище 200 кг ($P > 0,99$) (табл. 3). Найменше залишалися у стаді тварини із живою масою у віці 6 місяців менше 69 кг, усі тварини з цієї градації вибули до початку першої лактації.

Серед корів з часткою умовної кровності 61-90 % за голштинською породою найдовше продукували ті, жива маса яких у 6-місячному віці сягала більше 200 кг ($P > 0,999$).

2. Тривалість продуктивного використання корів різної кровності за голштинською породою залежно від живої маси при народженні

Жива маса, кг	Біометричний показник	Умовна кровність, %			
		до 30	31-60	61-90	91 і вище
≤ 19	n, голів	5	4	24	1
	$M \pm m$, лактацій	$1,40 \pm 1,17$	$0,75 \pm 0,25$	$0,96 \pm 0,31$	1,00
	σ , лактацій	2,61	0,50	1,52	0,00
20-29	n, голів	125	65	261	45
	$M \pm m$, лактацій	$2,11 \pm 0,27$	$2,12 \pm 0,26$	$1,69 \pm 0,12$	$1,42 \pm 0,25$
	σ , лактацій	3,07	2,07	1,95	1,66
30-39	n, голів	602	398	1913	332
	$M \pm m$, лактацій	$2,42 \pm 0,14$	$2,60 \pm 0,10$	$2,12 \pm 0,05$	$1,93 \pm 0,10$
	σ , лактацій	3,32	2,04	2,19	1,76
≥ 40	n, голів	65	32	150	16
	$M \pm m$, лактацій	$4,09 \pm 0,70$	$1,87 \pm 0,28$	$1,13 \pm 0,14$	$0,31 \pm 0,15$
	σ , лактацій	5,65	1,56	1,67	0,60
В середньому:	n, голів	797	499	2348	394
	$M \pm m$, лактацій	$2,50 \pm 0,13$	$2,48 \pm 0,07$	$2,00 \pm 0,04$	$1,80 \pm 0,09$
	σ , лактацій	3,56	2,03	2,15	1,75

3. Тривалість продуктивного використання корів різної кровності за голштинською породою залежно від живої маси у віці 6 місяців

Жива маса, кг	Біометричний показник	Умовна кровність, %			
		до 30	31-60	61-90	91 і вище
≤ 69	п, голів	7	8	4	4
	M ± m, лактацій	0,86±0,46	0,63±0,37	0,50±0,50	-
	σ, лактацій	1,21	1,06	1,00	-
70-99	п, голів	32	157	117	14
	M ± m, лактацій	0,97±0,19	2,17±0,16	0,56±0,11	0,79±0,33
	σ, лактацій	1,09	1,96	1,18	1,25
100-149	п, голів	216	291	1093	211
	M ± m, лактацій	3,14±0,37	2,73±0,12	1,74±0,05	1,68±0,11
	σ, лактацій	5,41	1,99	1,75	1,57
150-199	п, голів	452	30	868	124
	M ± m, лактацій	2,64±0,12	3,17±0,40	2,92±0,08	2,73±0,16
	σ, лактацій	2,59	2,17	2,41	1,80
≥ 200	п, голів	31	-	59	4
	M ± m, лактацій	2,77±0,37	-	3,29±0,29	1,50±0,29
	σ, лактацій	2,08	-	2,24	0,58
В середньому:	п, голів	738	486	2141	357
	M ± m, лактацій	2,70±0,13	2,48±0,09	2,19±0,05	1,99±0,09
	σ, лактацій	3,62	2,03	2,15	1,73

Максимальним рівнем тривалості продуктивного використання характеризувалися тварини з живою масою в 6-місячному віці 150-199 кг (2,73 лактації). Телиці з живою масою у 6-місячному віці менше 70 кг вибули зі стада до початку першої лактації.

У контрольний віковий період 12 місяців найбільш тривалим продуктивним використанням у групі з умовною кровністю за голштинською породою до 30 % характеризувалися тварини із живою масою від 200-249 кг ($P > 0,97$) (табл. 4).

У групі корів із кровністю 31-60% довше за всі досліджені градації продукували корови з градацією живої маси у 12-місячному віці 250-299 кг – 2,98 лактацій. Найменше продукували корови із живою масою в цьому віці менше 200 кг.

У групі корів із кровністю 61-90% довше найдовше продукували корови

із живою масою у 12-місячному віці 300-349 кг – 3,40 лактацій.

Найдовше продукували тварини з кровністю за голштинською породою більше 90 % із живою масою у 12-місячному віці 250-299 кг – 2,87 лактації. Цікаво те, що майже однаково поступаються кращій групі як найважчі тварини (більше 350 кг), так найлегші (≤ 149 кг) (на 1,37 – 1,39 лактації), ці ж тварини найшвидше за всіх вибули зі стада.

Вплив живої маси в 18 місяців на тривалість продуктивного використання корів з 30 % частки умовної кровності за голштинською породою найбільш позитивно відобразився на тваринах із живою масою 355-399 кг ($P > 0,99$) (табл. 5). Найменш тривалим продуктивне використання було у найменш розвинених у 18-місячному віці тварин.

4. Тривалість продуктивного використання корів різної кровності за голштинською породою залежно від живої маси у віці 12 місяців

Жива маса, кг	Біометричний показник	Умовна кровність, %			
		до 30	31-60	61-90	91 і вище
≤ 149	n, голів	35	9	117	25
	M ± m, лактацій	1,20 ± 0,20	1,44 ± 0,44	1,10 ± 0,11	1,48 ± 0,22
	σ, лактацій	1,18	1,33	1,23	1,12
150-199	n, голів	18	47	491	108
	M ± m, лактацій	1,28 ± 0,30	1,47 ± 0,19	1,76 ± 0,09	1,82 ± 0,15
	σ, лактацій	1,27	1,33	2,02	1,56
200-249	n, голів	103	115	746	139
	M ± m, лактацій	3,38 ± 0,63	2,17 ± 0,17	2,18 ± 0,08	1,99 ± 0,13
	σ, лактацій	6,42	1,85	2,13	1,55
250-299	n, голів	349	222	553	61
	M ± m, лактацій	2,77 ± 0,18	2,98 ± 0,14	2,96 ± 0,09	2,87 ± 0,29
	σ, лактацій	3,33	2,06	2,18	2,27
300-349	n, голів	193	79	110	10
	M ± m, лактацій	2,79 ± 0,18	2,87 ± 0,24	3,40 ± 0,21	2,30 ± 0,56
	σ, лактацій	2,50	2,11	2,18	1,77
≥ 350	n, голів	29	9	27	2
	M ± m, лактацій	2,62 ± 0,31	1,78 ± 0,55	2,33 ± 0,28	1,50 ± 0,50
	σ, лактацій	1,68	1,64	1,47	0,71
В середньому:	n, голів	727	481	2044	345
	M ± m, лактацій	2,74 ± 0,13	2,57 ± 0,09	2,30 ± 0,05	2,06 ± 0,09
	σ, лактацій	3,63	2,01	2,15	1,72

Тривалість продуктивного використання корів з часткою умовної кровності 31-60% за голштинською породою була найдовшою за живої маси у 18 місяців – 400-449 кг ($P > 0,999$). Зниження терміну продуктивного використання у найменш розвинених тварин порівняно з кращою групою було в 3,06 рази, а в середньому по вибірці – в 2,6 рази. Довше за всіх продукували тварини, які мали у цьому віці живу масу 400-449 кг.

Належністю до групи за живою масою телиць з часткою умовної кровності 91 % і вище за голштинською породою у 18 місяців можна

обґрунтувати 4 % мінливості продуктивного довголіття ($P > 0,95$). Кращими за цим показником визнано тварин із живою масою у 18 місяців 350-399 кг за середньої тривалості продуктивного використання – 2,62 лактації. Менше за інших продукували тварини з живою масою більше 450 кг. Вони різнилися за тривалістю продуктивного використання з кращою групою майже в 2 рази, а в середньому по вибірці – в 1,62 рази.

Таким чином, встановлено вірогідну різницю за тривалістю продуктивного використання між групами

5. Тривалість продуктивного використання корів різної кровності за голштинською породою залежно від живої маси у віці 18 місяців

Жива маса, кг	Біометричний показник	Умовна кровність, %			
		до 30	31-60	61-90	91 і вище
≤199	n, голів	28	4	81	16
	M±m, лактацій	1,14±0,22	1,00±0,71	1,06±0,14	1,62±0,26
	σ, лактацій	1,18	1,41	1,22	1,03
200-249	n, голів	8	13	193	42
	M±m, лактацій	1,63±0,46	1,46±0,39	1,75±0,11	1,57±0,20
	σ, лактацій	1,30	1,39	1,57	1,31
250-299	n, голів	21	46	429	94
	M±m, лактацій	1,24±0,24	1,80±0,24	2,22±0,12	2,28±0,15
	σ, лактацій	1,09	1,63	2,55	1,47
300-349	n, голів	75	93	542	96
	M±m, лактацій	2,99±0,57	2,16±0,19	2,36±0,08	2,05±0,18
	σ, лактацій	2,14	1,84	1,96	1,72
350-399	n, голів	259	181	580	68
	M±m, лактацій	3,26±0,29	3,06±0,16	2,77±0,09	2,62±0,27
	σ, лактацій	4,73	2,09	2,17	2,19
400-449	n, голів	262	-	131	10
	M±m, лактацій	2,53±0,14	-	2,82±0,18	2,40±0,48
	σ, лактацій	2,29	-	2,05	1,51
≥450	n, голів	59	21	21	3
	M±m, лактацій	2,85±0,27	2,19±0,36	2,71±0,35	1,33±0,34
	σ, лактацій	2,08	1,66	1,62	0,58
В середньо-му:	n, голів	712	358	1977	329
	M±m, лактацій	2,77±0,14	2,60±0,09	2,37±0,05	2,16±0,09
	σ, лактацій	3,66	2,00	2,15	1,70

корів української чорно-рябої молочної породи різної кровності за голштинською породою і з різною живою масою при народженні, у 6, 12 і 18 місяців постнатального онтогенезу. Ступінь впливу вивчених факторів на тривалість продуктивного використання наведено в таблиці 6.

Встановлено, що ступінь впливу живої маси при народженні телиць з часткою умовної кровності до 30% за голштинською породою на їх три-

валість продуктивного використання був незначним ($\eta^2 = 1,9$; $P > 0,999$), ще меншим він був у тварин з часткою умовної кровності вище 90% ($\eta^2 = 0,040$; $P > 0,999$).

Жива маса 6-місячних телиць з часткою умовної кровності 31-60 % за голштинською породою впливає на тривалість подальшого продуктивного використання на рівні $\eta^2 = 3,7$ ($P > 0,999$). Найвища сила впливу живої маси у 6-місячному віці на три-

6. Ступінь впливу (η^2) живої маси при вирощуванні на тривалість продуктивного використання корів української чорно-рябої молочної породи різної кровності за голштинською породою

Умовна кровність, %	Контрольні вікові періоди, міс.			
	при народженні	6 місяців	12 місяців	18 місяців
До 30	1,9	1,7	1,7	2,3
31-60	1,8	3,7	7,1	6,4
61-90	1,8	10,8	7,4	3,8
91 і вище	0,04	11,8	0,055	0,038

валість продуктивного використання корів з умовною часткою кровності за голштинською породою 61-90 % ($\eta^2 = 10,8$) та вище 90 % ($\eta^2 = 11,8$).

Вплив живої маси телиць у 12 місяців з часткою умовної кровності 31-60 % за голштинською породою на тривалість продуктивного використання становив 7,1 % ($P > 0,999$), 61-90 % кровності – 7,4 % ($P > 0,999$). Ступінь впливу живої маси телиць 12-місячного віку з часткою умовної кровності за голштинською породою 91 % і вище на тривалість їх подальшого продуктивного використання становив $\eta^2 = 0,055$ ($P > 0,99$).

Вплив живої маси у 18-місячному віці на тривалість продуктивного використання найвищий у корів з часткою умовної кровності за голштинською породою 31-60 % ($\eta^2 = 6,4$; $P > 0,999$).

Висновки та перспективи подальших досліджень.

Максимальне значення тривалості продуктивного використання зафіксоване у групі корів української чорно-рябої молочної породи із часткою умовної кровності за голштинською породою до 30% включно. Зокрема, середня тривалість продуктивного використання досліджених корів становила 2,77 лактації. У найкращих за

живою масою градаціях тривалість продуктивного використання становила 4,09 лактації. Найменш тривалим продуктивним використанням характеризувалися корови із умовною кровністю за голштинською породою вище 90 %.

Аналізом закономірності впливу живої маси телиць при вирощуванні на подальшу тривалість продуктивного використання в різних генетичних групах встановлено, що серед корів української чорно-рябої молочної породи із часткою умовної кровності за голштинською породою до 30 % найдовше продукували ті, що народилися із живою масою більше 40 кг (4,09 лактацій), у 6-місячному віці мали живу масу 100-149 кг, у 12-місячному – 200-249 кг, у 18-місячному віці – 350-399 кг. У подальшому ці тварини характеризувалися тривалістю продуктивного використання на рівні 3,14-3,38 лактацій. Ступінь впливу на тривалість продуктивного використання у цій градації незначний – найвищий показник зафіксовано по фактору живої маси при народженні ($\eta^2 = 1,9$).

Серед корів з часткою умовної кровності 31-60 % найдовше продукували ті, що мали живу масу у віці 6 міс. 155-190 кг (3,17 лактацій), у 12 міс. – 250-299 кг (2,98 лактацій), у 18

міс. – 350-399 кг (3,06 лактацій). Найвищий ступінь впливу на тривалість продуктивного використання у цій градації тварин зафіксовано по фактору живої маси у 12-місячному віці ($\eta^2 = 7,1$).

У найчисельнішої градації корів із часткою умовної кровності за голштинською породою 61-90% найбільш тривалим продуктивним використанням вирізнялися тварини з показниками живої маси при народженні 30-39 кг (2,12 лактації), у віці 6 місяців – більше 200 кг (3,29 лактації), 12 місяців – 300-349 кг (3,40 лактації), 18 місяців – 400-449 кг (2,82 лактації). Середні показники тривалості продуктивного використання корів цієї градації – у межах 2,82-3,29 лактацій. Найвищий ступінь впливу на тривалість продуктивного використання у цій градації зафіксовано по фактору живої маси у 6-місячному віці ($\eta^2 = 10,8$).

Порівняльною оцінкою корів з часткою умовної кровності за голштинською породою 91% і більше встановлено, що найбільш тривалим продуктивним використанням характеризувалися тварини з показниками живої маси при народженні 30-39 кг (1,93 лактації), у віці 6 місяців – 155-199 кг (2,73 лактації), 12 місяців – 250-299 кг (2,87 лактації) і у 18 місяців – 350-399 кг (2,62 лактації). Ступінь впливу живої маси у цьому віці на тривалість продуктивного використання корів незначний, окрім показника живої маси у 6-місячному віці ($\eta^2 = 11,8$).

Список літератури

1. Барашкин, М. И. Пути повышения продуктивного долголетия коров: беспривязное содержание. Аграрный вестник Урала. 2015. № 1(131). С. 33-37.
2. Бодак, Н. Л., Полупан, Ю. П. Адаптаційні та генетичні аспекти ефективності довічного використання чорно-рябої молочної породи. Розведення і генетика тварин. 2001. Вип. 34. С. 160-161.
3. Високос, М. П., Мілостівий, Р. В., Тіпіна, Н. П. Порівняльна оцінка впливу технології і систем утримання на довголіття продуктивного використання корів голштинської породи зарубіжної селекції. Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. 2014. № 2(1). С. 143-147.
4. Шарафутдинов, Г. С., Шайдуллин, Р. Р. Продуктивное долголетие коров разных генотипов. Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2010. Т.202. С.226-230.
5. Казанцева, Е. С. Показатели продуктивного долголетия коров черно-пестрой породы в зависимости от линейной принадлежности. Аграрный вестник Урала. 2015. № 6 (136). С. 51-53.
6. Милостивий, Р. В., Высокос, Н. П., Калиниченко, А. А., Василенко, Т.А., Милостивая Д.Ф. Продуктивное долголетие коров голштинской породы европейской селекции в условиях промышленной технологии. Ukrainian Journal of Ecology. 2017. № 7(3). С. 169-179.
7. Пешук, Л. Подовжити строк продуктивного довголіття молочних корів. Пропозиція. 2002. № 10. С. 72-73.
8. Ревина, Г. Б., Асташенкова, Л. И. Повышение продуктивного долголетия коров голштинской породы. Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 8(74). С.84-87.
9. Aliloo, H., Pryce, J. E., González-Recio, O., Cocks, B. G., Goddard, M. E., & Hayes, B. J. Including no additive genetic effects in mating programs to maximize dairy farm profitability. Journal of Dairy Science. 2017. № 100. С. 1203–1222.

10. Jankowska M., Sawa A., Kujawska J. Effect of certain factors on the longevity and culling of cows. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*. 2014. № 13 (2). P.19-30.
11. Oler A., Sawa A., Urbańska P., Wojtkowiak M., 2012. Analysis of longevity and reasons for culling high-yielding cows. *Acta Sci. Pol., Zootechnica* 11(3). 57-64.
12. Smirnova, Yu. M., Platonov, A. V. Genotype Influence on Longevity and Productive Life of Cows. *Agricultural and Livestock Technology*. 2019. Vol. 2. № 3.
5. Kazanceva, E. S. (2015). Pokazateli produktivnogo dolgoletiya korov cherno-pestroj porody v zavisimosti ot linejnoy prinadlezhnosti [Indicators of productive longevity of black-and-white cows depending on the linear affiliation]. *Agrarnyj vestnik Urala*. 6(136). 51-53.
6. Milostiviy, R. V., Vysokos, N. P., Kalinichenko, A. A., Vasilenko, T. A., Milostivaya D. F. (2017). Produktivnoe dolgoletie korov golshtinskoj porody evropejskoj selekcii v usloviyah promyshlennoj tekhnologii [Productive longevity of Holstein cows of European selection in the conditions of industrial technology]. *Ukrainian Journal of Ecology*. 7(3). 169-179.

References

1. Barashkin, M. I. (2015), Puti povysheniya produktivnogo dolgoletiya korov: besprivyaznoe sodержanie [Ways to increase the productive longevity of cows: free maintenance]. *Agrarnyj vestnik Urala*. 1(131). 33-37.
2. Bodak, N. L., Polupan, Y. (2001). P. Adaptacijni ta genetichni aspekti efektnosti dovichnogo vikoristannya chorno-ryaboi molochnoi porodi [Adaptive and genetic aspects of the effectiveness of lifetime use of black-and-white dairy breeds]. *Rozvedennya i genetika tvarin*. 34. 160-161.
3. Visokos, M. P., Milostiviy, R. V., Tipina, N. P. (2014). Porivnyal'na ocinka vplivu tekhnologii i sistem utrimannya na dovgolittya produktivnogo vikoristannya koriv golshtins'koj porodi zarubizhnoj selekcii [Comparative assessment of the impact of technologies and maintenance systems on the longevity of productive use of Holstein cows of foreign selection]. *Naukovo-tekhnicnij byuletен' NDC biobezpeki ta ekologichnogo kontrolyu resursiv APK*. 2(1). 143-147.
4. Sharafutdinov, G. S., SHajdullin, R. R. (2010). Produktivnoe dolgoletie korov raznyh genotipov [Productive longevity of cows of different genotypes]. *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Baumana*. 202. 226-230.
7. Peshuk, L. (2002). Podovzhiti strok produktivnogo dovgolittya molochnih koriv [Extend the productive longevity of dairy cows]. *Propoziciya*. 10. 72-73.
8. Revina, G. B., Astashenkova L. I. (2018). Povyshenie produktivnogo dolgoletiya korov golshtinskoj porody [Increasing the productive longevity of Holstein cows]. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 8(74). 84-87.
9. Aliloo, H., Pryce, J.E., González-Recio, O., Cocks, B. G., Goddard, M. E., & Hayes, B.J. Including no additive genetic effects in mating programs to maximize dairy farm profitability. *Journal of Dairy Science*. 2017. 100. 1203–1222.
10. Jankowska, M., Sawa, A., Kujawska, J. (2014). Effect of certain factors on the longevity and culling of cows. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*. 13(2). 19-30.
11. Oler, A., Sawa, A., Urbańska, P., Wojtkowiak, M. (2012). Analysis of longevity and reasons for culling high-yielding cows. *Acta Sci. Pol., Zootechnica*. 11(3). 57-64.
12. Smirnova, Yu. M., Platonov, A. V. (2019). Genotype Influence on Longevity and Productive Life of Cows. *Agricultural and Livestock Technology*. 2(3).

L. M. Danets, I. V. Tkachova, V. P. Shablia (2020). INFLUENCE OF LIVE WEIGHT IN CULTIVATION ON THE DURATION OF PRODUCTIVE USE OF COWS OF UKRAINIAN BLACK-AND-WHITE DAIRY BREED OF DIFFERENT BLOODLINE ON THE HOLSTEIN BREED. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 11(2): 16-27. <https://doi.org/10.31548/animal2020.02.016>.

Abstract. *The duration of productive use is a complex integral feature and is determined by both genetic and paratypical factors. This feature should ensure maximum milk productivity of animals, economic efficiency of dairy farms and generally limit the cost of raising and keeping cows. Research conducted in the experimental farms of state enterprises "Kutuzovka", Kharkov district of Kharkov region using cow's Ukrainian black-and-white dairy breed (4038 cows). We studied the duration of productive use of cows divided into gradations according to the conditional bloodline for the Holstein breed, depending on the weight in the control age periods of cultivation (at birth, at 6, 12 and 18 months). The maximum value of the duration of productive use was recorded in the group of cows with a share of conditional blood for the Holstein breed up to 30% inclusive (the average duration of productive use is 2.77 lactations). The highest indicator of the duration of productive use of the studied animals was 4.09 lactations. Among cows with a share of conditional blood for the Holstein breed up to 30% longer produced those born with a weight of more than 40 kg (4.09 lactations), at 6 months of age weighed 100-149 kg, at 12 months – 200-249 kg, at 18 months of age – 350-399 kg. Among animals with a share of bloodline of 31-60 %, those that had a weight at the age of 6 months produced the longest: 155-190 kg (3.17 lactations), at 12 months – 250-299 kg (2.98 lactations), at 18 months – 350-399 kg (3.06 lactations). In the most numerous gradation with the share of bloodline for the Holstein breed 61-90 %, the longest productive use was characterized by animals born with a weight of 30-39 kg (2.12 lactation), at 6 months of age they weighed more than 200 kg (3.29 lactation), at 12 months-300-349 kg (3.40 lactation), at 18 months – 400-449 kg (2.82 lactation). The average duration of productive use of cows of this grade is quite low – in the range of 2.82-3.29 lactations. The highest degree of influence on the duration of productive use in this gradation of animals was recorded by the live weight factor at 6 months of age ($\eta^2 = 10.8$). Comparative assessment of the cows gradation with a share of conditional blood for the Holstein breed of 91 % or more found that the longest productive use was characterized by cows that had a live weight at birth of 30-39 kg (1.93 lactation), in 6 months – 155-199 kg (2.73 lactation), in 12 months – 250-299 kg (2.87 lactation) and in 18 months – 350-399 kg (2.62 lactation). The degree of influence of live weight at this age on the duration of productive use of cows is insignificant, except for live weight at 6 months of age ($\eta^2 = 11.8$).*

Keywords: *cattle, Ukrainian Black-and-White, dairy breed, live weight, bloodline, duration of productive use.*

ВПЛИВ ЗАТРИМОК РОСТУ В РАННЬОМУ ОНТОГЕНЕЗИ ТЕЛИЦЬ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОЧНИХ КОРІВ

А. А. КЛИМКОВЕЦЬКИЙ, майстер виробничого навчання кафедри гідробіології та іхтіології*

<https://orcid.org/0000-0001-9992-9095>

E-mail: an-180@meta.ua

Д. К. НОСЕВИЧ, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технологій виробництва молока та м'яса

<https://orcid.org/0000-0003-2495-2084>

E-mail: dknosevich@i.ua

І. П. ЧУМАЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології виробництва м'яса та молока,

<https://orcid.org/0000-0002-2816-5195>

E-mail: chumach_08@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Мета дослідження полягала в тому, щоб визначити, чи допустимі затримки в рості у ремонтних телиць і в які періоди вищукання вони найбільше позначаються на подальшій продуктивності корів. Аналіз проведено на поголів'ї тварин, які у віці 15 місяців мали живу масу не менше 300 кг (відповідали стандарту породи або поступались вимогам не більше ніж на 10 %). Тварин розподілили на 5 груп. До першої включили тварин із затримками росту до 3-місячного віку. До другої – у віці 3-6 місяців; до третьої – 6-9 і четвертої – 9-12 місяців. П'ята група була контрольна, без затримок росту. Затримкою росту вважали зменшення живої маси в кінці періоду порівняно з його початком або отримання середньодобових приростів менше 500 г. У тварин визначали живу масу, продуктивність за першу лактацію і довічну продуктивність. Встановлено, що затримка росту телиць до 3-місячного віку негативно позначається на швидкості росту в наступний трьохмісячний період. Повністю компенсувати відставання в рості вони можуть лише у 18-місячному віці. Тварини інших груп компенсували відставання від контрольної за живою масою до 15-місячного віку. Найвищу молочну продуктивність мали первістки, у яких спостерігали затримки росту у віці 0-3 і в 3-6 місяців. За виходом молочного жиру та білка і віком першого отелення встановлена подібна тенденція. Але в групах із затримками росту були гіршими збереженість первісток, менша кількість лактацій та період продуктивного використання. Довічний надій у групах із затримками росту був меншим на 15-37 %, ніж у контрольній. Затримки росту у віці 6-9 місяців негативно вплинули на продуктивність за вищу

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

лактацію. Вищий добовий надій корів цієї групи був меншим, ніж у контрольній на 14 % ($p < 0,05$). Отже, затримки росту негативно не вплинули на молочну продуктивність первісток, але призвели до погіршення збереженості тварин, скорочення продуктивного життя і довічного надою. Чим пізніше відбувається затримка росту, тим швидше телиці можуть її компенсувати і тим менше вона впливає на довічну продуктивність корів. Враховуючи зменшення довічної продуктивності, тварин із затримками росту доцільно вибракувати.

Ключові слова: українська чорно-ряба молочна порода, середньодобові прирости, жива маса, молочна продуктивність, тривалість продуктивного використання.

Актуальність.

Технологічні умови вирощування ремонтного молодняка для молочно-товарних ферм не завжди дозволяють забезпечити оптимальні параметри росту і розвитку тварин. На різних етапах вирощування худоби можливі стреси, виникнення захворювань, зміна складу раціону та поживної цінності кормів. Суттєво впливають і умови середовища, зокрема зміна сезонів року. Це позначається на швидкості росту телиць. В подальшому, за рахунок компенсаторних механізмів тварини можуть до початку репродуктивного використання досягти бажаного розвитку, але згідно із законом Червінського-Малигонова (Червинский, 1949; Малигонов, 1968), затримки розвитку повинні позначатись на органах і тканинах, які характеризуються найбільш активним ростом в цей період. Теоретично, телиці, які відставали в рості, можуть мати гіршу продуктивність в подальшому. Для добору поголів'я важливо знати, яку продуктивність можна очікувати від телиць, які мали короткочасні затримки в рості, але досягли бажаної живої маси на час допуску до відтворення. Особливий інтерес подібного дослідження викликають, зазвичай, тривалим використанням корів в низькопродуктивних стадах з

повільними темпами вирощування ремонтних телиць. Виникла гіпотеза, що періодичні затримки в рості молодняка можуть в подальшому підвищувати його стійкість до несприятливих умов та дозволяють подовжити продуктивний період використання корів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Для заміни вибракуваних корів в стадах необхідно вирощувати якісний ремонтний молодняк з високою продуктивністю та тривалим періодом продуктивного використання. За умов щорічного вибракування 40 % корів необхідно допускати до відтворення практично усіх народжених теличок. Подовжене використання корів і зменшення частки їх вибракування до 10 % дозволяє скоротити потребу в ремонтних теличках до 35 % (Nor et al., 2015). Це суттєво підвищує ефективність добору. Під час вирощування молодняка можливі періодичні зміни рівня годівлі. Встановлено, що короткочасні зменшення рівня годівлі телиць до 50-75 % від початкової норми впливає на бар'єрну функцію травного каналу, а до 25 % – зменшує абсорбуючі властивості рубця і сітки (Zhang, et al., 2013¹). Водночас відновлення попереднього рівня споживання сухої речовини та ефективності погли-

нання в передшлунках летких жирних кислот після поновлення годівлі затягується до 2 тижнів (Zhang, et al., 2013²). Енергетичне і протеїнове живлення телят в молочний період має вплив на формування мікрофлори рубця після його закінчення (Owens, 2017), тому затримки росту телят раннього віку, викликані рівнем годівлі, можуть позначитись на подальшій швидкості росту і формуванні тканин організму. У телиць річного віку негативний енергетичний баланс не позначався на розвитку жовтого тіла і синтезі прогестерону (Yung et al., 1996). Практичну відсутність впливу різко обмеженого рівня годівлі на функцію яєчників виявлено і у телиць буйволів (Campranile et al., 2010). Це свідчить про здатність тварин до метаболічної корекції, яка полягає у зменшенні енергетичних потреб в умовах обмеженого живлення та підтриманні відтворювальної функції. Накопичено багато інформації про вплив швидкості росту та затримок розвитку тварин на продуктивність, відтворювальну здатність та формування окремих органів і тканин, але відсутня цілісна модель прогнозування подальшої продуктивності після короткочасних затримок росту.

Мета досліджень полягала в тому, щоб проаналізувати, чи допустимі короткочасні затримки в рості у ремонтних телиць і в які періоди вирощування вони найбільш критично позначаються на подальшій продуктивності корів.

Матеріал і методи досліджень.

Дослідження проводили з використанням племінного обліку худоби української чорно-рябої молочної породи в ПСП «Шевченківське» Києво-Святошинського району, Київської області (база даних СУМС «Інтесел Орсек»). Для дослідження

вибрані дані використання корів, які вперше отелились в період з 2001 по 2014 рр. і телицями, у віці 15 місяців, мали живу масу не менше 300 кг (відповідали стандарту породи або поступались вимогам не більше ніж на 10 %). Наявність затримок росту визначали від народження до 12 місячного віку. Тварин розподілили на 5 груп за віковим періодом, коли спостерігали затримку росту (табл. 1).

Затримкою росту вважали зменшення живої маси в кінці періоду, порівняно з його початком або швидкість росту з середньодобовими приростами менше 500 г.

У телиць до 18-місячного віку раз на 3 місяці визначали живу масу і середньодобові прирости. Після отелення визначали продуктивність первісток (середній вік першого отелення, живу масу, тривалість лактації, надій, вихід молочного жиру і білка за 305 днів лактації, сервіс-період та збереженість тварин за першу лактацію). За результатами довічного використання корів визначали ознаки, які характеризують довговічність поголів'я, середню і довічну молочну продуктивність та відтворювальну здатність тварин.

Утримували телиць до 3-місячного віку безприв'язно в індивідуальних та групових клітках. Телиць старшого віку в зимовий період – на прив'язі, у весняно-літній – на кормо-вигульних майданчиках групами до 50 голів. Годували телиць і корів за прийнятою в господарстві схемою, яка передбачала випоювання до 4-місячного віку незбираного молока і привчання до об'ємистого раціону. Подальше вирощування телиць відбувалось з використанням об'ємистих раціонів збалансованих концентрованими кормами. Утримували корів з використанням стійлово-вигульної системи прив'язним способом.

1. Розподіл на групи дослідного поголів'я

Група	1	2	3	4	5 (контрольна)
Вік, коли спостерігали затримку росту, місяців	до 3	3-6	6-9	9-12	без затримок
Кількість тварин, голів	9	37	57	39	116

Нормували їх годівлю з урахуванням віку, живої маси, фізіологічного стану та рівня молочної продуктивності.

Дані опрацьовували з використанням загальноприйнятих методів варіаційної статистики. Визначали середні арифметичні зі статистичною похибкою ($M \pm m$), вірогідність різниці з використанням t -тесту Стьюдента ($p < 0,05; 0,01; 0,001$).

Результати досліджень та їх обговорення.

Середньодобові прирости телиць усіх груп від народження до 15 місяців були подібні, в межах 628-670 г. Найменша швидкість росту була у телиць першої групи, інші, в тому числі і контрольна група, за швидкістю росту практично не відрізнялись (табл. 2).

У вікові періоди, коли контролювали відставання в рості, телиці дослідних груп поступались контрольній за

середньодобовими приростами в межах від 34 % (перша група) до 48 % (друга група) ($p < 0,001$). За причинами відставання в рості телиць не розділяли. Основними факторами, які призводили до зменшення середньодобових приростів були ускладнені отелення матерів, розлади травлення телят, короточасні порушення в годівлі, зміна складу раціону та стреси внаслідок перегрупування телиць.

Телиці, які мали найменшу швидкість росту до 3-місячного віку (перша група) і в наступний трьохмісячний період за швидкістю росту поступались контролю на 21 % ($p < 0,001$). Найбільш ефективна компенсація швидкості росту у них відбувалась вже у віці старше 1 року.

Телиці другої групи за швидкістю росту в перші три місяці життя переважали тварин інших груп. Тварин контрольної групи вони переважали на 18% ($p < 0,05$). Найбільш ймовірна причина

2. Середньодобові прирости телиць, г

Вік телиць, міс.	Група				
	I	II	III	IV	V (контрольна)
0-3	446 ± 13,4***	827 ± 58,8*	776 ± 23,1	708 ± 22,9	702 ± 11,8
3-6	586 ± 37,7***	382 ± 14,8***	723 ± 23,2	779 ± 32,5	741 ± 11,4
6-9	686 ± 74,0	626 ± 31,2	349 ± 20,0***	746 ± 28,7**	656 ± 11,7
9-12	628 ± 96,1	688 ± 39,3	730 ± 24,1	375 ± 15,2***	653 ± 12,0
12-15	795 ± 136,0	809 ± 40,8	771 ± 33,9	698 ± 31,2	658 ± 15,7
15-18	583 ± 103,5	527 ± 34,1	591 ± 28,6	505 ± 42,3	555 ± 18,8
0-15	628 ± 8,2	666 ± 11,0	670 ± 5,7	661 ± 6,2	664 ± 4,2

Примітки: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

зменшення їх швидкості росту у віці 3-6 місяців – стрес внаслідок зміни раціону та припинення живлення молоком. В подальшому ці телиці відновили швидкість росту і за цим показником переважали контрольну групу або достовірно їй не поступались.

Для телиць третьої і четвертої дослідних груп затримка швидкості росту мала тимчасовий характер. До і після затримки в рості тварини не відрізнялись від контролю або переважали тварин контрольної групи. Ймовірними причинами зменшення швидкості росту тварин цих груп є перегрупування, сезонні зміни рівнів годівлі та складу раціону.

Відставання в швидкості росту позначилось на живій масі телиць (табл. 3).

Вік, в якому телиці змогли за живою масою порівнятись із контролем, залежав від віку затримки росту. Тварини другої, третьої та четвертої груп зрівнялись за живою масою з тваринами контрольної групи в 15-місячному віці. Тварини першої групи компенсували відставання в рості лише у 18-місячному віці. Отже, чим пізніше відбувається затримка росту, тим швидше телиці можуть її компенсувати.

За живою масою первістки першої групи поступались контролю на 7 %

(табл. 4). Між тваринами інших груп значимої різниці не спостерігали. Не можна стверджувати, що ця різниця обумовлена впливом затримки росту до 3-х місяців, оскільки тварини відрізнялись за величиною надою.

Не очікуваним був результат аналізу надоїв первісток за 305 днів лактації. Тварини із затримками росту мали вищу продуктивність, ніж телиці контрольної групи. В межах груп, найвищу продуктивність за першу лактацію мали корови, у яких спостерігали затримки в рості у найбільш ранньому віці (0-3 і в 3-6 місяців). Достовірною різниця була лише між тваринами другої групи і контролем, але в цілому встановлено, що затримки в рості телиць до 12-місячного віку, за умов компенсації живої маси до віку 15 місяців, на продуктивність первісток з середнім надоєм до 6 тис. кг негативно не впливають.

Подібною була тенденція за виходом молочного жиру, білка і віком першого отелення. Але збереженість первісток у групах із затримками росту була гіршою. В дослідних групах впродовж першої лактації вибуло від 12,8 (4 група) до 27 % (2 група) тварини. В контрольній – лише 8,6 %. Раннє вибуття частково позначилось

3. Жива маса телиць, кг

Вік телиць	Група				
	I	II	III	IV	V (контрольна)
Новонароджені	26,9 ± 1,48	23,0±0,70	23,2±0,59	22,8±0,75	24,5±0,44
3 міс.	67,0±1,95***	97,5±5,24	93,1±2,03*	86,5±1,98	87,6±1,15
6 міс.	119,8±3,47***	131,8±5,08***	158,2±3,03	156,6±3,44	154,3±1,39
9 міс.	181,6±7,21**	188,2±5,20***	189,6±2,79***	223,8±4,14*	213,4±1,65
12 міс.	238,1±14,07*	250,1±6,36**	255,3±2,80***	257,6±4,06**	272,1±1,88
15 міс.	309,7±2,99***	322,9±4,93	324,6±2,55	320,4±2,67	323,3±1,86
18 міс.	362,1±11,2	370,4±5,67	377,8±3,19	365,8±3,99	373,2±2,44

Примітки: * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001.

4. Продуктивність первісток

Ознака	Група				
	I	II	III	IV	V (контрольна)
Жива маса, кг	448 ± 17,9	475 ± 7,6	485 ± 3,3	480 ± 7,1	480 ± 2,7
Вік першого отелення, міс.	28,2 ± 1,01*	29,2 ± 0,60*	29,7 ± 0,49	29,8 ± 0,88	31,0 ± 0,56
Тривалість лактації, днів	307 ± 54,6	330 ± 30,0	302 ± 19,3*	337 ± 18,3	356 ± 13,2
Надій за 305 днів лактації, кг	5999 ± 527,0	5797 ± 154,3*	5472 ± 114,9	5412 ± 165,8	5324 ± 94,2
Збереженість первісток, %	77,8 ± 13,82	73,0 ± 7,30	75,4 ± 5,70	87,2 ± 5,35	91,4 ± 2,61
Сервіс-період, днів	151 ± 36,3	149 ± 18,7	142 ± 11,8	137 ± 15,8	140 ± 10,3
Вихід молочного жиру, кг	234,7 ± 20,29	228,5 ± 6,40	217,9 ± 70,7	209,4 ± 6,51	203,5 ± 3,82
Вихід молочного білка, кг	176,7 ± 19,47	178,0 ± 5,62	158,9 ± 5,28*	159,9 ± 5,89	173,5 ± 4,33

Примітки: ¹ з урахуванням тривалості лактації вибрактованих корів; * $p < 0,05$.

на середній тривалості лактації. В дослідних групах вона коротша ніж у контрольній, що також частково пов'язано з раннім вибуттям корів. Встановлені тенденції свідчать про гіршу збереженість тварин, які мали затримки росту до річного віку.

Незважаючи на короточасні затримки росту, телиці в дослідних групах не поступались за віком плідного осіменіння, а перше отелення від них було отримано раніше, ніж в контрольній. Це узгоджується з припущеннями (Campanile et al., 2010) про здатність тварин до метаболічної корекції для підтримання відтворювальної функції.

Середня молочна продуктивність корів різних груп за усі закінчені лактації відрізнялась мало (табл. 5). Помічено тенденцію до зниження молочної продуктивності корів, які мали затримки росту у віці 6-9 місяців (третя група). Середній надій корів цієї групи був меншим, ніж у контрольній на 8 % ($p < 0,05$).

Подібний результат отримано і за вищу лактацію. В середньому вищий добовий надій корів цієї групи був меншим, ніж у контрольній на 14 % ($p < 0,05$). Вони також відрізнялись найменшим надоем і виходом молочного білка за вищу лактацію. Ймовірно, затримки росту в період статевого дозрівання теличок мають негативний вплив на розвиток молочної залози, що позначається на досягненні максимальної молочної продуктивності корів.

Тенденцію до зменшення молочної продуктивності за вищу лактацію встановлено і у корів першої групи. Але їх різниця з контрольною групою не була статистично значимою.

Затримки росту телиць помітно позначились на довічній продуктивності корів. Прослідковується чітка динаміка. Ранні затримки росту суттєво знижують кількість молока, отриманого від корови за період продуктивного використання. Різниця між тваринами першої групи і контролем становила 37 %. Більш пізні затримки росту на довічній молоч-

5. Молочна продуктивність корів за результатами довічного використання

Ознака	Група				
	I	II	III	IV	V (контрольна)
Середній надій за 305 днів лактації, кг	4926 ± 496,5	5085±199	4680±171,4*	5289±205,8	5077±99,1
Надій за 305 днів вищої лактації, кг	6280±545,1	6349±161,5	6108±139,5	6450±175,4	6425±115,5
Вихід молочного жиру за вищу лактацію, кг	246,4±21,38	256,1±7,51	249,5±6,30	262,0±7,03	258,9±4,88
Вихід молочного білка за вищу лактацію, кг	190,0±17,07	199,1±6,22	186,8±4,97**	197,1±6,88	203,6±3,97
Найбільший добовий надій за вищу лактацію, кг	24,8±2,35	27,8±1,09	25,1±0,83***	29,2±1,17	29,2±0,54
Довічний надій, кг	16013±4370	18765±2299**	18556±1751**	21474±2025	25315±1077

Примітки: * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001.

ній продуктивності корів позначаються значно менше. Різниця між контролем і тваринами четвертої групи була 15 %.

Основною причиною зменшення довічного надою корів є скорочення тривалості їх використання. Тварини

із затримками росту використовували меншу кількість лактацій, мали коротшу тривалість життя і продуктивного використання (табл. 6).

Тенденція була досить чіткою, чим раніше відбулась затримка рос-

6. Тривалість використання і відтворювальна здатність корів за результатами довічного використання

Ознака	Середній показник за групами				
	I група	II група	III група	IV група	V група (контрольна)
Кількість лактацій	3,0 ± 0,64	3,2±0,35**	3,3±0,25**	3,8±0,30	4,3±0,18
Період між отеленнями, дн.	435±55,4	415±14,4	430±9,8	409±10,6	421±7,7
Тривалість життя, р.	5,1±0,74*	5,3±0,37**	5,4±0,30***	6,1±0,35	6,7±0,20
Тривалість продуктивного використання, р.	2,7±0,71	2,9±0,38**	3,0±0,29***	3,7±0,33	4,2±0,19
Порядковий номер найвищої лактації	1,6±0,26**	1,7±0,19***	1,8±0,14***	2,3±0,22	2,5±0,13
Частка абортів, %	7,4±5,04	1,7±1,18	2,2±1,06	1,3±0,94	2,0±0,63
Частка мертвонароджених, %	3,7±3,63	7,6±2,42	5,4±1,65	4,0±1,60	4,9±0,97
Отримано молока із розрахунку на 1 день життя, кг	7,3±1,56	7,4±0,67*	7,1±0,53**	8,8±0,54	9,1±0,29

Примітки: * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001.

ту телиць – тим менше продуктивне довголіття корів. Тварини без затримок росту (контрольна група) за ознаками тривалості життя і використання переважали інші групи. Це дозволило отримати від них не лише найбільший валовий надій. Кількість молока, отримана від корів контрольної групи із розрахунку на один день життя була також більша, ніж в інших групах. Різниця становила від на 3 % (4 група) до 22 % (3 група).

Між кількістю абортів та важких отелень і затримкою росту телиць закономірної залежності не виявлено. Різниця між групами не була статистично значимою. Таким чином встановлено, що в українській чорно-рябій молочній породі затримки росту телиць, в першу чергу, призводять до скорочення тривалості використання корів і, як наслідок, зменшення їх довічної продуктивності.

Висновки і перспективи.

Телиці із затримками росту в ранньому віці довше компенсують відставання за живою масою. Затримки росту у віці 9-12 місяців легко компенсуються в наступний 3-місячний період.

В стадах із надоем корів до 6 тис. кг молока затримки росту телиць до річного віку за умов компенсації живої маси до початку репродуктивного використання негативно не впливають на молочну продуктивність первісток.

Затримка росту телиць у віці 6-9 місяців в подальшому призводить до зменшення максимальної молочної продуктивності корів.

Тривалість життя корів та довічна їх продуктивність зменшуються в наслідок негативного впливу затримок росту телиць. Чим менше вік телиць, коли відбулась затримка росту, тим

більше її негативний вплив на довічну продуктивність тварини.

В подальшому доцільно диференційовано дослідити вплив на продуктивність корів затримок росту телиць внаслідок обмеженої годівлі, стресів викликаних змінами умов утримання та перенесених захворювань.

Список літератури

1. Малигонов, А. А. Избранные труды. Москва: Колос. 1968. 392 с.
2. Чирвинский, Н. П. Изменение сельскохозяйственных животных под влиянием интенсивного и недостаточного кормления в молодом возрасте. Избранные труды. Москва: Россельхозиздат. 1949. Т.1. С.47-49.
3. Campanile, G., Baruselli, P. S., Vecchio, D., Prandi, A., Neglia, G., Carvalho, N. A. T., D'occhio, M. J. Growth, metabolic status and ovarian function in buffalo (*Bubalus bubalis*) heifers fed a low energy or high energy diet. *Animal reproduction science*. 2010. Vol. 122. № 1-2. P. 74-81.
4. Nor, N. M., Steeneveld, W., Mourits, M. C. M., Hogeveen, H. The optimal number of heifer calves to be reared as dairy replacements. *Journal of dairy science*, 2015. Vol. 98. № 2. P. 861-871.
5. Owens, C. E. Transcriptomic and metagenomic impacts of dietary energy of milk replacer in pre-weaned Holstein heifers. 2017. PhD Thesis. Virginia Tech. 133 p.
6. Yung, M. C., Vande Haar, M. J., Fogwell, R. L., Sharma, B. K. (1996). Effect of energy balance and somatotropin on insulin-like growth factor I in serum and on weight and progesterone of corpus luteum in heifers. *Journal of animal science*. 1996. Vol. 74. № 9. P. 2239-2244.
7. Zhang, S., Albornoz, R. I., Aschenbach, J. R., Barreda, D. R., Penner, G. B. Short-term feed restriction impairs the absorptive function of the reticulo-rumen and total tract barrier function in beef cattle. *Journal*

of Animal Science. 2013. Vol. 91. № 4. P. 1685-1695. (1)

8. Zhang, S., Aschenbach, J. R., Barreda, D. R., & Penner, G. B. (2013). Recovery of absorptive function of the reticulo-rumen and total tract barrier function in beef cattle after short-term feed restriction. *Journal of animal science*, Vol. 91. № 4. P. 1696-1706. (2)

References

1. Maligonov, A. A. (1968). Selected Works. Moscow: Kolos. 392. (in Russian)
2. Chirvinskij, N. P. (1949). Changes in farm animals under the influence of intensive and insufficient feeding at a young age. Selected Works. Moscow: Rossel'khozizdat. 1. 47-49. (in Russian)
3. Campanile, G., Baruselli, P. S., Vecchio, D., Prandi, A., Neglia, G., Carvalho, N. A. T., D'Occhio, M. J. (2010). Growth, metabolic status and ovarian function in buffalo (*Bubalus bubalis*) heifers fed a low energy or high energy diet. *Animal reproduction science*. 122(1-2). 74-81.
4. Nor, N. M., Steeneveld, W., Mourits, M. C. M., Hogeveen, H. (2015). The optimal number of heifer calves to be reared as dairy replacements. *Journal of dairy science*. 98(2). 861-871.
5. Owens, C. E. (2017). Transcriptomic and metagenomic impacts of dietary energy of milk replacer in pre-weaned Holstein heifers PhD Thesis. Virginia Tech. 133.
6. Yung, M. C., VandeHaar, M. J., Fogwell, R. L., Sharma, B. K. (1996). Effect of energy balance and somatotropin on insulin-like growth factor I in serum and on weight and progesterone of corpus luteum in heifers. *Journal of animal science*. 74(9). 2239-2244.
7. Zhang, S., Albornoz, R. I., Aschenbach, J. R., Barreda, D. R., Penner, G. B. (2013). Short-term feed restriction impairs the absorptive function of the reticulo-rumen and total tract barrier function in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 91(4). 1685-1695. (1)
8. Zhang, S., Aschenbach, J. R., Barreda, D. R., Penner, G. B. (2013). Recovery of absorptive function of the reticulo-rumen and total tract barrier function in beef cattle after short-term feed restriction. *Journal of animal science*, 91(4). 1696-1706. (2)

A. A. Klimkovetskyi, D. K. Nosevych, I. P. Chumachenko (2020). THE GROWTH RETARDATION EFFECT IN EARLY HEIFERS ONTOGENESIS ON DAIRY COWS PRODUCTIVITY. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 11(2): 28-37. <https://doi.org/10.31548/animal2020.02.028>.

Abstract. *The objective of the study is to determine, whether the growth retardations of replacement cows are admissible, and in which periods of culture they most significantly affect the further productivity of the cows. The subject of the analysis was the number of animals who at the age of 15 months had the live weight no less than 300 kg (which complied with the breed standard or was inferior to the requirements for 10 % maximum). The animals were divided into 5 groups. The first group included the animals with growth retardation before the age of 3 months. The second one – at the age of 3-6 months; the third one – 6-9 months and the fourth one – 9-12 months. The fifth one was the control group, without growth retardation. The growth retardation referred to the live weight reduction at the end of the period in comparison with its beginning or the average daily weight gain less than 500 g. The authors measured the live weight, first lactation productivity and the lifetime productivity of the animals. It has been established that the growth retardation of the heifers before the age of 3 months negatively affected the growth rate*

in the following three-month period. They can completely compensate the growth retardation only at the age of 18 months. The other group animals compensated the live weight retardation in comparison with the control group by the age of 15 months. The firstlings which had the growth retardation at the age of 0-3 and 3-6 months, has the highest milk productivity. The same trend was observed in milk fat and protein output and the age of the first calving. However, in the growth retardation group the livability of firstlings, the number of lactations and the productive life was worse. The lifelong milk yield in the growth retardation group was 15-37 % lower than in the control group. Growth retardation at the age of 6-9 months negatively affected the higher lactation productivity. The highest daily milk yield in this group of cows was lower in the control group by 14 % ($p < 0.05$). Therefore, growth retardation had no negative effect on the milk yield of the firstlings, but resulted in lower survival of the animals, shortened the productive life and lifetime yield. The later the growths retardation occurs, the sooner the heifers can compensate it and the lower is its effect on the lifetime productivity of the cows. In view of the reduction of lifetime productivity, it is purposeful to draft out the animals with the growth retardation.

Keywords: *Ukrainian Black-and-White milk breed, daily average weight gain, live weight, milk yield, productive lifetime.*

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СТАТІ У СТЕРЛЯДІ ЗА МОРФОМЕТРИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ БУДОВИ ХВОСТОВОГО СТЕБЛА

В. О. КОВАЛЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

кафедри аквакультури

<https://0000-0001-7452-4331>

E-mail: kovalenko_va_58@i.ua

Д. Ю. ШАРИЛО*, аспірант кафедри аквакультури

<https://0000-0001-6005-421X>

E-mail: Sharylo.dmitrii@gmail.com

С. О. КАЙСТРО*, студент, ФТВБ,

<https://0000-0002-4203-4538>

E-mail: cokey539@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Представники родини осетрових не мають виражених зовнішніх статевих відмінностей у тілобудові, притаманних більшості об'єктів рибицтва. Це спричиняє певні труднощі за їх культивування, результативність якого великою мірою залежить від вчасного розділення стада риб на самців і самиць, особливо – в ікорно-товарному осетрівництві. На сьогодні жоден з наявних методів визначення статі у осетрових риб не є досконалим. Одні – травматичні, інші – занадто високоартісні для використання в умовах товарних рибних господарств. Це спонукає до пошуку нових методів і розроблення ефективних способів розділення осетрових риб за ознакою статі, що обумовлює актуальність досліджень у цьому напрямку. За мету дослідження було покладено перевірку гіпотези про наявність статевих відмінностей у лінійних розмірах хвостового стебла у представника родини осетрових – стерляді (*Acipenser ruthenus* Linnaeus). Дослідження проведено у навчально-науково-виробничій лабораторії рибицтва кафедри аквакультури НУБіП України у квітні і грудні 2019 р. Матеріалом для дослідження були плідники стерляді зі стада риб, утримуваного в установці замкнутого водопостачання лабораторії рибицтва. Досліджували морфометричні показники хвостового стебла у стерляді статевозрілого віку, зокрема визначали відмінності самців і самиць стерляді. За результатами дослідження гіпотеза про наявність відмінності за розмірами хвостового стебла у самців і самиць стерляді не підтвердилася. Разом із тим, за матеріалами парного кореляційного аналізу залежності величин індексів будови хвостового стебла від віку риби було встановлено помірну

* Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, доцент В. О. Коваленко

зворотну залежність між відносною товщиною хвостового стебла та віком самців і самиць цієї риби. Також у самиць відмічено зростання з віком відносної довжини хвостового стебла. Визначено за доцільне продовжити аналогічні дослідження на нестатевозрілій стерляді, у віці від 2 до 5 років.

Ключові слова: стерлядь, ознаки статі, хвостове стебло, лінійні розміри, індекс тілобудови.

Актуальність.

В сучасному світі аквакультура є єдиною альтернативою промислу і видобуванню риби та морепродуктів для потреб людства. На тлі стагнації обсягів промислу, внаслідок обмеженості природних запасів цінних гідробіонтів, ресурсні можливості виробництва продукції аквакультури виглядають майже безмежними, що і доводить сучасна практика.

В переліку об'єктів аквакультури особливе місце займають осетрові риби, завдяки високій поживній цінності їх м'яса і делікатесній харчовій ікрі. Економічна ефективність товарного осетрівництва значною мірою залежить від часу визначення статі у риб. Останнім часом, з розвитком в різних країнах світу ікорно-товарного напрямку осетрівництва, проблема точної діагностики статі ще більш загострилася. Раннє відбракування самців, а також риб із затягнутим статевим розвитком, істотно знижує втрати в ікорному виробництві.

Осетрові риби не мають зовнішніх відмінностей у тілобудові для візуального розділення їх за статтю. Жоден з інструментальних методів визначення статі не є досконалим. Одні – занадто високовартісні для використання в умовах рибних господарств, інші – травматичні. Це спонукає до пошуку більш досконалих способів розділення риб за ознакою статі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Стерлядь – типовий представник родини осетрових і один із найбільш масових об'єктів осетрівництва, що і обумовило вибір цієї риби у якості об'єкта дослідження (Третьак та ін., 2010).

Розрізняють інвазивний і неінвазивний підходи до діагностики статі у осетрових. Перший припускає фізичне пошкодження тіла риби і, відповідно, викликає стресову реакцію та вимагає тривалої фізичної реабілітації об'єкта дослідження. Як правило, методи визначення статі у риб за цим підходом достатньо інформативні і надійні. Другий підхід не передбачає фізичного травмування риби і проводиться з використанням інструментарію та пристроїв або за зовнішнім оглядом риби. Результати дослідження за таким підходом поступаються першому за інформативністю і надійністю.

До групи інвазивних методів відносяться біопсія гонад, розтин черевної порожнини для візуального огляду або пальпування статевих залоз, ендоскопічне дослідження, ендокринологічний аналіз крові та ін.

Біопсія гонад була запропонована В. З. Трусовим (1964). Здійснюється ця маніпуляція шляхом введення через червну стінку або через бічні м'язи риби спеціального щупа, який витягує частку гонади, за якою визначають

стать риби. Слід зазначити, що у добре вгодованих риб в гонадах значно більше жирової тканини, ніж генеративної, і потрапити щупом в генеративну частину гонади не завжди вдається. Тому цей метод застосовують при тестуванні тільки зрілих риб, починаючи з II-III або III стадій зрілості гонад. Точність методу досягає 100 %, але його травматичність для риби є досить високою (Кольман, 2018).

Близький до біопсійного операційний метод визначення статі у осетрових, запропонований С. Астафьевою зі співавторами (пат. РФ 2332844, 2008). Цей метод передбачає невеликий, до 2-3 см, лапароскопічний розтин черевної порожнини, для візуального огляду і оцінки стану гонад, визначення ступеня зрілості їхніх генеративних елементів. Одна з модифікацій операційного методу була запропонована Алі Халайджаном зі співавторами (2007) для використання на великих за розмірами осетрових рибах, наприклад – на білузі. Це пряма пальпація гонад і взяття проб біоптату через операційний отвір. Точність методу становить 100 %, травматичність і працездатність виконання – вищі за біопсійний метод (Кольман, 2018). Незважаючи на окремі недоліки, операційний метод широко застосовують в товарних осетрових господарствах у США (Charman and Van Eenennaam, 2012).

Менш травматичним за біопсійний і лапароскопічний є ендоскопічний метод дослідження гонад осетрових риб. За свідченням А. С. Сафронова і його колег (2007), вивчення гонад осетрових риб можна проводити за допомогою цистоуретроскопа або бороскопа, що застосовується в медицині для діагностики захворювань сечовидільної системи.

Для цього зонд цистоуретроскопа вводять у порожнину тіла через прокол в черевній стінці, як при біопсії, або через статевий отвір. Вивчення гонад здійснюється візуально. Роздільна здатність методу дуже висока, оскільки через оптико-волоконну систему приладу добре видно всі деталі будови і забарвлення тканин.

Також для визначення статі у осетрових риб Т. Б. Семенкова з колегами (2006) пропонують застосовувати метод ендокринного аналізу крові. Суть методу ґрунтується на оцінці концентрації в плазмі крові статевих стероїдів, таких як тестостерон, кетотестостерон, естрадіол. Цей метод є мінімально інвазивним і дає змогу визначити стать у осетрових риб вже з 10-12-місячного віку, з моменту цитологічної диференціації гонад. Недолік методу – висока вартість ендокринологічного аналізу.

Способи неінвазивного визначення статі у риб досить різноманітні. До них відносяться: візуальна оцінка риби за ступенем прояву вторинних ознак статі («шлюбний наряд» на шкірі, форма уrogenітального отвору, тощо), ультразвукова діагностика (Чебанов і ін., 2004), виміри тіла з подальшим обчисленням його пропорцій (морфометричний метод) та ін.

Як було встановлено раніше, у осетрових риб немає виражених зовнішніх відмінностей між представниками різної статі. Але дослідники продовжують пошуки у цьому напрямку. Так, С. Б. Подушка і І. В. Армянінов (2008) пропонують використовувати більш раннє статеве дозрівання самців осетрових і видаляти їх з ікорного стада за появою т. з. шлюбного наряду (білуватого наліту на голові риби). Сергій Борисович Подушка (2008) також відмічає наяв-

ність статевого диморфізму за формою парних плавників у амурського осетра зі стада Карманівського рибгоспу (РФ). Однак, сам дослідник не впевнений у тому, чи має прояв це явище у статеві незрілих риб.

Американські дослідники (Vecsei et al., 2003) встановили статеві відмінності за формою урогенітального отвору у білого (*A. transmontanus*), американського атлантичного (*A. oxyrinchus*) і короткорилого осетрів (*A. brevirostrum*). Ряд науковців скептично віднесли до можливості використання цього методу в практичній роботі, наполягаючи на відсутності достовірних відмінностей у тілобудові самців і самиць осетрових риб (Чебанов и Галич, 2011)

Все більш популярним серед науковців і виробників стає використання УЗД-сканера для визначення статі і ступеня зрілості статевих клітин у риб. Так, норвезькі дослідники (Karlsen and Holm, 1994) встановили, що ультразвукове обстеження різновікового матеріалу тріски (*Gadus morhua*) дозволяє з достатньо високою точністю (до 95 %) встановити стать кожної риби. Вони вважають цей метод неінвазивним, акуратним і швидким та рекомендують його до широкого використання у рибоводній практиці.

За оцінками науковців, в осетрівництві ефективність використання УЗД-методу для визначення статі у риб досягає 95 % (Кольман, 2018; Чебанов и Галич, 2011). Стримуючими факторами для застосування цього методу є висока вартість обладнання.

Морфометричні методи ґрунтуються на різниці в біометричних показниках риб різної статі. Загалом, зняття морфометричних показників у осетрових не викликає труднощів і не вимагає матеріальних витрат, а роз-

рахунки індексів тілобудови можна виконати на робочому місці, користуючись портативною комп'ютерною технікою і стандартним програмним забезпеченням.

Науковці з РФ (Мальцев і Меркулов, 2006) розробили метод визначення статі у осетрів за краніологічними вимірами. Дослідники також вказали на деякі недоліки методу, зокрема – на відмінність у будові голови різних видів осетрових риб, що вимагає корекції запропонованих ними формул для дискримінантного аналізу даних промірів. Через потребу у високій точності проведення вимірів цей метод має поки що експериментальний характер.

Білоруський науковець (Барулін, 2016) встановив статеві відмінності за будовою і формою зубців спинних кістяних пластин статевозрілої стеряді та запропонував використовувати їх у якості діагностичної ознаки статі у плідників цієї риби. Однак, дослідник не дав відповіді на питання, чи є такі самі відмінності у будові спинних пластин у риб статево незрілого віку.

У практиків-осетроводів побутує думка про можливість визначення статі у осетрових риб за відносною довжиною і товщиною хвостового стебла. В науковій літературі не було знайдено цьому підтвердження, за винятком інформації про те, що у зрілих осетрових риб форма поперечного розтину хвостового стебла змінюється від круглої до овальної, у зв'язку із схудненням риби перед нерестовою кампанією (Чебанов и Галич, 2011). За умови підтвердження такої діагностичної ознаки, можливість її використання у практиці осетрівництва виглядає привабливою, з огляду на неінвазивний характер, високу швидкість виконання і відсутність потреби у високовартісних пристроях.

Мета дослідження – перевірка імовірності ідентифікації статі стерляді (*Acipenser ruthenus* L.) за особливостями будови хвостового стебла.

Матеріали і методи дослідження.

Матеріалом для дослідження слугували плідники стерляді 6-12-річного віку зі стада риб, утримуваного в установці замкнутого водопостачання лабораторії рибництва кафедри аквакультури. Всі риби диференційовані за ознакою статі і мали підвісні мітки на грудних плавниках: самці – на правому, самиці – на лівому. Вік риби визначали за індивідуальним номером у книзі обліку племінного матеріалу.

Дослідження проведено на навчально-науковій базі кафедри аквакультури НУБіП України у два тури: у квітні і грудні 2019 року. Кількість рибного матеріалу, підданого вимірюванням, становила:

- для оцінки за відносною довжиною хвостового стебла, проведеної у два тури – всього 70 екз. риб (самиць і самців – порівну), з них у першому турі (квітень 2019 р.) – 30 екз., у другому турі (грудень 2019 р.) – 40 екз.
- під час пошуку відмінності риб різної статі за відносною товщиною хвостового стебла – 40 екз. Дослідження було проведено лише у другому турі.

Методи дослідження – загальноприйняті у рибогосподарській науці іхтіологічні і статистичні (Правдин, 1979; Плохинский, 1961).

Вимірювання довжини тулуба і хвостового стебла риби було проведено за схемою, запропонованою І. Ф. Правдиним (1979, с. 56-57). Для визначення довжини тіла і довжини

хвостового стебла риби скористалися мірною стрічкою з кроком вимірювань 1 мм, а для вимірювання висоти і товщини хвостового стебла – цифровим штангенциркулем Digital caliper. Висоту і товщину міряли у площині поперечного перетину, приблизно посередині хвостового стебла.

Для аналізу результатів досліджень розробили два власні показники. Перший – індекс відносної довжини хвостового стебла (I_l), як частка від ділення постдорсальної довжини стерляді (l) на довжину тулуба риби (L):

$$I_l = \frac{l}{L}. \quad (1)$$

Другий показник – індекс відносної товщини хвостового стебла I_b , як частка від ділення товщини хвостового стебла (b) на його висоту (h):

$$I_b = \frac{b}{h}. \quad (2)$$

Оброблення цифрового матеріалу досліджень і оформлення рукопису роботи провели з використанням стандартних комп'ютерних програм Microsoft Word і Microsoft Excel.

Результати дослідження та їх обговорення.

Результати розрахунків величин індексів відносної довжини і відносної товщини хвостового стебла у плідників стерляді представлено в таблиці 1:

Як видно з даних таблиці, значної відмінності між самцями і самицями стерляді за розмірами хвостового стебла не спостерігається. Так, у самців, порівняно із самицями, хвостове стебло незначно довше і товще: індекс відносної довжини більший на 0,006 або 4,1%, а індекс відносної товщини хвостового стебла більший на 0,022 (різниця - 2,5 %).

1. Показники відносної довжини та товщини хвостового стебла у стерляді

Стать риби	Тур досліджень	Кількість риби (n), екз.	Вік риби, років	Індекси хвостового стебла					
				відносної довжини			відносної товщини		
				сер. значення (\bar{k})	сер.-кв. відхил. (σ)	коэф. варіації (Cv), %	сер. значення (\bar{k})	сер.-кв. відхил. (σ)	коэф. варіації (Cv), %
Самці	1	15	6-12	0,159	0,0005	0,31	-	-	-
	2	15	6-12	0,148	0,0040	2,70	0,902	0,0653	7,24
	У середньому за 2 тури			0,153	0,0055	3,59	0,902	0,0653	7,24
Самиці	1	20	6-12	0,143	0,0037	2,59	-	-	-
	2	20	6-12	0,150	0,0065	4,33	0,880	0,131	14,89
	У середньому за 2 тури			0,147	0,0098	6,67	0,880	0,131	14,89

Мінливість значень індексу відносної довжини хвостового стебла у самців слабка і становить 3,59%, у самиць – помірна та майже вдвічі більша, ніж у самців – 6,67%. Варіативність індексу відносної товщини хвостового стебла об'єктивно вища, ніж індексу відносної довжини хвостового стебла, і становить у самців 7,24% (помірний рівень варіативності), а у самиць удвічі більше – 14,89% (значний рівень варіативності). Цим підтверджується припущення науковців про сплюснення хвостового стебла у латеральній площині внаслідок схуднення риби при ста-

тевому дозріванні. Причому, ступінь прояву цього явища, як було встановлено, значно більший у самиць, ніж у самців.

Мінливість індивідуальних значень індексів відносної довжини та відносної товщини хвостового стебла у самців і самиць стерляді наочно продемонстрована на рисунках (див. рис. 1 і 2):

Як видно з рисунків, величини обох індексів хвостового стебла у самців мають значно меншу мінливість, ніж у самиць. Так, кількість тих самців, чий показник значно відрізняється від середньої величини індексу відносної довжини хвостового стебла

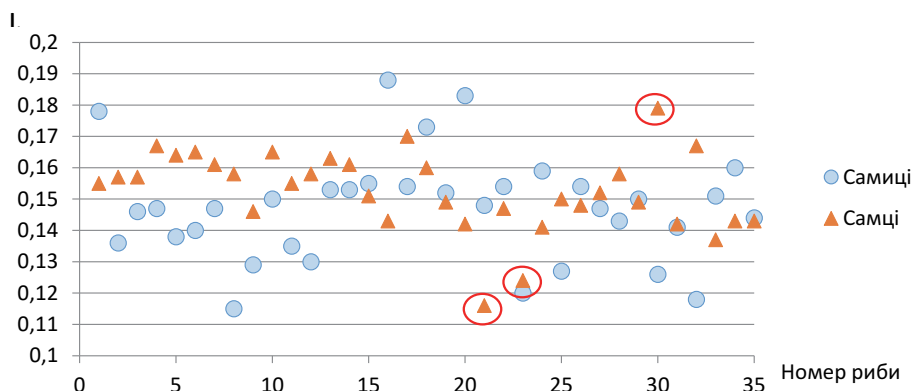


Рис. 1. Мінливість величин індексу відносної довжини хвостового стебла

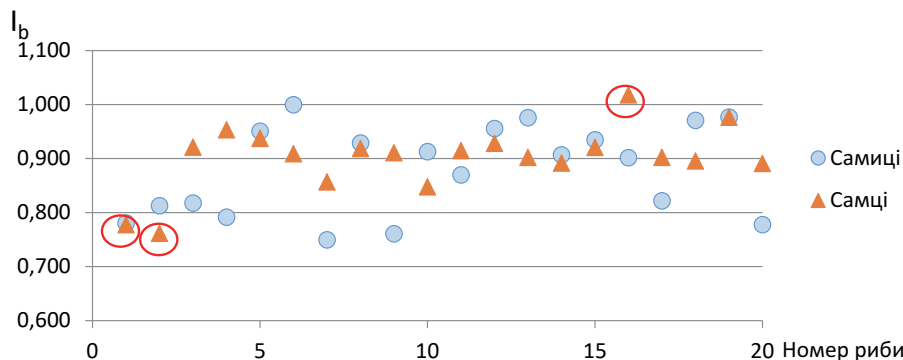


Рис. 2. Мінливість величин індексу відносної товщини хвостового стебла

2. Величини коефіцієнту парної кореляції між віком риби і індексами хвостового стебла самців і самиць стерляді (р)

Індекс відносної довжини хвостового стебла		Індекс відносної товщини хвостового стебла	
самці	самиці	самці	Самиці
0,03	0,32	- 0,21	- 0,23

(ці значення обведені червоним колом), становить 3 екземпляри з 35-ти риб. Так само, кількість особин, чії величини індексу відносної товщини хвостового стебла (обведено червоним колом) значно відрізняються від середнього значення, становлять 3 екземпляри, але з 20-ти риб. Серед самиць спостерігається значний розкид величин індексів відносної довжини та відносної товщини хвостового стебла, частина з яких є такими ж, як і у самців. Це спонукає до висновку про неприйнятність використання досліджуваних показників для розділення п'лідників стерляді за статтю.

Пошук залежності величин індексів від віку риби було виконано за допомогою методу парного кореляційного аналізу. Результати розрахунків коефіцієнтів парної кореляції (р) представлено в таблиці 2:

Як видно з даних таблиці, у самиць з віком відносна товщина

хвостового стебла дещо зменшується: $r = - 0,23$, тобто, спостерігається слабкий зворотній зв'язок, а відносна довжина хвостового стебла зростає: $r = 0,32$ (помірний прямий зв'язок). У самців залежність між віком риби і відносною довжиною хвостового стебла практично відсутня ($r = 0,03$), а відносна товщина хвостового стебла, як і у самиць, дещо зменшується ($r = - 0,21$), тобто, спостерігається слабкий зворотній зв'язок. Хвостове стебло у самців стає пласкішим.

Висновки і пропозиції

За результатами дослідження було встановлено:

1. Значної відмінності між самцями і самицями стерляді за показниками відносної довжини і відносної товщини хвостового стебла не виявлено: різниця за першим показником становила 4,1 %, за другим – 2,5 %.

Отже, визначення статі плідників стерляді з використанням відмінності у розмірах хвостового стебла не видається можливим.

2. Встановлено помірну зворотну залежність між віком риби і відносною товщиною хвостового стебла: у самиць $r = -0,23$, у самців $r = -0,21$.
3. Відмічено зростання з віком відносної довжини хвостового стебла у самиць стерляді: $r = 0,32$ (помірний прямий зв'язок). У самців такої залежності не виявлено: $r = 0,03$.
4. Доцільно продовжити дослідження на стерляді віком від 2-х до 5 років.

Список використаної літератури

1. Третьяк, О. М., Ганкевич, Б. О., Колос, О. М., Яковлева, Т. В. Стан запасів осетрових риби та розвиток осетрової аквакультури в Україні. Рибгосподарська наука України. К., 2010. (Вип. 4). С. 4-22.
2. Трусов, В. З. Метод определения степени зрелости половых желез самок осетровых. Рыбное хозяйство. 1964. Т. 1. С. 26–28.
3. Кольман, Р. Фомирование и эксплуатация стад осетровых рыб. 2018. URL: <https://aquafeed.ru/node/71>
4. Астафьева, С. С., Судакова Н. В., Федосеева Е. А. Способ ранней прижизненной диагностики пола у осетровых видов рыб и их гибридов: пат. РФ 2332844; заявл. 27.11.06; опубл. 10.09.08. URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2332844>
5. Халайджан, А., Каземи, Р., Бахмани, М. и др. Определение пола четырехлетней белуги *Huso huso* операционным путем. Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: материалы и доклады междунар. симпоз. Астрахань: изд-во АГТУ, 2007. С. 379-380.
6. Chapman, F. A., Van Eenennaam, J. P. Sturgeon Aquaculture—Specialized Techniques: Determining the Sex of Sturgeon by Direct Examination of the Gonad Using a Minimally Invasive Surgical Procedure. 2012. URL: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/FA/FA18300.pdf>
7. Сафронов, А. С., Солохин, И. В., Николаев, А. И. и др. Использование эндоскопа для ранней прижизненной диагностики пола у осетровых рыб. Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: материалы докладов IV Междунар. науч.-практ. конф. М.: изд-во ВНИРО, 2006. С.121-124.
8. Семенкова, Т. Б., Баюнова, Л. В., Колмаков, Н. Н., Баранникова, И. А. Использование анализа содержания половых стероидных гормонов для раннего определения пола у осетровых. Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: материалы докладов IV Междунар. науч.-практ. конф. М.: изд-во ВНИРО, 2006. С.124-127.
9. Чебанов, М. С., Галич, Е. В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб: технические доклады ФАО по рыбному хозяйству и аквакультуре. Анкара, 2011. № 558. 297 с.
10. Подушка, С. Б., Армянинов, И. В. Икорно-товарное осетроводство в Кармановском рыбхозе. Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке: материалы Всерос. конф. с междунар. участием. Красноярск: ИПЦ СФУ, 2008. С.119-121.
11. Подушка, С. Б. Половые различия в форме парных плавников у амурского осетра. Осетровое хозяйство. Астрахань: ООО «Частный институт стерляди», 2008. № 2. С. 69-71.
12. Vecsei, P., Litvak, M. K., Noakes, D. L. et.al. A noninvasive technique for determining sex of live adult North American sturgeons. Environ. Biol. Fish. 2003. V. 68. №4. P. 333-338.
13. Karlsen, R., Holm, J. Ultrasonography, a non-invasive method for sex determination in cod (*Gadus morhua*). J. Fish Biol. 1994.V. 44. P. 965-971.

14. Мальцев, А. В., Меркулов, Я. Г. Биометрический метод определения пола осетровых, в частности русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* (Acipenseridae) азовской популяции. Вопросы ихтиологии. 2006. Т. 46. (№ 4). С. 536–540.
 15. Барулин, Н. В. Строение спинных костных пластинок взрослой стерляди в зависимости от пола. Животноводство и ветеринарная медицина. 2016. 4 (23).
 16. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность. 1979. 120 с.
 17. Плохинский, Н. А. Биометрия. Новосибирск.: Изд-во АН СССР, 1961. 364 с.
-

References

1. Tretiak, O. M., Hankevych, B. O., Kolos, O. M., Yakovlieva, T. V. (2010). Stan zapasiv osetrovyykh ryb ta rozvytok osetrovoi akvakultury v Ukraini [The status of sturgeon stocks and the development of sturgeon aquaculture in Ukraine]. Fisheries Science of Ukraine. 4. 4-22.
2. Trusov, V. Z. (1964). Metod opredeleniya stepeni zrelosti polovykh zhelez samok osetrovyykh [Method for determining the degree of maturity of the sex glands of female sturgeon]. Rybnoe hozyajstvo. 1. 26-28.
3. Kol'man, R. (2018) Fomirovanie i ekspluatatsiya stad osetrovih ryb [Formation and operation of sturgeon herds]. Available at: <https://aquafeed.ru/node/71>
4. Astaf'eva S. S., Sudakova N. V., Fedoseeva E. A. (10.09.2008). Certificate of authorship 2332844 RU. Method for early intravital diagnosis of sex in sturgeon fish species and their hybrids (RU); declared 27.11.2006. Available at: <http://www.freepatent.ru/patents/2332844>
5. Halajdzhan, A., Kazemi, R., Bahmani, M., et.al. (2007). Opredelenie pola chetyrekhetlej belugi *Huso huso* operacionnym putem [Sex determination of the four-year-old beluga *Huso huso* by operation]. International symposium "Warm aquaculture and biological productivity of arid climate reservoirs". Astrakhan (Russia). 379-380.
6. Chapman, F. A., Van Eenennaam, J. P. (2012). Sturgeon Aquaculture—Specialized Techniques: Determining the Sex of Sturgeon by Direct Examination of the Gonad Using a Minimally Invasive Surgical Procedure. Available at: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FA/FA18300.pdf>
7. Safronov, A. S., Solohin, I. V., Nikolaev, A. I., et.al. (2006). Ispol'zovanie endoskopa dlya rannej prizhiznennoj diagnostiki pola u osetrovyykh ryb [The use of an endoscope for early intravital diagnosis of sex in sturgeons]. IV International Scientific and Practical Conference. Moscow (Russia), 121-124.
8. Semenkova, T. B., Bayunova, L. V., Kolmakov, N. N., Barannikova, I. A. (2006). Ispol'zovanie analiza sodержaniya polovykh steroidnykh gormonov dlya rannego opredeleniya pola u osetrovyykh [The use of sex steroid hormone analysis for early sex determination in sturgeons]. IV International Scientific and Practical Conference. Moscow (Russia), 124-127.
9. Chebanov, M. S., Galich, E. V. (2011). Rukovodstvo po iskusstvennomu vosproizvodstvu osetrovyykh ryb: tekhnicheskie doklady FAO po rybnomu hozyajstvu i akvakult'ure [Guidelines for Artificial Reproduction of Sturgeons: FAO Technical Reports on Fisheries and Aquaculture]. Ankara, Turkey. (No 558). 297.
10. Podushka, S. B., Armanyanov, I. V. (2008). Ikor-no-tovarnoe osetrovodstvo v Karmanovskom rybhoze [Caviar commodity sturgeon breeding at Karmanovsky fish farm]. All-Russian Conference with International Participation "Problems and Prospects of Using Siberian Aquatic Bioresources in the 21st Century", Krasnoyarsk (Russia), 119-121.
11. Podushka, S. B. (2008). Polovye razlichiya v forme parnykh plavnikov u amurskogo osetra [Sexual differences in the shape of paired fins in the Amur sturgeon]. Sturgeon farming. Astrakhan (Russia): Private Sterlet Institute LLC, 2, 69-71.

12. Vecsei, P., Litvak, M.K., Noakes. D.L. et.al. (2003). A noninvasive technique for determining sex of live adult North American sturgeons. *Environmental biology of fishes*, V. 68, No 4, 333-338.
13. Karlsen, R., Holm. J. (1994). Ultrasonography, a non-invasive method for sex determination in cod (*Gadus morhua*). *Journal of Fish Biology*, 44, 965-971. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1095-8649.1994.tb01268.x>
14. Mal'cev, A. V., Merkulov, Ya. G. (2006). Biometricheskij metod opredeleniya pola osetrovyyh, v chastnosti russkogo osetra *Acipenser gueldenstaedtii* (*Acipenseridae*) azovskoj populyacii [The biometric method for determining the sex of sturgeons, in particular the Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii* (*Acipenseridae*) of the Azov population]. *Journal of Ichthyology*, V. 46, 4. 536-540.
15. Barulin, N. V. (2016). Stroenie spinnyh kostnyh plastinok vzrosloj sterlyadi v zavisimosti ot pola [The structure of the dorsal bones of the adult sterlet, depending on gender]. *Livestock and veterinary medicine*. 4 (23).
16. Pravdin, I. F. (1979). *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [Fish Study Guide]. Moscow (Russia): Pishchevaya promyshlennost', 120.
17. Plokhinskij, N. A. (1961). *Biometriya*. Novosibirsk.: Publishing house SA USSR. 364

V. O. Kovalenko, D. Yu. Sharylo, S.O. Kaistro (2020). EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF SEX IDENTIFICATION IN A STERLET BY MORPHOMETRIC INDICATORS OF THE STRUCTURE OF THE TAIL STEM. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 11(2):38-47. <https://doi.org/10.31548/animal2020.02.038>.

Abstract. *Representatives of the sturgeon family do not have pronounced external sex differences, which are typical of most aquaculture fishes. This causes some difficulties in their cultivation, the effectiveness of which largely depends on the timely division of the herd of fish into males and females, especially in caviar-commercial sturgeon farming. To date, none of the available methods for determining the sex of sturgeon is perfect. Some are traumatic, others are too expensive to use in commercial fisheries. This encourages the search for new methods and the development of effective ways to separate sturgeon by sex, which determines the relevance of research in this area. The aim of the study was to test the hypothesis of the presence of sex differences in the linear size of the tail stem in a member of the sturgeon family - sterlet (*Acipenser ruthenus* Linnaeus). The object of the study is the morphometric parameters of the tail stalk in the sterlet of adulthood. The subject of the study - differences in the structure of the tail of males and females of sterlet. Research methods - generally accepted in fisheries science ichthyological and statistical. The study was conducted in the training, research and production laboratory of fish farming of the Department of Aquaculture NULES of Ukraine in April and December 2019. The material for the study were the offspring of sterlet from a flock of fish kept in a closed recirculation aquaculture system of the fish farming laboratory. According to the results of the study, the hypothesis of a difference in the size of the tail stalk in male and female sterlet was not confirmed. However, according to the materials of pairwise correlation analysis of the dependence of the values of the indices of the structure of the tail stem on the age of the fish, a moderate inverse relationship was found between the relative thickness of the tail stem and the age of males and females of this fish. Females also showed an increase in the relative length of the tail stem with age. It was determined appropriate to continue similar studies on immature sterlet, aged 2 to 5 years.*

Keywords: *sterlet, sex characteristics, tail stalk, linear dimensions, physique index.*

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІКОРМІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ ЕНЕРГІЇ У ГОДІВЛІ ЛИЧИНОК І МАЛЬКІВ РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ

В. М. КОНДРАТЮК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри годівлі тварин та технології кормів

ім. П.Д. Пшеничного,

<https://orcid.org/0000-0002-4246-2639>

E-mail: vadkondratyuk@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. У статті розглянуто питання ефективності використання повнораціонних комбікормів з різним рівнем обмінної енергії за вирощування личинок і мальків райдужної форелі. Метою дослідження передбачалося встановити вплив різних рівнів енергетичного живлення форелі на показники її продуктивності. Для цього за методом аналогів було сформовано п'ять піддослідних груп. У зрівняльний період піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період рівень обмінної енергії в комбікормах форелі коливався від 14 до 18 МДж у 1 кг. У результаті проведених досліджень встановлено, що збільшення вмісту енергії у комбікормі для личинок і мальків форелі з 16 до 18 МДж сприяє збільшенню їхньої маси на 11,1% ($p < 0,05$) та інтенсивності росту – на 5,6-14,2%, тоді як зменшення вмісту енергії до 14 МДж сприяє вірогідному зменшенню ($p < 0,05$) маси на 11,9%, та зниженню інтенсивності росту на 6,0-14,7%. Доведено, що витрати корму на 1 кг приросту маси у личинок і мальків форелі, які отримували комбікорми із вмістом енергії на рівні 18 МДж, були меншими на 5,1%, а за її вмісту 14 МДж – на 4,8% більшими порівняно з рибами, що споживали корм із вмістом енергії 16 МДж / кг. Водночас збереженість піддослідних рыб упродовж усього періоду дослідження була близькою і перебувала в межах від 83,1 до 84,9%. Проте, встановлено, що найбільш економічно доцільним є вирощування личинок і мальків форелі, які споживають комбікорм із поживністю 16 МДж обмінної енергії порівняно із зниженням або підвищенням цього показника до 14 або 18 МДж відповідно.

Ключові слова: райдужна форель, личинки і мальки, годівля рыб, комбікорми, обмінна енергія, продуктивність, економічна ефективність.

Актуальність статті та аналіз останніх досліджень і публікацій.

Форелівництво – важлива галузь прісноводного рибництва України,

обсяги виробництва якої постійно зростають. Основними чинниками, що впливають на інтенсивність росту риби, є дотримання оптимальних умов вирощування та застосування повноцінно збалансованої годівлі. Ви-

трати на спеціалізовані високопродуктивні корми у рибництві досягають близько 70 % до загальної собівартості риби (Єгоров і Фігурська, 2011; Teimouri at al., 2013; Treft at al., 2017). Основним завданням промислового форелівництва є вирощування риби в найбільш оптимальний проміжок часу з мінімальними затратами. Раціональне використання поживних речовин комбікормів дозволить отримати якісну продукцію у короткі терміни. Доведено, що за рахунок оптимізації енергетичного живлення риб, можливо забезпечити високий рівень рибопроductивності та покращити якість їхньої продукції (Єгоров і Фігурська, 2011; Шерман та ін., 2002; Щербина і Гамьгин, 2006; Karabulut at al., 2010; Jobling, 2016). На даний час наукові дослідження в Україні щодо вивчення енергетичного живлення молоді форелі перебувають на початкових етапах становлення, в зв'язку з чим це питання недостатньо розкрито.

Отже, вивчення енергетичного живлення личинок і мальків райдужної форелі в сучасних промислових умовах рибницьких господарств України є актуальним.

Матеріал та методика досліджень.

Експериментальні дослідження на личинках і мальках райдужної форелі *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) проведені в умовах господарства «Шипот» Перечинського району Закарпатської області.

Метою науково-господарського дослідження передбачалося встановити вплив різних рівнів енергетичного живлення личинок і мальків форелі на показники їхньої продуктивності.

Для цього за методом аналогів сформовано п'ять піддослідних груп (табл. 1). У зрівняльний період піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період рівень обмінної енергії в комбікормах форелі дослідних груп регулювали за рахунок зміни окремих компонентів комбікормів (з використанням комбінованих математичних методів оптимізації розрахунку за допомогою програми AgroSoft WinOpti). Поживність експериментальних комбікормів наведено у таблиці 2.

Годівлю райдужної форелі в личинковий та мальковий періоди досліджень проводили 12 раз на добу, в денний час через рівні проміжки, використовуючи крупку розміром 0,2-0,4 мм. Необхідну кількість корму розраховували відповідно до показників індивідуальної маси молоді та температури середовища на момент годівлі.

Зважування піддослідної молоді форелі проводили раз на 5 днів. Індивідуальну масу личинок визначали за допомогою електронних терезів, на яких зважували їх з точністю до 1 мг. Щільність посадки піддослідних риб на початку досліду становила 10 тис. екз / м². Підрощування личинок та вирощування мальків проводили в лотках площею 4 м² за щільності посадки 10 та 5 тис. екз. / м² відповідно, рівень води в ємностях для личинок становив 0,2 м, для мальків – 0,5 м. Загальна кількість особин форелі в експериментальних дослідженнях становила 200 тис. екз. Молодь в досліді утримували за загальноновизнаними у форелівництві умовами (Інструкція по разведенію радужной форели, 1985).

Дослідження темпу росту райдужної форелі здійснювали за результатами контрольних ловів. Не менше 100 екз. із кожної групи піддавали зважуванню

1. Схема науково-господарського досліджу

Група	Щільність посадки на початок досліджу, екз. / м ²	Середня маса на початок досліджу, мг	Періоди досліджу	
			Зрівняльний (5 діб)	Основний (30 діб)
			Вміст обмінної енергії в 1 кг комбікорму, МДж	
1- контрольна	10000	151 ± 7,2	16,0	16,0
2- дослідна	10000	148 ± 4,5		14,0
3- дослідна	10000	153 ± 8,4		15,0
4- дослідна	10000	150 ± 10,2		17,0
5- дослідна	10000	152 ± 9,3		18,0

2. Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Групи				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Обмінна енергія, МДж	16,00	14,00	15,00	17,00	18,00
Сирий протеїн	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
Сирий жир	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Сира клітковина	2,01	2,06	2,20	2,23	2,27
Кальцій	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Фосфор загальний	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Лізин	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
Метіонін	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Вітамін А, тис. МО	20	20	20	20	20
Вітамін D3, тис. МО	4	4	4	4	4
Вітамін Е, мг	300	300	300	300	300

на електронних вагах. Результати досліджень опрацьовані методом варіаційної статистики (Плохинский, 1969) за допомогою програмного забезпечення MS Excel і STATISTICA 7.0. з використанням вбудованих статистичних функцій.

Результати досліджень та їх обговорення.

Встановлено, що у основний період досліджу, за рахунок різного енергетичного живлення личинок і мальків форелі, спостерігалися помітні зміни у показниках їхньої маси (табл. 3).

Під час закінчення досліджу на 35 добу найбільшої маси досягли мальки 4 та 5 груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 58 та 124 мг, або на 5,2 та 11,1 % ($p < 0,05$). У той же час мальки 2- і 3 дослідних груп поступалися за згаданим показником контрольним ровесникам відповідно на 133 і 74 мг, або на 11,9 ($p < 0,05$) і 6,6 %.

Для визначення впливу умов годівлі личинок і мальків форелі на зміну маси у різні періоди досліджу було проведено однофакторний дисперсійний аналіз отриманих даних (рис. 1).

3. Маса підослідних личинок і мальків форелі за різного енергетичного живлення, мг

Доба досліді	Групи				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	151 ± 7,2	148 ± 4,5	153 ± 8,4	150 ± 10,2	152 ± 9,3
5	272±16,4	263±10,2	274±13,7	268±19,1	276±15,6
10	401±23,8	370±18,7	386±26,2	411±25,5	418±23,9
15	549±32,7	504±28,4	525±30,6	572±31,9	589±27,3
20	712±27,2	635±39,5	673±35,4	738±37,0	766±36,2
25	847±36,9	753±35,3	799±33,9	889±42,8	926±39,0
30	984±38,8	866±44,9*	918±41,8	1034±36,0	1087±35,1*
35	1118±42,6	985±37,7*	1044±48,5	1176±39,8	1242±44,5*

Примітка: * $p < 0,05$ порівняно з 1 групою

Встановлено, що різний рівень енергетичного живлення личинок і мальків форелі з високою достовірністю ($p < 0,001$) впливав на масу підослідних риб. Частка впливу даного фактору становить 77,8 %, що у 3,5 рази більше за інші.

У личинок і мальків форелі, які споживали корм з різним вмістом обмінної енергії, відповідно до зміни їхньої маси, змінювалися і її середньодобові прирости (табл. 4). Так, якщо у зрівняльний період досліді середньо-

добові прирости у підослідних риб майже не відрізнялись, то у подальшому, за впливу різного енергетичного живлення, вони змінювались по-різному. Встановлено, що майже в усі періоди досліді мальки, які споживали більш енергетичні корми, за середньодобовими приростами переважали аналогів, яким згодувували комбікорм з меншою енергетичною поживністю.

Слід зазначити, що загалом за основний період досліді більшими середньодобовими приростами

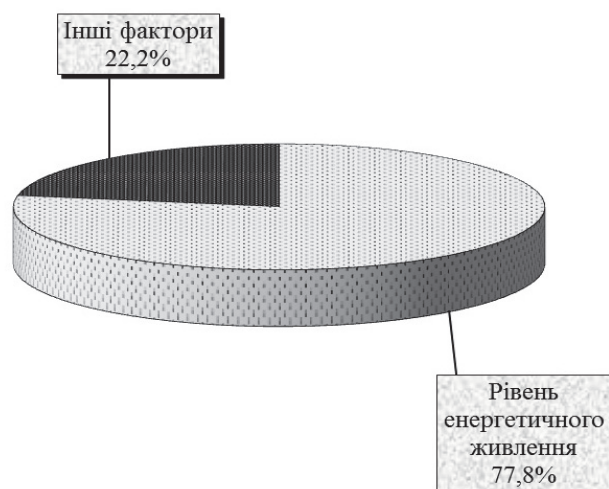


Рис. 1. Вплив енергетичного живлення форелі на зміну її маси

4. Середньодобовий приріст маси личинок і мальків форелі за різного енергетичного живлення, мг

Періоди дослідів, діб	Групи				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	24,2	23,0	24,2	23,6	24,8
6-10	25,8	21,4	22,4	28,6	28,4
11-15	29,6	26,8	27,8	32,2	34,2
16-20	32,6	26,2	29,6	33,2	35,4
21-25	27,0	23,6	25,2	30,2	32,0
26-30	27,4	22,6	23,8	29,0	32,2
31-35	26,8	23,8	25,2	28,4	31,0
У середньому за основний період дослідів (6-35 діб)	28,2	24,1	25,7	30,3	32,2

маси характеризувалась молодь 4 і 5 дослідних груп, що отримувала комбікорм з вмістом обмінної енергії на рівні 17 і 18 МДж, яка за цим показником переважала контрольну групу, що отримувала корм із вмістом енергії 16 МДж, відповідно на 7,4 і 14,2 %. Мальки форелі 2 та 3 дослідних груп, які споживали комбікорм з вмістом обмінної енергії на рівні 14 і 15 МДж, поступалися контрольним за згаданим показником у основний період дослідів відповідно на 14,5 і 8,9 %. Різниця між ровесниками 2 і 5 груп за середньодобовими приростами маси у основний період дослідів досягла 33,6 %.

Витрати комбікорму на виробництво будь-якої продукції, в тому числі і у рибництві, суттєво впливають на її собівартість і значною мірою залежать від рівня продуктивності риб і кількості спожитого комбікорму. Отримані експериментальні дані свідчать, що із збільшенням вмісту обмінної енергії у комбікормі від 14 МДж (2-а група) до 18 МДж (5-а група) у молоді форелі спостерігалось зменшення витрат комбікорму на одиницю приросту її маси.

Відповідно до змін маси риб та споживання ними корму встановлено, що найнижчими були витрати корму на 1 кг приросту маси у личинок і мальків форелі 5-ї групи (0,686 кг), які за цим показником переважали аналогів усіх інших піддослідних груп відповідно (за схемою дослідів) на 5,1; 10,5; 9,3 і 2,0 %.

Слід зазначити, що збереженість піддослідних риб упродовж усього періоду дослідів була достатньо високою і перебувала в межах від 83,1 до 84,9 %.

Аналізуючи показники ефективності вирощування личинок і мальків форелі можна стверджувати, що за різного енергетичного живлення ці показники змінювалися по-різному (табл. 5). Зокрема, загальна їхтіомаса в кінці дослідів була найвищою у риб 5 груп, які за цим показником переважали аналогів з усіх інших груп відповідно (за схемою дослідів) на 10,3; 26,8; 19,9 і 7,1 %. Аналогічно змінювався і приріст їхтіомаси за основний період дослідів – форель 5-ї групи переважала аналогів 1-, 2-, 3- і 4-ї груп відповідно на 13,8; 36,7; 28,6 і 8,7 %.

Із збільшенням енергетичної поживності кормів із 14 до 18 МДж їхні

5. Економічна ефективність вирощування личинок і мальків форелі за різного енергетичного живлення

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду дослідів, кг	5,33	5,15	5,38	5,27	5,41
Збереженість, %	84,9	83,8	83,6	83,1	84,3
Іхтіомаса в кінці дослідів, кг	18,98	16,51	17,46	19,55	20,94
Приріст іхтіомаси за основний період дослідів, кг	13,65	11,36	12,08	14,28	15,53
Витрати корму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	0,721	0,758	0,75	0,7	0,686
Витрати корму на весь приріст іхтіомаси, кг	9,84	8,61	9,06	10,00	10,65
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	68,2	70,4	74,8	71,6	74,3
Вартість згоданого комбікорму на весь приріст іхтіомаси, грн	671,20	606,21	677,69	715,71	791,56
Вартість корму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	49,17	53,36	56,10	50,12	50,97
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	70,25	76,23	80,14	71,60	72,81

Примітка: у цінах 2015 року

витрати на одиницю приросту іхтіомаси молоді форелі зменшувалися, проте зростала вартість цих комбікормів. У результаті, собівартість 1 кг приросту іхтіомаси молоді була найвищою у риб, які отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 15 МДж (3-я група). За цим показником вони поступалися ровесникам усіх інших груп відповідно (за схемою дослідів) на 14,1; 5,1; 11,9 і 10,0 %.

В результаті проведених досліджень встановлено, що найменшою собівартістю 1 кг приросту іхтіомаси характеризувалась молодь форелі 1-ї групи, яка споживала комбікорм із поживністю 16 МДж обмінної енергії. Таким чином, вирощування личинок і мальків форелі за згаданого рівня енергії є найбільш економічно доцільним.

Висновки та перспективи

1. Збільшення вмісту енергії у комбікормі для личинок і мальків форелі з 16 до 18 МДж сприяє

збільшенню їхньої маси на 11,1 % ($p < 0,05$) та інтенсивності росту – на 5,6-14,2 %, тоді як зменшення вмісту енергії до 14 МДж / кг сприяє вірогідному зменшенню ($p < 0,05$) маси на 11,9 %, та зниженню інтенсивності росту на 6,0-14,7 %.

2. Встановлено, що витрати корму на 1 кг приросту маси у личинок і мальків форелі, які отримували комбікорми із вмістом енергії на рівні 18 МДж, були меншими на 5,1 %, а за її вмісту 14 МДж – на 4,8 % більшими, порівняно з рибами, що споживали корм із вмістом енергії 16 МДж / кг. Водночас збереженість піддослідних риб упродовж усього періоду дослідів була близькою і перебувала у межах від 83,1 до 84,9 %.
3. Найбільш економічно доцільним є вирощування личинок і мальків форелі, які споживають комбікорм із поживністю 16 МДж обмінної енергії, порівняно із зниженням

або підвищенням цього показника до 14 або 18 МДж відповідно.

4. Перспективи подальших досліджень пов'язані з вивченням впливу різного енергетичного живлення райдужної форелі на закономірності її фізіолого-біохімічних та морфологічних показників.

Список використаної літератури

1. Єгоров, Б. В., Фігурська, Л. В. Стан та перспективи розвитку форелівництва у рибоводних господарствах України. Зернові продукти і комбікорми. 2011. № 2. С. 37-39.
2. Єгоров, Б. В., Фігурська, Л. В. Характеристика спеціальних комбікормів для годівлі форелі провідних європейських виробників. Хранение и переработка зерна. 2011. № 8. С. 58-61.
3. Інструкція по разведенню радужной форели. Москва: ВНИИПРХ. 1985. 59 с.
4. Плохинский, Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос. 1969. 246 с.
5. Шерман, І. М., Гринжевський, М. В., Желтов, Ю. О. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риб: навчальний посібник. Вища освіта. 2002. С. 128.
6. Щербина, М. А., Гамыгин, Е. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. М.: ВНИРО. 2006. 360 с.
7. Karabulut, H. A., Yandi, I., Aras, N. M. Effects of different feed and temperature conditions on growth, meat yield, survival rate, feed conversion ratio and condition factor in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2010. № 9(22). P. 2818 – 2823.
8. Teimouri, M., Amirkolaie, A., Yeganeh, S. The effects of *Spirulina platensis* meal as a feed supplement on growth performance and pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).

Aquaculture. 2013. Vol. 396–399. P.14–19.

9. Trefl, C. E., Barnes, M. E., Voorhees, J. M., Martin, T. J. Impacts of feeding three commercial trout starter diets to rainbow trout on bacterial Coldwater disease-induced mortality. *Journal of Marine Biology and Aquaculture*. 2017. № 3. – P. 1-5.
10. Jobling, M. Fish nutrition research: Past, present and future. *Aquaculture International*. 2016. № 24. P. 767–786.

References

1. Yehorov, B. V., Fihurska, L. V. (2011). Stan ta perspektyvy rozvytku forelivnytstva u rybovodnykh gospodarstvakh Ukrainy [Status and prospects of trout development in fish farms of Ukraine.]. *Zernovi produkty i kombikormy* [Grain products and compound feeds]. 2. 37-39.
2. Yehorov, B. V., Fihurska, L. V. (2011). Kharakterystyka spetsialnykh kombikormiv dlia hodivli foreli providnykh yevropeiskykh vyrobnykiv [Characteristics of special compound feeds for trout feeding from leading European producers] *Khraneny y pere-rabotka zerna* [Storage and processing of grain]. 8. 58-61.
3. Ynstruktsiya po razvedenyiu raduzhnoi forely [Instructions for breeding rainbow trout]. (1985). Moscow. VNIYPRKh.. 59. (in Russian)
4. Plokhynskiy, N. A. (1969) *Rukovodstvo po byometryy dlia zootekhnikov* [Biometrics guide for livestock technicians]. Moscow. Kolos. 246. (in Russian)
5. Sherman, I. M., Hrynzhovskyi, M. V., Zhel-tov, Yu.O. (2002). *Naukove obhruntuvannia ratsionalnoi hodivli ryb: uchebnoe posobyie* [Scientific substantiation of rational feeding of fish: Textbook.]. *Vyshcha osvita*. 128.
6. Shcherbyna, M. A., Hamyhn, E. A. (2006). *Kormlenye ryb v presnovodnoi akvakulture* [Fish feeding in freshwater aquaculture]. Moscow. VNIRO. 360. (in Russian)

7. Karabulut, H. A., Yandi, I., Aras, N. M. (2010). Effects of different feed and temperature conditions on growth, meat yield, survival rate, feed conversion ratio and condition factor in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 9(22). 2818-2823.
8. Teimouri, M., Amirkolaie, A., Yeganeh, S. (2013). The effects of *Spirulina platensis* meal as a feed supplement on growth performance and pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 396-399. 14-19.
9. Treft, C. E., Barnes, M. E., Voorhees, J. M., Martin, T. J. (2017). Impacts of feeding three commercial trout starter diets to rainbow trout on bacterial Coldwater disease-induced mortality. *Journal of Marine Biology and Aquaculture*. 3. 1-5.
10. Jobling, M. (2016). Fish nutrition research: Past, present and future. *Aquaculture International*. 24. 767-786.

V. M. Kondratiuk (2020). EFFICIENCY OF USING MIXED FEEDS WITH DIFFERENT ENERGY LEVELS IN FEEDING LARVAE AND FRY RAINBOW TROUT. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 11(2):48-55. <https://doi.org/10.31548/animal2020.02.048>.

Abstract. *The article considers the effectiveness of the use of mixed feeds with different levels of metabolic energy for the cultivation of larvae and fry of rainbow trout. The aim of the experiment was to establish the influence of different levels of energy supply of trout on its performance. For this purpose, five experimental groups were formed by the method of analogues. During the equalization period, the experimental fish consumed feed of the control group. In the main period, the level of metabolic energy in trout feed ranged from 14 to 18 MJ. As a result of the conducted researches it is established that the increase of energy content in compound feed for trout larvae and fry from 16 to 18 MJ contributes to the increase of their weight by 11.1 % ($p < 0.05$) and growth intensity - by 5.6-14.2 %, while the reduction of energy content to 14 MJ / kg contributes to a probable decrease ($p < 0.05$) in mass by 11.9%, and a decrease in growth intensity by 6.0-14.7 %. It is proved that the feed consumption per 1 kg of weight gain in trout larvae and fry, which received feed with an energy content of 18 MJ was lower by 5.1 %, and with its content of 14 MJ - 4.8 % higher compared to fish consuming feed with an energy content of 16 MJ / kg. The safety of the experimental fish throughout the experiment was close and ranged from 83.1 to 84.9 %. However, it is most economically feasible to grow trout that consume feed with a nutritional value of 16 MJ of metabolic energy, compared with a decrease or increase of this indicator to 14 or 18 MJ, respectively.*

Keywords: *rainbow trout, larvae and fry, fish feeding, mixed feeds, metabolic energy, productivity, economic efficiency.*

ПРОДУКТИВНІСТЬ НЕСУЧОК ПРОМИСЛОВОГО СТАДА ЗАЛЕЖНО ВІД ЩІЛЬНОСТІ УТРИМАННЯ В КЛІТКАХ БАГАТОЯРУСНИХ БАТАРЕЙ

М. І. САХАЦЬКИЙ, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри
біології тварин

<https://orcid.org/0000-0002-6113-0226>

E-mail: mik99@ukr.net

Ю. В. ОСАДЧА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри
біології тварин

<https://orcid.org/0000-0003-4126-2456>

E-mail: seledat@ukr.net

В. О. КУЧМІСТОВ, аспірант кафедри біології тварин

<https://orcid.org/0000-0001-6308-8597>

E-mail: vitalex_2009@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Відповідно до чинних норм (ВНТП-АПК-04.05.) щільність утримання курей у клітках має становити 22–25 гол. / м², що відповідає забезпеченості їх площею в межах 400–450 см² / гол. Зазначений рівень щільності утримання не співпадає з дещо комфортнішим (13–20 гол. / м² або 490–750 см² / гол.), встановленим у США і країнах ЄС для курей сучасних яєчних кросів (Council Directive 1999/74/EC). Тому актуальним є дослідження яєчної продуктивності курей промислового стада в 6–15-ярусних кліткових батареях за щільності відповідно до вітчизняної та європейської норм. В умовах сучасного індустріального пташничого комплексу у порівняльному аспекті досліджено два варіанти утримання курей-несучок у клітках 12-ярусних батарей. Перший варіант утримання передбачав посадку несучок у клітки відповідно до європейських норм – 14 гол. / м² (726 см² / гол.), а другий – 25 гол. / м² (402 см² / гол.), що відповідало вітчизняним нормам. Виявлено, що утримання несучок сучасного високопродуктивного кросу упродовж 44 тижнів (до досягнення 62-тижневого віку) в клітках 12-ярусних батарей за щільністю згідно з вимогами вітчизняних норм (22–25 гол. / м², або 400–450 см² / гол.) забезпечує одержання 32265 харчових яєць (2023 кг яйцемаси) з 1 м² площі пташника, що в 1,8 разів більше, ніж за щільністю, яка передбачена європейськими нормами (13–20 гол./м², або 490–750 см²/гол.). Крім того, від курей, яких утримували в 12-ярусних кліткових батареях пташника площею 2640 м² за щільністю згідно з вітчизняними нормами отримано 85,2 млн харчових яєць, тобто на 37,6 млн шт. більше, ніж від їх аналогів, утримуваних за європейських нормативів. Доведено, що передбачену вітчизняними нормами щільність утримання курей промислового стада в клітках 1–3-ярусних батарей варто поширити на батареї нових 12-ярусних конструкцій.

Ключові слова: кури-несучки, щільність посадки, несучість, збереженість, жива маса, маса яйця, європейський коефіцієнт ефективності.

Актуальність.

Загальновідомо, що від будь-якої тварини варто очікувати генетично обумовлену продуктивність лише за створення оптимальних умов для її існування. Це стосується й курей промислового стада сучасних яєчних кросів, які здатні відкладати яйця майже щодня упродовж 18 місяців, але за повноцінного живлення та комфортних умов утримання (Настанова з утримання фінального гібриду Ну-Line W-36, 2019). У формуванні в них відчуття комфорту упродовж такого тривалого часу беруть участь декілька чинників, але на тлі належної забезпеченості площею. Щільність утримання курей у клітках має становити 22–25 гол. / м², що відповідає забезпеченості площею в межах 400–450 см² / гол. (ВНТП-АПК-04.05.). Проте, цей чинний в Україні рівень забезпеченості несучок площею, є дещо застарілим. Він сформований за часів утримання їх у клітках 1–3 ярусних батареї та, попри вимоги до нормативної документації, не скорегований через 10 років від введення в дію, тобто у 2016 році. Промислові ж комплекси з виробництва харчових яєць застосовують у наш час батареї нових, 6–15-ярусних, конструкцій. І нарешті, зазначений рівень щільності утримання не співпадає з дещо комфортнішим (13–20 гол. / м², або 490–750 см² / гол.), встановленим у США і країнах ЄС для курей сучасних яєчних кросів (Council Directive 1999/74/EC).

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Вплив умов утримання на фізіологічний стан, господарськи корисні ознаки (життєздатність, продуктивність, якість продукції, тощо) птиці доведений багатьма дослідниками (Сурай та Фотіна, 2013; Донник і ін.,

2015; Колесник та Дерхо, 2017; Абілов та Стребкова, 2018). Але ще не досліджена яєчна продуктивність курей промислового стада в 6–15-ярусних кліткових батареях. Їх поголів'я в одному пташнику сягає 350–420 тисяч у разі утримання за щільністю згідно з вітчизняними нормами (ВНТП-АПК-04.05.), тобто майже вдвічі перевищує те, що можливо розмістити відповідно до європейських норм (Настанова з утримання фінального гібриду Ну-Line W-36, 2019). Тому, враховуючи чисельність несучок, обсяги виробництва яєць у кожному пташнику у цілому та на 1 м² його площі за застосування вітчизняних норм їх утримання теж мають бути майже вдвічі більшими. Але експериментально це припущення ще не доведене. Не досліджені й можливі негативні наслідки підвищення щільності утримання несучок ще на 10–20 %, що трапляється через намагання підприємств збільшити обсяги виробництва харчових яєць під час високого споживчого попиту на них у певні періоди року.

Вважається, що переущільнення курей може спричинити виникнення стресових ситуацій у стаді через брак особистого простору для відпочинку та пересування, зменшення фронту годівлі й напування, порушень нормативних параметрів мікроклімату. Порушення мікроклімату можуть настати за підвищення нормативного рівня щільності утримання несучок лише на 1 гол. / м², але у разі, якщо водночас не здійснене відповідне корегування режиму повітрообміну в пташнику. Це, здавалось би, незначне переущільнення в теплу пору року призводить до зростання температури повітря в пташнику на 20 % та його забруднення мікроорганізмами в 1,5–2,0 рази (Кавтарашвілі та Колокольнікова, 2010). Згідно з ін-

шим повідомленням (Циганова, 2014), збільшенням метаболічної маси на 1 м² технологічної площі приміщення через переущільнення призводить до порушення терморегуляції, появи у птиці ознак теплового стресу та гіподинамії. Спільна дія цих двох чинників ініціює певні порушення механізму нейрогуморальної регуляції, що відбивається на активності обмінних процесів (Гаркаві, 2006), пов'язаних з продуктивністю і життєздатністю птиці. Досліджено й адаптаційні процеси, що відбуваються в організмі птиці за підвищення температури і вологості повітря оточуючого середовища, тобто за дії теплового стресору (Сурай та Фогіна, 2013). Отже, настав час за реакцією організму несучок визначити оптимальну щільність їх утримання в клітках сучасних багатоярусних батареї.

Мета дослідження – визначити продуктивність курей товарного стада яєчного кросу залежно від щільності їх утримання в клітках 12-ярусних батареї.

Матеріал і методи досліджень.

Дослід проведено в умовах сучасного комплексу з виробництва харчових яєць (Київська область) у двох групах несучок промислового стада кросу «Hy-Line W-36». Їх сформували упродовж 2-тижневого підготовчого періоду. Для цього молодих 16-тижневих курочок доставляли партіями з цеху вирощування та розміщували в 2-х пташниках-аналогах за площею (2640 м², 24х110 м, $h = 13,5$ м) та технологічним устаткуванням (12-ярусні кліткові батареї «Salmet», Німеччина). Батареї кожного з цих пташників складалися з 6048 кліток площею 2,25 м² (360 х 62,55 см), в які садили по 31 (1 група) чи по 56 (2 група) курочок. Отже, щільність їх посадки в 1 групі становила 14 гол. / м²

(726 см²/гол.), а в 2 (контрольній) – 25 гол. / м² (402 см²/гол.), що відповідало європейським (Настанова з утримання фінального гібриду Hy-Line W-36, 2019) і вітчизняним (ВНТП-АПК-04.05.) нормам, відповідно. Забезпеченість несучок фронтом годівлі в 1 групі становила 11,6 см / гол., в 2 – 6,4 см / гол. за однакових умов повноцінного живлення. Параметри інших технологічних ознак (мікроклімат, тривалість світлового дня, інтенсивність освітлення, забезпеченість водою, тощо) в обох групах не відрізнялись та відповідали як чинним нормативам (Ветеринарно-санітарні правила для птахівницьких господарств і вимоги до їх проектування, 2004; ВНТП-АПК-04.05.), так й вимогам розробника кросу (Настанова з утримання фінального гібриду Hy-Line W-36, 2019).

Дослід тривав 44 тижні, а саме від переводу молодок до дорослого стада (у 18-тижн. віці) і до досягнення ними 62-тижневого віку, що пов'язано з технологічними особливостями виробництва харчових яєць у даному підприємстві. Щодня по групах визначали кількість знесених яєць та інтенсивність несучості курей. Враховували щодня й кількість вибухливих особин та розраховували збереженість поголів'я. Раз на тиждень вимірювали масу яєць та живу масу несучок з певних маркованих кліток за вибіркою, яка становила не менше ніж 100 ($n \geq 100$). Європейський коефіцієнт ефективності виробництва яєць (Кавтарашвілі, 2013) визначали за формулою 1:

$$C_{ке} = (1,4 \times M) - (0,35 \times K), \quad (1)$$

де $C_{ке}$ – європейський коефіцієнт ефективності, у. о.;

1,4 і 0,35 – константні значення;

M – яєчна маса (яйцемаса), кг/гол.;

K – витрати корму на виробництво 1 кг яєчної маси, кг.

Результати досліджень та обговорення.

Наведені в таблиці 1 дані свідчать про те, що щільність утримання несучок 2 групи відповідала вітчизняним нормам (ВНТП-АПК-04.05.), але не співпадала з вимогами розробника кросу (Настанова з утримання фінального гібриду Ну-Line W-36, 2019). Навіть на кінець досліду, за зменшення кількості курей у клітках до 50 голів внаслідок вибуття 10,0 % поголів'я (вибракування і смертність), забезпеченість їх площею збільшилась до 450 см²/гол. (22 гол. / м²), але так і не досягла рівня,

передбаченого зазначеними вимогами. Значно нижчу (90,0 %) за нормативну (96,4 %) збереженість курей у цій 2 групі варто було б пов'язати з їх дещо підвищеною щільністю утримання, якби не одна обставина. Зокрема, збереженість несучок 1 групи (93,3 %) теж виявилась меншою за нормативну, хоча щільність їх утримання цілком відповідала вимогам розробника кросу. Отже, на параметрах цієї ознаки, ймовірно, позначився вплив ще якогось неврахованого нами чинника, який може бути пов'язаний з компактним утриманням надзвичайно великого масиву птиці (187–338 тис. гол.) у одному пташнику

1. Продуктивність курей-несучок за різної щільності утримання у клітках багатоярусних батарей

Ознака	Група		Вимоги розробника кросу1
	1	2 (контроль)	
Кількість кліток, шт.	6048	6048	–
Посаджено курей у 1 клітку, гол.	31	56	–
Всього несучок у групі, гол.	187488	338688	–
Щільність утримання, гол./м ²	14	25	13–20
Забезпеченість площею, см ² /гол.	726	402	490–750
Поголів'я на кінець досліду, гол.	174926	304819	–
Збереженість поголів'я, %	93,3 ± 0,12*	90,0±0,05	96,4
Жива маса несучок, г			
– у 52 тижні	1615 ± 0,04*	1432 ± 0,45	1540–1580
– у 62 тижні	1651 ± 0,44*	1446 ± 0,26	1540–1580
Отримано яєць усього, шт.	47546957	85180032	–
Несучість на початкову несучку, шт.			
– у 52 тижні	193,1±0,24**	192,2±0,21	204,1–209,6
– у 62 тижні	253,6±0,42*	251,5±0,24	262,2–268,7
Несучість на середню несучку, шт.			
– у 52 тижні	201,6±0,17*	211,1±0,11	206,9–212,5
– у 62 тижні	271,8±0,09*	279,4±0,06	267,0–273,6
Маса яєць, г			
– у 52 тижні	62,7±0,07	62,7±0,11	62,9
– у 62 тижні	65,6±0,02*	64,7±0,04	63,4
Фронт годівлі, см/гол.	11,6	6,4	7–12
Витрати корму на 10 яєць, кг	1,51±0,003*	1,45±0,001	1,15–1,21

Примітка Вимоги розробника кросу відповідно до видання «Настанова з утримання фінального гібриду Ну-Line W-36, 2019»; * $p < 0,001$;

** $p < 0,01$ – порівняно з другою групою

з відповідними шумовими ефектами, високим мікробним навантаженням чи з конструктивними особливостями 12-ярусних кліткових батарей.

Наведені в таблиці 1 дані свідчать про відмінності між несучками 1 і 2 груп за живою масою. У курей 1 групи вона перевищувала, а 2 групи – не досягла нормативного рівня, що корелює з їх забезпеченістю фронтом годівлі.

Що стосується основної ознаки в даному досліді, а саме несучості на початкову несучку, то її параметри в обох групах не досягли нормативного рівня ні в 52-тижневому, ні в 62-тижневому віці. Ймовірно, це теж як і збереженість поголів'я, про яку йшлося вище, пов'язано з зазначеним там чинником. Перевага 1 групи над 2-ю за кількістю одержаних на несучку яєць здається природною, якщо пов'язувати її з відмінністю між ними за щільністю утримання.

На параметри ознаки «несучість на середню несучку» істотно впливає рівень збереженості поголів'я. За 100 % збереженості її параметри залишається такими ж, як і на початкову несучку. Як видно з наведених в таблиці 1 даних, у курей 1 і 2 груп параметри несучості на середню несучку в 52- і 62-тижневому віці досягли чи навіть перевершили нормативний рівень саме внаслідок нижчої 3,1–6,4 % збереженості поголів'я. С цим пов'язана й умовна перевага несучок 2 групи над 1.

За масою яєць між несучками 1 і 2 груп у 52-тижневому віці не виявлено будь яких відмінностей, а її параметри відповідали вимогам розробника кросу. У 62-тижневому віці маса яєць у курей обох груп була навіть дещо вищою за рівень, передбачений зазначеними вимогами. Але це, як і будь яке інше відхилення від нормативного рівня, не є позитивним. В

даному випадку воно свідчить лише про нераціональне використання кормових ресурсів, оскільки зростання маси яєць на 1,3 г (2 гр.) чи на 2,2 г (1 гр.) не призводить до підвищення реалізаційної вартості і, отже, до будь якого відшкодування додаткових витрат ресурсів. Варто зазначити, що зазначене надмірне зростання маси яєць здебільшого настає за споживання несучками комбікорму, що містить наднормативну кількість жиру.

Витрати корму на виробництво 10 яєць в обох групах виявились більшими за передбачені розробником кросу. Що стосується відмінності між ними, то у несучок 1 групи витрати корму були вищими ($p < 0,001$). За майже вдвічі вищу забезпеченість площею, ніж кури 2 групи (726 проти 402 см²/гол), вони мали більше простору для пересування, витрати енергії на яке компенсували за додаткового споживання корму.

Згідно з нормативною кривою несучості (Настанова з утримання фінального гібриду Ну-Line W-36, 2019), її інтенсивність на 20 тижнів життя курей, тобто через 2 тижні від початку періоду продуктивності, має становити 35–50 %, на 25 тижнів – 96 %. Цей рівень інтенсивності несучості (96,0 %) є піковим для курей промислового стада кросу «Ну-Line W-36». Поступово знижуючись, він через 20–22 тижні (у 44–47-тижн. віці) має бути не менше ніж 90 %, а ще через 15–17 тижнів (на 62 тижнів життя) – не менше ніж 84 %. Наведені криві інтенсивності несучості курей 1 і 2 груп (рис. 1) свідчать про їх відхилення від нормативного рівня.

Варто зазначити, що на початку несучості помітних відхилень від нормативної кривої не було. Зокрема, у 20-тижневому віці інтенсивність несучості курей 1 і 2 груп досягла

50 % рівня, а пікового (95–96 %) – навіть на тиждень раніше (у 24-тижневому віці). Але, про поступове зростання чи зниження інтенсивності несучості курей, як це має бути, не йдеться. Особливо стосується це несучок 1 групи, забезпечення яких площею відповідало вимогам розробника кросу. Інтенсивність їх несучості за досягнення вперше її пікового рівня знижувалась тричі до 78–83 % (на 25, 34 і на 37 тиждень життя), але відновлювалась та варіювала в межах 90–98 % аж до досягнення 59-тижневого віку. За дещо меншим діапазоном варіювала інтенсивність несучості курей 2 групи. Наявність та характер цих коливань свідчать про відсутність їх прямого зв'язку з щільністю утримання несучок. Якби він був, то крива інтенсивності несучості курей 1 групи відповідала б нормативній, а 2 групи – ні. Отже, виявлені відхилення кривої інтенсивності несучості у курей 1 групи свідчать про вплив на параметри цієї ознаки ще якогось не врахованого нами чинника, що треба з'ясувати в подальших дослідках.

У таблиці 2 наведені результати порівняння ефективності виробництва харчових яєць в умовах промислового комплексу залежно від щільності утримання несучок (див. табл. 1). За наявності абсолютно однакових площ, але через різну щільність утримання, у 2 групі несучок посаджено на 151200 голів більше, про що вже йшлося вище. Нижчий (на 3,3 % за $p < 0,001$) рівень збереженості та несучості курей цієї групи (на 2,1 яєць на початкову несучку $p < 0,001$) не знівеливали їх перевагу над 1 групою за чисельністю поголів'я (на 80,6 % на початку досліджу та на 74,3 % - на кінець) і отже за кількістю отриманих яєць. Йдеться як про загальну кількість яєць, одержаних від курей 1 і 2 груп, так і в розрахунку на 1 м² площі пташника. Під час утримання курей за щільністю відповідно до вітчизняних норм (2 гр.) їх отримано 32265 шт. / м² площі пташника, тобто на 14253 шт. (на 79,1 %) більше, ніж відповідно до європейських (1 гр.).

Ця перевага курей 2 групи над 1-ю зберігається й за кількістю виробленої яйцемаси. Європейський коефіціє-

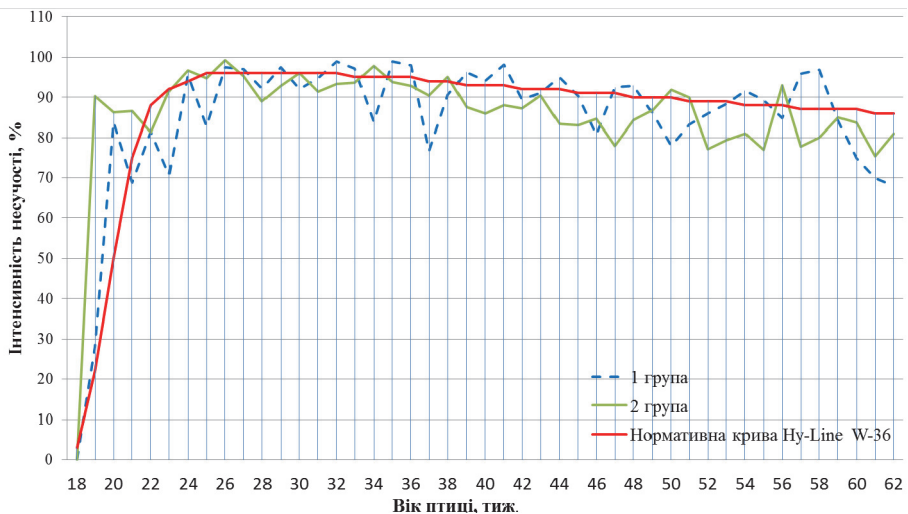


Рис. 1. Крива інтенсивності несучості курей

2. Ефективність виробництва харчових яєць залежно від щільності утримання несучок

Ознака	Група курей	
	1	2
Початкове поголів'я, гол	187488	338688
Поголів'я несучок у віці 62 тиж., гол	174926	304819
Падіж, вибракування, гол.	12562	33869
Отримано яєць на 62-тиж. життя, шт.	47550851	85179770
Отримано яйцемаси, всього, кг	2981438	5340772
– на початкову несучку, кг	15,9	15,8
Витрати корму, всього, кг	7187535	12350077
– на 1 кг яйцемаси	2,41	2,31
Отримано з 1 м ² пташнику яєць, шт.	18012	32265
– яйцемаси, кг	1129	2023
Європейський коефіцієнт ефективності виробництва яєць, од.	21,4 ± 0,09	21,3 ± 0,07

ент ефективності виробництва яєць у 1 групі хоча й недостовірно, але все таки виявився вищим (на 0,1 у. о.), ніж у 2-й. Як видно з наведеної вище формули 1, його рівень залежить від параметрів двох ознак, а саме кількості отриманої яйцемаси і від витрати корму на її отримання. У 1 групі він виявився меншим за очікуваний саме через одержання значно менше яйцемаси всього і на 1 м² пташника зокрема за дещо вищих витрат корму. Зазначені очікування були пов'язані з набагато кращою забезпеченістю курей 1 групи площею, тобто з комфортнішими умовами їх утримання.

Висновки і перспективи.

Утримання несучок сучасного високопродуктивного кросу упродовж 44 тижнів (до досягнення 62-тижневого віку) в клітках 12-ярусних батарей за щільністю згідно з вимогами вітчизняних норм (22–25 гол. / м², або 400–450 см²/ гол.) забезпечує одержання 32265 харчових яєць (2023 кг яйцемаси) з 1 м² площі пташника, що в 1,8 разів більше,

ніж за щільністю, яка передбачена європейськими нормами (13–20 гол. / м², або 490–750 см²/ гол.).

За 44 тижні продуктивного періоду від курей, яких утримували в 12-ярусних кліткових батареях пташника площею 2640 м² за щільністю згідно з вітчизняними нормами отримано 85,2 млн. харчових яєць, тобто на 37,6 млн шт. більше, ніж від їх аналогів, утримуваних за європейських нормативів.

Передбачену вітчизняними нормами щільність утримання курей промислового стада в клітках 1–3-ярусних батарей варто поширити на батареї нових 12-ярусних конструкцій.

Список використаних джерел

1. Ветеринарно-санітарні правила для птахівницьких господарств і вимоги до їх проектування: затв. наказом Голов. держ. інспектора ветмедцини України від 03.07.2004 р. № 53; зареєстр. М-вом юстиції України від 05.07.01 р. № 565/5756. Київ, 2004.
2. ВНТП-АПК-04.05. Відомчі норми технологічного проектування. Підприємства

- птахівництва: затв. наказом Мін-вом аграр. політики України від 15.09.2005 р. № 473. [На заміну ВНТП-СГіП-46-4.94; чинні від 2006-01-01]. – Київ, 2005. – 90 с.
3. Гаркави, Л. Х. Активационная терапия. Антистрессорные реакции активации и тренировки и их использование для оздоровления, профилактики и лечения. Ростов-на-Дону: РГУ, 2006. 256 с.
 4. Донник, И. М., Дерхо, М. А., Харлап, С. Ю. Клетки крови как индикатор активности стресс-реакций в организме цыплят. Аграрный вестник Урала. 2015. № 5. С. 68–71.
 5. Кавтарашвили, А. Ш., Колокольникова, Т. Н. Физиология и продуктивность птицы при стрессе. Сельскохозяйственная биология. 2010. № 4. С. 24–37.
 6. Кавтарашвили, А. Ш. Определение эффективности производства птицеводческой продукции экспресс-методами. Экономика. 2013. № 2 (123). С. 6–9.
 7. Колесник, Е. А., Дерхо, М. А. Об участии холестерина, прогестерона, кортизола и липопротеинов в возрастных изменениях обмена веществ у цыплят-бройлеров промышленного кросса. Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 4. С. 749–756.
 8. Руководство по содержанию финального гибрида Hy-Line W-36. – 2019. – 32 с. URL: https://www.hyline.com/userdocs/pages/36_COM_RUS.pdf (Дата звернення: 18 січня 2020).
 9. Сурай, П. Ф., Фотина, Т. И. Физиологические механизмы развития теплового стресса в птицеводстве. Качество и безопасность. 2013. № 6. С. 54–60.
 10. Цыганова, С. В. Влияние гиподинамии на продуктивные показатели птицы. Био. 2014. № 12(171). С. 8–11.
 11. Council Directive 1999/74/EC laying down minimum standards for the protection of laying hens. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A31999L0074> (Дата звернення: 23 березня 2020).
 12. Абилов, Б. Т., Стребкова, К. А. Использование различных приемов повышения сохранности кур (обзор). Новости науки и АПК. 2018. №2(11). С. 218–222.

References

1. Veterinarno-sanitarni pravila dlja ptahivnic'kih gospodarstv i vimogi do ih proektuvannja: zatv. nakazom Golov. derzh. inspektora vetmedicini Ukraini vid 03.07.2004 r. № 53; zareestr. M-vom justicii Ukraini vid 05.07.01 r. № 565/5756. [Veterinary and sanitary rules for poultry farms and requirements for their design: approved by the order of the Chief State Inspector of Veterinary Medicine of Ukraine dated 03.07.2004, No. 53; registered by the Ministry of Justice of Ukraine dated 05.07.01, № 565/5756.].
2. VNTP-APK-04.05. (2005). Vidomchi normi tehnologichnogo proektuvannja. Pidpriemstva ptahivnictva: zatv. nakazom Min-vom agrar. politiki Ukraini vid 15.09.2005 r. № 473. [Departmental standards of technological design. Poultry enterprises: approved by the order of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine No. 473 of 15.09.2005.].
3. Garkavi, L. H. (2006). Aktivacionnaja terapija. Antistressornye reakcii aktivacii i trenirovki i ih ispol'zovanie dlja ozdorovenija, profilaktiki i lechenija. [Activation therapy. Activation and training anti-stress reactions and their use for healing, prevention and treatment]. Rostov-na-Donu. RGU.
4. Donn timer, I. M., Derho, M. A., Harlap, S. Ju. (2015). Kletki krovi kak indikator aktivnosti stress-reakcij v organizme cypljat [Blood cells as an indicator of the activity of stress reactions in the body of chickens]. Agrarnyj vestnik Urala [Agrarian Herald of the Urals]. 5. 68–71.
5. Kavtarashvili, A. Sh., Kolokol'nikova, T. N. (2010). Fiziologija i produktivnost' pticy pri stresse [Physiology and productivity of a bird under stress]. Sel'skhozajstvennaja biologija [Agricultural biology]. 4. 24–37.
6. Kavtarashvili, A. Sh. (2013). Opredelenie jefektivnosti proizvodstva pticevodcheskoj

- produkcii jekspress-metodami [Determination of efficiency of production of poultry production by express methods]. *Ekonomika* [Economics]. 2 (123). 6–9.
7. Kolesnik, E. A., Derho, M. A. (2017). Ob uchastii holesterola, progesterona, kortizola i lipo-proteinov v vozrastnyh izmenenijah obmena veshhestv u cypljat-brojlerov promyshlennogo krossa [On the involvement of cholesterol, progesterone, cortisol and lipoproteins in age-related changes in metabolism in broiler chickens]. *Sel'skohozjajstvennaja biologija* [Agricultural biology]. 52 (4), 749–756.
 8. Rukovodstvo po sodержaniju final'nogo gibrida Hy-Line W-36. – 2019. – 32 s. Available at: https://www.hyline.com/userdocs/pages/36_COM_RUS.pdf (Accessed 18 January 2020).
 9. Suraj, P. F., Fotina, T. I. (2013). Fiziologicheskie mehanizmy razvitija teplovogo stressa v pticevodstve [Physiological mechanisms of development of thermal stress in poultry farming]. *Kachestvo i bezopasnost'* [Quality and safety]. 6, 54–60.
 10. Cyganova, S. V. (2014). Vlijanie gipodinamii na produktivne pokazateli pticy [Effect of hypodynamia on productive performance of birds]. *Bio* [Bio]. 12(171), 8–11.
 11. Council Directive 1999/74/EC laying down minimum standards for the protection of laying hens. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A31999L0074> (Accessed 18 March 2020).
 12. Abilov, B.T., Strebkova, K.A. (2018). Ispol'zovanie razlichnyh priemov povyshenija sohrannosti kur (obzor) [The use of various methods to improve the safety of chickens (review)]. *News of science and agribusiness*. 2(11), 218–222.

M. Sakhatsky, Yu. Osadcha, V. Kuchmistov (2020). PRODUCTIVITY OF LAYING HENS AN INDUSTRIAL HERD DEPENDING ON DENSITY OF THE MAINTENANCE IN CAGES OF MULTILEVEL BATTERIES. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 11(2): 56-64. <https://doi.org/10.31548/animal2020.02.056>.

Abstract. According to the current norms (DSTD-AIC-04.05.) the density of keeping chickens in cages should be 22–25 hens/m², which corresponds to their provision with an area in the range of 400–450 cm²/hen. This level of housing density does not coincide with the slightly more comfortable (13–20 hens/m², or 490–750 cm²/hen) established in the United States and EU countries for chickens of modern egg crosses (Council Directive 1999/74/EC). Therefore, it is important to study the egg productivity of chickens of industrial flocks in 6–15-tier cages batteries at a density in accordance with domestic and European standards. In the conditions of the modern industrial poultry complex in a comparative aspect two variants of the maintenance of laying hens in cages of 12-tier batteries are investigated. The first variant of keeping provided laying of laying hens in cages according to the European norms – 14 hens/m² (726 cm²/hen), and the second – 25 hens/m² (402 cm²/hen) that corresponded to domestic norms. It was found that the maintenance of laying hens of modern high-performance cross for 44 weeks (until reaching 62 weeks of age) in cages of 12-tier batteries in density in accordance with the requirements of domestic standards (22–25 hens/m², or 400–450 cm²/hen) provides 32265 edible eggs (2023 kg of egg mass) from 1 m² of poultry area, which is 1.8 times more than the density required by European standards (13–20 hens/m², or 490–750 cm²/hen). In addition, 85.2 million eggs were obtained from hens kept in 12-tiered cage batteries of a poultry house with an area of 2640 m² in terms of density in accordance with domestic norms that is 37.6 million eggs more than from their counterparts, retained by European standards. It has been proved that the density of keeping industrial chickens in cages of 1–3-tier batteries provided by domestic norms should be extended to the batteries of new 12-tier structures.

Keywords: laying hens, planting density, egg production, viability, live weight, egg weight, European efficiency ratio.

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА ІНВОЛЮЦІЮ МАТКИ ТА ТЕРМІНИ НАСТАННЯ ПЕРШОЇ СТАТЕВОЇ ОХОТИ ПІСЛЯ ОТЕЛУ

М. В. СЕБА, кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри генетики, розведення та біотехнології тварин
<https://orcid.org/0000-0001-9696-934X>

E-mail: nikolay_seba@ukr.net

М. І. ЯГАФАРОВ, аспірант* кафедри генетики, розведення
та біотехнології тварин

E-mail: mansuryagafarovildusovych@gmail.com

Д. К. НОСЕВИЧ, кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технологій виробництва молока та м'яса
<https://orcid.org/0000-0003-2495-2084>

E-mail: dknosevich@i.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В. Г. КАПЛУНЕНКО, директор

E-mail: science@nanotm.com.ua

ТОВ «Наноматеріали та нанотехнології»

Анотація. Метою досліджень було покращити відтворну здатність корів за рахунок прискорення інволюції матки після використання комплексу суміші речовин нейротропно-метаболічної дії (L-аргінін ($C_6H_{14}N_4O_2$), сукцинат натрію ($Na_2C_4H_4O_4$), глутамінат натрію ($C_5H_8NNaO_4$)) та нанокарбоксилатів мікроелементів (Fe, Ca, Mn, Cu, Zn)) в першу декаду післяотельного періоду. Дослід було проведено на коровах української чорно-рябої молочної породи. Було сформовано одну контрольну і три дослідні групи, по 10 тварин в кожній. Тваринам першої дослідної групи препарат вводили у підхвостову складку в об'ємі 10 мл один раз на добу впродовж 6 днів, починаючи з п'ятого дня після отелення, загальний об'єм введеного препарату становив 60 мл. Тваринам другої дослідної групи препарат вводили в об'ємі 20 мл 1 раз на добу впродовж 3 днів на п'ятий, сьомий та дев'ятий дні після отелення, загальний об'єм введеного препарату становив 60 мл. Тваринам третьої дослідної групи препарат вводили в об'ємі 20 мл один раз на добу впродовж трьох днів на сьомий, восьмий та дев'ятий дні після отелення, загальний об'єм введеного препарату становив 60 мл. Тваринам контрольної групи препарат не вводили.

Було встановлено, що застосування комплексу суміші нейротропно-метаболічних сполук з нанокарбоксилатами мікроелементів позитивно впливають на терміни інволюції матки у корів та перший їх прихід в статеву охоту після отелення. Так

* Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, доцент М. В. Себа

ін'єктування комплексу за схемою другої групи скорочує інволюцію матки на 2,3 доби ($P < 0,01$) та знижує на 3,4 доби ($P < 0,05$) індепенденс-період. Ін'єктування за схемою третьої дослідної групи прискорює інволюцію матки на 2,1 доби ($P < 0,05$) та зменшує на 2,5 доби ($P < 0,05$) період від отелення до настання першої статевої охоти. Схема, за якою комплекс ін'єктували впродовж шести днів після отелення (перша дослідна група) в об'ємі 10 мл, починаючи з п'ятого дня, виявилася менш результативною та більш трудомісткою.

Ключові слова: нанокарбоксилати, відтворення, нейротропно-метаболічні сполуки, ін'єкція, підхвостова складка, індепенденс-період, харчові кислоти.

Актуальність.

Відтворення стада це складний процес, що включає комплекс операцій. Всі вони спрямовані на отримання здорового приплоду, його збереження, вирощування і формування масиву тварин, яким притаманні висока молочна продуктивність та плодючість (Пономаренко, 2005). Для забезпечення інтенсивного відтворення поголів'я слід усунути ряд проблем, які негативно впливають на фертильність тварин, зокрема це важкі отелення, народження кволих телят, післяродові ускладнення, субінволюція матки тощо. Подовжений понад 80 днів сервіс-період призводить до яловості корів та зниженню рентабельності виробництва молока. Для досягнення оптимальних показників відтворної здатності корів недостатньо збалансованого раціону, задовільних умов утримання, хорошої генетики. З метою покращення відтворної здатності та профілактики гінекологічних патологій у господарствах застосовують ряд стимуляторів, у тому числі і гормональні препарати, які можуть негативно впливати як на тварин, так і на одержану від них продукцію. У зв'язку з цим розробка нових не гормональних препаратів нейротропно-метаболічної дії та таких, що мають нанобіотехнологічне походження і позитивно впливають на відтворну функцію самок та на їх організм в цілому, є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Однією із поширених причин погіршення відтворної функції є нестача мікро- та макроелементів. Мінеральні речовини регулюють водно-сольовий баланс, приймають участь в обмінних процесах, підтримуючи гомеостаз організму в цілому. Вони безпосередньо впливають на ендокринні залози (яєчники, щитоподібну залозу та гіпофіз), діяльність яких забезпечує відтворну функцію (Долецький, 2012; Кліщенко, 2001). Традиційно прийнято компенсувати нестачу більшості мікроелементів в раціоні введенням їх у вигляді неорганічних сполук. Такі речовини порівняно важко засвоюються, тому тварини можуть відчувати нестачу того чи іншого мікроелементу (Anderson, 1978; Георгиевский и др., 1979). Виникає потреба збільшення їх дози для поліпшення асиміляції, що може призвести до токсикозу (Кальницький, 1985).

З огляду на низьку доступність мікроелементів із неорганічних солей, активно досліджуються шляхи забезпечення тварин мікроелементами у вигляді карбоксилатів. Наночастинки карбоксилатів мікроелементів, що менші 100 нм мають суттєві відмінності розчинності, реакційної та каталітич-

ної здатності, які сприяють більшій їх біодоступності. Завдяки ультрамалим розмірам вони краще долають біо-бар'єри, можуть зв'язуватись з білками, нуклеїновими кислотами, вбудовуватись в мембрани клітин (Трахтенберг і Дмитруха, 2013; Борисевич и др., 2012; Shahverdy et al., 2007).

Для покращення відтворної функції, прискорення інволюційних післяпологових процесів активно вивчають можливість застосування наночастинок в сполучі з речовинами нейротропно-метаболическої дії. Ряд вітчизняних та закордонних вчених (Seba et al., 2019; Себа та ін., 2017; Anderson, 1978) довели позитивний вплив застосування наночастинок мікроелементів та сполук нейротропно-метаболическої дії на організм в цілому, зокрема на відтворну функцію. Було доведено, що нейротропно-метаболическі сполуки Стимулін-Вет та Нановулін-ВРХ сприяють овуляції фолікулів, підвищенню життєздатності та приживленню ембріонів у статевому апараті самиць. Зокрема нейротропно-метаболическі сполуки та аквахелат Cu проявляють синергічну лютеотропну дію на функцію жовтого тіла, через що на сьомий день статевого циклу зростає концентрація статевих гормонів, інтенсифікується вуглеводний і білковий обмін, що підвищує заплідненість корів на 24 % (Грунтковський, 2015). Включення до раціону нейротропно-метаболических сполук позитивно впливає на масу гнізда та великоплідність свиноматок (Пилипчук та ін., 2016). Карбоксилати мікроелементів також показали позитивні результати. Кватронан- Se та карбоксилати Se , Cu , Mn , Cr та Ge при введенні коровам на 1-3 день статевого циклу впливають на хімічні показники крові, стимулюють обмінні процеси та підвищують

заплідненість (Себа та ін., 2017). Таким чином застосовуючи карбоксилати мікроелементів в суміші з речовинами нейротропно-метаболическої дії можна сприяти поліпшенню відтворної функції сільськогосподарських тварин. Більшість досліджень в цьому напрямі були проведені з метою вивчення впливу на плодючість тварин і обмінні процеси, проте зміни в статевій системі та особливості її функціонування під час введення наночастинок мікроелементів та речовин нейротропно-метаболическої залишається мало вивченим.

Мета дослідження – вивчити можливість прискорення інволюції матки у корів після отелення шляхом використання комплексу речовин нейротропно-метаболическої дії та на-кокарбоксилатів харчових кислот.

Матеріали і методи дослідження.

Дослід проведено на коровах української чорно-рябї молочної породи в умовах ТОВ «Екоагроферма» Житомирської області. Тварин у дослідні групи відбирали після фактичних отелень. Групи формували за методом пар аналогів. Було створено чотири групи: контрольну і три дослідних. Корови мали живу масу 500-520 кг, надій за лактацію 5000-5500 кг молока. В сухостійний період тварин утримували безприв'язно та годували раціоном, збалансованим з урахуванням живої маси і планової продуктивності.

Відповідно до мети дослідним тваринам ін'єктували суміш речовин (далі комплекс) нейротропно-метаболическої дії (L-аргїнін ($\text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_2$), сукцинат натрію ($\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$), глутамїнат натрію ($\text{C}_5\text{H}_8\text{NNaO}_4$)) та на-

1. Схема дослідження

Група	n	Введення комплексу			
		день після отелення	об'єм ін'єкції, мл / гол.	доза діючої речовини г / 100 кг живої маси	загальна доза діючої речовини за період дослідів г / 100 кг живої маси
Контрольна	10	-	-	-	-
Дослідна 1	10	5,6,7,8,9,10	10	0,64	3,9
Дослідна 2	10	5,7,9	20	1,3	3,9
Дослідна 3	10	7,8,9	20	1,3	3,9

ночастинки мікроелементів (Fe, Ca, Mn, Cu, Zn). Ідея для розробки та дослідження комплексу належить професору В. І. Шереметі, в основі якої лежить розроблений ним та його учнями препарат Нановулін-ВРХ. Вводили комплекс коровам після отелення, відповідно до схеми (табл. 1) у підхвостову складку. Доза діючої речовини комплексу в одній ін'єкції становила 0,64-1,3 г на 100 кг живої маси. Загальна доза комплексу відповідно до схеми досліджень становила 3,9 г на 100 кг живої маси.

Локальне введення комплексу в ділянку максимально наближену до статевих органів самок, повинно найбільш ефективно стимулювати фізіологічні процеси щодо прискорення інволюції матки інтенсифікуючи її скоротливість, прискорюючи відходження лохій та відновлення слизової оболонки ендометрію.

Тваринам першої дослідної групи комплекс вводили в об'ємі 10 мл один раз в день впродовж 6 днів починаючи з п'ятого дня після отелення, загальний об'єм введеного комплексу становив 60 мл. Тваринам другої дослідної групи вводили 20 мл комплексу 1 раз в день впродовж 3 днів, на п'ятий, сьомий та дев'ятий дні після отелення. Загальний об'єм введеного

комплексу становив 60 мл. Тваринам третьої дослідної групи комплекс вводили в об'ємі 20 мл один раз в день впродовж трьох днів, на сьомий, восьмий та дев'ятий дні після отелення. Загальний об'єм введеного комплексу становив 60 мл. Тваринам контрольної групи комплекс не вводили. У корів визначали тривалість періоду від отелення до першої охоти (індепенденс-період) та тривалість інволюції матки. Прояв статевої охоти визначали шляхом спостереження за коровами (прояв рефлексу не рухомості) та огляду їх зовнішніх статевих органів (почервоніння і набряк). Інволюцію матки визначали шляхом спостереження за виділенням лохій та ректальним дослідженням.

Усі маніпуляції з тваринами здійснювали з дотриманням положень Європейської конвенції захисту хребтових тварин, яких використовують з експериментальною та іншою науковою метою (Мурзін, 2004).

Результати дослідження та їх обговорення.

Відомо, що введення наночастинок Fe сприяє підвищенню вмісту імуноглобулінів класу А і класу М, знижує вміст імуноглобулінів класу

G, запобігає розвитку субінволюції матки та створює передумови до відновлення відтворної функції після родів (Кобилух та ін., 2017). Солі Cu активують гонадотропні гормони гіпофізу та підсилюють ознаки статевої охоти. Застосування нейротропно-метаболических речовин в функціонально напружений період статевої системи сприяють збільшенню амплітуди секреції рилізінг-гормонів у гіпоталамусі. Внаслідок цього в крові збільшується кількість гонадотропних гормонів (Грунтковський, 2015). Тож в сукупності очікували, що речовини досліджуваного комплексу позитивно вплинуть на інволюцію матки та скоротять індепенденс-період (табл. 2).

Аналіз отриманих результатів показує, що введення в першу декаду після отелення комплексу із суміші нейротропно-метаболических сполук з наночастинками мікроелементів позитивно впливає на фізіологічні процеси в статевій системі корів у післяотельний період. Встановлено, що ін'єктування комплексу позитивно впливає на швидкість післяродової інволюції матки корів та скорочує період від отелення до першого приходу їх в статево охоту.

Найменш ефективною виявилась схема застосування комплексу у тварин першої дослідної групи, яким

препарат вводили шість днів поспіль, починаючи з п'ятого дня після отелення. В цій групі зафіксовано тенденцію пришвидшення інволюції матки та скорочення індепенденс-періоду, але різниця з контролем була не вірогідною. Ця схема була найбільш трудозатратною, збільшення кількості ін'єкцій мало додаткове стресове навантаження на тварин. Ймовірно, через це і результат виявився не достатньо високим.

Найшвидшими темпами інволюції матки і коротким індепенденс-періодом відзначались корови другої дослідної групи. У них порівняно з контрольною групою тривалість інволюції матки на 2,3 доби (6,94 %) була меншою ($p < 0,01$). Як наслідок, тривалість періоду від отелення до першої охоти скоротилась на 3,4 доби (7,74 %; $p < 0,05$).

Практично подібний результат отримано під час застосування комплексу за схемою третьої дослідної групи. Порівняно з контрольними тваринами у них скоротився період інволюції матки на 2,1 доби (6,3 %, $p < 0,05$) і індепенденс-період на 2,5 доби (8 %, $p < 0,05$).

Таким чином, застосування комплексу суміші нейротропно-метаболических сполук з карбоксилатами харчових кислот показало їх позитивний

2. Вплив комплексу на інволюцію матки та прояв першої статевої охоти

Група	Період, днів					
	інволюції матки			індепенденс		
	M ± m	σ	Cv, %	M ± m	σ	Cv, %
Контрольна	33,10±0,67	2,13	6,44	31,00±0,87	2,75	8,87
Дослідна I	31,20± 0,81	2,57	8,25	29,80±0,66	2,10	7,04
Дослідна II	30,80±0,55**	1,75	5,69	28,60±0,52*	1,65	5,76
Дослідна III	31,00±0,73*	2,31	7,45	28,50±0,62*	1,75	6,87

Примітка: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ порівняно з контрольною групою

вплив на тривалість післяродової інволюції матки та строки настання першої після отелення статевої охоти. Найбільш доцільно робити ін'єкції комплексу у підхвостову складку тричі, через день, починаючи з п'ятого дня після отелення. Разовий об'єм ін'єкції повинен становити 20 мл, сукупні витрати препарату – 60 мл.

Висновки і перспективи.

Встановлено, що застосування комплексу суміші нейротропно-метаболічних сполук з наночастинками мікроелементів позитивно впливають на терміни інволюції матки у корів та перший їх прихід в статево охоту після отелення. Ін'єкції доцільно робити тричі, на 5, 7 і 9, або 7, 8 і 9 дні після отелення.

Шестиразове введення половинної дози препарату з 5 по 10 добу після отелення не доцільне.

Подальші дослідження будуть проводитись у напрямі підтвердження доцільності і можливості осіменіння корів у більш ранні строки, завдяки прискоренню інволюції матки, а також впливу комплексу на корів з іншим рівнем молочної продуктивності.

Список використаної літератури

1. Борисевич, В. Б., Каплуненко, В. Г., Косинов, Н. В. Наноматериали и нанотехнологии в ветеринарной практике. К.: ВД «Авіцена». 2012. 512 с.
2. Георгиевский, В.И., Анненков, Б.Н., Самохин, В.Т. Минеральное питание животных. М.: Колос. 1979. 471 с.
3. Грунтковський, М. С. Біотехнологічний спосіб стимуляції відтворювальної здатності корів нейротропно-метаболічними препаратами. Автореферат дисертації кандидата с.-г. наук. Біла Церква. 2015. 20 с.
4. Долецький, С. П. Мінеральне живлення тварин та вміст мікроелементів і важких металів у кормах різних регіонів України за сучасних екологічних умов. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2012. Вип. 172. С. 94-99.
5. Кальницький, Б. Д. Минеральные вещества в кормлении животных. Ленинград: Агропромиздат. 1985. 208 с.
6. Кліценко, Г. Т., Кулик, М. Ф., Костенко М. В. Мінеральне живлення тварин. К.: Світ. 2001. 575 с.
7. Кобилюх, І. Б., Стравський, Я. С., Резніченко, Л. С. Вплив супозиторіїв із вмістом наночастинок феруму на гуморальну ланку імунної системи організму корів. Ветеринарна біотехнологія. 2017. Вип. 30. С. 101-106.
8. Мурзін, О. Б. Посібник до практичних занять з фізіології людини. Дніпропетровськ: Видавництво Дніпропетровського університету. 2004. С. 135-148.
9. Пилипчук, О. С., Шеремета, В. І., Каплуненко, В. Г. Вплив нейротропно-метаболічних препаратів на великоплідність свиноматок. Розведення і генетика тварин. 2016. № 51. С. 267-275.
10. Пономаренко, І. В. Взаємозв'язок відтворної здатності корів українських чорно-рябої та червоно-рябої молочних порід з молочною. Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини ім. С. З. Гжицького. 2005. Т. 7. № 2. Ч. 3. С. 232-235.
11. Себа, М. В., Шеремета, В. І., Хоменко, М. О. Біохімічні показники крові корів при застосуванні препарату «Кватронан Se» та карбоксилатів харчових кислот. Науковий вісник НУБіП України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2016. Вип. 236. С. 268-275.
12. Трахтенберг, І. М., Дмитруха, Н. М. Наночастинки металів, методи отримання, сфери застосування, фізикохімічні та токсичні властивості. Український жур-

- нал з проблем медицини праці. 2013. № 4. С.62-74.
13. Anderson, D.R. Iron metionin complex salt. Patent. USA. №4. 067.994. 1978.
14. Seba, M. V., Khomenko, M. O., Novitsky, V. P., Bublyk, A. V., Yagafarov, M. I. Застосування біологічно активного препарату Кваatronan-Se в транзитний період корів. *Animal science and food technology*. 2019. Vol. 10. №. 1. P. 34-39.
15. Shahverdy, A. R., Fakhimi, A., Minaian, S. Synthesis and effect of silver nanopracles on the antibacterial activity of different antibiotics against *Staphylococcus* and *Escherichia coli*. *Nanomedicine: nanotechnology, biology and medicine*. 2007. V. 3 (2). P. 168-171.
7. Kobylukh, I. B., Stravskyy, Y. S., Reznichenko, L. M. (2017). Influence of suppositories with content of fe nanoparticles on immunological system of organism of cows. *Veterinary biotechnology*. (30). 101-106. (in Ukrainian)
8. Murzin O. B. (2004). A guide to practical classes on human physiology. Dnipropetrovsk: Dnipropetrovsk University Publishing House. 135-148. (in Ukrainian)
9. Pylypchuk, O. S., Sheremeta, V. I., Kaplunenko, V. H. (2016). Influence of the neurotropic-metabolic medicines on the sow's prolificacy. *Animal Breeding and genetics*. 51. 267-275. (in Ukrainian)
10. Ponomarenko, I. V. (2005). Relationship between the reproductive capacity of Ukrainian black-spotted and red-spotted dairy cows with dairy. *Scientific Bulletin of the Lviv National Academy of Veterinary Medicine after S.Z. Gzhytsky*. 7 (2/3). 232-235.

References

1. Borisevich, V. B., Kaplunenko, V. G., Kosinov, N. V. (2012). *Nanomaterials and nanotechnology in veterinary practice*. Kyiv: VD «Avitsena». 512. (in Russian)
2. Georgievskij, V.I., Annenkov, B.N., Samohin, V.T. (1979). *Mineral nutrition of animals*. Moscow: Kolos. 471. (in Russian)
3. Hruntkovskyi, M. S. (2015). *Biotechnological method of stimulating the reproductive capacity of cows with neurotropic-metabolic drugs*. Abstract of the candidate of agricultural sciences dissertation. Bila Tserkva. 20. (in Ukrainian)
4. Doletskyi, S. P. (2012). *Mineral nutrition of animals and the content of microelements and heavy metals in feeds of different of Ukrainian regions under modern ecological conditions*. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 172. 94-99. (in Ukrainian)
5. Kalnickij, B. D. (1985). *Minerals in animal feeding*. Leningrad: Agropromizdat. 208. (in Russian)
6. Klitsenko, H. T., Kulyk, M. F., Kostenko M. V. (2001). *Mineral nutrition of animals*. Kyiv: Svit. 575. (in Ukrainian)
11. Seba, M. V., Sheremeta, V. I., Khomenko, M. O. (2016). *Biochemical parameters of blood of cows when using the preparation "Kvatronan-Se" and carboxylates of food acids*. *Scientific Bulletin of NULES of Ukraine. Series: Technology of production and processing in livestock products*. 236, 268-275.
12. Trakhtenberh, I. M., Dmytrukha, N. M. (2013). *Metal nanoparticles, production methods, areas of application, physicochemical and toxic properties*. *Ukrainian Journal of Occupational Medicine*. 4. 62-74.
13. Anderson D.R. (1978). *Iron metionin complex salt*. Patent. USA. №4. 067.994.
14. Seba, M. V., Khomenko, M. O., Novitsky, V. P., Bublyk, A. V., & Yagafarov, M. I. (2019). *Use of Quatronan-SE biologically active preparation during the cows' transition period*. *Animal science and food technology*. 10(1), 34-39.
15. Shahverdy A. R., Fakhimi, A., Minaian, S. (2007). *Synthesis and effect of silver nanopracles on the antibacterial activity of different antibiotics against Staphylococcus and Escherichia coli*. *Nanomedicine: nanotechnology, biology and medicine*. 3(2). 168-171.

M. V. Seba, M. I. Yagofarov, D. K. Nosevich, V. G. Kaplunenko (2020).

IMPACT OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES ON THE UTERUS INVOLUTION AND DATE OF THE FIRST SEXUAL HUNTING AFTER CALVING. ANIMAL SCIENCE

AND FOOD TECHNOLOGY, 11(2): 65-72. <https://doi.org/10.31548/animal2020.02.065>.

Abstract. *The aim of the researches was to improve the reproductive capacity of cows by accelerating the uterus involution after the use of a complex substances mixture of neurotropic-metabolic action (L-arginine ($C_6H_{14}N_4O_2$), sodium succinate ($Na_2C_4H_4O_4$), sodium glutamate ($C_5H_8NNaO_4$)) and trace elements nanocarboxylates (Fe, Ca, Mn, Cu, Zn)) in the first decade of the postpartum period. The experiment was conducted on cows of the Ukrainian black-spotted dairy breed. One control and three experimental groups were formed, 10 animals in each group. Animals of the first experimental group were injected into the caudal fold in a volume of 10 ml once a day for 6 days from the fifth day after calving, the total volume of the drug was 60 ml. Animals of the second experimental group were injected the drug in a volume of 20 ml once a day for 3 days on the fifth, seventh and ninth days after calving, the total volume of the drug was 60 ml. Animals of the third experimental group were injected the drug in a volume of 20 ml once a day for three days on the seventh, eighth and ninth days after calving, the total volume of the drug was 60 ml. Animals in the control group were not injected the drug. It was found that the use of a complex substances mixture of neurotropic-metabolic compounds with nanocarboxylates of trace elements has a positive effect on the timing of uterine involution in cows and their first arrival in sexual hunting after calving. Thus, the injection of the complex according to the scheme of the second group reduces the involution of the uterus by 2.3 days ($P - 0.01$) and reduces the independence period by 3.4 days ($P - 0.05$). Injection according to the scheme of the third experimental group accelerates the involution of the uterus by 2.1 days ($P - 0.05$) and reduces by 2.5 days ($P - 0.05$) the period from calving to the onset of the first sexual hunt. The scheme in which animals were injected within six days after calving (the first experimental group) in a volume of 10 ml from the fifth day was less effective and more time consuming.*

Keywords: *nanocarboxylates, reproduction, neurotropic-metabolic compounds, injection, caudal fold, independence period, food acids.*

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМІЗОВАНОЇ РЕЦЕПТУРИ НИЗЬКОЛАКТОЗНОГО СИНБІОТИЧНОГО ЙОГУРТОВОГО МОРОЗИВА

А. А. ТРУБНИКОВА, кандидат технічних наук, викладач спеціальних технологічних дисциплін,

<http://orcid.org/0000-0001-6971-136X>

E-mail: sc228004@ukr.net

Механіко-технологічний коледж Одеської національної академії харчових технологій

О. Б. ЧАБАНОВА, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології молочних, олійно-жирових продуктів і косметики,

<http://orcid.org/0000-0002-1455-2987>

E-mail: oksana_chabanova17@ukr.net

С. М. БОНДАР, кандидат технічних наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,

<http://orcid.org/0000-0002-7908-2074>

E-mail: snbondar2011@gmail.com

Т. Є. ШАРАХМАТОВА, кандидат технічних наук, декан факультету технології та товарознавства харчових продуктів і продовольчого бізнесу, <http://orcid.org/0000-0001-6080-6995>

E-mail: sharahmatova@ukr.net

Т. В. НЕДОБІЙЧУК, кандидат технічних наук., доцент кафедри готельного і ресторанного бізнесу,

E-mail: nedobeychuk@ukr.net

Одеська національна академія харчових технологій

Анотація. Оптимізація рецептури низьколактозного синбіотичного йогуртового морозива з використанням безлактозного білкового концентрату маслянки і йогурту із знизженим вмістом лактози є метою роботи задля розширення асортименту низьколактозної молочної продукції та поліпшення функціональних і оздоровчих властивостей морозива. Оптимізацію рецептури низьколактозного морозива проводили градієнтним чисельним методом, а саме - спряжених градієнтів (Conjugate Gradient). Алгоритм оптимізації реалізований в системі Mathcad. Наведено масив даних з набором показників щодо вибору раціонального співвідношення безлактозного білкового концентрату маслянки і йогуртової основи та вмісту інуліну для сумішей морозива. Досліджено вплив співвідношення головних складових сумішей на піноутворювальну здатність, що визначає якість готового продукту. Враховується важливий показник – фактор концентрування маслянки, яку додатково очищено від лактози методом

діафільтрації. Графічний матеріал, що представлений в роботі, наочно демонструє, що раціональним співвідношенням йогуртної основи і безлактозного білкового концентрату маслянки, що отриманий ультрафільтрацією з діафільтраційним очищенням при факторі концентрування $FK=5$ є 40,6:59,4. В роботі оптимізовано вміст додаткових компонентів, що входять до рецептури нового виду морозива, масові частки яких склали: інуліну – 3,69 %; лактулози – 1 %; імбиру – 0,3 %; лимонної кислоти – 0,15 %; стабілізаційної системи – 0,2 %. Визначено хімічний склад та показники якості суміші для низьколактозного синбіотичного йогуртового морозива, що складається з сировинних компонентів в оптимальному співвідношенні. Вміст лактози в дослідному зразку суміші морозива складає 0,99 % при антиоксидантній активності, вищій у 3,1 рази, ніж у суміші для традиційного молочного йогуртового морозива. Найбільш вірогідне число молочнокислих мікроорганізмів для отриманого продукту складає КУО/см³ – $(2,8 \pm 0,9) \cdot 10^8$, кількість біфідобактерій, КУО/см³ – $(2,5 \pm 0,2) \cdot 10^9$. Результати досліджень будуть впроваджені на молочних підприємствах при виробництві морозива.

Ключові слова: суміші для морозива, оптимізація складу, методи оптимізації, функціональні молочні продукти, продукти з маслянки.

Актуальність.

Одним із широко вживаних продуктів з молочної сировини є морозиво. Теоретичні дослідження в галузі виробництва та оптимізації складу харчових, в тому числі молочних продуктів вказують на те, що виробництво морозива, як в Україні, так і за її межами є прибутковою галуззю (Національне рейтингове агентство «Рюрік», 2013). Одним з нових видів морозива, що вже поширюється на ринку США та Західної Європи є Frozen yogurt, тобто йогуртове морозиво з пробіотиками та зниженим вмістом жиру (Павлюк та ін., 2011; Шарахматова і Танасова, 2015). Непереносимість лактози, ожиріння та інші широко розповсюджені захворювання потребують особливої уваги до виробництва продуктів з молока. Розширення асортименту низько- та безлактозних продуктів є актуальним але потребує застосування сучасного математичного підходу, який мінімізує витрати на дослідження і сприяє отриманню кінцевого продук-

ту з оптимальним складом, високою харчовою цінністю та технологічними властивостями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Використання в рецептурах морозива білкових концентратів, що виробляють із вторинної молочної сировини, дозволяє домогтися більш високих показників якості готових видів морозива, більш раціонального використання сировини і матеріалів, зменшення фінансових витрат підприємства (Tomer and Kumar, 2013).

Кількість основних та додаткових компонентів у рецептурах морозива доволі велика. Це визначає необхідність у проведенні значної кількості досліджень для отримання оптимального вмісту компонентів і досягнення кращого результату для високих функціональних властивостей продукту (Оленев, 2003; Поліщук, 2013).

Математичні методи оптимізації складу широко застосовуються на прак-

тиці та у наукових дослідженнях. Розв'язання задачі оптимізації полягає у знаходженні екстремуму цільової функції в області допустимих рішень (Кононюк, 2012; Остапчук, 2006; Мовчан, 2012).

Аналіз математичних моделей і інформаційних технологій, що використовуються сучасною наукою для оцінки і оптимізації якості продуктів харчування розглядаються разом з функціональними можливостями створеного комплексу програм для проектування рецептур страв і продуктів здорового харчування (Борисенко та ін., 2012).

В роботі (Малозьомов, 2015) представлений огляд і порівняння різних варіантів методу спряжених градієнтів. Велика увага приділяється найбільш ефективним способам здійснення лінійного пошуку. Досліджуються питання збіжності. На прикладі задачі про мінімізацію циклічної функції перевіряється ефективність роботи методу.

Розробляються різні версії нелінійних методів спряжених градієнтів з акцентом на властивостях глобальної збіжності (Hager and Zhang, 2006).

Визначаються аспекти чисельної реалізації методу спряженого градієнта (MSG) для систем лінійних алгебраїчних рівнянь із симетричною позитивно визначеною матрицею за наявності помилок округлення, що забезпечує точне рішення в кінцевій кількості етапів ітерації (Kireev, 2015).

Мета роботи – визначення оптимального складу низьколактозного синбіотичного йогуртового морозива математичним методом за піноутворювальною здатністю.

Матеріали та методи досліджень.

Досліджувалась поведінка рідких безлактозних концентратів маслянки (ББКМ) та йогуртної основи (Й) із

зниженим вмістом лактози, що має пре- та пробіотичні властивості. Стабілізатор «Ультра текс» ICE1 – 0023 (ПП «Текстра-Віта», Україна), що має наступний склад: крохмаль модифікований E 1442, концентрат сироваткових білків, крохмаль модифікований E 1450, моно- та дігліцериди жирних кислот E 471, гуарова камідь E 412, камідь ріжкового дерева E 410; препарат інуліну (ТМ «Frutafit IQ»), виробництва «Sensus», Roosendal, Нідерланди); препарат лактулози («Fresenius Kabi Company», Італія); лимонна кислота (ТМ «Мрія», Україна); порошок імбиру (ТМ «Еко», Україна) досліджувались як додаткові компоненти.

Безлактозні концентрати маслянки виготовлялись шляхом ультрафільтрації сировини та їх діалізації із застосуванням нанопермеату ультрафільтрату маслянки. Йогуртна основа із зниженим вмістом лактози виготовлялась шляхом ферментації та сквашування суміші маслянки, сухого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки та закваски «Йогурт» (VIVO), до складу якої входять культури: *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* + *Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacterium lactis*). Суміші для низьколактозного йогуртового морозива готували в лабораторних умовах наступним чином. У рідкий білковий безлактозний концентрат маслянки додавали, згідно рецептури, інулін, лактулозу, імбир, стабілізатор, цукор ретельно перемішували та витримували суміш; суміш фільтрували; пастеризували; охолоджували; вносили йогурт із зниженим вмістом лактози та лимонну кислоту; перемішували та направляли суміш на дозрівання; потім суміш фризрували.

Основні показники якості визначались наступними методами: титрована кислотність – за ГОСТ 3624–92; активна

кислотність – потенціометричним методом – за ДСТУ 8550:2015; масова частка білка – методом Кьельдаля за ДСТУ 8063:2015; масова частка жиру – гравіметричний метод за ДСТУ ISO 7208-2002; масова частка лактози – ферментативним способом – за стандартом ФРН DIN 10344-82; піноутворювальна здатність – за (Поліщук, 2013); кількість молочно-кислих мікроорганізмів визначали – за ГОСТ 9225-84а; кількість біфідобактерій – за ДСТУ 7355:2013; органолептичні показники кисломолочного морозива – за ДСТУ ISO 22935-2-2011; масова частка цукрози, йодометричним методом – за ГОСТ 3628; антиоксидантна активність, експрес-методом – за (Хомич та ін., 2015) метод заснований на каталітичній реакції переносу електрона продуктом в системі: нікотинамідаденіндинуклеотид відновлений НАД·Н₂-К₃Fe(CN)₆ ферриціанід калію. Критерієм оцінки антиоксидантної активності функціонального інгредієнту стало визначення відношення їх оптичної густини у системі NAD·Н₂-К₃[Fe(CN)₆] до оптичної густини самої системи в часі.

$$Y_{\text{п}} = \frac{12,19 + 0,072 \cdot x + 0,053 \cdot x^2 + 2,72 \cdot y - 66,55 \cdot y^2 + 58,25 \cdot y^3}{1 - 0,013 \cdot x - 2,48 \cdot y + 1,97 \cdot y^2}, \quad (1)$$

Оптимізацію складу проводили чисельним методом спряжених градієнтів (Conjugate Gradient).

Алгоритм досліджень наступний.

Відповідно до рецептури визначались вміст лактулози, цукру, стабілізаційної системи, імбиру та лимонної кислоти. Визначався вміст інуліну. Встановлювалась цільова функція. Задавалась область допустимих обмежень вихідних параметрів для факторів концентрування та вмісту лактози. Встановлювався основний критерій оптимізації.

Даний алгоритм реалізовано в системі MathCad.

Результати досліджень та їх обговорення.

Масив даних з набором показників щодо вибору раціонального співвідношення безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки і йогуртової основи (ББКМ/Й) за фактора концентрування (ФК) 3, 4, 5 наведено у табл. 1.

У якості показника, за яким проводили підбір рецептурних складових вибрано піноутворювальну здатність (Оскільки вона залежить як від співвідношення ББКМ/, так і від ФК, то і вид функції буде двопараметричним.

Оскільки піноутворення сумішей слугує основним технологічним показником, загальний вид функції, що визначає цей основний технологічний критерій для морозива має вигляд:

$$Y_{\text{п}} = f(\text{ФК}, \text{Й}),$$

де ФК – фактор концентрування маслянки,

Й – співвідношення ББКМ/Й.

В результаті обробки масиву даних (табл. 1) в системі MathCad отримано наступний вид рівняння:

Коефіцієнт детермінації – 0.98.

Графічний вираз змін двохпараметричної функції вказує на те, що її значення має певні максимуми в досить вузькій області дослідження для фактору концентрування ФК 3-5 та Й в межах 0,397-0,456. В цій області досліджується найбільше значення за фактора концентрування 5 та співвідношенні основних складових 0,456, що детально наведено у табл. 2.

Лактоза міститься також у йогуртній основі (Й). Дослідження вмісту лактози у суміші в залежності від співвідношення ББКМ/Й дає чітку лінійну

1. Підбір співвідношення ББКМ/Й

Співвідношення ББКМ/Й	Піноутворювальна здатність, % ФК = 3	Піноутворювальна здатність, % ФК = 4	Піноутворювальна здатність, % ФК = 5
80:20	20	22	24
70:30	24	26	28
60:40	26	28	30
50:50	22	24	32
40:60	17	21	26
30:70	12	16	20
20:80	10	12	15

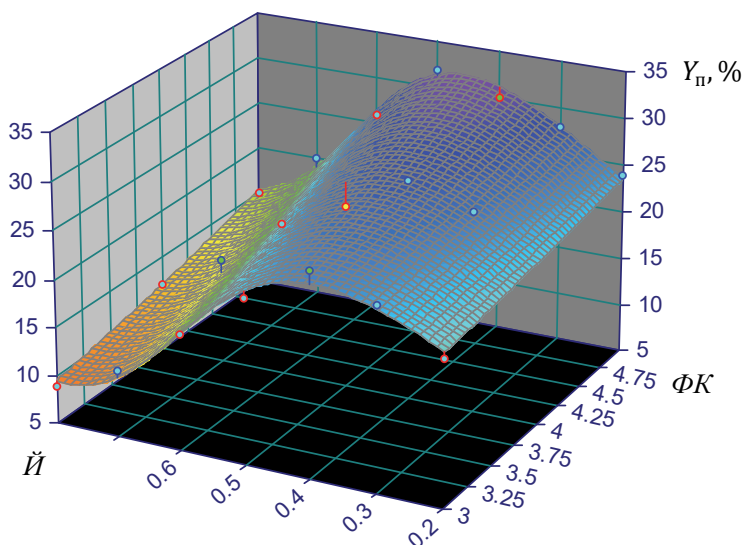


Рис. 2. Зміна піноутворюючої здатності від фактору концентрування і частки йогуртної основи в суміші

2. Максимуми функції (рівняння 1) за різних значень ФК та відповідні їм значення вмісту йогуртної основи Й

ФК	Й	Y_{max}
3	0.397	24.772
3.5	0.41	26.137
4	0.424	27.741
4.5	0.44	29.627
5	0.456	31.851

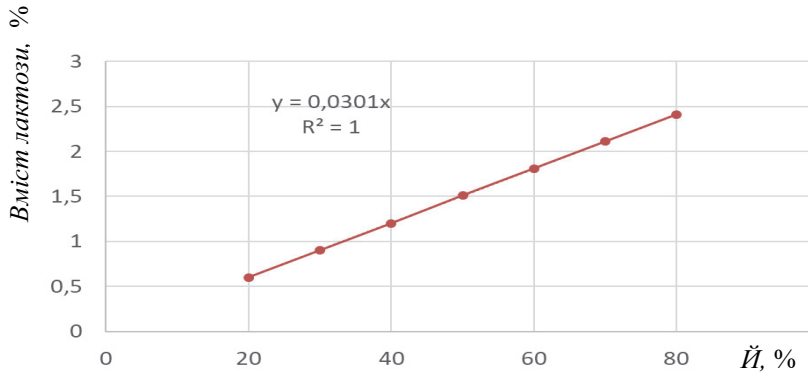


Рис. 3. Вміст лактози в залежності від частки в суміші йогуртної основи

залежність, що відображено на рис. 3.

Цей факт дозволяє надати простий математичний вираз для обчислення вмісту лактози, що слугує фактором обмеження, оскільки за визначенням нормативних документів вміст лактози в морозиві не повинен перевищувати 1%:

$$L a k t o z a = 0.0301 \cdot \dot{Y}, (2)$$

Важливим додатковим інгредієнтом низьколактозного морозива є інулін. Встановлено, що від вмісту цього компонента значною мірою залежить піноутворення суміші (табл. 3).

За зростання концентрації інуліну піноутворювальна здатність зростає від 55% до 72%. Межі концентрації інуліну в цьому випадку визначаються з міркувань функціональних властивостей.

Математичний вираз для цільової функції:

$$Y_{in} = 43.333 + 39.037 \cdot x - 8.1587 \cdot y^2 + 0.5185 \cdot y^3, (3)$$

3. Масив даних для підбору концентрації інуліну

Концентрація інуліну, % (X)	Піноутворювальна здатність, Y, %
1	55
2	68
3	80
4	80
5	76
6	72

З коефіцієнтом детермінації – 0.996 надає змогу точно розрахувати вміст інуліну при максимумі піноутворювальної здатності з рівняння (3), що складає 3,69%.

Область допустимих при процедурі оптимізації рецептури суміші для морозива обмежень

$$3 \leq \Phi K \leq 5; , (2)$$

$$0.2 \leq \dot{Y} \leq \frac{L a k t o z a_{max}}{3.0128}$$

де – максимальний допустимий вміст лактози, %;

Лактоза_{max} – коефіцієнт перерахунку вмісту лактози в залежності від йогуртної основи \dot{Y} з рівняння (2).

Результати розрахунків оптимальної рецептури в системі MathCad при співвідношенні ББКМ/Й 59,4/40,6 наведено в табл. 4.

4. Оптимальна рецептура на морозиво низьколактозне

Сировина	Маса, кг на 1000 кг морозива
Рідкий ББКМ, отриманий діафільтрацією УФ концентрату при ФК=5	484,7
Порошок інуліну (СР=95,8 %)	36,9
Порошок лактулози (СР=99,2 %)	10,0
Цукор пісок	130,0
Стабілізаційна система	2,0
Порошок імбиру	3,0
Йогуртна основа (Й)	331,9
Лимонна кислота кристалічна	1,5
Всього	1000,0

За отриманою рецептурою було виготовлено суміш низьколактозного синбіотичного йогуртового морозива, в якому визначали масову частку складових та мікробіологічні показники якості. Органолептичні показники експериментальних зразків повністю відповідають вимогам нормативних документів.

Масова частка лактози в дослідній суміші становила – 0,99 %. Масова частка білків – 10,11 %, жирів – 1,28 %, сахарози – 12,8 %. Титрована кислотність – 56 °Т. Найбільш вірогідне число молочнокислих мікроорганізмів, КУО/см³ – $(2,8 \pm 0,9) \cdot 10^8$, кількість біфідобактерій, КУО/см³ – $(2,5 \pm 0,2) \cdot 10^9$.

Таким чином, за основним обмеженням вмісту лактози продукт повністю відповідає вимогам до низьколактозних продуктів. Разом з тим, визначається значна синбіотична цінність морозива, що виготовлене з такої суміші.

Антиоксидантна активність продукту – важливий функціональний показник, що визначається вмістом білків (особливо тих, що містять сірковмісні амінокислоти), фосфоліпідів та рецептурних компонентів, що входять до суміші морозива (інуліну та імбиру). Для досліджуваного зразка вона мала значення 345 ум. од, що

перевищує значення даної величини щодо суміші для виробництва традиційного йогуртового молочного морозива (110 ум. од. активності).

Висновки та перспективи.

Метод спряжених градієнтів (Conjugate Gradient) дозволяє з високою ефективністю провести оптимізацію рецептурного складу низьколактозного синбіотичного морозива. Застосування математичного апарату дозволяє встановити основні залежності, що впливають на важливі технологічні та функціональні властивості продукту, зокрема, щодо вмісту безлактозного концентрату маслянки та йогуртної основи.

Встановлено, що піноутворювальна здатність може слугувати за функцію, пошук максимуму якої дозволяє визначити співвідношення основних складових суміші для низьколактозного морозива. Визначено лінійний характер залежності вмісту лактози, як обмежувального фактору від співвідношення концентрату маслянки та йогуртної основи. Теоретично та експериментально доведено оптимальний склад рецептурних складових для виробництва низьколактозного синбі-

отичного йогуртового морозива. Визначено, що вміст інуліну має істотний вплив на технологічні характеристики суміші. Встановлено втричі більшу антиоксидантну активність суміші у порівнянні з такою ж за традиційною технологією. Результати досліджень можуть слугувати базою для розширення асортименту низьколактозного морозива та інших харчових продуктів.

Список використаної літератури

1. Аналітичний огляд ринку морозива України. Національне рейтингове агентство «Рюрік». Ринок морозива. 2013.
2. Павлюк, Р. Ю., Похарсбка, В. В., Берестова, А. А., Максимова, Н. П., Юрченко, І. С. Іноваційні технології розробки нових видів морозива для оздоровчого харчування. Професійна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2011. 2 (7) 36-44.
3. Шарахматова, Т., Танасова, Г. Розвиток галузі морозива в Україні. Продовольча індустрія АПК. 2015. № 5.
4. Vidisha Tomer, Arun Kumar. Development of High Protein Ice-Cream Using Milk Protein Concentrate. IOSR Journal Of Environmental Science, Toxicology And Food Technology (IOSR-JESTFT) e-ISSN: 2319-2402, ISSN: 2319-2399. Volume 6. Issue 5 (Sep. – Oct. 2013). PP 71-74.
5. Оленев, Ю. А. Структурные элементы смесей и мороженого. Молочная промышленность. 2003. № 3. С. 53—54.
6. Поліщук, Г. Є. Формування складних дисперсних систем молочного морозива з натуральними компонентами: дис. ... докт. техн. наук: 05.18.04. Київ. 2013. 438 с.
7. Кононюк, А. Е. Основы теории оптимизации. Безусловная оптимизация. Киев. "ОсвітаУкраїна". 2012. 512 с.
8. Остапчук, М. В., Станкевич, Г. М., Математичне моделювання на ЕОМ. Одеса. Друк. 2006. 313 с.
9. Мовчан, А. П., Степанець, О. В. Методи статичної оптимізації. Навчальний посібник. Київ. НТУУ «КПІ». 2012. 138 с.
10. Ларионова, Е. И. Оптимизация рецептуры сахарного печенья с красной и черноплодной рябиной. Ползуновский вестник. 2017. № 2. С.37–40.
11. Колесникова, Н. В., Миронов, К. М. Научные принципы конструирования комбинированных продуктов питания. Улан-Удэ. Изд-во ВСГТУ. 2009. 80 с.
12. Борисенко, Л. А. Сарычева, А. А. Моделирование, разработка и оптимизация продуктов здорового питания. Монография. Ставрополь. СевКавГТУ. 2012. 197 с.
13. Сенчурова, Е. В. Оптимизация рецептуры творожных начинок. Фундаментальные исследования. 2007. № 11. С. 86-87.
14. Головкин, М., Головкин, Т., Гелих, А., Жеребкін, М. Оптимізація рецептурного складу фаршевих виробів на основі напівфабрикату з молюска прісноводного. Food Science and Technology. 2019. №12(4).
15. Caniyilmaz E., Uçarkuş B., Karaman S. Optimization of Formulation Ingredients and Aging Time for Ice Cream Processing Using Combined Design Approach. Journal of Food Processing and Preservation. 2016. Volume 40. Issue 6. P. 1325-1338.
16. Малозёмов, В. Н. Варианты метода сопряжённых градиентов. Семинар «CNSA & NDO». Избранные доклады. 29.10.2015. URL:<http://www.apmath.spbu.ru/cnsa/rep15.shtml#1029>.
17. Hager, W. W., Zhang, H. A Survey of Nonlinear Conjugate Gradient Methods. Pacific Journal of Optimization. 2006. Vol. 2. P. 335–358.
18. Kireev, I. V. Inexpensive stopping criteria in the conjugate gradient method. Computational technologies. 2015. V. 20. № 2. P. 44-55.
19. Патент на винахід 107506 С2 МПК G 01N 33/00 (2015.01). Спосіб визначення біологічної активності об'єктів природного походження. № U 201302626, заявл. 04.03.2013; опубл. 12.01.2015, Бюл. № 1.

References

1. Analitichnyy oghljad rynku morozyva Ukrajinny [Analytical review of the ice cream market in Ukraine]. (2013). «Rurik» National Rating Agency. Ice cream market.
2. Pavljuk, R. Ju., Pogharsjka, V. V., Berestova, A. A., Maksymova, N. P., & Jurchenko, I. S. (2011). Innovacijni tekhnologiji rozrobky novykh vydiv morozyva dlja ozdorovchogho kharchuvannja. [Innovative technologies for the development of new types of ice cream for health food]. Profesijna tekhnika ta tekhnologiji kharchovykh vyrobnyctv restoranogho ghospodarstva i torghivli. 2 (7) 36-44.
3. Sharakhmatova, T., & Tanasova, Gh. (2015). Rozvytok ghaluzi morozyva v Ukrajinі [Development of the ice cream industry in Ukraine]. Prodovoljcha industrija APK, (5).
4. Tomer, V., & Kumar, A. (2013). Development of high protein ice-cream using milk protein concentrate. IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT), 6, 71-74.
5. Olenev, Yu. A. (2003). Strukturnye elementy smesey i morozhenogo [Structural elements of mixes and ice cream]. Molochnaya promyshlennost, (5), 52-54.
6. Polishhuk, Gh. Je. (2013). Formation of complex dispersed systems of milk ice cream with natural components: dis. Dr. tech. Science. Kyiv. NUKhT.
7. Kononyuk, A.Ye. (2012). Osnovy teorii optimizatsii [Fundamentals of optimization theory]. Bezuslovnaya optimizatsiya. Kyiv. "OsvitaUkrainy". 512.
8. Ostapchuk, M. V., Stankevych, Gh.M., (2006). Matematychnе modeljuvannja na EOM [Mathematical modeling on a computer]. Odesa. Druk. 313.
9. Movchan, A. P., & Stepanecj, O. V. (2012). Metody statychnoji optymizaciji. Navch. posib [Methods of static optimization. Tutorial]. Kyiv. NTUU «KPI».
10. Larionova, Ye. I., Kozubaeva, L. A., & Larionova, I. A. (2017). Optimizatsiya retseptury sakharnogo pechenya s krasnoy i chernoplodnoy ryabinoy [Optimization of sugar cookie recipe with red and chokeberry]. Polzunovskiy vestnik, (2), 37-40.
11. Kolesnikova, N. V., & Mironov, K. M. (2009). Nauchnye printsipy konstruirovaniya kombinirovannykh produktov pitaniya [Scientific principles of designing combined food products]. Ulan-Ude. Izd-vo VSGTU. 80 s.
12. Borisenko, A. A., & Sarycheva, L. A. (2012). Modelirovanie, razrabotka i optimizatsiya produktov zdorovogo pitaniya: Monografiya [Modeling, development and optimization of healthy food products. Monograph]. Scientific magazine "Kontsep.
13. Senchurova, Ye. V. (2007). Optimizatsiya retseptury tvorozhnykh nachinok [Optimization of the recipe for curd fillings]. Fundamentalnye issledovaniya, (11), 48-48.
14. Gholovko, M. P., Gholovko, T. M., Zherebkin, M. V., Ghelikh, A. O., Gholovko, N. P., Gholovko, T. N., ... & Ghelykh, A. A. (2018). Optimization of the recepture composition of the rolls "Anodonta" based on mussels of the genus Anodonta. Food Science and Technology. 12 (4).
15. Caniyilmaz, E., Uçarkuş, B., Karaman, S. (2016). Optimization of formulation ingredients and aging time for ice cream processing using combined design approach. Journal of food processing and preservation, 40(6), 1325-1338.
16. Malozemov, V. N. (2015). Variants of the conjugate gradient method. Seminar "CNSA & NDO". Selected reports. 29. URL:<http://www.apmath.spbu.ru/cnsa/rep15.shtml#1029>.
17. Hager, W. W., & Zhang, H. (2006). A survey of nonlinear conjugate gradient methods. Pacific journal of Optimization, 2(1). 35-58.
18. Kireev, I. V. (2015). Inexpensive Stopping Criteria in the Conjugate Gradient Method. Computational technologies, 20(2). 44-55.
19. Patent 107506 S2 MPK G 01N 33/00 (2015.01). Method of determining the biological activity of objects of natural origin. U 201302626. 12.01.2015, Bul. 1.

A. Trubnikova, O. Chabanova, S. Bondar, T. Sharakhmatova, T. Nedobijchuk (2020). MATHEMATICAL MODELING OF OPTIMIZED RECEPTURAL OF LOW-LACTOSE SYMBIOTIC YOGHOURT ICE CREAM. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 11(2): 73-82. <https://doi.org/10.31548/animal2020.02.083>.

Абстракт. Optimization of the formulation of synbiotic yogurt ice cream low-lactose using lactose-free protein concentrate of buttermilk and yogurt with low lactose content is the goal of expanding the range of low-lactose dairy products and improving the functional and health properties of ice cream. Low-lactose ice cream formulation optimization was performed using a gradient numerical method, namely conjugated gradients (Conjugate Gradient). The optimization algorithm is implemented in Mathcad. An array of data with a set of indicators for the choice of a rational ratio of lactose-free protein concentrate of buttermilk and yogurt base and inulin content for ice cream mixtures is presented. The influence of the ratio of the main components of the mixtures on the foaming ability, which determines the quality of the finished product, has been studied. An important indicator is taken into account – the concentration factor of buttermilk, which is additionally purified from lactose by diafiltration. The graphic material presented in the work clearly demonstrates that the rational ratio of yogurt base and lactose-free protein concentrate of buttermilk, obtained by ultrafiltration with diafiltration purification at a concentration factor of $FC = 5$ is 40.6: 59.4. The content of additional components included in the recipe of a new type of ice cream is optimized in the work, the mass fractions of which were: inulin – 3.69 %; lactulose – 1 %; ginger – 0.3 %; citric acid – 0.15 %; stabilization system – 0.2 %. The chemical composition and quality indicators of the mixture for ice cream low-lactose synbiotic yogurt, consisting of raw materials in the optimal ratio, were determined. The lactose content in the test sample of the ice cream mixture was 0.99%, the antioxidant activity was 3.1 times higher than in the mixture for traditional yogurt ice cream. The most likely number of lactic acid microorganisms, CFU / cm³ is $(2.8 \pm 0.9) \cdot 10^8$, the number of bifidobacteria, CFU / cm³ is $(2.5 \pm 0.2) \cdot 10^9$. The results of the research will be implemented in dairy companies in the production of ice cream.

Keywords: ice cream mixes, composition optimization, optimization methods, functional dairy products, buttermilk products.
