ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

Збірник наукових праць

№ 1 (170) 2022

УДК 636/639(062.552):378.4(477.41)БНАУ
Т 38

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва = Animal Husbandry Products Production and Processing : збірник наукових праць. № 1 (170) 2022. Білоцерківський національний аграрний університет. Біла Церква: БНАУ, 2022. 178 с. DOI 10.33245

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач:
Білоцерківський національний аграрний університет (БНАУ)

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ
(Протокол № 5 від 24.06.2022 р.)

«Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» («Animal Husbandry Products Production and Processing») – збірник наукових праць є фаховим виданням, який включено до Переліку наукових фахових видань України категорії «Б» (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1643 від 28.12.2019 р.) і є продовженням «Вісника Білоцерківського державного аграрного університету», започаткованого 1992 року. Збірник представлено на порталі Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Google Scholar, Crossref.

Редакційна колегія:

Редакційна колегія:

Головний редактор – **Димань Т.М.,** д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Заступник головного редактора – **Пірова Л.В.,** канд. с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Члени редакційної колегії:

Аріас Р., д-р філософії, доц., Університет Аустрал де Чилі, Валдівія, Чилі

Білл М., д-р філософії, проф., Державний університет штату Айова, «Дюпон Піонер», Айова, США

Бітюцький В.С., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Ваврісінова К., доц., Словацький аграрний університет, Нітра, Словакія

Гассемі Нейжад Ж., д-р філософії, доц., Коледж тваринництва та технологій, Університет Конкук, Сеул, Республіка Корея

Гриневич Н.Є., д-р вет. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Дубовий В.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Кацаньова М., д-р філософії, проф., Словацький аграрний університет, Нітра, Словакія

Мачюк В., д-р філософії, проф., Університет аграрних наук та ветеринарної медицини, Яси, Румунія

Мельниченко О.М., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Мерзлов С.В., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Мохаммадабаді М.Р., д-р філософії, проф., Шахід Бахонар Університет міста Керман, Керман, Іран

Недашківський В.М., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Ніколова Л., д-р філософії, доц., Аграрний університет, Пловдів, Болгарія

Попова Т., д-р філософії, проф., Інститут тваринництва, Костинброд, Болгарія

Рейда О.А., ст. викладач, Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Соболєв О.І., д-р с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Ставецька Р.В., д-р с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Цехмістренко С.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Шаран М.М., д-р с.-г. наук, проф., Інститут біології тварин, Львів, Україна

Шурчкова Ю.О., д-р техн. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Editorial board:
Editor in chief – **Dyman T.M.,** D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Deputy Editor in chief – **Pirova L.V.,** PhD, Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Members of editorial board:
Arias R.A., PhD, Ass. Prof., Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile Bill M., PhD, Prof., Jowa State University, DuPont Pioneer, Iowa, USA
Bill M., PhD, Prof., Jowa State University, DuPont Pioneer, Iowa, USA
Bitiutskyi V.S., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Vavrisinova K., Ass. Prof., Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovakia
Ghassemi Nejad J., PhD, Ass. Prof., College of Animal Bioscience and Technology, Konkuk University, Seoul, Republic of Korea
Grynevych N. Ye., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Dubovyi V. I., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Kacaniova M., PhD, Prof., Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovakia
Maciuc V., PhD, Prof., University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Iasi, Romania
Melnychenko O.M., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Merzlov S.V., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Mohammadabadi M.R., PhD, Prof., Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
Nedashkivskyi V. M., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Nikolova L., PhD, Ass. Prof., Agrarian University, Plovdiv, Bulgaria
Popova T., PhD, Prof., Institute of Animal Science, Kostinbrod, Bulgaria
Reida O.A., Senior Lecturer, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Sharan M.M., D. Sc., Prof., Animals Biology Institute, Lviv, Ukraine
Shurchkova Yu.O., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Sobolev O. I., D. Sc., Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Stavetska R.V., D. Sc., Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Tsekhmistrenko S.I., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Адреса редакції: Білоцерківський національний аграрний університет, Соборна площа, 8/1,
м. Біла Церква, 09117, Україна, e-mail: redakciaviddil@ukr.net.

© БНАУ, 2022

ЗМІСТ

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

Vasile Maciuc, Claudia Pânzaru, Răzvan Mihail Radu-Rusu, Vita Bilkevych. Comparative study on the sustainability of cattle products in the North-East cross-border region of Romania *(Порівняльне оцінювання стійкості продукції худоби у Північно-Східному прикордонному регіоні Румунії)* 6

Титарьова О. М., Чернявський О. О., Кузьменко О. А., Близнюк М. А. Вплив *Spirulina Platensis* у складі комбікорму на вміст важких металів у кролятині 13

Хмельничий Л.М. Пошук предикторів довголіття для корів молочної худоби 20

Хмельничий Л.М., Карпенко Б.М. Особливості екстер'єрного типу корів чорно-рябої худоби різного походження, оцінених за методикою лінійної класифікації 38

Кремезь М. І., Повод М. Г., Михалко О. Г., Вербельчук Т. В., Вербельчук С. П. Щербина О. В., Калініченко Г. І. Відтворні якості свиноматок різних селекційних рівнів 50

Михалко О. Г., Повод М. Г., Вербельчук Т. В., Вербельчук С. П., Щербина О. В., Мироненко О. І., Ульянко С. О. Продуктивність свиноматок та ріст поросят за використання різних систем підтримання мікроклімату в приміщенні..... 65

Гришко В.А., Балацький Ю.О., Малина В.В., Федорченко М.М., Бондаренко Л.В. Вплив конструктивних особливостей корівників на формування мікроклімату та якісні показники молока..... 75

Ладика В.І., Павленко Ю.М., Скляренко Ю.І., Древицька Т.І., Досенко В.Є. Формування господарсько корисних ознак у корів української чорно-рябої молочної породи різних генотипів за капа-казеїном..... 83

Титарьова О. М., Пірова Л. В., Зубенко О. М. Порівняльна оцінка впливу згодовування живих дріжджів та бікарбонату натрію високопродуктивним коровам на їх продуктивність та якість молока 90

БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ

Цехмістренко О.С., Бітюцький В.С., Цехмістренко С.І., Співак М.Я., Тимошок Н.О., Демченко О.А. Синтез наночастинок селену з використанням "зелених" технологій 98

Царук Л.Л. Продуктивність та забійні показники свиней за дії пробіотичного препарату..... 114

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Димань Т.М. Антимікробний ефект етерних олій у складі їстівних плівок (*огляд*)..... 124

Крижак Л. М., **Калініна Г. П.** Метабіотики – розвиток пробіотичної концепції 135

Гойко І.Ю., **Стеценко Н.О.** Обґрунтування рецептури та дослідження комплексного показника якості фаршу для виробництва кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатів спеціального дієтичного споживання (для спортсменів) 143

Белінська К.О. Нетрадиційні види сухого молока у технології продуктів для дитячого харчування..... 155

Oleksandr Kuts, Sergii Verbytskyi, **Svitlana Bokova**, **Olha Kozachenko, Nataliia Patsera.** Food security and food safety issues of the long-term storage of meat and milk products *(Питання продовольчої та харчової безпечності за тривалого зберігання м'ясних і молочних продуктів)* 162

ЕКОЛОГІЯ

Чалая О. С., Чалий О. І., Нагорний С. А. Вплив різних доз важких металів на показники якості та безпеки м'яса і сала свиней..... 168

CONTENT

TECHNOLOGY OF MANUFACTURE AND PROCESSING PRODUCTION OF ANIMALS

Vasile Maciuc, Claudia Pânzaru, Răzvan Mihail Radu-Rusu, Vita Bilkevych. Comparative study on the sustainability of cattle products in the North-East cross-border region of Romania..... 6

Tytariova O., Cherniavskyi O., Kuzmenko O., Blyzniuk M. Influence of *Spirulina Platensis* in the composition of feed on the content of heavy metals in rabbit meat..... 13

Khmelnychyi L. Search for longevity predictors for dairy cows..... 20

Khmelnychyi L., Karpenko B. Features of conformation type of black-and-white cows of different origin estimated by linear classification method 38

Kremez M., Povod M., Mykhalko O., Verbelchuk T., Verbelchuk S., Sherbyna O., Kalynychenko H. Reproductive qualities of sows of different breeding levels..... 50

Mykhalko O., Povod M., Verbelchuk T., Verbelchuk S., Sherbina O., Mironenko O., Ulyanko S. Productivity of sows and growth of piglets during the use of different indoor microclimate systems..... 65

Gryshko V., Balatsky Y., Malyna V., Fedorchenko M., Bondarenko L. Influence of constructive features of cowshed on the formation of microclimate and qualitative indicators of milk..... 75

Ladyka V., Pavlenko Y., Sklyarenko Y., Drevytska T., Dosenko V. Formation of economically useful traits in cows of ukrainian black-and-white dairy breed of different genotypes by kappa-casein..... 83

Tytariova O., Pirova L., Zubenko O., Umanets D., Umanets R. Comparative evaluation of the impact of feeding live yeast and sodium bicarbonate to high-yielding cows on their productivity and milk quality..... 90

BIOTECHNOLOGIES AND BIOENGINEERING

Tsekhmistrenko O., Bityutskyy V., Tsekhmistrenko S., Spivak M., Tymoshok N. Demchenko O. Synthesis of selenium nanoparticles with the use of "green" technologies..... 98

Tsaruk L.L. Productivity and slaughter rates of pigs when using a probiotic preparation..... 114

FOOD TECHNOLOGY

Dyman T. Antimicrobial effect of essential oils in content of edible films (*review*)..... 124

Kryzhak L., Kalinina H. Metabiotics - development of probiotic concept..... 135

Goyko I., Stetsenko N. Substantiation of the recipe and study of a complex indicator of the quality of mincemeat for the production of culinary meat and vegetable semi-finished products for special dietary consumption (for athletes)..... 143

Belinska K. Non-traditional types of milk powder in baby food technology..... 155

Kuts O., Verbytskyi S., Bokova S., Kozachenko O., Patsera N. Food security and food safety issues of the long-term storage of meat and milk products..... 162

ECOLOGY

Chalaya O., Chaly O., Nahorny S. Effect of different doses of heavy metals on quality and safety indices of meat and pig fat..... 168

UDC 636.022/.03-021.272(498)

Comparative study on the sustainability of cattle products in the North-East cross-border region of Romania

Vasile Maciuc[1], Claudia Pânzaru[1],

Răzvan Mihail Radu-Rusu[1], Vita Bilkevych[2]

[1] Faculty of Animal Science, USV Iași - Romania
[2] Faculty of Veterinary Medicine, OSAU, Odessa – Ukraine
[3] Faculty of biotechnological, Bila Tserkva - Ukraine

OPEN ACCESS

Мачюк В., Пинзару К., Резван М.Р.-Р., Бількевич В. Порівняльне оцінювання стійкості продукції худоби у Північно-Східному прикордонному регіоні Румунії. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 6–12.

Vasile Maciuc, Claudia Pânzaru, Răzvan Mihail Radu-Rusu, Vita Bilkevych. Comparative study on the sustainability of cattle products in the North-East cross-border region of Romania. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 6–12.

Рукопис отримано: 09.02.2022 р.
Прийнято: 24.02.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-6-12

In this paper, the sustainability of cattle production in the cross-border region of North-East Romania and the Odessa region, Ukraine was pursued. The working methods used in this research were: observation, information systematization, mathematical-statistical method, and scientific explanation.

The average milk production on lactation and on the breeds in Romania varied as follows: Transylvanian Pinzgau breed (PT) – 4118–4724 kg milk, Brună breed (B.) – 3543–5211 kg milk, Bălțată Românească breed (BR) – 2833–5519 Kg milk, and Bățlată cu Negru Românească breed (BNR) – 4.322–6.332 kg milk. Regarding the meat production, in 2016 it was 206 thousand tons live weight at slaughter, which increased by 6 thousand tons compared to 2015 when meat production was 200 thousand tons live weight at slaughter.

The average milk production per cow in the Odessa region was 3.577 kg in 2014, down 262.0 kg compared to 2013, and by breed it was as follows: Red Ukrainian- 4.215 kg, Black Ukrainian spotted 4.665 kg, and Red Steppe with 3.394 kg milk. Also, meat production in 2014 was 32.203 kg, and in 2013 – 35.233 kg, with 3.030 kg less or 8.6 %.

In the cross-border area of Romania as well as in the cross-border area of Ukraine in the analyzed farms, with large or family-type farms, the allowance of production factors is under necessity, the current conditions, especially financial, allowing only the use of certain production factors (breed, feed). If in Romania, the European funding contributes to achieving the sustainability of cattle production, in Ukraine, farmers face major deficiencies.

Key words: cattle, production, milk, meat, sustainability, cross-border.

Problem statement and analysis of recent research. Sustainable animal husbandry refers to those practices that promote economically viable, environmentally friendly methods and take into account public health issues. It is necessary for animal husbandry to focus on other aspects, apart from the economic one, in order to create conditions that benefit not only us, but also the following generations [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Regarding this purpose, on 1st of October 2013, the 90% European funding contract of the MIS ETC 1549 cross-border project was signed, which involved three universities, as the University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Iași Romania, State Agrarian University from Odessa, Ukraine, and the State Agrarian University of Chișinău, Republic of Moldova. The overall objective of the project was to improve the

economic performance of the border area through speeding up and modernizing a sustainable agriculture. Other special objectives were specified by each stage of the project, as follows: creating a common network of quantitative and qualitative cattle production monitoring centers in the partner countries; the development and implementation of a software tool for monitoring milk quality and meat production; carrying out 2 pilot farms for quantitative and qualitative determinations in Romania and in the Republic of Moldova, but also conducting a cross-border study on production and good practices in cattle breeding [6, 7, 8, 9, 10, 11]. Thus, after the completion of the study, results were obtained and conclusions were formulated that helped in making decisions on the sustainability of production and good practices in cattle breeding [7, 12, 13, 14, 15].

In this paper, we present some of the results obtained in the Romania and Ukraine cross-border area.

Material and methods of research. The research was conducted in the cross-border area of Romania and Ukraine [8, 14, 16]. During this time, the following were analyzed: the cattle breeds exploited in this area, the number of cattle, the type and size of the farms, the technical endowment of the farms, the animal welfare rules, the level and quality of the obtained productions, the main reproduction indicators. In milk production we examined the amount of milk, the fat percentage, and the milk protein, and as indicators of reproduction we followed the age of first calving, calving-interval and breast rest [5, 6, 8, 13, 17].

The primary data were extracted from the records of the holdings, but also from the records of the administrative offices. They have been systematized, statistically processed and interpreted by methods specific to such research. The statistics, as the parameters, which characterize a normal distribution, are on the one hand the average, and on the other hand the dispersion indices represented by the variance and the standard deviation of the pursued character. Statistics are noted in Latin letters: arithmetic mean ($\overline{X}$), variance (s^2), standard deviation (s), and parameters in Greek letters: theoretical average (μ), variance ($ó^2$), and standard deviation ($ó$). The S.A.V.C. computer program was used for this purpose (Statistics Analysis of Variance and Covariance 2003) to determine the arithmetic average ($\overline{X}$), the error of the arithmetic average ($\pm s$) the standard deviation (s), the coefficient of variability (V%) and the ANOVA significance tests as p [2, 8, 14, 18, 19].

It should be noted that the data analysis was performed in terms of merging and correlating with the numerous observations made directly on farms and with the reporting of the results obtained to the requirements and rules of the European Union (EU).

Research results and discussions. The study carried out in the Eastern cross-border area of Romania revealed that out of the diversity of traditional cattle breeding systems, the most widespread is the system is represented by the mixed animal husbandry on pastures near villages and accommodation in their own households.

Family-type farms are the structural organizational variant to which most individual farms will tend. These structures of agricultural production will assert themselves as the concentration and modernization of production become more agricultural units that produce mainly for marketing.

In the cross-border area, 80% of cows are currently raised on individual farms and 20% on farms with productive labor. The herds of cows in this area do not exceed the normal work capacity of a family, being located between two limits: a minimum at 5 UVM and a maximum 15 - 20 UVM.

The milk production at national level in Romania, on total sectors had a volume of 42,600.2 thousand hl, of which 42,503.7 thousand hl (99.78%) in the private sector and 96.6 thousand hl (0.22%) in the state sector. Depending on the number of cows that contributed to this total milk production, there is an average production of 3385 liters / head, with significant differences between the state sector (4273 liters / head) and the private sector (3384 liters / head).

In farms in the eastern cross-border counties of Romania, performance can be improved and brought as close as possible to what is obtained in countries with advanced animal husbandry. The best results were achieved in Vaslui and Iaşi counties (table 1).

The table 1 reveales that in Vaslui county were obtained average productions of over 5000 Kg of milk per real lactation, in breeds as Bălțată cu Negru Românească (BNR), Bălțată Românească (B.R.), and Brună (B.). The best performance was recorded by the Bălțată cu Negru Românească (BNR) breed with 5771 kg of milk, 3.84% fat, 3.28% protein. The national level shows that the same breed achieved an average lactation of 5505 kg of milk, with 3.83% fat and 3.27% protein. In the five cross-border counties studied, the average milk production per lactation and per breed varied as follows: Transylvanian Pinzgau (PT) breed - 4118 - 4724 Kg milk, Brună breed (B.) - 3543 - 5211 Kg milk, Bălțată Românească (BR) - 2833 - 5519 Kg milk, and Bălțată cu Negru Românească (BNR) - 4322 - 6332 Kg milk.

Table 1– **Production indicators of breeds from Romanian counties**

Specification	Breed	Number of individuals	Real production			Lactation length (days)	Calving-interval (zile)	Breast rest (days)
			Milk (kg)	Fat %	Protein %			
ROMÂNIA	Cattle	73249	5015	3,87	3,27	329	408	67
	B	8616	3950	3,80	3,25	325	405	61
	BR	29968	4661	3,92	3,27	322	401	70
	PT	179	4188	3,88	3,25	304	356	59
	BNR	34485	5505	3,83	3,27	336	416	65
	SST	1	3941	3,91	3,48	242	0	0
BOTOŞANI	Cattle	2414	4384	3,96	3,18	323	396	54
	B	19	4627	3,97	3,22	324	385	56
	BR	1064	4257	3,96	3,18	320	388	55
	BNR	1331	4483	3,96	3,18	326	401	54
GALAŢI	Cattle	2055	4733	3,75	3,23	305	397	73
	B	2	3543	3,39	3,14	321	457	96
	BR	7	2833	3,31	3,33	264	444	94
	BNR	2046	4740	3,75	3,23	305	397	73
IAŞI	Cattle	3596	4335	3,84	3,26	336	410	68
	B	97	4572	3,95	3,26	356	465	82
	BR	24	5320	3,94	3,33	331	410	76
	BNR	3475	4322	3,93	3,26	335	408	68
SUCEAVA	Cattle	553	4161	3,89	3,20	308	389	61
	B	169	3701	3,87	3,21	308	389	60
	BR	175	3845	3,92	3,18	312	413	64
	PT	145	4118	3,86	3,23	303	347	59
	BNR	64	6332	3,89	3,18	313	394	60
VASLUI	Cattle	2106	5755	3,83	3,28	367	416	53
	B	47	5211	3,67	3,25	351	449	47
	BR	28	5519	3,75	3,23	371	491	58
	PT	2	4724	3,48	3,23	338	368	35
	BNR	2029	5771	3,84	3,28	368	414	53

Among the reproductive indicators analyzed, breast rest (R.M.) had optimal values for all breeds and in all studied counties, between 35 and 96 days. Regarding the age of the first calving, the Bălțată cu Negru Românească breed (BNR) had values between 28.29 - 32.27 days, the Bălțată Românească breed (BR) between 29.19 - 33.26 days and the Brună breed (B.) with values between 28.28 - 37.40 days [4,10,20].

The lowest values for calving interval are the Romanian Bălțată breed (B.R.), being a mixed breed, with a robust constitution, it behaves much better in terms of reproduction activity [4,10,21] [Maciuc, 2012; Roy, 1980].

In figure 1 we present the hierarchy of the studied breeds, according to the milk production and total effective:

Data from I.N.S. (National Institute of Statistics) highlights that meat production has reached the level of 206 thousand tons live weight at slaughter in 2016, 6 thousand tons more than in 2015 when meat production was 200 thousand tons live weight at slaughter. Compared to 2013, we see a decrease in beef production, which may be due to market fluctuations that occur both nationally and in the Community market.

Regarding the slaughter of cattle in the specialized units, the number of slaughtered heads decreased, but the average weight in the carcass increased.

Following Romania's integration into the EU, the beef production sector had to align with specific European regulations aimed at the production, processing and marketing of this important food product. Also, this activity has to face fierce competition from both European and continental producers (especially from South America, North America and Australia).

Therefore, the results obtained in the cross-border area of Romania show that only by respecting all the rules related to animal welfare, starting with food, care, maintenance, health and the use of environmentally friendly technologies, sustainable productions can be obtained and ensure profitability explosions.

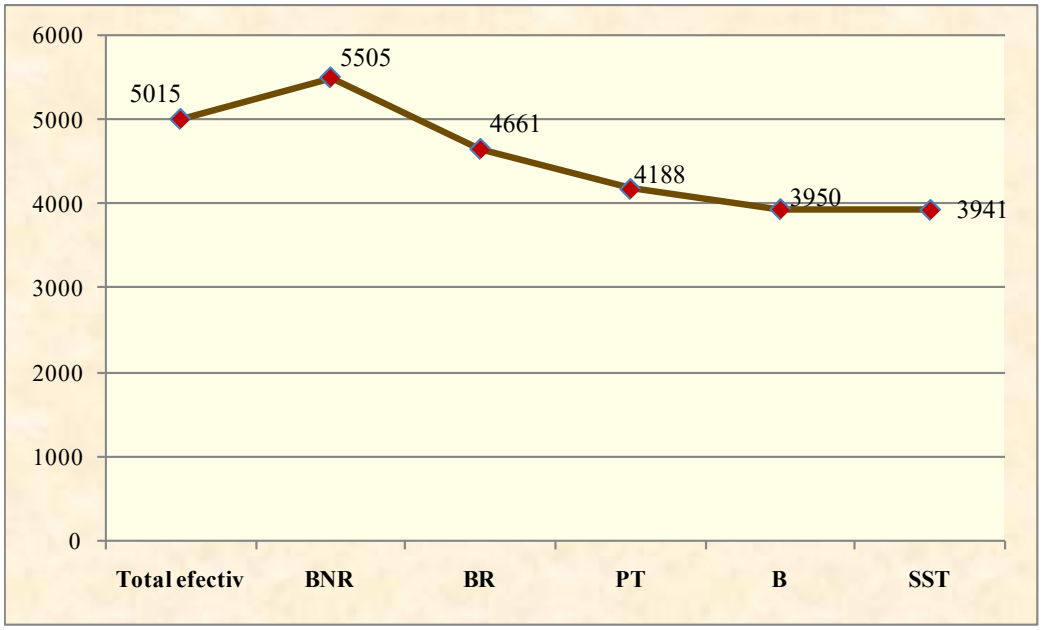

Figure 1. **Studied breeds hierarchy by milk production and number of individuals**

The cross-border study in the Odessa region, Ukraine showed that cattle breeding activity plays an important role in the agricultural context of the area [4,22]. The breeding of dairy cows in the Odessa region is represented by the breeds of the Ukrainian Red Milk, the Ukrainian Black Spotted and the Steppe Red. For the period 2013 - 2014 in all types of farms the total number of cattle decreased by 2058 animals or 6.11%, and the number of cows decreased by 956 or 7.18% (Table 2).

Raw milk production was influenced by the total number of animals and their productivity, increasing by 4 thousand tons. The average annual production per cow was 3.577 kg in 2014, less by 262.0 kg compared to 2013. On average, in 2013-2014, 35.23 - 32.20 thousand tons of milk were produced.

The analysis of the productivity of the animals from the farms highlights the fact that the average milk production on the three lactations was: Ukrainian red breed – 4.215 kg, Ukrainian black spotted – 4.665 kg, Steppe red – 3.394 kg milk.

The milk production in farms from Odessa region, by breeds and lactation is shown in Table 3.

Table 2 – **Cattle herd, and milk and meat production in Odessa area**

Years	Herd at 1st of January		Milk (thousand of tones)	Meat (thousand of tones)	Average milk production/ cattle (kg)
	Total	Total of females			
2013	33725	13320	397,9	35,23	3839
2014	31667	12364	401,9	32,20	3577

Table 3 – **Milk production in farms from Odessa area**

Breed	Cattle number	Milk production per lactation, kg			
		Lactation I	2nd Lactation	3rd Lactation	Average lactation
Ukrainian red	2354	3815	4205	4627	4215
Bălțată cu Negru Românească (BNR)	1875	4325	4.734	4938	4665
Red steppe	850	3215	3.420	3548	3394

As for beef cattle in the Odessa region, they are mainly Aberdeen Angus breed. In January 2014, the number of beef cattle was 2993 thousand heads, of which cows – 1.115 thousand heads. The total number of beef cattle decreased by 403 heads or 11.9% compared to 2013, and in cows, decreased by 224 heads or 16.7%.

Table 4 shows the live beef production and the average daily increase in the conditions of the Odessa region.

Meat production in 2014 was 32.203 kg, and in 2013 – 35.233 kg, by 3.030 kg less or 8.6%.

The average daily increase in 2014 in the districts of the Odessa area was 402 g per day, 23 g more than in 2013.

ultimately determines the level and quality of production.

Therefore, five fundamental freedoms must be ensured: freedom from discomfort - animals must have an adequate living environment, which includes a shelter and a comfortable resting area; freedom to express the natural behavior - animals must be given sufficient space and the company of animals of the same species; freedom from hunger and thirst - animals must have unlimited access to fresh water and adequate food to maintain their health; lack of fear and stress - animals must be treated in a way that does not cause them mental distress; lack of pain and disease - animals need to be diagnosed quickly and treated appropriately.

Table 4 – **Meat production in live animal and daily weight gain**

Odessa area	2014	2013	2014 compared to 2013%
Cattle meat production, Kg	32203	35233	91.4
Daily weight gain, by area, per day in grams	402	379	

The meat and dairy sector in the area is represented by a number of 67 companies that process most of the production.

There is a breeding network in the region, which provides biological material and specialized assistance to farmers and households. To maintain animal healthy, there are 491 veterinary centers and a network of veterinary pharmacies that serve the needs of farmers and private breeders. In addition, there are 89 places in veterinary education at the National Faculty of Veterinary Medicine.

These results can be seen as modest, so the cattle breeding in this area of Ukraine is a priority.

In the cross-border area of the two countries, the cattle breeding on farms of various sizes is different from one area to another and sometimes within the same area in terms of the existence of fodder areas (especially pastures); also the opportunities to provide fodder resources, labor, the degree of technical-material endowment, with machinery and mechanization installations, of the biological material used in exploitation (cow breed), and last but not least of the way of capitalization of the production or even of the existing traditions are different.

Also, in the cross-border area of Romania and of Ukraine, in the analyzed farms, with large or family-type farms, the allocation of production factors is under necessity, the current conditions, especially financial, allowing only the use of some factors of production (breed, feed). If in Romania the European financing has contributed to the improvement of the performances, in Ukraine, the farmers face big deficiencies.

All EU countries it must ensure welfare conditions in the exploitation of bovine animals, which

Acknowled Gements: To European Community as funding authority on ENPI cross-border programs and which supported this research.

Conclusions.

1. In all the cross-border studied counties of Romania, the average milk production per lactation and by breeds varied as follows: Transylvanian Pinzgau breed (PT) – 4.118–4.724 Kg milk, Brună breed (B.) – 3.543–5.211 Kg milk, Bălțată Românească breed (BR) – 2.833–5.519 Kg milk, and Bălțată cu Negru Românească (BNR) – 4.322–6.332 Kg milk.

2. The average milk production per cow in the Odessa area was 3.577 kg in 2014, lower by 262.0 kg compared to 2013, and regarding the breed it was as follows: Ukrainian red milk – by 4.215 kg, Black spotted Ukrainian by 4.665 kg, and Red Steppe by 3.394 kg milk.

3. The meat production in Romania is 206 thousand tons live weight at slaughter in 2016, with 6 thousand tons more than in 2015, when the meat production was 200 thousand tons live weight at slaughter. As for the cattle slaughter in specialized units, the number of slaughtered heads decreased, but the average weight in the carcass increased (from 280 Kg to 327 Kg).

4. For the Odessa area, meat production in 2014 was 32.203 kg, and in 2013 35.233 kg with 3.030 kg less or 8.6%. The average daily increase was 402 g per day in 2014, 23 g more than in 2013.

5. We find that both in the cross-border area of Romania and of Ukraine, in the analyzed farms, with large or family-type farms, the allocation of production factors is below needs, the current conditions, especially financial, allowing

only the use only of some factors of production (breed, feed). If in Romania, European funding contributes to achieving the sustainability of cattle production, in Ukraine, farmers face major deficiencies.

REFERENCES

1. Vaarst, M., Alrøe, H.F. (2012). Concepts of Animal Health and Welfare in Organic Livestock Systems. J Agric Environ Ethics 25. pp. 33–347. DOI:10.1007/s10806-011-9314-6

2. Maciuc, V., Creangă, ȘT., Ujică, V., Popescu, E.C. (2011). Research regarding baby calves housing in individuals igloo nestled outside barn. Scientific papers – Animal sciences series. Vol. 55 (16). U.Ș.A.M.V. Available at:https://opac.lib.ugal.ro/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=1471

3. Lindner, Emily E., Katie, N. Gingerich., Katharine C. Burke, Samantha B. Doyle, and Emily K. Miller-Cushon. (2022). "Effects of Social Housing on Dairy Calf Social Bonding" Animals. 12 (7). 821 p. DOI:10.3390/ani12070821

4. Maciuc, V., Nistor, E. C., Bugeac, T. (2012). Research regarding reproduction capacity at dairy cows and the ways of improvement by application of biotechnologies. European Congress on Biotechnology, Journal of Biotechnology. Vol. 161, Supplement, 23 p.

5. Macdonald, K.A., McNaughton, L.R., Verkerk, G.A., Penno, J.W., Burton, L.J., Berry, D.P., Gore, P.J.S., Lancaster, J.A.S., Holmes, C.W. (2007). A comparison of three strains of Holstein-Friesian cows grazed on pasture: growth, development, and puberty. Journal of Dairy Science. Vol. 90, Issue 8, pp. 3993-4003. DOI:10.3168/jds.2007-0119

6. Lago, A., McGuirk, S.M., Bennett, T.B., Cook, N.B., Nordlund, K.V. (2006). Calf respiratory disease and pen microenvironments in naturally ventilated calf barns in winter. Journal of Dairy Science. Vol. 89, Issue 10, pp. 4014-4025. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(06)72445-6

7. Thornton, P. K. (2010). Livestock production: recent trends, future prospects. Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences. 365(1554), pp. 2853–2867. DOI:10.1098/rstb.2010.0134.

8. Maciuc, V., Leonte C., Tarasenko L. (2015). Handbook on the practical experience of breeding cattle. 107 p. Edit Alfa, Iași, ISBN 978-606-540-149-5, Available at:http://www. eugrant.osau.edu.ua/downloads/UA_Good_practices_cattle_farming_EUproject-MISETC1549.pdf

9. Roche, J. R., Turner, L. R., Lee, J. M., Edmeades, D. C., Donaghy, D. J., Macdonald, K. A., Penno, J. W., Berry, D. P. (2009). Weather, herbage quality and milk production in pastoral systems. Temporal patterns and interrelationships in herbage quality and mineral concentration parameters. Anim. Prod. Sci. 49, pp. 200–210. DOI:10.1071/EA07310

10. Roy, J.H.B. (1980). Factors Affecting Susceptibility of Calves to Disease. Journal of Dairy Science. Vol. 63, Issue 4, pp. 650–664. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(80)82987-0

11. Stockdale, C. R (2006). Investigating the interaction between body condition at calving and pre-calving energy and protein nutrition on the early lactation performance of dairy cows. Australian Journal of Experimental Agriculture. 45(12) pp. 1507–1518 DOI:10.1071/EA04104

12. Sumner, J. M., McNamara, J. P. (2007). Expression of lipolytic genes in the adipose tissue of pregnant and lactating Holstein dairy cattle. J. Dairy Sci. 90, pp. 5237–5246. DOI:10.3168/jds.2007-0307

13. Trotz-Williams, L.A., Leslie, K.E., Peregrine, A.S. (2008). Passive immunity in Ontario dairy calves and investigation of its association with calf management practices. Journal of Dairy Science. Vol. 91, Issue 10, pp. 3840–3849. DOI:10.3168/jds.2007-0898

14. Cucu, Gr. I., Maciuc, V., Maciuc, Domnica (2004). Scientific research on elements of experimental techniques in animal husbandry. Ed. Alfa Iași.

15. Nevalainen, T. (2014). Animal Husbandry and Experimental Design. ILAR Journal. Vol. 55, Issue 3, pp. 392–398. DOI:10.1093/ilar/ilu035.

16. Slusarciu, Marcela., Prelipcean, Gabriela. (2020). Universities – Actors in Cross-border Cooperation Building. Study Case: Romania-Ukraine Border. Codrul Cosminului. 26. pp. 455–476. DOI:10.4316/CC.2020.02.008.

17. Eastham, N. T., Coates, A., Cripps, P., Richardson, H., Smith, R., Oikonomou, G. (2018). Associations between age at first calving and subsequent lactation performance in UK Holstein and Holstein-Friesian dairy cows. PloS one. 13(6), e0197764. DOI:10.1371/journal.pone.0197764

18. Kabir, Syed Muhammad. (2016). Methods of data collection. Available at:https://www.researchgate.net/publication/325846997_METHODS_OF_DATA_COLLECTION

19. Maciuc, V., Cretu D., Maciuc, Domnica. (2015). User manual - Milk-OPC software. 30 p. Edit. Alfa, Iași. ISBN 978-606-540-151-8. Available at:http://www.eugrant.osau. edu.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=132&lang=en

20. Han, Ioan., Bobis, Otilia. (2019). Analysis of the Reproduction Traits and Milk Yield in Cows from Apuseni Mountains Farms. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies. DOI:10.15835/buasvmcn-asb:2019.0004

21. Chávez-Pérez, L. M., Soriano-Robles, R., Espinosa-Ortiz, V. E., Miguel-Estrada, M., Rendón-Rendón, M. C., Jiménez-Jiménez, R. A. (2021). Does Small-Scale Livestock Production Use a High Technological Level to Survive? Evidence from Dairy Production in Northeast-ern Michoacán, Mexico. Animals: an open access journal from MDPI. 11(9), 2546 p. DOI:10.3390/ani11092546

22. Shpak, N., Kulyniak, I., Gvozd, M., Vveinhardt, J., Horbal, N. (2021). Formulation of Development Strategies for Regional Agricultural Resource Potential: The Ukrainian Case. Resources. DOI:10.3390/resources10060057.

Порівняльне оцінювання стійкості продукції худоби у Північно-Східному прикордонному регіоні Румунії

Василь Мачюк, Клавдія Пинзару, Резван Михайло Раду-Русу, Віта Бількевич.

Досліджено виробництво продукції великої рогатої худоби у транскордонному регіоні Північно-Східної Румунії та Одеській області України. Встановлено, що середня молочна продуктивність у період лактації та за породами у Румунії варіювалася наступним чином: трансильванська порода пінцгау (PT) – 4118–4724 кг молока, порода бруна (B.) – 3543 – 5211 кг молока, бальцатська романська порода (BR) – 28 5519 кг молока, а Bălată cu Negru Românească породи (BNR) – 4,322–6,332 кг молока. Виробництво м'яса у 2016 році становило 206 тис. т живої маси на забій, що на 6 тис. т більше порівняно з 2015 роком, коли виробництво м'яса становило 200 тис. т живої маси на забій.

Середній надій на одну корову в Одеській області у 2014 році становив 3,577 кг, що на 262,0 кг менше, ніж у 2013 році, а за породами він був таким: червона українська – 4,215 кг, українська чорно-ряба – 4,665 кг та червона степова – 3,394 кг молока. Виробництво м'яса у 2014 році становило 32,203 кг, а у 2013 – 35,233 кг, що на 3,030 кг менше, або 8,6 %. У прикордонній зоні Румунії, а також у прикордонній зоні України в аналізованих господарствах з великими чи сімейними господарствами облік виробничих чинників є обов'язковим, поточні умови, особливо фінансові, дають змогу використовувати лише певні виробничі чинники (породи, корми). Якщо у Румунії європейське фінансування сприяє досягненню стійкості виробництва великої рогатої худоби, то в Україні фермери мають серйозні недоліки.

Ключові слова: велика рогата худоба, виробництво, молоко, м'ясо, стійкість, транскордонне.

Copyright: Vasile Maciuc et al. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

УДК 636.92.086.783:637.6.04/.07

Вплив *Spirulina Platensis* у складі комбікорму на вміст важких металів у кролятині

Титарьова О.М., Чернявський О.О., Кузьменко О.А., Близнюк М.А.

Білоцерківський національний аграрний університет

Титарьова О.М. E-mail: olena.tytariova@btsau.edu.ua

Титарьова О.М., Чернявський О.О., Кузьменко О.А., Близнюк М.А. Вплив *Spirulina Platensis* у складі комбікорму на вміст важких металів у кролятині. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 13–19.

Tytariova O., Cherniavskyi O., Kuzmenko O., Blyzniuk M. Influence of *Spirulina Platensis* in the composition of feed on the content of heavy metals in rabbit meat. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 13–19.

Рукопис отримано: 18.01.2022 р.
Прийнято: 02.02.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-13-19

Важливим напрямом подальшого розвитку тваринництва є забезпечення людства екологічно чистими продуктами харчування. Одним із способів зменшення вмісту важких металів у тваринницькій продукції загалом і м'ясі зокрема, є згодовування кормових засобів, які мають сорбуючі властивості. З цією метою було проведено науково-господарський експеримент із дослідження впливу згодовування комбікормів із вмістом 0,5–2 % *Spirulina platensis* кролям, що вирощуються на м'ясо. Дослідний період експерименту тривав з 60- до 120-ї доби життя молодняку кролів і завершився контрольним забоєм. Упродовж цього періоду контролювали живу вагу кроленят, їх збереженість та кількість спожитого корму. Під час контрольного забою досліджували хімічний склад найдовшого м'язу спини, а також вміст у ньому Плюмбуму та Кадмію. За результатами експерименту було встановлено, що уведення до складу комбікорму кролів *Spirulina platensis* у дозах 0,5–2,0 % сприяє покращенню їх росту, зниженню вмісту Кадмію та Плюмбуму в м'ясі, зменшенню частки жиру в ньому та підвищенню частки сухої речовини і протеїну. Водночас найбільшої продуктивності кролі досягали за вмісту в комбікормі 1,5 % *Spirulina platensis*, випереджаючи контрольних аналогів на 7,8 % (P<0,01). Тимчасом найнижчу концентрацію важких металів у м'ясі зафіксували за вмісту 2,0 % вказаного кормового засобу: Кадмію – на 34,1 % (P<0,01), а Плюмбуму – на 25,9 % (P<0,001) менше за контрольні показники. Щодо хімічного складу м'яса, то найбільше протеїну та найменше жиру в ньому було зафіксовано за вмісту у комбікормі 1,5 % *Spirulina platensis*. Порівняно з контрольними тваринами, м'ясо кролів цієї групи містило на 1,2 % більше протеїну та на 0,7 % (P<0,01) менше жиру. Отже, 1,5 % *Spirulina platensis* у складі комбікорму для кролів, яких вирощують на м'ясо, є оптимальною часткою.

Ключові слова: кролі, *Spirulina platensis*, приріст живої маси, продуктивність, Кадмій, Плюмбум, м'ясо.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Зменшення частки зернових кормів у раціонах тварин – одна із основних проблем тваринництва. З цією метою науковці всього світу проводять дослідження альтернативних високобілкових кормових засобів. Одним із потенційних джерел білка є *Spirulina platensis*. Ця мікроводорость має високий вміст білка, незамінних амінокислот, вітамінів, мінералів, незамінних жирних кислот та пігментів. *Spirulina platensis* також багата полісахаридами, які можуть виконувати функцію пребіотиків (Jung et al., 2019).

Нещодавні дослідженя довели ефективність *Spirulina platensis*, що стимулює продуктивність великої рогатої худоби (Kuplus et al., 2009; Christaki et al., 2012; Glebova et al., 2018), свиней (Nedeva et al., 2014; Yordanova et al.,

2016; Петряков, 2017), курей-несучок (Mariey et al., 2012; Zahroojian et al., 2013; Selimetal., 2018), курчат-бройлерів (Kaoud, 2012; Sugiharto et al., 2018; Fathi, 2018) та перепілок (Хоменко та ін., 2015; Yusuf et al., 2016; Boiago et al., 2019). Є повідомлення про використання цієї водорості для очищення стічних вод у свинарстві (Cheunbarn et al., 2010;Chaiklahan, 2010;Wang et al., 2013).

Мета дослідження – встановити вплив згодовування *Spirulina platensis* молодняку кролів, який відгодовують на м'ясо, на продуктивність, вміст важких металів у м'ясі та його хімічний склад.

Матеріал і методи дослідження. Для проведення науково-господарського досліду було відібрано 100 кроленят віком 45 діб, з яких методом пар-аналогів сформували 5 груп. Зрівняльний період тривав 15 діб. У цей час тварини звикали до нового комбікорму та умов утримання. До складу комбікорму цього періоду додавали зерно кукурудзи, ячменю, пшениці, соєвий шрот, сінне та м'ясо-кісткове борошно, сіль, крейду та премікс. У віці 60 діб кролям почали згодовувати комбікорми з вмістом *Spirulina platensis* у різних дозах – почався основний період науково-господарського досліду. Виключаючи з комбікормів необхідну частку соєвого шроту, до їх складу вводили *Spirulina platensis* у дозах: для кролів 2-ї дослідної групи – 0,5 %, 3-ї – 1,0 %, 4-ї – 1,5 %, 5-ї дослідної групи – 2 %. Водночас збільшували частку ячменю для балансування за основними показниками поживності (табл. 1).

За основними показниками поживності комбікорми кролів контрольної та дослідних груп були однаковими (табл. 2).

Основний показник, за яким оцінювали ріст тварин, – середньодобовий приріст маси тіла. Для цього кролів зважували у віці 45, 60, 90 та 120 діб і розраховували середньодобовий приріст за формулою:

$$C = \frac{W_t - W_0}{t},$$

де C – середньодобовий приріст живої маси кролів, г;
W_t – жива маса кролів наприкінці періоду, г;
W_0 – жива маса перепелів на початку періоду, г;
t – тривалість періоду, діб.

Хімічний склад м'яса визначали за загальноприйнятими методиками, зокрема:

вміст вологи – методом висушування наважки корму у сушильній шафі за температури 105 °С до постійної маси;

вміст протеїну – методом К'єльдаля;

вміст жиру – в апараті Сокслета за методом С.В. Рушковського;

вміст сирої золи – методом спалювання наважки корму в муфельній печі за температури 550 °С.

Таблиця 1 **– Склад комбікормів, % за масою**

Група тварин									
Вік кролів 61–90 діб					Вік кролів 91–120 діб				
контрольна	дослідна				контрольна	дослідна			
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Ячмінь									
20,2	20,5	20,8	21,1	21,3	9,5	9,5	9,8	10,1	10,3
Кукурудза									
10	10	10	10	10	18	18	18	18	18
Пшениця									
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Шрот сої									
8,8	8	7,2	6,4	5,7	11,5	11	10,2	9,4	8,7
Сінне борошно люцерни									
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Спіруліна									
-	0,5	1,0	1,5	2	-	0,5	1	1,5	2
М'ясо-кісткове борошно									
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Сіль кухонна									
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Крейда									
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Премікс									
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Таблиця 2 – **Поживність 100 г комбікорму**

Показник	Група				
	контрольна	дослідна			
	1	2	3	4	5
Вік кролів 61–90 діб					
Обмінна енергія, МДж	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Сирий протеїн, г	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1
Сирий жир, г	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Сира клітковина, г	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
Кальцій, г	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Фосфор, г	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Вік кролів 91–120 діб					
Обмінна енергія, МДж	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98
Сирий протеїн, г	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1
Сирий жир, г	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Сира клітковина, г	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
Кальцій, г	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Фосфор, г	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Вміст важких металів у м'ясі досліджували спектральним аналізом з використанням рентгенофлуорисцентного спектрометра.

Результати дослідження та обговорення. Споживання комбікормів з вмістом *Spirulina platensis* позитивно вплинуло на продуктивність кролів (рис. 1). Середньодобові прирости тварин 2–5-ї дослідних груп упродовж основного періоду досліду переважали контрольні показники. Так, упродовж вікового періоду 61–90 діб кролі 2, 3, 4 і 5-ї дослідних груп переважали контрольних аналогів за вказаним показником, відповідно, на 6,5 (P<0,01); 7,8 (P<0,01); 9,2 (P<0,001) і 7,1 % (P<0,05).

Упродовж вікового період 91–120 діб перевага кролів дослідних груп над контрольними зменшилася і становила 3,9 % для тварин 2-ї дослідної групи, 5,4 % – 3-ї , 6,4 – 4-ї і 5,2 % – 5-ї дослідної групи. Попри досить велику перевагу дослідних кролів над контрольними за середньодобовими приростами маси тіла, різниця не була статистично значущою.

За основний період науково-господарського досліду кролі контрольної групи поступалися тваринам 2-ї дослідної групи за приростом маси тіла за добу на 5,3 % (P<0,05), 3-ї – на 6,7 % (P<0,01), 4-ї – на 7,8 % (P<0,01) і 5-ї дослідної групи – на 6,2 % (P<0,05).

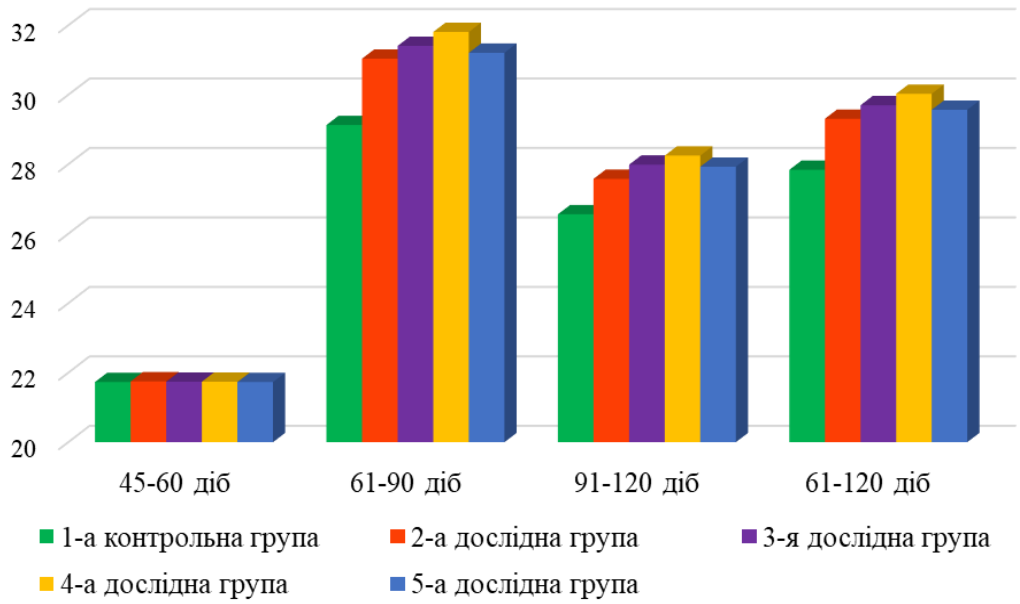

Рис.1. **Середньодобові прирости маси тіла кролів,** г.

Основною метою згодовування *Spirulina platensis* кролям було зниження вмісту важких металів у продуктах їх забою (табл. 3). З даних таблиці видно, що у м'ясі кролів 2-ї дослідної групи вміст Кадмію знизився на 14,6 %, а Плюмбуму – на 9,5 % (P<0,05). М'ясо кролів 3-ї дослідної групи містило на 23,2 % (P<0,01) менше Кадмію та на 16,9 % (P<0,01) менше Плюмбуму, ніж у контрольних тварин. Тварини 4-ї дослідної групи також відзначилися нижчим вмістом Кадмію та Плюмбуму в м'ясі порівняно з контролем – відповідно на 29,3 (P<0,01) та 22,4 % (P<0,001). Найбільше від контрольних показників відрізнялися кролі 5-ї дослідної групи, у м'ясі яких було на 34,1 % (P<0,01) менше Кадмію та на 25,9 % (P<0,001) менше Плюмбуму.

За цим показником тварини 2, 3, 4 та 5-ї дослідних груп поступалися контрольним аналогам, відповідно, на 0,6 (P<0,05); 0,4; 0,7 (P<0,01) та 0,6 % (P<0,01).

Суттєво переважали контроль тварини дослідних груп і за вмістом сухої речовини (на 0,2–0,7 %) та протеїну (0,8–1,2 %), однак ця різниця не була статистично значущою.

Висновки. Отже, за основний період науково-господарського досліду кролі усіх дослідних груп переважали контрольних аналогів за приростами маси тіла, однак найвищими приростами відзначилися кролі, комбікорм яких містив 1,5 % *Spirulina platensis.* Заразом, м'ясо тварин усіх дослідних груп містило менше Кадмію та Плюмбуму порівняно з контролем, однак найнижчий вміст цих важких металів зафіксували у тварин, комбікорм яких містив 2,0 % *Spirulina platensis*. Уведення до складу комбікормів *Spirulina platensis* у кількості 0,5–2 % за масою сприяло підвищенню частки сухої речовини та протеїну у м'ясі, а також зниженню вмісту жиру.

Таблиця 3 – **Вміст Кадмію та Свинцю в м'ясі кролів**, мкг/кг

Показник	Група				
	контрольна	дослідна			
	1	2	3	4	5
Кадмій	27,3±0,88	23,3±1,20	21,0±1,00**	19,3±1,20**	18,0±1,16**
Плюмбум	67,0±1,16	60,7±1,20*	55,7±1,45**	52,0±1,16***	49,7±0,88***

Примітка: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001.

Таблиця 4 – **Хімічний склад м'яса кролів**, %

Показник	Група				
	контрольна	дослідна			
	1	2	3	4	5
Вода	73,4±0,26	73,2±0,38	72,7±0,26	72,8±0,30	73,2±0,35
Протеїн	22,0±0,15	22,8±0,25	23,1±0,38	23,2±0,35	22,8±0,38
Жир	3,4±0,09	2,8±0,12*	3,0±0,13	2,7±0,09**	2,8±0,07**
Зола	1,3±0,03	1,3±0,03	1,3±0,03	1,2±0,03	1,2±0,03

Spirulina platensis – специфічний кормовий засіб, який може впливати на хімічний склад продукції тваринництва. Так, з даних таблиці 4 видно, що статистично значущими були зміни за вмістом жиру в м'ясі кролів дослідних груп.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Петряков В.В. Влияние биологически активного комплекса микроводоросли *Spirulina platensis* на продуктивные показатели поросят на доращивании. Современные технологии в животноводстве: проблемы и пути их решения: материалы Международной научно-практической конференции /под общей редакцией В.А. Солопова. Самара. 2017. С. 67–70.

2. Хоменко А.Д., Мерзлов С.В. Використання кормової добавки *Spirulina platensis* за вирощування перепелів. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Ґжицького. 2015. Т. 17. № 1(3). С. 238–242.

3. *Spirulina platensis* in Japanese quail feeding alters fatty acid profiles and improves egg quality:

Benefits to consumers/M.M. Boiago et al. Journal of food biochemistry. 2019. Vol. 43. Issue 7. e12860. DOI:10.1111/jfbc.12860C

4. Chaiklahan R. Cultivation of Spirulina platensis Using Pig Wastewater in a Semi-Continuous Process. Journal of Microbiology and Biotechnology. Journal of Microbiology and Biotechnology. 2010. Vol. 20. P. 609–614. DOI:10.4014/jmb. 0907.07026

5. Cheunbarn S., Peerapornpisal Y. Cultivation of Spirulina platensis using anaerobically swine wastewater treatment effluent.International Journal Of Agriculture And Biology. 2010. Vol. 12. P. 586–590. DOI:10.144/AWB/2010/12–4–586–590

6. Effect of dietary Spirulina platensis on milk fatty acid profile of dairy cows/E. Christaki et al. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances. 2012. Vol. 7. Issue 7. P. 597–604. DOI:10.3923/ajava.2012.597.604

7. Fathi M. Effect of dietary supplementation of algae meal (Spirulina Platensis) as growth promoter on performance of broiler chickens. Egyptian Poultry Science Journal. 2018. Vol. 38. Issue 2. P. 375–389. URL:https://epsj.journals.ekb.eg/article_ 8203_4ee028 9dce5e1c9dec59eccf1a4f2f64.pdf

8. The use of *spirulina platensis* in cattle feeding/I. Glebova et al. Entomology and Applied Science Letters. 2018. Vol 5. Issue 2. P. 78–85. URL:https://easletters.com/storage/models/article/AKAnD5FFw3qY94vZ3uLOwlH3srragsk0XULZokWY3frdXd1wJE1z4AQRa2aG/xqeg-the-use-of-spirulina-platensis-in-cattle-feeding.pdf

9. Effects of Spirulina platensis on growth performance of weanling pigs/G.S. Grinstead et al. Animal Feed Science and Technology. 2000. Vol. 83. Issue 3–4. P. 237–247. DOI:10.1016/S0377-8401(99)00130-3.

10. Jung F., Krüger-Genge A., Waldeck P., Küpper J.H. *Spirulina platensis*, a super food? Journal of Cellular Biotechnology. 2019. Vol. 5. Issue 1. P. 43–54. DOI:10.3233/JCB-189012

11. Kaoud H.A. Effect of spirulina platensis as a dietary supplement on broiler performance in comparison with prebiotics. Scientific Journal of Applied Research. 2012. Vol. 1. Issue 2. P. 44–48. URL:https://www.researchgate.net/profile/Hussein-Kaoud/publication/262300716_Effect_of_spirulina_platensis_as_a_dietary_supplement_on_broiler_performance_in_comparison_with_prebiotics/links/57386a4108ae298602e29d3d/Effect-of-spirulina-platensis-as-a-dietary-supplement-on-broiler-performance-in-comparison-with-prebiotics.pdf

12. Kulpys J., Paulauskas E., Pilipavipius V., Stankevipius R. Influence of cyanobacteria Arthrospira (*Spirulina*) *platensis* biomass additives towards the body condition of lactation cows and biochemical milk indexes. Agronomy Research. 2009. Vol. 7. Issue 2. P. 823–835. URL:https://agronomy.emu.ee/vol072/p7205.pdf

13. Mariey Y.A., Samak H.R., Ibrahem M.A. Effect of using *Spirulina platensis* algae as afeed additive for poultry diets: 1-productive and reproductive performances of local laying hens. Egyptian Poultry Science Journal. 2012. Vol. 32. Issue 1. P. 201–215.

14. Effect of the addition of *Spirulina platensis* on the productivity and some blood parameters on growing pigs/R. Nedeva et al. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2014. Vol. 20. Issue 3. P. 680–684. URL:https://www.agrojournal.org/ 20/03-28.pdf

15. Selim S., Hussein E., Abou-Elkhair R. Effect of *Spirulina platensis* as a feed additive on laying performance, egg quality and hepatoprotective activity of laying hens. European Poultry Science. 2018. Vol. 82. DOI:10.1399/eps.2018.227.

16. Sugiharto S., Yudiarti T., Isroli I., Widiastuti E. Effect of feeding duration of *Spirulina platensis* on growth performance, haematological parameters, intestinal microbial population and carcass traits of broiler chicks. South African Journal of Animal Science. 2018. Vol. 48. Issue 1. P. 98–107. DOI:10.4314/sajas.v48i1.12

17. Wang T.Ye., Liu H.Ch., Lee Ye. Use of Anthropic Acclimated Spirulina platensis (Arthrospira platensis) Bio-adsorption in the Treatment of Swine Farm Wastewater.International Journal of Agriculture and Biology. 2013. Vol. 15. Issue 1. P. 107–112. URL:http://www.fspublishers.org/published_papers/64564_..pdf

18. Effect of the addition of Spirulina platensis on the carcass traits, chemical composition and physical characteristicsof M. longissimus dorsi in fattening pigs/G. Yordanova et al. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2016. Vol. 22. Issue 5. P. 815–820. URL:https://www.agrojournal.org/22/05-18.pdf

19. Value added by Spirulina platensis in two different diets on growth performance, gut microbiota, and meat quality of Japanese quails/M.S. Yusuf et al. Veterinary world. 2016. Vol. 9. Issue 11. P. 1287–1293. DOI:10.14202/vetworld. 2016.1287-1293

20. Zahroojian N., Moravej H., Shivazad M. Effects of Dietary Marine Algae (*Spirulina platensis*) on Egg Quality and Production Performance of Laying Hens. Journal of Agricultural Science and Technology. 2013. Vol. 15. Issue 7. P. 1353–1360. URL:https://jast.modares.ac.ir/article-23-11401-en.pdf

REFERENCES

1. Petriakov, V.V. (2017). Vlyianye byolohychesky aktyvnoho kompleksa mykrovodorosly *Spirulina platensis* na produktyvnue pokazately porosiat na dorashchyvanyy [Influence of the biologically active complex of the microalgae *Spirulina platensis* on the productive indicators of piglets in rearing]. Sovremennue tekhnolohyy v zhyvotnovodstve: problemu y puty ykh reshenyia [Modern technologies in animal husbandry: problems and ways to solve them]. Materyalu Mezhdunarodnoi nauchno-praktycheskoi konferentsyy [Materials of the International scientific-practical conference]. Pod obshchei redaktsyei V.A. Solopova [Under the general editorship of V.A. Solopova]. Samara, pp. 67–70.

2. Khomenko, A.D., Merzlov, S.V. (2015). Vykorystannia kormovoi dobavky *Spirulina platensis* za vyroshchuvannia perepeliv [The use of feed additive *Spirulina platensis* for growing quail]. Naukovyi visnyk

Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. Gzhytskoho [Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after Gzhytskyi]. Vol. 17, no. 1(3), pp. 238–242.

3. Boiago, M.M., Dilkin, J.D., Kolm, M.A., Barreta, M., Souza, C.F., Baldissera, M.D., dos Santos, I.D., Wagner, R., Tavernari, F.d.C., da Silva, M.L.B., Zampar, A., Stivanin, T.E., da Silva, A.S. (2019). *Spirulina platensis* in Japanese quail feeding alters fatty acid profiles and improves egg quality: Benefits to consumers. Journal of food biochemistry. Vol. 43, Issue 7, e12860. DOI:10.1111/jfbc.12860C

4. Chaiklahan, R. (2010). Cultivation of *Spirulina platensis* Using Pig Wastewater in a Semi-Continuous Process. Journal of Microbiology and Biotechnology. Journal of Microbiology and Biotechnology. Vol. 20, pp. 609–614. DOI: 10.4014/jmb.0907.07026

5. Cheunbarn, S., Peerapornpisal, Y. (2010). Cultivation of *Spirulina platensis* using anaerobically swine wastewater treatment effluent. International Journal Of Agriculture And Biology. Vol. 12, pp. 586–590. DOI:10.144/AWB/2010/12–4–586–590

6. Christaki, E., Karatzia, M., Bonos, E., Florou-Paneri, P., Karatzias, C. (2012). Effect of dietary *Spirulina platensis* on milk fatty acid profile of dairy cows. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances. Vol. 7, Issue 7, pp. 597–604. DOI:10.3923/ajava.2012.597.604

7. Fathi, M. (2018). Effect of dietary supplementation of algae meal (Spirulina Platensis) as growth promoter on performance of broiler chickens. Egyptian Poultry Science Journal. Vol. 38, Issue 2, pp. 375–389. Available at:https://epsj.journals. ekb.eg/article_8203_4ee0289dce5e1c9dec59eccf1a4f2f64.pdf

8. Glebova, I., Besedin, N., Gryaznova, O., Glinushkin, A., Cheiko, V., Kislov, A., Kosolapov, V. (2018). The use of spirulina platensis in cattle feeding. Entomology and Applied Science Letters. Vol. 5, Issue 2, pp. 78–85. Available at:https://easletters.com/storage/models/article/AKAnD5FFw3qY94vZ3uLOwlH3srragsk0XULZokWY3frdXd1wJE1z4AQRa2aG/xqeg-the-use-of-spirulina-platensis-in-cattle-feeding.pdf

9. Grinstead, G.S., Tokach, M.D., Dritz, S.S., Goodband, R.D., Nelssen, J.L. (2000). Effects of Spirulina platensis on growth performance of weanling pigs. Animal Feed Science and Technology. Vol. 83, Issue 3–4, pp. 237–247. DOI:10. 1016/S0377-8401(99)00130-3.

10. Jung, F., Krüger-Genge, A., Waldeck, P., Küpper, J.H. (2019). Spirulina platensis, a super food? Journal of Cellular Biotechnology. Vol. 5, Issue 1, pp. 43–54. DOI:10.3233/JCB-189012

11. Kaoud, H.A. (2012). Effect of spirulina platensis as a dietary supplement on broiler performance in comparison with prebiotics. Scientific Journal of Applied Research. Vol. 1, Issue 2, pp. 44–48. Available at:https://www.researchgate.net/ profile/Hussein-Kaoud/publication/262300716_Effect_of_spirulina_platensis_as_a_ dietary_supplement_on_broiler_performance_in_comparison_with_prebiotics/links/57386a4108ae298602e29d3d/Effect-of-spirulina-platensis-as-a-dietary-supplement-on-broiler-performance-in-comparison-with-prebiotics.pdf

12. Kulpys, J., Paulauskas, E., Pilipavipius, V., Stankevipius, R. (2009). Influence of cyanobacteria Arthrospira (Spirulina) platensis biomass additives towards the body condition of lactation cows and biochemical milk indexes. Agronomy Research. Vol. 7, Issue 2, pp. 823–835. Available at:vol072/p7205.pdf

13. Mariey, Y.A., Samak, H.R., Ibrahem, M.A. (2012). Effect of using Spirulina platensis algae as a feed additive for poultry diets: 1-productive and reproductive performances of local laying hens. Egyptian Poultry Science Journal. Vol. 32, Issue 1, pp. 201–215.

14. Nedeva, R., Jordanova, G., Kistanova, E., Shumkov, K., Georgiev, B., Abadgieva, D., Kacheva, D., Shimkus, A., Shimkine, A. (2014). Effect of the addition of Spirulina platensis on the productivity and some blood parameters on growing pigs. Bulgarian Journal of Agricultural Science. Vol. 20, Issue 3, pp. 680–684. Available at:https://www.agrojournal.org/20/03-28.pdf

15. Selim, S., Hussein, E., Abou-Elkhair, R. (2018). Effect of *Spirulina platensis* as a feed additive on laying performance, egg quality and hepatoprotective activity of laying hens. European Poultry Science. Vol. 82. DOI:10.1399/eps.2018.227.

16. Sugiharto, S., Yudiarti, T., Isroli, I., Widiastuti, E. (2018). Effect of feeding duration of *Spirulina platensis* on growth performance, haematological parameters, intestinal microbial population and carcass traits of broiler chicks. South African Journal of Animal Science. Vol. 48, Issue 1, pp. 98–107. DOI:10.4314/sajas.v48i1. 12

17. Wang, T.Ye., Liu, H.Ch., Lee, Ye. (2013). Use of Anthropic Acclimated *Spirulina platensis* (Arthrospira platensis) Bio-adsorption in the Treatment of Swine Farm Wastewater. International Journal of Agriculture and Biology. Vol. 15, Issue 1, pp. 107–112. Available at:http://www.fspublishers.org/published_papers/ 64564_.. pdf

18. Yordanova, G., Nakev, J., Nedeva, R., Marchev, Y., Popova, T., Kistanova, E., Simkus, Al. (2016). Effect of the addition of Spirulina platensis on the carcass traits, chemical composition and physical characteristics of M. longissimus dorsi in fattening pigs. Bulgarian Journal of Agricultural Science. Vol. 22, Issue 5, pp. 815–820. Available at:https://www.agrojournal.org/22/05-18.pdf

19. Yusuf, M.S., Hassan, M.A., Abdel-Daim, M.M., Nabtiti, A.S., Ahmed, A.M., Moawed, S.A., El-Sayed, A.K., Cui, H. (2016). Value added by Spirulina platensis in two different diets on growth performance, gut microbiota, and meat quality of Japanese quails. Veterinary world. Vol. 9, Issue 11, pp.1287–1293. DOI: 10.14202/vetworld.2016.1287-1293

20. Zahroojian, N., Moravej, H., Shivazad, M. (2013). Effects of Dietary Marine Algae (Spirulina platensis) on Egg Quality and Production Performance of Laying Hens. Journal of Agricultural Science and Technology. Vol. 15, Issue 7, pp. 1353–1360. Available at:https://jast.modares.ac.ir/article-23-11401-en.pdf

Influence of *Spirulina Platensis* in the composition of feed on the content of heavy metals in rabbit meat

Tytariova O., Cherniavskyi O., Kuzmenko O., Blyzniuk M.

An important area for the further development of animal husbandry is to provide humanity with environmentally friendly food. One way to reduce the content of heavy metals in livestock products in general and meat in particular is to feed some feed products that have sorbent properties. For this purpose, a scientific and economic experiment was conducted to study the effect of feeding compound feeds containing 0.5–2% *Spirulina platensis* to rabbits raised for meat. The experimental period of the research lasted from the 60th to the 120th day of life of young rabbits and ended with a control slaughter. During this period, the live weight of the rabbits, their safety and the amount of feed consumed were monitored. During the control slaughter, the chemical composition of the longest back muscle was studied, as well as the content of Lead and Cadmium. According to the results ofthe experiment it was found that the introduction of compound feed rabbits *Spirulina platensis* in doses of 0.5–2.0% helps to improve their growth, reduce the content of Cadmium and Lead in meat, reduce the fat content in it and increase the proportion of dry matter and protein. It should be noted that the highest productivity of rabbits was achieved at a feed content of 1.5% of *Spirulina platensis*, ahead of control counterparts by 7.8% ($P<0.01$). Instead, the lowest concentration of heavy metals in meat was recorded at the content of 2.0% of the specified feed: Cadmium by 34.1% ($P<0.01$), and Lead – by 25.9% ($P<0.001$) less than the control indexes. As for the chemical composition of meat, the highest protein and the lowest fat in it was recorded at 1.5% *Spirulina platensis* in the feed. Compared to control animals, rabbit meat in this group contained 1.2% more protein and 0.7% ($P<0.01$) less fat. Thus, 1.5% of *Spirulina platensis* in the feed for rabbits raised for meat can be considered the optimal proportion.

Key words: rabbits, *Spirulina platensis*, live weight gain, productivity, Cadmium, Lead, meat.

Copyright: Титарьова О. М. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Титарьова О. М. https://orcid.org/0000-0003-4820-809X
Чернявський О. О. https://orcid.org/0000-0003-0713-6587
Кузьменко О. А. https://orcid.org/0000-0003-4553-9950

УДК 636.22/28.081.14

Пошук предикторів довголіття для корів молочної худоби

Хмельничий Л.М.

Сумський національний аграрний університет

Хмельничий Л.М. E-mail: khmelnychy@ukr.net

OPEN ACCESS

Хмельничий Л.М. Пошук предикторів довголіття для корів молочної худоби. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 20–37.

Khmelnychyi L. Search for longevity predictors for dairy cows. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 20–37.

Рукопис отримано: 25.03.2022 р.
Прийнято: 08.04.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-20-37

Узагальнено результати досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів проблемних питань оцінювання корів молочних порід за ознаками тривалості господарського використання та довічної продуктивності. Дослідники повідомляють, що ознаки продуктивного довголіття корів значною мірою залежать від спадкових (умовної кровності за поліпшувальною породою за схрещування, внутрішньолінійного та міжлінійного підборів, лінійного розведення, ступеня інбридингу, сили впливу племінної цінності предків) та паратипових (віку першого отелення, співвідносної мінливості між лінійними ознаками та довголіттям) чинників. Здебільшого зростання частки спадковості за вбирного схрещування призводить до зменшення тривалості продуктивного використання та показників довічної продуктивності корів. За вивчення популяційно-генетичних параметрів автори підтверджують низький рівень успадковуваності ознак довголіття, що не сприяє ефективній селекції за ознаками тривалості продуктивного використання та довічної продуктивності. Аналіз результатів наведених досліджень підтвердив, що лінійні ознаки екстер'єрного типу тварин молочної худоби можуть бути використані як ранні непрямі предиктори довголіття. Цей висновок ґрунтується на високій успадковуваності лінійних ознак і позитивних кореляціях між ними та тривалістю продуктивного життя.

Ключові слова: предиктори, довічна продуктивність, молочна худоба, лінія, екстер'єрний тип, успадковуваність, кореляція.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Спеціалізовані молочні породи всього світу потерпають від зниження показників тривалості життя та продуктивного використання корів. Ю.П. Полупан [18] вважає, що підвищення продуктивних та поліпшення технологічних якостей тварин часто супроводжується підвищеною вибагливістю до умов вирощування, годівлі, утримання і унаслідок, призводить до зниження ознак продуктивного довголіття. Крім того, це зумовлено природним антагонізмом, зворотною співвідносною мінливістю між молочною продуктивністю і тривалістю господарського використання.

За інтенсифікації тваринництва, особливо за масового запровадження промислових технологій утримання, тварини позбавлені тісного зв'язку з природним середовищем. Вони не випасаються, не отримують мікроелементів безпосередньо з ґрунту, не піддаються сонячній інсоляції, позбавлені руху, знаходяться під впливом додаткових стресів від скупченості та роботи механізмів тощо.

Продуктивне довголіття корів є складною ознакою, яка визначається низкою як генетичних чинників, так і середовищних. Аналізуючи ознаки довголіття великої рогатої худоби, автори [39, 46] вважають, що вони контролюються

переважно показниками молочної продуктивності, екстер'єрного типу, відтворних якостей та здоров'я.

Раціонально розклавши ці чинники на складові, за умови високої та достовірної оцінки їх впливу, ця обставина дає змогу селекціонерам цілеспрямовано впливати на прояв тих чи інших ознак довголіття. **Метою дослідження є** узагальнення наукових досліджень у напрямі вивчення ознак продуктивного довголіття, та визначення можливих предикторів, які дають змогу на ранніх етапах лактування проводити добір тварин за цими ознаками.

Матеріал і методи дослідження. Проаналізовано наукові дослідження вітчизняних та зарубіжних авторів, які вивчали показники тривалості використання і довічної продуктивності корів молочних порід залежно від впливу генотипових та паратипових чинників на їх розвиток.

Результати дослідження та обговорення. Оскільки масові дослідження ознак довголіття корів молочних порід найбільше проводять за кордоном, вони використовують різні методи визначення та термінологію цих ознак. Часто ці терміни використовують як взаємозамінні, ускладнюючи їх розуміння під час перекладу українською мовою. У зв'язку з цим доцільно уніфікувати терміни ознак довголіття, або розкрити їх значення, хоча зрозуміти окреме визначення можна лише у контексті публікації.

Продуктивне життя (*productive life*) – кількість діб від першого отелення до вибракування (вибуття) [60]. *Тривалість продуктивного життя* (*Length of productive life*) – кількість діб від першого отелення до вибракування [31], кількість завершених лактацій [72]. *Функціональне продуктивне життя* (*functional productive life*) – здатність корови уникати вибракування з мимовільних причин, таких як безпліддя або хвороба [70]. *Життя стада* (*herd life*) має декілька значень – це кількість діб від першого отелення до вибракування [30], тривалість часу, упродовж якого окремі корови залишаються в стадах після першого отелення [44] або доживають до наступної лактації [48], та кількість діб від народження до вибракування або смерті [75]. *Функціональна довговічність* (*functional longevity*) – здатність корови уникати мимовільного вибракування, або коли вибракування не корелює з її власною продуктивністю [66], здатність корів відкладати мимовільне вибракування через безпліддя або хвороби [67]. *Кількість використаних дійних діб за життя* (*milking life*) – кількість діб від першого отелення до вибракування або смерті, за винятком усіх сухостійних періодів [75]. *Стійкість* (*stayability*) – імовірність того, що корова залишається у стаді достатньо часу, щоб виростити певну кількість телят, які оплачують витрати на її розвиток та утримання [33]. *Мимовільне вибракування* – означає, що корів вибраковували через хворобу, травму, безпліддя або смерть [73]. *Добровільне вибракування* дійних корів – через низьку продуктивність або надлишок корів до потреби стада, коли тварини здорові, а фермер має повну свободу вибору, яких корів вилучати зі стада [65].

За різними даними в країнах з розвинутим продуктивним молочним скотарством середня продуктивність життя корів становить 3–4,5 років [36, 51, 54]. Вважається [45], що максимальне річне виробництво молока припадає на період п'ятої лактації, а найвищий річний прибуток, зазвичай отримують за шосту лактацію.

Щодо чистокровних голштинських стад, багаторічні дослідження доводять, що найбільшу продуктивність корів отримують за другу лактацію, а потім, якщо тварини виживають, вона зменшується [43].

На думку авторів [56, 62], дійних корів з економічних міркувань слід використовувати упродовж 6–7 лактацій. За їх тривалого використання додатковим джерелом доходу, окрім виробництва молока, може бути продаж залишкових ремонтних телиць, які не використовуються для відновлення стада у таких господарствах [49]. Тривалість продуктивного життя корови також є визначальним чинником її продуктивності упродовж усього життя. Вибракувані зарано тварини не досягають піку продуктивності, який припадає на період 3–5 лактацій [37, 49]. Серед поголів'я голштинської породи України в окремих стадах тривалість продуктивного використання становить у середньому 2,4–4,3 лактації [8, 9].

Отже, довічна продуктивність корів є найважливішою виробничою ознакою і належить до селекційних індексів, розроблених у багатьох країнах [58, 68]. Це один з основних чинників, що впливає на рентабельність молочного скотарства та тваринництва.

Так, із 1990-х років довголіття було включено в загальний індекс добору в багатьох країнах світу системи Interbull [57]. Наприклад, додавши 5–14 % питомої ваги продуктивного життя (зокрема ознаку повної тривалості життя) в індекс добору, довголіття голштинів США почало поліпшуватися.

Однак ознаки довголіття, оцінені за показниками тривалості життя, доступні лише після того, як тварина була вибракувана або мертва, отже реакція добору за ознаками довголіття була сповільнена балансом між довгим інтер-

валом генерації великої рогатої худоби – п'ять років (збір ознак у великому масштабі) та низькою точністю добору (доступністю даних). Молекулярні основи довголіття не повністю зрозумілі, хоча деякі гени починають асоціюватися з характеристикою довголіття [35].

Основна причина ускладнення або неможливості селекції за ознаками довголіття, щодо життя та продуктивного використання полягає у низькому ступені їх успадковуваності. Так, за даними авторів [47] рівень мінливості успадковуваності тривалості життя варіював у межах 0,01–0,36 залежно від методу дослідження та оцінюваної породи. Інші джерела повідомили, що успадковуваність тривалості життя корів голштинської породи варіювала від 0,05 до 0,07 [50]; у тварин симентальської породи Чехії коефіцієнти успадковуваності перебували у межах від 0,04 до 0,05 [74], а чеської голштинської – від 0,03 до 0,05 [73].

Ця популяційно-генетична закономірність підтверджується узагальненням Forabosco et al. [40] низки літературних джерел з досліджень корів бурої швіцької, гернзейської, голштинської, джерсейської, червоної молочної та симентальської порід із 19 країн (123833 голови). Вони для розрахунку міжнародної оцінки племінної цінності ознак довголіття навели ступені успадковуваності тривалості життя, які були достатньо низькими і становили у межах 0,016–0,166.

У зв'язку з низькою успадковуваністю ознак довголіття у світовій науці йде пошук предикторів цих ознак, завдяки яким буде можливість добирати корів на ранніх стадіях лактування. Atkins et al. [29] наголошують, що основним напрямом системи лінійної класифікації була загальна оцінка молочної худоби. Фермери значну увагу приділяли окремим тваринам та їх прямим потомкам, ґрунтуючись та тому, що члени цієї родини отримали фінальну оцінку «Добре з плюсом», «Дуже добре» чи «Відмінно». Нині класифікаційний акцент роблять на детальній оцінці окремих функціональних ознак – підхід, визнаний власниками великих стад як ефективний інструмент прогнозування тривалості життя. Система лінійної класифікації краще відповідає потребам комерційних молочних стад, надаючи детальну та надійну оцінку за окремими функціональними ознаками, які можуть бути використані як інструмент удосконалення стада для підвищення довголіття та здатності корови до максимального вираження її генетичного продуктивного та репродуктивного потенціалу.

Попри мінливість успадковуваності лінійних функціональних ознак, під час вивчення кращих корів за минуле століття очевидний генетичний та фенотиповий прогрес, особливо щодо будови вимені та молочного типу [29].

Нині багато дослідників переконані, що ознаки екстер'єрного типу можуть бути предикторами довголіття [34, 38, 41, 50, 55, 65]. Чому предикторами довголіття корів молочних порід вибрано лінійні ознаки типу? Передусім вони вирізняються набагато вищим успадкуванням, визначаються у ранньому віці (2–4-й місяці першої лактації), та помірно, а деякі (особливо важливі у селекційному аспекті – функціональні) тісно корелюють з ознаками довголіття. Отже, оцінених за типом корів-первісток у ранньому віці із передбачуваною поганою функціональною довговічністю, яку прогнозують дефектні особливості екстер'єру, можна вибракувати із стада значно раніше, що заощаджує витрати на подальше утримання тварин, які в іншому разі будуть вибракувані набагато пізніше.

Успадковуваність лінійних ознак типу досліджують в усьому світі на різних породах, а також, зокрема українських молочних. Попри помірні та високі, а загалом достатні для ефективного добору, коефіцієнти успадковуваності лінійних ознак вирізняються істотною мінливістю. Успадковуваність завжди проявляється в конкретних умовах середовища і залежить від мінливості оцінюваної ознаки. Селекція за ознаками з високим коефіцієнтом успадковуваності буде ефективною навіть за масового добору, тимчасом за низького – необхідний індивідуальний підбір.

Повідомляється [52], щоб підвищити точність прогнозів виживання потомства голштинської та джерсейської порід, додано важливі предикторні ознаки у багатоваріантній моделі оцінювання (зокрема показники молочності, плодючості та ознаки екстер'єрного типу). Завдяки цьому точність прогнозів щодо виживання зросла на 0,05 для голштинів (з 0,54 до 0,59) і для джерсеїв (з 0,48 до 0,53).

Результати лінійної класифікації бурої худоби [34] підтвердили, що лінійні ознаки екстер'єрного типу тварин можуть бути використані як прогностичні чинники для визначення тривалості довголіття. Насамперед цей висновок ґрунтується на високій успадковуваності ознак будови тіла (0,6–0,8) та ознак лінійного типу, які становили від 0,3 до 0,5 для голштинської, бурої швіцької та червоно-рябої порід Швейцарії. Крім того, коефіцієнти кореляції між промірами висоти, глибини тулуба, обхвату грудей та ширини крижів та надоєм за 305 діб першої лактації відповідно становили: 0,29; 0,17; 0,56 та 0,33. Наступні дослідники

типу корів бурої швіцької породи [42] встановили найсильнішу генетичну кореляцією між лінійними ознаками: переднім прикріпленням вимені, переміщенням і загальною оцінкою та продуктивним життям, яка становила відповідно 0,44; 0,50 та 0,57.

На тривалість використання корів бурої швіцької породи впливають помірні генетичні кореляції між продуктивним життям та поставою задніх кінцівок (r = 0,35) і кутом ратиць (r = 0,25) [71].

За лінійною оцінкою південноафриканських джерсейських корів за коефіцієнтів успадковуваності лінійних ознак у межах 0,04–0,27 встановлено значні помірні та сильні позитивні генетичні кореляції між більшістю ознак вимені та функціональним життям стада [38], які становили від 0,23 до 0,63 за прикріпленням передньої частини, 0,28–0,54 – висотою прикріплення задніх часток, 0,17–0,36 – центральною зв'язкою та 0,10–0,49 – глибиною вимені.

Автори [41] за дослідженнями мексиканських голштинів пропонують включити п'ять лінійних ознак (ширина грудей, довжина дійок, центральна зв'язка, текстура та глибина вимені), які позитивно корелювали з тривалістю продуктивного життя як непрямі предиктори довголіття.

Під час дослідження генетичних параметрів італійських корів бурої швіцької породи авторами [61] за низького рівня успадковуваності функціонального довголіття (h^2=0,06) та достатніх за більшістю лінійних ознак: висоти (h^2=0,36), глибини тулуба (h^2=0,25), кутастості (h^2=0,31), нахилу крижів (h^2=0,22), глибини вимені (h^2=0,26), прикріплення передніх часток вимені (h^2=0,17) встановлено істотну мінливість коефіцієнтів генетичної кореляції між лінійними ознаками та функціональним довголіттям, яка становила від сильної позитивної із глибиною вимені (0,42±0,10) до від'ємної із поставою задніх кінцівок (-0,56±0,10).

Оцінено успадковуваність лінійних ознак типу корів-первісток українських червоно-рябої (УЧеР) та чорно-рябої (УЧР) молочних порід [55]. Оцінювали корів за груповими ознаками 100-бальної шкали: молочний тип, тулуб, кінцівки, вим'я і фінальна оцінка. Враховували 18 окремих описових ознак за 9-ти бальною шкалою. Достатній ступінь генетичної детермінації групових та більшості описових лінійних ознак корів УЧеР (h^2=0,288-0,426 та h^2=0,161-0,422) і УЧР (h^2=0,262-0,453 та h^2=0,128-0,434) свідчить про доцільність та ефективність масової селекції молочної худоби за екстер'єром.

Проведено аналіз зв'язків між ознаками екстер'єру та ефективністю тривалості продуктивного життя корів голштинської породи Польщі [63]. Довічна продуктивність найбільше була пов'язана із ознаками, які характеризують фінальну оцінку (r=0,22), потім молочний тип, ратиці та ноги (r=0,13), а також описові ознаки, такі як ширина вимені та кутастість (r=0,14), глибина (r=0,14) та переднє прикріплення вимені (r=0,10).

Отримані коефіцієнти кореляції між продуктивним життям і лінійними ознаками типу голштинських корів Чехословаччини знаходилися в діапазоні від -0,061 до 0,165 [69]. Від'ємні коефіцієнти кореляції було виявлено для нахилу крижів (r=-0,061), постави задніх ніг (r=-0,075), глибини вимені (r=-0,021) і довжини дійок (r=-0,058).

За результатами досліджень [26] стада приватного підприємства "Буринське" Підліснівського відділення Сумського району з вивчення залежності тривалості життя корів української чорно-рябої молочної (УЧРМ) та голштинської (Г) порід від рівня оцінки лінійних ознак, які характеризують морфологічні властивості вимені, встановлено достовірну різницю між коровами, оціненими за ознакою прикріплення передніх часток вимені в 1 та 9 балів, що становила 841 (УЧРМ; P<0,001) та 810 (Г; P<0,001) діб. Порівняння тривалості життя корів між породами, залежно від оцінки, було на користь корів голштинської породи з мінливістю у межах 43–159 діб за недостовірної різниці.

Різниця між найнижчою та найвищою оцінками за ознаку висоти заднього прикріплення вимені у корів дослідних порід становила 740 (УЧРМ; P<0,001) та 810 (Г; P<0,001) діб. Корови з оцінкою за розвиток центральної зв'язки вимені нижчою за 1–3 бали живуть, відповідно до оцінюваних порід, від 2089 до 2401 (УЧРМ) та від 2154 до 2468 (Г) діб. Тварини з оцінкою 9 балів обох порід вирізняються найвищою тривалістю життя – 2663 доби (УЧРМ), поступаючись коровам з найнижчою оцінкою на 754 (P<0,001) та 2803 доби (Г) з достовірним перевищенням на 649 діб (P<0,001).

Різниця між середньою тривалістю життя корів з оцінками 9 балів та 1 бал за глибину вимені становить у корів української чорно-рябої молочної породи 739 діб (P<0,001), голштинської – 832 доби (P<0,001). Тривалість життя корів обох порід у стаді залежно від оцінки за розташування передніх дійок характеризується незначною криволінійною мінливістю. Це означає, що найдовше живуть у стаді корови обох порід із середньою оцінкою 7 балів. Надалі спостерігаються відхилення з недостовірною різницею у бік зменшення тривалості

життя з оцінками 8–9 та 6–5 балів з перевагою корів голштинської породи. Істотне зниження показника тривалості життя корів починається з оцінками за цю ознаку від 4 до 1 балу. Оцінка співвідносної мінливості довжини передніх дійок з тривалістю життя корів контрольних порід свідчить про те, що довше функціональне життя було у корів з середньою оцінкою 5 балів, що дорівнює їх довжині на рівні 5 см.

Дослідження [7] тривалості життя корів молочної худоби залежно від оцінки лінійних ознак екстер'єрного типу. Оцінено за методикою лінійної класифікації корів-первісток українських червоно-рябої (УЧеР) та чорно-рябої (УЧР) молочних порід у стаді племінного заводу АФ "Маяк" Золотоніського району Черкаської області. Досліджували описові ознаки екстер'єру, які характеризують загальну будову тіла: ширину грудей, глибину тулуба, кутастість, вгодованість, положення і ширину заду. За даними досліджень встановлено співвідносну мінливість бальної оцінки описових ознак типу і тривалістю життя корів. Ступінь мінливості зв'язку між оцінкою цих ознак та тривалістю життя тварин залежав від конкретної статі будови тіла. Результати оцінювання впливу ширини грудей на тривалість життя корів довели криволінійну залежність між цими ознаками, яка притаманна обом породам. Тварини з оцінкою за ознаку ширини грудей 3–5 балів вирізнялися вищою тривалістю життя з мінливістю 2452–2505 діб для корів УЧеР та 2412–2525 діб для УЧР порід. Із зростанням оцінки від середньої величини 5 балів термін тривалості життя корів зменшувався від 2321 і 2282 (6 балів) до 2041 і 1981 доби (9 балів) відповідно. Порівняння груп тварин з оцінкою 5 балів із групами, що отримали оцінку 6–9 балів, виявило достовірну різницю на користь перших, яка і становила у межах двох порід від 184 до 544 діб (P<0,05-0,001). За даними дослідження лінійної ознаки «глибина тулуба», найбільша тривалість життя притаманна тваринам з розвитком статі 7–9 балів за недостовірної переваги корів УЧР, з найвищими показниками обох порід 2525 і 2569 діб та оцінкою 7 балів. Різниця за середньою тривалістю життя між коровами, оціненими у 7 балів порівняно з групами тварин з оцінкою в 1 бал, становить 523 і 464 доби (P<0,01) відповідно. За даними досліджень корови УЧеР та УЧР молочних порід з надмірною кутастістю і найдовшим терміном життя (2544 і 2508 діб) оцінюються вищим балом, який знижується із зменшенням оцінки за цю ознаку. Тварини обох порід з бажаним розвитком цієї ознаки, оціненої у 9 балів, переважали тварин з оцінкою у 8–1 бал на 41–689 діб від недостовірної різниці до високодостовірної (P<0,001). Тварини з оптимальною оцінкою статі «положення заду» 5 балів вирізнялися найвищою тривалістю життя – 2517 (УЧеР) та 2534 (УЧР) доби, тимчасом із підвищенням та зниженням оцінки за що ознаку кількість діб життя корів зменшувалася. Корови з найвищою оцінкою за розвиток ознаки ширини у сідничних горбах 9 балів використовувалися на 462 (УЧеР) та 549 (УЧР) діб довше порівняно з тваринами з оцінкою в 1 бал (P<0,01). Серед поголів'я дослідних порід найбільша кількість корів (n=56 і 99) оцінена у 6 балів, наступна (n=88 і 60) – 7 балів. Загалом більшість корів (n=189 і 198), або 75,6 і 76,4 % знаходяться за розвитком цієї ознаки вище середнього показника, тобто характеризуються достатньо широким задом. Найвища середня тривалість життя тварин з оцінкою за вгодованість у 5 балів становить у середньому 2523 та 2514 діб відповідно. Достатня тривалість життя корів з оцінками в 1–6 балів з мінливістю 2276–2448 (УЧеР) та 2387–2448 (УЧР) діб знаходиться у межах недостовірної різниці 172 і 61 доба. Істотне зменшення тривалості життя спостерігається у корів з оцінкою 8–9 балів.

За дослідженнями екстер'єрного типу корів-первісток української чорно-рябої молочної породи (n=1387) у провідних селекційних стадах Черкаського та Сумського регіонів України [53] встановлено рівень коефіцієнтів успадковуваності групових ознак, який засвідчив про можливість ефективної селекції корів за молочним типом (h^2=0,408), розвитком тулуба (h^2=0,384), морфологічними ознаками вимені (h^2=0,417) та за фінальною оцінкою типу (h^2=0,512). Коефіцієнти успадковуваності описових ознак істотно варіювали з мінливістю – від 0,106 (кут ратиць) до 0,477 (кутастість). Щодо тривалості життя, продуктивного використання та кількості використаних лактацій корови з оцінкою "Дуже добре" переважали ровесниць з нижчими показниками "Добре з плюсом", "Добре" та "Задовільно" з досить значною різницею – на 527–1429; 526–1423 та 451–1180 діб (P<0,001) відповідно. За довічним надоєм та молочним жиром перевага становила 10050–26012 та 373,1–941,2 кг відповідно (P<0,001).

Встановлено [25] достовірний вплив лінійних ознак вимені корів української бурої молочної породи провідних господарств Сумської області на тривалість життя. Кожна із оцінюваних лінійних ознак впливала на тривалість життя корів з різною мінливістю оцінок у межах конкретної статі. За оцінкою переднього прикріплення вимені різниця між коровами,

оціненими в 1 (2133 діб) та 8 (2787 діб) балів, становила 654 доби (P<0,001). Різниця між низькою оцінкою за ознаку висоти прикріплення вимені ззаду (1 бал; 2188 діб) та найвищою (9 балів; 2798 діб) становила 610 діб (P<0,001). Тварини (17,3 %) з оцінкою за стан центральної зв'язки вимені нижчою від середньої (1–4 бали) використовувалися від 2436 до 2156 діб, тимчасом корови з найвищою оцінкою 9 балів вирізнялися довговічністю – 2786 діб, переважаючи корів з оцінками 1–4 бали на 350–630 діб (P<0,001). У корів, вим'я яких розташоване найвище відносно скакального суглоба (2804 доби), з оцінкою 8 балів, різниця за тривалістю життя порівняно з тваринами із максимально опущеним вим'ям (2207 діб), становила 597 діб (P<0,001). Корови з оцінкою за розташування передніх дійок 5 балів, прожили довше на 156–484 доби (P<0,001) порівняно з коровами, у яких оцінка становила від 4 до 1 балу.

Хоча генофонд голштинської породи прискорює темпи нарощування молочної продуктивності корів в усьому світі (голштинізація дає змогу збільшити середній надій на корову більш як на 100 кг за рік [21]), існує зворотний бік цього процесу, оскільки зі збільшенням кровності за голштином у корів істотно знижуються показники відтворної здатності [13], тривалості використання [23] та довічної продуктивності [36].

Отже, варто враховувати сучасний стан селекційної роботи зі створеними українськими молочними породами, що не дає змоги використовувати метод відтворного схрещування за відсутності бугаїв вітчизняної селекції. Під час застосування у підборі поглинального варіанта за методом відкритої популяції важливо проаналізувати світовий та вітчизняний досвід з визначення впливу на показники продуктивного довголіття рівня спадковості генофонду голштинської породи [21].

Повідомляється [59], що під час дослідження довічного надою чорно-рябих корів Сербії, які удосконалювались генофондом голштинської породи, встановлено вплив спадковості голштина на довічний надій. Середній довічний надій молока у стаді становив 25002,66 кг. За оцінкою корів помісних генотипів середні значення продуктивності молока упродовж життя варіювали від 27061,37 (<58 % HF) і 24761,26 (58–73 % HF) до 23185,36 кг (>73 % HF). Визначені відмінності за довічною продуктивністю молока тварин зумовлені істотним (p≤0,01) впливом бугаїв – батьків корів та року вибракування; значним впливом спадковості голштина (p≤0,05), тимчасом вплив причини вибракування був незначущим (p>0,05). Загалом результати цих досліджень довели, що з нарощуванням кровності голштина довічний надій зменшувався.

Авторами [14] досліджено вплив генотипу корів на показники господарського використання за вбирного схрещування. У стаді ТОВ АФ «Глушки» за досліджений період корови української чорно-рябої молочної породи (УЧРМ) із часткою умовної кровності за голштином 75,0–87,4 % перевершували тварин голштинської породи за показником тривалості життя у стаді на 292 доби (P<0,001), тривалості продуктивного використання – на 0,32 лактації (P<0,05), надоєм у розрахунку на добу життя – 0,6 кг, коефіцієнтом господарського використання (КГВ) – 0,05 (P<0,001). Перевага над тваринами УЧРМ із часткою спадковості за голштинською породою 87,5–99,9 % за показниками тривалості життя становила 143 доби, тривалості продуктивного використання – 0,13 лактації, надоєм у розрахунку на добу життя –0,3 кг, КГВ – 0,03. У стаді ТОВ АФ «Матюші» найвищу тривалість продуктивного використання також встановлено у тварин УЧРМ із часткою спадковості за голштинською породою 75,0–87,4 %. Корови цієї групи мали перевагу над коровами голштинської породи за показниками тривалості життя у стаді на 382 доби (P<0,001), тривалості продуктивного використання – на 0,73 лактації (P<0,001), надою у розрахунку на добу життя – 1,5 кг (P<0,001), КГВ – 0,07 (P<0,001), та мали перевагу над коровами УЧРМ із часткою спадковості за голштинською породою 87,5–99,9 % на 242 доби, 0,19 лактації, 0,5 кг та 0,02, відповідно.

У стаді АФ «Маяк» Золотоніського району Черкаської області проведено дослідження п'яти груп корів – помісних генотипів української червоно-рябої молочної породи з градацією 12,5 % умовної кровності за голштином (I – 37,5–50,0; II – 50,1–62,5; III – 62,6–75,0; IV – 75,1–7,5; V – 87,6–100,0) для вивчення впливу спадковості голштинської породи на показники тривалості життя, господарського використання та довічної продуктивності корів [24]. Результати досліджень засвідчили, що у висококровних помісних тварин IV та V груп з надоєм за першу лактацію 5222 і 5677 кг молока кількість використаних лактацій зменшилася до 2,5 і 1,9, тимчасом у тварин I–III груп, з надоєм первісток 4871–4894 кг, тривалість використаних лактацій становила 3,6–5,0. За довічною молочною продуктивністю також перевага була у помісних тварин із умовною кровністю голштина 50,1–62,5 %. Якщо помісні генотипи I та III груп поступалися за надоєм тваринам II лише на 5571 та 5848 кг (P<0,05 і

0,01), то висококровні генотипи IV та V груп – на 11813 та 14021 кг (P<0,001), або у 1,7 і 2,0 раза. Загалом корови з найвищою кровністю за голштинською породою (87,6–100,0 %) з надоєм первісток за 305 діб 5677 кг та на 1 добу господарського використання 14,0 кг молока перевищували решту груп помісних генотипів з достовірною різницею відповідно 455–806 (P<0,001) та 0,8–2,5 (P<0,01-0,001) кг молока, що доводить позитивний вплив спадковості голштинської породи на ці ознаки.

Оцінкою окремих груп помісних корів різних генотипів стада ПСП "Пісківське" Бахмацького району Чернігівської області за показниками тривалості господарського використання встановлено, що ці ознаки зазнають достовірного впливу умовної частки кровності голштинської породи [27]. За збільшення у помісних тварин умовної частки спадковості голштина відповідно зменшувався термін їх господарського використання. Найдовше у стаді використовувалися помісні тварини зі спадковістю голштина 25,0 %, отримані на перших етапах створення породи у результаті зворотного схрещування, та помісі зі спадковістю батьківської породи до 50,0 %. Надалі у тварин «кінцевих генотипів» з кровністю 62,5–87,5 % спостерігалося істотне зменшення тривалості господарського використання. Водночас висококровні тварини з умовною кровністю голштина 75,0 та 87,5 % поступалися групам помісних корів зі спадковістю 25,0 та 50,0 % з достовірною різницею відповідно на 590 і 633 (P<0,001) та 432 і 475 (P<0,001) діб.

Оцінка корів вітчизняних молочних порід за ознаками продуктивного використання та довічної продуктивності засвідчила й позитивні тенденції щодо їх зростання. Повідомляється [6], що в ДПДГ «Асканійське» Каховського району Херсонської області на поголів'ї тварин південного внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи спостерігалося підвищення тривалості продуктивного використання та довічної продуктивності корів. Якщо у 2006 році ці показники знаходилися на рівні 2,16 лактації та 9658,1 кг молока, то у 2009 році – 3,72 лактації та 19283,2 кг.

Подібна ситуація виявлена підчас дослідження корів внутрішньопородного жирномолочного типу української червоної молочної породи, коли нарощування спадковості за англерською і червоною данською породами сприяло не лише прямопропорційному підвищенню термінів господарського та продуктивного життя, й збільшенню рівня довічної продуктивності як за надоєм, так і молочним жиром [11]. Тривалість господарського використання у корів з кровністю 75 % і більше зросла до 1578 проти 1351 доби корів з кровністю поліпшувальної породи до 25,0 %, а довічний надій зріс із 10190 до 15190 кг. Щодо корів голштинізованого внутрішньопородного молочного типу цієї самої породи, то за даними цих самих досліджень підвищення умовної частки спадковості голштинської породи зумовлювало зменшення терміну господарського використання із 1807 до 1710 діб, заразом з тим довічний надій зріс від 15882 до 17215 кг.

Наведено результати дослідження тривалості господарського використання та довічної продуктивності корів різних генотипів української чорно-рябої молочної породи [5]. Встановлено, що на показники господарського використання корів української чорно-рябої молочної породи значний вплив мала частка спадковості голштинської. Найвищу тривалість господарського використання (1874,1 доби), довічну продуктивність (довічний надій та кількість молочного жиру – 33669,6 та 1249,1 кг), надою за 1 добу лактації (20,1 кг), господарського використання (18,0 кг)) та життя (11,7 кг) відзначали у корів з часткою спадковості голштинської породи 87,5 %. З підвищенням частки спадковості голштинської породи в генотипі корів української чорно-рябої молочної тривалість господарського використання та довічна продуктивність знижуються. Найбільший та високодостовірний вплив генотип мав на надій молока на 1 добу лактації (28,31 %) та на 1 добу господарського використання (27,06 %), середній вміст жиру за всіма лактаціями(18,77 %) та тривалість вирощування (11,23 %)

Під час вивчення тривалості продуктивного використання і довічної продуктивності голштинізованих корів стада племінного заводу ПСП "Пісківське" Бахмацького району Чернігівської області встановлено, що ці ознаки зазнають закономірного впливу умовної частки спадковості голштинської породи [22]. У межах генотипів було сформовано шість груп помісних тварин з урахуванням умовної кровності за голштином: I група 1/4-кровні; II група –3/8; III – 1/2; IV –5/8; V –3/4 та VI –7/8-кровні. Найдовше у стаді використовувалися помісні корови з кровністю голштина 25,0 %, отримані на першому етапі створення породи у результаті зворотного схрещування, та помісі зі спадковістю батьківської породи до 50,0 %. Надалі у тварин кінцевих генотипів з кровністю 62,5–87,5 % спостерігалося зменшення тривалості господарського використання. Так, висококровні тварини з умовною кровністю голштина 75,0 % (2074 доби) та 87,5 % (2031

доба) поступалися групам помісних корів зі спадковістю 25,0 та 50,0 % з достовірною різницею відповідно на 590 і 633 (P<0,001) та 432 і 475 (P<0,001) діб. Найвищий довічний надій було отримано від групи корів з умовною часткою крові голштина 7/8 (28434 кг) з перевищенням груп корів решти генотипів на 1250–3260 кг молока з достовірною різницею порівняно з помісними генотипами 1/4 (P<0,001), 3/8 (P<0,001), 1/2 (P<0,01) і 5/8 (P<0,05).

За дослідження корів української чорно-рябої молочної породи помісних генотипів племзаводу «Бортничі» встановлено стійку достовірну закономірність зростання середнього надою на 1 добу лактування із збільшенням умовної кровності за голштинською породою з 14,16 (12,5 % Г) до 16,81 кг (93,75 % Г), що свідчить про близький до адитивного характер успадкування молочної продуктивності під час схрещування. Спостерігалося адекватне зростання довічного надою від 17199 (12,5 % Г) до 22093 кг (93,75 % Г) за майже незмінної кількості використаних лактацій – 3,21 та 3,18 відповідно [19].

Аналіз впливу на продуктивне довголіття та показники довічної продуктивності чинника «лінійна належність» серед вибулих тварин у СВК «Прогрес-Вертелишки» дав змогу встановити суттєві відмінності у тривалості господарського використання корів різної лінійної належності [15]. Найбільшим терміном продуктивного довголіття, а також найвищим надоєм та вмістом молочного жиру вирізнялися корови лінії Пабст Говернера 882933 – 8,43 лактації, 51535,58 кг молока та 1914,03 кг молочного жиру. За даними досліджень встановлено, що схрещування чорно-рябої худоби з голштинською породою позитивно впливало на продуктивне довголіття тварин, однак за умови, що кровність за поліпшувальною породою не перевищувала 25 %. Низькокровні помісі за голштинською породою перевищували тварин інших груп за тривалістю терміну господарського використання на 0,21–0,76 лактації.

Встановлено [16] найбільший вплив генетичних чинників на термін продуктивного використання корів білоруської чорно-рябої породи за чинником «лінійна належність» (h^2=10,3 %), а з паратипових – «надій за першу лактацію» (h^2=11,78 %).

У базовому племінному господарстві Сумського регіону, проведено дослідження груп корів різних генотипів української бурої молочної породи для вивчення впливу генотипових чинників на показники тривалості життя, господарського використання та довічної продуктивності корів [20]. Найкращими за показниками тривалості життя, господарського використання та коефіцієнта господарського використання виявилися помісні генотипи групи тварин з умовною кровністю швіцької породи до 50 %. За показниками довічного надою (10660 кг) та виходу молочного жиру (361 кг) і надою на 1 добу життя (4,8) виявилися тварини з умовною спадковістю швіцької породи від 75,1 до 87,5 %. Тривалість життя тварин за різного походження за батьком знаходилася в межах 1314–2358 діб; тривалість господарського використання – 463–1196 діб; коефіцієнт господарського використання – 32,7–47,4; довічна молочна продуктивність – 4004–12405 кг; кількість молочного жиру 138,5–442,2 кг; надій на 1 добу життя – 2,4–5,3; надій на 1 добу господарського використання – 6,9–13,0. Висока умовна кровність швіцької породи у господарстві негативно вплинула на показники тривалості використання та довічної продуктивності корів.

На показники довголіття впливають й інші генетичні чинники. Наприклад, авторами [1] встановлено, що надій матерів, матерів матерів і матерів батьків за першу і кращу лактацію більше впливав на надій нащадків, ніж на їх продуктивне довголіття. Висока продуктивність жіночих предків здебільшого призводила до зменшення тривалості продуктивного використання і лактування дочок та онучок, зниження їх довічної продуктивності та передчасного вибуття зі стада. Зв'язок між надоєм жіночих предків і показниками продуктивного довголіття їх нащадків був слабким і переважно прямолінійно зворотним. Серед тварин досліджуваних порід високі коефіцієнти кореляції були відзначені між надоями матерів за першу і кращу лактацію та надоями за ці лактації у їх дочок (r=0,131–260). Сила впливу надою матерів за першу та кращу лактації на показники продуктивного довголіття нащадків становила 67,6–94,1, надою матерів матерів за першу та кращу лактації – 61,4–88,6 та надою матерів батьків за кращу лактацію – 1–70,2 %. Рівень надою матерів і матерів матерів за першу лактацію мав більший вплив на показники продуктивного довголіття нащадків, ніж їх удій за кращу лактацію.

Наведено [3] результати досліджень щодо залежності показників тривалості та ефективності довічного використання корів голштинської породи від селекційних індексів їх матерів, батьків, матерів матерів, батьків матерів, матерів батьків і батьків батьків. Встановлено, що коефіцієнти кореляції між селекційними індексами зазначених вище предків та тривалістю життя, продуктивного використання, лак-

тування, кількістю лактацій за життя, довічною продуктивністю дослідних корів були різні за напрямом і здебільшого слабкі. Найбільший вплив на показники тривалості та ефективності довічного використання тварин мали селекційні індекси їх матерів матерів (2,5–60,7 %). Селекційні індекси всіх досліджуваних предків найбільше впливали на тривалість господарського використання потомків (32,5–60,7 %), кількість їх лактацій за життя (21,9–40,4 %) та на довічний надій (15,1–28,3 %).

За даними досліджень тривалості та ефективності продуктивного довголіття корів різних ліній прикарпатського внутрішньопородного типу української червоно-рябої молочної породи у ПСП "Мамаївське " Кіцманського району Чернівецької області було встановлено, що тривалість господарського використання корів у стаді залежно від лінії знаходилася в межах 3,1–6,5 лактації [12]. За тривалістю життя (3294 доби), продуктивного використання (2454 доби), лактування (1954 доби), довічними надоями (37444 кг), довічною кількістю молочного жиру (1394 кг), кількістю лактацій за життя (6,5 лактації) та коефіцієнтом господарського використання (0,74) кращими були тварини, які належали до лінії П. Астронавта 1458744. Сила впливу лінійної належності корів на тривалість та ефективність їх продуктивного використання залежно від показника знаходилася в межах 4,26–31,17 %. Коефіцієнти успадковуваності тривалості життя, продуктивного використання і лактування та кількості лактацій за життя, розраховані методом «мати–дочка», становили відповідно 15,8; 22,0; 21,4 та 19,1 %. За довічним надоєм, довічною кількістю молочного жиру та середнім довічним вмістом жиру в молоці спостерігався найнижчий рівень успадковуваності – відповідно 6,3; 7,5 та 10,1 % . Виявлено, що дочки, матері яких упродовж тривалого часу зберігали високу продуктивність і довго експлуатувалися, також мали потенційні можливості до тривалого продуктивного використання.

Повідомляється [2] про дослідження впливу різної лінійної належності корів голштинської породи на тривалість та ефективність їх довічної продуктивності. Наведено дані щодо оптимальних варіантів міжлінійного та внутрішньолінійного підбору батьківських пар. Найбільш вдалим виявилося поєднання, коли матері належали до лінії Белла, а батьки – до лінії Елевейшна. Невдалими виявилися всі кроси ліній, коли мати належала до лінії Адема. За внутрішньолінійного підбору батьківських пар кращими за показниками тривалості та ефективності довічного використання виявилися тварини, батько і мати яких належали до лінії Елевейшна. Встановлено, що на досліджувані показники тривалості та ефективності довічного використання тварин впливало походження за батьком – 51,6–55,2 %. Сила впливу лінії батька залежно від показника знаходилася у межах 16,5–19,0 %, лінії матері – у 10,3–11,4 %.

Наведено результати досліджень корів української червоно-рябої молочної породи за ознаками тривалості господарського використання та довічної продуктивності у межах оцінювання генеалогічних формувань у стаді підприємства ТОВ «Млинівський комплекс» Роменської філії Сумської області [28]. Вивчали спадковий вплив генеалогічних формувань на показники довголіття за внутрішньолінійного підбору та в окремих варіантах міжлінійного схрещування. За результатами оцінювання потомства корів, одержаних за внутрішньолінійного підбору п'яти генеалогічних формувань контрольного стада, встановлено достовірний вплив спадковості ліній на показники довічної продуктивності. Так, за оцінкою ознаки тривалості господарського використання перша позиція належала потомству корів відомої у голштинській та українській червоно-рябій молочній породі заводської лінії Хеневе 1629391 з довічним надоєм 32474±814,3 кг, яке на підтвердження свого спадкового впливу з достовірною різницею на 259–487 діб (P<0,05-0,001) переважало потомство решти ліній. Першу позицію за довічним надоєм зайняли корови, що належали заводській лінії Інгансе (32859 кг), які з достовірною різницею переважали потомство решти оцінюваних ліній з різницею від 8204 (P<0,001; лінія Валіанта) до 12615 (P<0,001; лінія Р.Совріна). Дочірнє потомство лінії Хеневе 1629391 вирізнялося найвищою тривалістю використаних лактацій (5,3) з переважанням потомства чотирьох ліній (Інгансе, Р. Сітейшна, Р. Совріна, Валіанта) на 0,7–1,5 лактації. Виявлені в окремих варіантах внутрішньолінійного і міжлінійного підбору вдалі та невдалі поєднання свідчать про необхідність проведення у заводських стадах системного оцінювання за підбору бугаїв-плідників відповідних генеалогічних формувань. Повторне застосування найбільш ефективних варіантів та відмова від невдалих сприятиме нарощуванню генетичного потенціалу продуктивності молочної худоби.

Авторами [32] повідомлено, що схрещування покращує тривалість життя молочної худоби в різних країнах світу. Так, за оцінкою генетичних параметрів довголіття за схрещування данської голштинської та данської чер-

воної з джерсейською породою встановлено сприятливі ефекти гетерозису, які довели, що схрещування є ефективним інструментом для підвищення тривалості життя данської молочної худоби.

Існує багато досліджень з вивчення впливу паратипових чинників на показники довголіття корів молочної худоби.

Польські дослідники [64] вивчали вплив віку голштинів за першого отелення на молочність першого лактаційного періоду, тривалість виробництва молока та тривалість життя молочних корів. За віком першого отелення (тривалість періоду вирощування) корів групували наступним чином: ≤22, 22,1–24,0, 24,1–26,0, 26,1–28,0, 28,1–30,0, 30,1–32,0 та > 32 місяці. Враховуючи надій першого лактаційного періоду, виробництво молока упродовж усього життя та тривалість життя, рекомендується перше отелення корів у віці від 22,1 до 26,0 місяців. Це підтверджується приблизно на 24 % вищим виробництвом молока упродовж усього життя порівняно з іншими отеленнями (P<0,01). Пізнє перше отелення (особливо за 28 місяців) спричиняє значне зниження надоїв молока першого лактаційного періоду та упродовж усього терміну виробництва молока, зменшує період продуктивності, кількість отелень та збільшує інтенсивність вибракування.

Різний ступінь впливу досліджуваного генетичного чинника на мінливість досліджуваних ознак може бути зумовлений виявленими закономірностями співвідносної мінливості [17]. Встановлено, що за молодшого віку першого отелення (вища інтенсивність росту до півторарічного віку) спостерігається тенденція до триваліших періодів господарського використання (r=-13,5±1,98 %, P<0,001) і лактування (r=-11,9±1,98 %, P<0,001), однак зменшення тривалості життя (r=7,5±1,99 %, P<0,001). Якщо надій на 1 добу життя прямо пропорційно і тісно корелює з його тривалістю (r=62,0±1,56 %, P<0,001), то зв'язок надою на 1 добу лактування з його довічною тривалістю знижується до недостовірного рівня (r=3,2±1,99 %, P=0,107), а співвідносна мінливість середнього надою на добу господарського використання з тривалістю цього періоду набуває навіть зворотного напряму (r=-8,4±1,99 %, P<0,001). Низьким виявився і кореляційний зв'язок середнього довічного вмісту жиру в молоці з тривалістю періодів життя (r=8,4±1,99 %, P<0,001), господарського використання (r=7,8±1,99 %, P<0,001) і лактування (r=7,3±1,99 %, P<0,001).

Досліджено показники тривалості та ефективності довічного використання корів голштинської, української чорно-рябої та червоно-рябої молочних порід, одержаних від неспорідненого та різних ступенів спорідненого спаровування [4], за яких встановлено, що серед контрольного поголів'я досліджуваних порід більшу кількість корів було одержано методом аутбридингу. Серед інбредних тварин більшу кількість було одержано за віддалених та помірних ступенів. Водночас інбредні тварини характеризувалися вищими показниками продуктивного довголіття порівняно з аутбредними. За більшістю оцінених показників кращими виявилися корови, одержані за близького та помірного інбридингу. За величини коефіцієнта інбридингу менше за 0,78 та понад 12,5 % спостерігалося суттєве погіршення як тривалості продуктивного використання корів, так і їх довічних надоїв. Інбредна депресія була виявлена лише у тварин голштинської породи, які були одержані за допомогою тісного інбридингу. На це вказує суттєве зниження більшості показників їх продуктивного довголіття. У корів української чорно-рябої та червоно-рябої молочних порід, які були одержані тісним інбридингом, показники тривалості та ефективності довічного використання, навпаки, збільшувалися порівняно з аутбредними тваринами.

Досліджено [10] вплив різних ступенів спорідненого парування на прояв ознак продуктивного довголіття у корів української червоної молочної породи в умовах ВАТ «Племзавод «Малинівка» Донецької області. Доведено високу ефективність помірного інбридингу з коефіцієнтом гомозиготності тварин F_x=6,25 % порівняно з аутбредними однолітками і тваринами з більш тісними ступенями спорідненого парування за тривалістю господарського і продуктивного використання корів. Так, за тривалістю господарського використання, кількістю використаних лактацій, довічним надоєм та 1 добу господарського використання у тварин із коефіцієнтом гомозиготності (помірним інбридингом) F_x=6,25 % середні показники перерахованих ознак відповідно становили: 1529 діб, 4,29 лактації, 19492 та 12,7 кг. Тимчасом у корів з близьким (F_x=12,5 %) та тісним (F_x=25 %) інбридингом вони були відповідно меншими і становили: 1145 і 1135 діб, 3,38 і 3,09 лактації, 11513 і 11458 та 10,1 і 10,0 кг молока.

Висновки. Ознаки довголіття корів молочної худоби є важливими селекційними та економічними показниками, які залежать як від генотипових, так і паратипових чинників. Через низьку успадковуваність ознак довголіття селекційний процес з їх поліпшення не може бути ефективним.

Із нарощуванням спадковості голштинської породи збільшуються показники молочної про-

дуктивності корів, однак знижуються показники тривалості використання.

Аналіз результатів досліджень підтвердив, що лінійні ознаки екстер'єрного типу тварин молочної худоби можуть бути використані як ранні непрямі предиктори довголіття. Цей висновок ґрунтується на високій успадковуваності лінійних ознак та позитивних кореляціях між ними та тривалістю продуктивного життя.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабик Н. П., Федорович Е. И., Федорович В. В. Связь уровня удоя женских предков с продуктивным долголетием коров. Ученые записки УО ВГАВМ, 2018. Т. 54. Вып. 1. С. 89–93.

2. Бабік Н. П. Вплив генотипових чинників на тривалість і ефективність довічного використання корів голштинської породи. Розведення і генетика тварин. 2017. Вип. 53. С. 61–69.

3. Бабік Н. П. Тривалість та ефективність довічного використання корів голштинської породи залежно від селекційних індексів їх предків. Вісник Сумського НАУ. Тваринництво. 2017. Вип. 5/1(31). С. 16–21.

4. Бабік Н. П., Федорович Є. І. Вплив аутбридингу та інбридингу на продуктивне довголіття корів молочних порід. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Ґжицького. 2017. Т 19. № 79. С. 3–8. DOI:10.15421/nvlvet7901

5. Продолжительность хозяйственного использования и пожизненная продуктивность коров разных генотипов украинской черно-пестрой молочной породы/П. В. Боднар и др. Ученые записки УО ВГАВМ, 2016.Т. 52. Вып. 3. С. 119-122.

6. Буюклу Г. І., Тараненко С. В., Носкова А. М Тривалість господарського використання корів південного типу української чорно-рябої молочної породи. Науковий вісник «Асканія-Нова». Нова Каховка: «ПИЕЛ», 2013. Вип. 6. С. 103–108.

7. Вечорка В. В., Хмельничий Л. М. Життєздатність корів українських чорно-рябої та червоно-рябої молочних порід залежно від оцінки лінійних ознак екстер'єру. Вісник Сумського НАУ. Тваринництво. 2017. Вип. 7(33). С. 48–58.

8. Високос М. П., Милостивий Р. В., Тюпіна Н. П. Порівняльна оцінка впливу технологій і системи утримання на довголіття продуктивного використання корів голштинської породи зарубіжної селекції. Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. К., 2014. Т. 2. № 1. С. 86–91.

9. Високос М. П., Тюпіна Н. П. Тривалість продуктивного використання корів голштинської породи європейської селекції за різних технологій і умов утримання в степу України. Вісник Дніпропетровського ДАУ. Дніпропетровськ, 2013. № 2 (32). С. 84–87.

10. Гнатюк М. А., Гнатюк С. І. Вплив спорідненого парування на ознаки молочної продуктивності та довголіття. Вісник Сумського НАУ. Тваринництво. 2015. Вип. 6(28). С. 14–20.

11. Гнатюк С. І., Коваленко В. М. Вплив спадковості на показники продуктивного довголіття у тварин різних внутрішньопородних типів української червоної молочної породи. Вісник СНАУ. Тваринництво. Суми, 2013. Вип. 7 (23). С. 22–24.

12. Ільницька О. Ю., Федорович Є. І., Мазур Н. П., Федорович В. В. Продуктивне довголіття корів різних ліній прикарпатського внутрішньопородного типу української червоно-рябої молочної породи. Розведення і генетика тварин. 2018. Вип. 56. С. 32–40. DOI:10.31073/abg.56.05

13. Китаева А. П. Оценка воспроизводительной способности коров в зависимости от продолжительности продуктивного использования. Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. Дніпропетровськ, 2016. Т.4. №1. С. 113–116.

14. Клопенко Н. І., Ставецька Р. В. Генетична детермінація господарського використання корів молочного напряму продуктивності за вбирного схрещування. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Біла Церква, 2015. Вип. №1. С. 23–28.

15. Комендант Т. М. Обусловленность продуктивного долголетия и пожизненной продуктивности коров чёрно-пёстрой породы генетическими факторами. Розведення і генетика тварин. 2017. Вип. 53. С. 222–227.

16. Пестис В. К., Коршун С. И., Климов Н. Н., Танана Л. А. Влияние генетических и паратипических факторов на продуктивное долголетие черно-пестрого скота. Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2016. Том 60. № 4. С. 120–125.

17. Полупан Ю. П. Ефективність довічного використання корів різних країн селекції. Вісник Сумського НАУ. Тваринництво. 2014. Вип. 2/2(25). С. 14–20.

18. Полупан Ю. П. Методика оцінки селекційної ефективності довічного використання корів молочних порід. Методологія наукових досліджень з питань селекції, генетики та біотехнології у тваринництві: матеріали науково-теоретичної конференції, присвяченої пам'яті академіка УААН Валерія Петровича Бурката (Чубинське, 25 лютого 2010 року). К.: Аграрна наука, 2010. С. 93–95.

19. Полупан Ю. П., Рєзнікова Н. Л. Генетична детермінація ефективності довговічного використання чорно-рябої молочної худоби. Розведення і генетика тварин. 2003. Вип. 35. С. 108–117.

20. Скляренко Ю. І., Павленко Ю. М., Чернявська Т. О., Іванкова І. П. Особливості впливу генотипових факторів на показники довголіття корів української бурої молочної породи. Вісник Сумського НАУ. Тваринництво. 2012. Вип. 2(34). С. 85–89.

21. Хмельничий Л. М. Проблема ефективного довголіття та довічної продуктивності молочних корів в аспекті їхньої залежності від спадкових та паратипових чинників. Вісник СНАУ. Тваринництво. 2016. Вип. 7(30). С.13-31.

22. Хмельничий Л. М., Бардаш Д. О. Показники довголіття корів української червоно-рябої молочної породи залежно від частки спадко-

вості голштинської породи. Вісник Сумського НАУ. Тваринництво. 2019. Вип. 4(39). С. 13–19. DOI:10.32845/bsnau.lvst.2019.4.2

23. Хмельничий Л. М., Вечёрка В. В. Пожизненная продуктивность и длительность использования коров украинской красно-пестрой молочной породы разных генотипов. Пути продления продуктивной жизни молочных коров на основе оптимизации разведения, технологий содержания и кормления животных: материалы междунар. науч.-практ. конф., (28-29 мая, пос. Дубровицы) / ВИЖ им. Л.К. Эрнста. 2015. С. 159–162.

24. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Особливості спадкового впливу умовної кровності голштинської породи на показники довголіття корів української червоно-рябої молочної породи. Розведення і генетика тварин. Вінниця, 2016. Вип. 51. С. 170–177.

25. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В., Хмельничий С. Л. Тривалість життя корів української бурої молочної породи в залежності від лінійної оцінки морфологічних ознак вимені. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Біла Церква, 2020. Вип. 1 (156). С. 29-37.

26. Хмельничий Л. М., Карпенко Б. М. Тривалість життя корів молочної худоби залежно від оцінки лінійних ознак вимені. Вісник Сумського НАУ. Тваринництво. 2021. Вип. 2(45). С. 16–28. DOI:10.32845/bsnau.lvst. 2021.2.3

27. Хмельничий Л. М., Лобода В. П. Удосконалення стада з розведення української червоно-рябої молочної породи за показниками довічної продуктивності. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. 2014. Вип. 2/1 (24). С. 91–97.

28. Хмельничий Л. М., Супрун І. О., Бардаш Д. О. Довічна продуктивність корів української червоно-рябої молочної породи за різних варіантів підбору. Вісник Сумського НАУ. Тваринництво. 2021. Вип. 1(44). С. 29–35. DOI:10.32845/bsnau.lvst.2021.1.4

29. Atkins G., Shannon J., Muir B. Using Conformational Anatomy to Identify Functionality & Economics of Dairy Cows. WCDS Advances in Dairy Technology. 2008. Vol. 20. P. 279–295.

30. Brickell J. S., Wathes D. C. A descriptive study of the survival of Holstein-friesian heifers through to third calving on english dairy farms. J. Dairy Sci. 2011. Vol. 94. P. 1831–1838. DOI:10.3168/jds.2010-3710

31. Caraviello D. Z., Weigel K. A., Gianola D. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in US holstein cattle using a weibull proportional hazards model. J. Dairy Sci. 2004. Vol. 87. P. 2677–2686. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73394-9

32. Estimation of genetic parameters and heterosis for longevity in crossbred Danish dairy cattle/ J. B. Clasen et al. Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 100. No. 8. P. 6337–6342. DOI:10.3168/jds.2017-12627

33. Estimated genetic associations among reproductive traits in Nellore cattle using Bayesian analysis/E.V. Costa et al. Anim. Reprod. Sci. 2020. 214:106305. DOI:10.1016/j.anireprosci.2020.106305

34. De Haas Y., Janss L. L. G., Kadarmideen H. N. Genetic and phenotypic parameters for conformation and yield traits in three Swiss dairy cattle breeds. J. Anim. Breed. Genet., 2007. Vol. 124 (1). P. 12–19.

35. De Mello F., Kern E.L., Bretas A. Longevity in Dairy Cattle. J. Adv. Dairy Res. 2014. Vol. 2. 126 p.

36. De Vries A., Marcondes M. I. Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. Animal. 2020. Vol. 14:S1, P. 155–164. DOI:10.1017/S1751731119003264

37. Dorynek Z., Pytlewski J., Antkowiak I. Przyczyny brakowania oraz życiowa użytkowość krów holsztyńsko-fryzyjskich. Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego. 2005. Vol. 1 (1) P. 17–26.

38. Du Toit J., Van Wyk J.B., Maiwashe A. Relationships between functional herd life and conformation traits in the SouthAfrican Jersey breed. South African Journal of Animal Science. 2012. Vol. 42. no. 1. P. 47–54. DOI:10.4314/ sajas.v42i1.6

39. Calving traits, milk production, body condition, fertility, and survival of Holstein-Friesian and norwegian red dairy cattle on commercial dairy farms over 5 lactations–Science Direct/C. P. Ferris et al. J. Dairy Sci. 2014. Vol. 97. P. 5206–5218. DOI:10.3168/jds.2013-7457

40. Forabosco F., Jakobsen J. H., Fikse W. F. International genetic evaluation for direct longevity in dairy bulls. J. Dairy Sci. 2009. Vol. 92. P. 2338–2347. DOI:10.3168/jds.2008-1214

41. García-Ruiz A., Ruiz-López F.J., Vázquez-Peláez C.G. Valencia-Posadas M. Impact of conformation traits on genetic evaluation of length of productive life of Holstein cattle. International Journal of Livestock Production. 2016.Vol. 7(11). P. 121–129. URL:https://academicjournals.org/journal/IJLP/article-full-text-pdf/338FE3860409

42. Gibson K. D., Dechow C. D. Genetic parameters for yield, fitness, and type traits in US Brown Swiss dairy cattle. J. Dairy Sci. 2018. Vol. 101(2). P. 1251–1257.

43. Gukezhev V. M., Gabaev M. S., Zhashuev Z. K. Role, Importance and Peculiarities of Record Cows in the Formation of High-Production Herds: International research conference on Challenges and Advances in Farming, Food Manufacturing, Agricultural Research and Education, KnE Life Sciences, pages. 2021. P. 845–852. DOI:10.18502/kls.v0i0.9022

44. Hare E., Norman H. D., Wright J. R. Survival rates and productive herd life of dairy cattle in the United States–science direct. J. Dairy Sci. 2006. Vol. 89. P. 3713–3720. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(06)72412-2

45. Horn M., Knaus W., Kirner L., Steinwidder A. Economic evaluation of longevity in organic dairy cows. Org. Agric. 2012. Vol. 2. P. 127–143. DOI: 10.1007/s13165-012-0027-6

46. Analysis of Longevity Traits in Holstein Cattle: A Review/H. Hu et al. Front. Genet. 2021. 12:695543. DOI:10.3389/fgene.2021.695543

47. Genetic prediction models and heritability estimates for functional longevity in dairy cattle/V. E. Imbayarwo-Chikosi et al. South African Journal of Animal Science. 2015. Vol. 45. (No. 2). P. 105–121. DOI:10.4314/sajas.v45i2.1

48. Genetic evaluation for herd life in Canada/L. Jairath et al. J. Dairy Sci. 1998. Vol. 81. P. 550–562. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(98)75607-3

49. Juszczak J., Hibner A., Ziemiński R., Tomaszewski A. Przyczyny oraz konsekwencje przedwczesnego brakowania krów. Medycyna Weterynaryjna. 2003. Vol. 59 (5). P. 432–435.

50. Genetic association between longevity and linear type traits of Holstein cows/E. L. Kern et al. Scientia Agricola. 2015. Vol. 72(3). P. 203–209.

51. Economic costs of recorded reasons for cow mortality and culling in a pasture-based dairy industry/J. I. Kerslake et al. J. Dairy Sci. 2018. Vol. 101. P. 1795–1803. DOI:10.3168/jds.2017-13124

52. Khansefid M., Haile-Mariam M., Pryce J. E. Improving the accuracy of predictions for cow survival bymultivariate evaluation model. Animal Production Science. 2021. Vol. 61. P. 1828–1836. DOI:10.1071/AN21128

53. Genetic parameters of linear traits and the effect of cow's final type assessment on the longevity of Ukrainian Black-and-White dairy breed/L. Khmelnychyi et al. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. 2021. Vol. 21. Issue 1. P. 413–421.

54. Association between age at first calving and milk production in first lactation on longevity traits in holstein cows/D. Kučević et al. Biotechnology in Animal Husbandry. 2020. Vol. 36 (1). P. 27–35. DOI:10.2298/BAH2001027K

55. Association between linear traits of legs and longevity of Ukrainian brown dairy cows/V. I. Ladyka et al. The Journal of Animal & Plant Sciences. 2020. Vol. 30 (2). P. 312–318. DOI:10.36899/JAPS.2020.2.0046

56. Miciński J. Produkcyjność krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej w zależności od ich wydajności życiowej. Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego. 2006. Vol. 2 (4). P. 9–19.

57. A 100-year review: identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle/F. Miglior et al. J. Dairy Sci. 2017. Vol. 100. P. 10251–10271. DOI:10.3168/jds.2017-12968

58. Murray B. Finding the tools to achieve longevity in Canadian dairy cows. WCDS Advances in Dairy Technology. 2013. Vol. 25. P. 15–28.

59. Lifetime production of high-yielding dairy cows/Ž. Novaković et al. Biotechnology in Animal Husbandry. 2014. Vol. 30 (3). P. 399–406. DOI:10.2298/BAH1403399N

60. Jovanovac, S., Gantner, V., Meszaros, G., Solkner, J. Analysis of factors affecting the length of productive life in croatian dairy cows/N. Raguz et al. Bulg. J. Agric. Sci. 2011. Vol. 17. P. 232–240.

61. Samoré A.B., Rizzi R., Rossoni A., Bagnato A. Genetic parameters for functional longevity, type traits, somatic cell scores, milk flow and production in the Italian Brown Swiss. Italian J. Animal Science. 2010. 9:e28. DOI:10.4081/ijas. 2010.e28

62. Sawa A. Cechy funkcjonalne i ich rola we współczesnej hodowli bydła. Przegląd Hodowlany. 2011. Vol. 2. P. 8–13.

63. Sawa A., Bogucki M., Krwhel-Czopek S., Neja W. Relationship between conformation traits and lifetime production efficiency of cows. Life Sciences. 2013. P. 85–084. DOI:10.1155/2013/124690

64. Sawa A., Siatka K., Krężel-Czopek S. Effect of ageat first calving on first lactation milk yield, lifetimemilk production and longevity of cows. Ann. Anim. Sci., 2019.Vol. 19. No. 1. P. 189–200.DOI: 10.2478/aoas-2018-0044

65. Relationship between reproduction traits and functional longevity in Canadian dairy cattle/A. Sewalem et al. J. Dairy Sci. 2008. Vol. 91. P. 1660–1668. DOI:10.3168/jds.2007-0178

66. Genetic trend of functional productive life in the population of black and white cattle in Serbia/D. Stanojević et al. Genetika. 2018. Vol. 50. P. 855–862. DOI: 10.2298/GENSR1803855S

67. Strapáková E., Strapák P., Candrák J. Genetic trend of length of productive life in Holstein and slovak simmental cattle in Slovakia. Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun. 2019. Vol. 67. P. 1227–1234. DOI:10.11118/actaun 201967051227

68. Terawaki Y., Ducrocq V. Nongenetic effects and genetic parameters for length of productive life of Holstein cows in Hokkaido, Japan. J. Dairy Sci. 2009. Vol. 92 (5). P. 2144–2150.

69. Vacek M., Štípková M., Němcová E., Bouška J. Relationships between conformation traits and longevity of Holstein cows in the Czech Republic. Czech J. Anim. Sci. 2006. Vol. 51 (8). P. 327–333.

70. Vukasinovic N., Moll J., Künzi N. Analysis of productive life in swiss brown cattle. J. Dairy Sci. 1997. Vol. 80. P. 2572–2579. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(97)76213-1

71. Vukasinovic N., Schleppi Y., Kunzi N. Using Conformation Traits to Improve Reliability of Genetic Evaluation for Herd Life Based on Survival Analysis. Journal of Dairy Science. 2002. Vol. 85. P. 1556–1562. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(02)74225-2

72. Yazdi M. H., Thompson R., Ducrocq V., Visscher P. A comparison of two survival analysis methods with the number of lactations as a discrete time variate. School Biol. Sci. 1999. P. 48–52.

73. Zavadilová L., Stipkova M. Genetic correlations between longevity and conformation traits in the czech Holstein population. Czech. J. Anim. Sci. 2012. Vol. 57. P. 125–136. DOI:10.17221/5566-CJAS

74. Zavadilová L., Němcová E., Štípková M., Bouška J. Relationships between longevity and conformation traits in Czech Fleckvieh cows. Czech J. Anim. Sci. 2009. Vol. 54(9). P. 387–394.

75. The research progress and application of genomic-wide selection in ruminant genetics and breeding/S. J. Zhang et al. Chin. J. Agric. Biotechol. 2021. Vol. 29. P. 571–578. DOI:10.3969/j.issn.1674-7968.2021.03.016

REFERENCES

1. Babik, N. P., Fedorovich, E. I., Fedorovich V. V. (2018). Svyaz' urovnya udoya zhenskikh predkov s produktivnym dolgoletiem korov [Relationship between milk yield level of female ancestors and cows

productive longevity]. Scientific notes of UO VGAVM, Issue 1, pp. 89–93.

2. Babik, N. P. (2017). Vplyv henotypovykh chynnykiv na tryvalist i efektyvnist dovichnoho vykorystannia koriv holshtynskoi porody [Influence of genotypic factors on the duration and efficiency of lifetime use of Holstein cows]. Breeding and genetics of animals. Issue 53, pp. 61–69.

3. Babik, N. P. (2017). Tryvalist ta efektyvnist dovichnoho vykorystannia koriv holshtynskoi porody zalezhno vid selektsiinykh indeksiv yikh predkiv [Duration and effectiveness of lifelong use cows of Holstein breed depending on the selection indices of their ancestors]. Visnyk Sumskoho NAU [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 5/1(31), pp. 16–21.

4. Babik, N. P., Fedorovych, Ye. I. (2017). Vplyv autbrydynhu ta inbrydynhu na produktyvne dovholittia koriv molochnykh porid [Influence of outbreeding and inbreeding on the productive longevity of dairy cows]. Scientific Bulletin of LNUVMB named after S.Z. Gzhytsky. no. 19(79), pp. 3–8. DOI:10.15421/nvlvet7901

5. Bodnar, P. V., Shcherbatyy, Z. E., Bodnaruk, V. E., Kropyvka, Yu. G., Muzyka, L. I. (2016). Prodolzhitel'nost' khozyaystvennogo ispol'zovaniya i pozhiznennaya produktivnost' korov raznykh genotipov ukrainskoy cherno-pestroy molochnoy porody [Duration of economic use and lifetime productivity of cows of different genotypes of the Ukrainian Black-and-White dairy breed]. Scientific notes of UO VGAVM, Vol. 52, Issue 3, pp. 119–122.

6. Buiuklu, H. I., Taranenko, S. V., Noskova, A. M. (2013). Tryvalist hospodarskoho vykorystannia koriv pivdennoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Duration of economic use of cows of the southern type of Ukrainian Black-and-White dairy breed]. Naukovyi visnyk «Askaniia-Nova» [Scientific Bulletin "Askania-Nova"]. Nova Kakhovka: PIEL, Issue 6, pp. 103–108.

7. Vechorka, V. V., Khmelnychyi, L. M. (2017). Zhyttiezdatnist koriv ukrainskykh chorno-riaboi ta chervono-riaboi molochnykh porid zalezhno vid otsinky liniinykh oznak eksterieru [Viability of cows of Ukrainian Black- and Red-and-White dairy breeds depending on the assessment of linear traits of the conformation]. Visnyk Sumskoho NAU [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 7(33), pp. 48–58.

8. Vysokos, M. P., Mylostyvyi, R. V., Tiupina, N. P. (2014). Porivnialna otsinka vplyvu tekhnolohii i systemy utrymannia na dovholittia produktyvnoho vykorystannia koriv holshtynskoi porody zarubizhnoi selektsii [Comparative assessment of the impact of technologies and housing system on the longevity of productive using cows of the Holstein breed of foreign selection]. Naukovo-tekhnichnyi biuleten NDTs biobezpeky ta ekolohichnoho kontroliu resursiv APK [Scientific and technical bulletin of the Research Center for Biosafety and Environmental Control of Agricultural Resources]. Vol. 2, no. 1, pp. 86–91.

9. Vysokos, M. P., Tiupina, N. P. (2013). Tryvalist produktyvnoho vykorystannia koriv holshtynskoi porody yevropeiskoi selektsii za riznykh tekhnolohii i umov utrymannia v stepu Ukrainy [Duration of productive use of cows of Holstein breed of European selection under various technologies and conditions of keeping in the steppe of Ukraine]. Visnyk Dnipropetrovskoho DAU [Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian University]. Dnipropetrovsk, no. 2(32), pp. 84–87.

10. Hnatiuk, M. A., Hnatiuk, S. I. (2015). Vplyv sporidnenoho paruvannia na oznaky molochnoi produktyvnosti ta dovholittia [Influence of related mating on the milk productivity traits and longevity]. Visnyk Sumskoho NAU [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 6(28), pp. 14–20.

11. Hnatiuk, S. I., Kovalenko, V. M. (2013). Vplyv spadkovosti na pokaznyky produktyvnoho dovholittia u tvaryn riznykh vnutrishnoporodnykh typiv ukrainskoi chervonoi molochnoi porody [Influence of heredity on productive longevity indicators in animals of different intrabreed types of Ukrainian Red dairy breed]. Visnyk Sumskoho NAU [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 7(23), pp. 22–24.

12. Ilnytska, O. Yu., Fedorovych, Ye. I., Mazur, N. P., Fedorovych, V. V. (2018). Produktyvne dovholittia koriv riznykh linii prykarpatskoho vnutrishnoporodnoho typu ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody [Productive longevity of different lines cows of the Prycarpathian intrabreed type of Ukrainian Red-and-White dairy breed]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Issue 56, pp. 32–40. DOI:10.31073/abg.56.05

13. Kitaeva, A. P. (2016). Otsenka vosproizvoditel'noy sposobnosti korov v zavisimosti ot prodolzhitel'nosti produktivnogo ispol'zovaniya [Evaluation of the reproductive ability of cows depending on the duration of productive use]. Naukovo-tekhnichnyi biuleten NDTs biobezpeky ta ekolohichnoho kontroliu resursiv APK [Scientific and technical bulletin of the Research Center for Biosafety and Environmental Control of Agricultural Resources]. Dnipropetrovsk, Vol. 4, no. 1, pp. 113–116.

14. Klopenko, N. I., Stavetska, R. V. (2015). Henetychna determinatsiia hospodarskoho vykorystannia koriv molochnoho napriamu produktyvnosti za vbyrnoho skhreshchuvannia [Genetic determination of cow's economic use dairy direction of productivity by absorbing crossing]. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva [Technology of production and processing of livestock products]. Bila Tserkva, no. 1, pp. 23–28.

15. Komendant, T. M. (2017). Obuslovlennost' produktivnogo dolgoletiya i pozhiznennoy produktivnosti korov cherno-pestroy porody geneticheskimi faktorami [Conditionality of productive longevity and lifetime productivity of Black-and-White cows by genetic factors]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Issue 53, pp. 222–227.

16. Pestis, V. K., Korshun, S. I., Klimov, N. N., Tanana, L. A. (2016). Vliyanie geneticheskikh i

paratipicheskikh faktorov na produktivnoe dolgoletie cherno-pestrogo skota [Influence of genetic and paratypic factors on the productive longevity of Black-and-White cattle]. Doklady Natsional'noy akademii nauk Belarusi [Reports of the National Academy of Sciences of Belarus]. Vol. 60, no. 4, pp. 120–125.

17. Polupan, Yu. P., 2014.Efektyvnist dovichnoho vykorystannia koriv riznykh krain selektsii [Effectiveness of cows lifetime use in different countries of selection]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [[Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 2/2 (25), pp. 14–20.

18. Polupan, Yu. P. (2010). Metodyka otsinky selektsiinoi efektyvnosti dovichnoho vykorystannia koriv molochnykh porid. Metodologija naukovyh doslidzhen' z pytan' selekcii', genetyky ta biotehnologii' u tvarynnyctvi: materialy naukovo-teoretychnoi' konferencii', prysvjachenoi' pam'jati akademika UAAN Valerija Petrovycha Burkata (Chubyns'ke, 25 ljutogo 2010 roku) [Methodology of scientific research on breeding, genetics and biotechnology in animal husbandry: materials of the scientific-theoretical conference dedicated to the memory of UAAS Academician Valery Petrovich Burkat (Chubynske, February 25, 2010)]. K.: Agricultural science, pp. 93–95.

19. Polupan, Yu. P., Rieznikova, N. L. (2003). Henetychna determinatsiia efektyvnosti dovhovichnoho vykorystannia chorno-riaboi molochnoi khudoby [Genetic determination of effectiveness the duration of lifetime use of Black-and-White dairy cattle]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Issue 35, pp. 108–117

20. Skliarenko, Yu. I., Pavlenko, Yu. M., Cherniavska, T. O., Ivankova, I. P. (2012). Osoblyvosti vplyvu henotypovykh faktoriv na pokaznyky dovholittia koriv ukrainskoi buroi molochnoi porody [Features of influence genotypic factors on longevity indicators cows of Ukrainian Brown dairy breed]. Visnyk Sumskoho NAU [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 2(34), pp. 85–89.

21. Khmelnychyi, L. M. (2016). Problema efektyvnoho dovholittia ta dovichnoi produktyvnosti molochnykh koriv v aspekti yikhnoi zalezhnosti vid spadkovykh ta paratypovykh chynnykiv [The problem of effective longevity and lifetime productivity of dairy cows in terms of their dependence on hereditary and paratypic factors]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 7(30), pp. 13–31.

22. Khmelnychyi, L. M., Bardash, D. O. (2019). Longevity indicators cows of Ukrainian Red-and-White dairy breed depending on a share of Holstein breed inheritance [Pokaznyky dovholittia koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody zalezhno vid chastky spadkovosti holshtynskoi porody]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 4(39), pp. 13-19. DOI:10.32845/bsnau. lvst.2019.4.2.

23. Khmel'nichiy, L. M., Vecherka, V. V. (2015). Pozhiznennaya produktivnost' i dlitel'nost' ispol'zovaniya korov ukrainskoy krasno-pestroy molochnoy porody raznykh genotipov [Lifetime productivity and duration of use cows of Ukrainian Red-and-White dairy breed of different genotypes]. Puti prodlenija produktivnoj zhizni molochnyh korov na osnove optimizacii razvedenija, tehnologij soderzhanija i kormlenija zhivotnyh: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., (28-29 maja, pos. Dubrovicy) / VIZh im. L.K. Jernsta [Ways to extend the productive life of dairy cows based on the optimization of breeding, animal husbandry and feeding technologies: Materials of the Intern. scientific-practical. conf., (May 28-29, Dubrovitsy village) / VIZH named after L.K. Ernst]. pp. 159–162.

24. Khmelnychyi, L. M., Vechorka, V. V. (2016). Osoblyvosti spadkovoho vplyvu umovnoi krovnosti holshtynskoi porody na pokaznyky dovholittia koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody [Features of the hereditary influence of the conditional bloodliness of Holstein breed on the longevity of Ukrainian Red-and-White dairy cows]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Vinnytsia, Issue 51, pp. 170–177.

25. Khmelnychyi, L. M., Vechorka, V. V., Khmelnychyi, S. L. (2020). Tryvalist zhyttia koriv ukrainskoi buroi molochnoi porody v zalezhnosti vid liniinoi otsinky morfolohichnykh oznak vymeni [Lifetime cows of Ukrainian Brown dairy breed depending on the linear assessment of udder morphological traits]. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva [Technology of production and processing of products]. Bila Tserkva, Issue 1(156), pp. 29–37.

26. Khmelnychyi, L.M., Karpenko, B.M. (2021). Lifetime of dairy cows depending on the assessment of the udder linear traits [Tryvalist zhyttia koriv molochnoi khudoby zalezhno vid otsinky liniinykh oznak vymeni]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 2(45), pp. 16–28. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.2.3

27. Khmelnychyi, L. M., Loboda, V. P. (2014). Udoskonalennia stada z rozvedennia ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody za pokaznykamy dovichnoi produktyvnosti [Improving the herd for reproduction of Ukrainian Red-and-White dairy breed by lifetime productivity indicators]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 2/1(24), pp. 91–97.

28. Khmelnychyi, L. M., Suprun, I. O., Bardash, D. O. (2021). Lifetime productivity of cows of the Ukrainian Red-and-White dairy breed under various options of selection [Dovichna produktyvnist koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody za riznykh variantiv pidboru]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 1(44), pp. 29–35. DOI:10.32845/bsnau. lvst.2021.1.429.

29. Atkins, G., Shannon, J., Muir, B. (2008). Using Conformational Anatomy to Identify Functional-

ity & Economics of Dairy Cows. WCDS Advances in Dairy Technology. Vol. 20, pp. 279–295.

30. Brickell, J. S., Wathes, D. C. (2011). A descriptive study of the survival of Holstein-friesian heifers through to third calving on english dairy farms. J. Dairy Sci. Vol. 94, pp. 1831–1838. DOI:10.3168/jds.2010-3710

31. Caraviello, D. Z., Weigel, K. A., Gianola, D. (2004). Analysis of the relationship between type traits and functional survival in US holstein cattle using a weibull proportional hazards model. J. Dairy Sci. Vol. 87, pp. 2677–2686. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73394-9

32. Clasen, J. B., Norberg, E., Madsen, P., Pedersen, J., Kargo, M. (2017). Estimation of genetic parameters and heterosis for longevity in crossbred Danish dairy cattle. Journal of Dairy Science. Vol. 100, no. 8, pp. 6337–6342. DOI:10.3168/jds.2017-12627

33. Costa, E. V., Ventura, H. T., Veroneze, R., Silva, F. F., Pereira, M. A., Lopes, P. S. (2020). Estimated genetic associations among reproductive traits in Nellore cattle using Bayesian analysis. Anim. Reprod. Sci. 214:106305. DOI:10. 1016/j.anireprosci.2020.106305

34. De Haas, Y., Janss, L. L. G., Kadarmideen, H. N. (2007). Genetic and phenotypic parameters for conformation and yield traits in three Swiss dairy cattle breeds. J. Anim. Breed.Genet. Vol. 124(1), pp. 12–19.

35. De Mello, F., Kern, E.L., Bretas, A. (2014). Longevity in Dairy Cattle. J. Adv. Dairy Res. Vol. 2, 126 p.

36. De Vries A., Marcondes, M. I. (2020). Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. Animal, Vol. 14(1), pp. 155–164. DOI:10.1017/S1751731119003264

37. Dorynek, Z., Pytlewski, J., Antkowiak, I. (2005). Przyczyny brakowania oraz życiowa użytkowość krów holsztyńsko-fryzyjskich. Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego. Vol. 1(1), pp. 17–26.

38. Du Toit, J., Van Wyk, J. B., Maiwashe, A. (2012). Relationships between functional herd life and conformation traits in the South African Jersey breed. South African Journal of Animal Science. Vol. 42(1), pp. 47–54. DOI:10.4314 /sajas.v42i1.6

39. Ferris, C. P., Patterson, D. C., Gordon, F. J., Watson, S., Kilpatrick, D. J. (2014). Calving traits, milk production, body condition, fertility, and survival of Holstein-Friesian and norwegian red dairy cattle on commercial dairy farms over 5 lactations – Science Direct. J. Dairy Sci. Vol. 97, pp. 5206–5218. DOI: 10.3168/jds.2013-7457

40. Forabosco, F., Jakobsen, J. H., Fikse, W. F. (2009). International genetic evaluation for direct longevity in dairy bulls. J. Dairy Sci. Vol. 92, pp. 2338–2347. DOI:10.3168/jds.2008-1214

41. García-Ruiz, A., Ruiz-López, F.J., Vázquez-Peláez, C.G., Valencia-Posadas, M. (2016). Impact of conformation traits on genetic evaluation of length of productive life of Holstein cattle. International Journal of Livestock Production. Vol. 7(11), pp. 121–129. Available at:https://academicjournals.org/journal/IJLP/article-full-text-pdf/338FE3860409

42. Gibson, K. D., Dechow, C. D. (2018). Genetic parameters for yield, fitness, and type traits in US Brown Swiss dairy cattle. J. Dairy Sci. Vol. 101(2), pp. 1251–1257.

43. Gukezhev, V. M., Gabaev, M. S., Zhashuev, Z. K. (2021). "Role, Importance and Peculiarities of Record Cows in the Formation of High-Production Herds" in International research conference on Challenges and Advances in Farming, Food Manufacturing, Agricultural Research and Education, KnE Life Sciences. pp. 845–852. DOI:10.18502/kls.v0i0.9022

44. Hare, E., Norman, H. D., Wright, J. R. (2006). Survival rates and productive herd life of dairy cattle in the United States–science direct. J. Dairy Sci. Vol. 89, pp. 3713–3720. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(06)72412-2

45. Horn, M., Knaus, W., Kirner, L., Steinwidder, A. (2012). Economic evaluation of longevity in organic dairy cows. Org. Agric. Vol. 2, pp. 127–143. DOI: 10.1007/s13165-012-0027-6

46. Hu, H., Mu, T., Ma, Y., Wang, X., Ma, Y. (2021). Analysis of Longevity Traits in Holstein Cattle: A Review. Front. Genet. 12:695543. DOI:10.3389/fgene.2021.695543

47. Imbayarwo-Chikosi, V. E., Dzama, K., Halimani, T. E., Van Wyk, J. B., Maiwashe, A., Banga, C.B. (2015). Genetic prediction models and heritability estimates for functional longevity in dairy cattle. South African Journal of Animal Science. Vol. 45, no. (2), pp. 105–121. DOI:10.4314/sajas.v45i2.1

48. Jairath, L., Dekkers, J. C., Schaeffer, L. R., Liu, Z., Burnside, E. B., Kolstad, B. (1998). Genetic evaluation for herd life in Canada. J. Dairy Sci. Vol. 81, pp. 550–562. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(98)75607-3

49. Juszczak, J., Hibner, A., Ziemiński, R., Tomaszewski, A. (2003). Przyczyny oraz konsekwencje przedwczesnego brakowania krów. Medycyna Weterynaryjna. Vol. 59(5), pp. 432–435.

50. Kern, E. L., Cobuci, J. A., Costa, C. N., McManus, C. M., Braccini, N. J. (2015). Genetic association between longevity and linear type traits of Holstein cows. Scientia Agricola. Vol. 72(3), pp. 203–209.

51. Kerslake, J. I., Amer, P. R., O'Neil, P. L., Wong, S. L., Roche, J. R., Phyn, C. V. C. (2018). Economic costs of recorded reasons for cow mortality and culling in a pasture-based dairy industry. J. Dairy Sci. Vol. 101, pp. 1795–1803. DOI: 10.3168/jds.2017-13124

52. Khansefid, M., Haile-Mariam, M., Pryce, J. E. (2021). Improving the accuracy of predictions for cow survival bymultivariate evaluation model. Animal Production Science. Vol. 61, pp. 1828–1836. DOI:10.1071/AN21128

53. Khmelnychyi, L., Vechorka, V., Khmelnychyi, S., Rubtsov, I., Samokhina, E., Smolyarov, C. (2021). Genetic parameters of linear traits and the effect of cow's final type assessment on the longevity of Ukrainian Black-and-White dairy breed. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. Vol. 21, Issue 1, pp. 413–421.

54. Kučević, D., Trivunović, S., Šoronja, Ž., Janković, D., Stanojević, D., Đedović, R., Papović,

T. (2020). Association between age at first calving and milk production in first lactation on longevity traits in holstein cows. Biotechnology in Animal Husbandry. Vol. 36(1), pp. 27–35. DOI:10.2298/BAH2001027K

55. Ladyka, V. I., Khmelnychyi, L. M., Khmelnychyi, S. L., Salohub, A. M., Vechorka, V. V. (2020). Association between linear traits of legs and longevity of Ukrainian brown dairy cows. The Journal of Animal & Plant Sciences. Vol. 30(2), pp. 312–318. DOI:10.36899/JAPS.2020.2.0046

56. Miciński, J. (2006). Produkcyjność krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej w zależności od ich wydajności życiowej. Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego. Vol. 2(4), pp. 9–19.

57. Miglior, F., Fleming, A., Malchiodi, F., Brito, L. F., Martin, P., Baes, C. F. (2017). A 100-year review: identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. J. Dairy Sci. Vol. 100, pp. 10251–10271. DOI: 10.3168/jds.2017-12968

58. Murray, B. (2013). Finding the tools to achieve longevity in Canadian dairy cows. WCDS Advances in Dairy Technology. Vol. 25, pp. 15–28.

59. Novaković,Ž., Ostojić-Andrić, D., Pantelić, V., Beskorovajni, R., Popović, N., Lazarević, M., Nikšić, D. (2014). Lifetime production of high-yielding dairy cows. Biotechnology in Animal Husbandry. Vol. 30(3), pp. 399–406. DOI: 10.2298/BAH1403399N

60. Raguz, N., Jovanovac, S., Gantner, V., Meszaros, G., Solkner, J. (2011). Analysis of factors affecting the length of productive life in croatian dairy cows. Bulg. J. Agric. Sci. Vol. 17, pp. 232–240.

61. Samoré, A.B., Rizzi, R., Rossoni, A., Bagnato, A. (2010). Genetic parameters for functional longevity, type traits, somatic cell scores, milk flow and production in the Italian Brown Swiss. Italian J. Animal Science. 9:e28. DOI: 10.4081/ijas.2010.e28

62. Sawa, A. (2011). Cechy funkcjonalne i ich rola we współczesnej hodowli bydła. Przegląd Hodowlany. Vol. 2, pp. 8–13.

63. Sawa, A., Bogucki, M., Krwhel-Czopek, S., Neja, W. (2013). Relationship between conformation traits and lifetime production efficiency of cows. Life Sciences. pp. 85–084. DOI:10.1155/2013/124690

64. Sawa, A., Siatka, K., Krężel-Czopek, S. (2019) Effect of ageat first calving on first lactation milk yield, lifetimemilk production and longevity of cows. Ann. Anim. Sci. Vol. 19, no. 1, 189–200. DOI:10.2478/aoas-2018-0044

65. Sewalem, A., Miglior, F., Kistemaker, G. J., Sullivan, P., Doormaal, B. J. V. (2008). Relationship between reproduction traits and functional longevity in Canadian dairy cattle. J. Dairy Sci. Vol. 91, pp. 1660–1668. DOI:10.3168/jds.2007-0178

66. Stanojević, D., Dragan, R., Bogdanović, V., Raguž, N., Kučević, D., Popovac, M. (2018). Genetic trend of functional productive life in the population of black and white cattle in Serbia. Genetika. Vol. 50, pp. 855–862. DOI:10.2298/ GENSR1803855S

67. Strapáková, E., Strapák, P., Candrák, J. (2019). Genetic trend of length of productive life in Holstein and slovak simmental cattle in Slovakia. Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun. Vol. 67, pp. 1227–1234. DOI:10.11118/actaun 201967051227

68. Terawaki, Y., Ducrocq, V. (2009). Nongenetic effects and genetic parameters for length of productive life of Holstein cows in Hokkaido, Japan. J. Dairy Sci. Vol. 92(5), pp. 2144–2150.

69. Vacek, M., Štípková, M., Němcová, E., Bouška, J. (2006). Relationships between conformation traits and longevity of Holstein cows in the Czech Republic. Czech J. Anim. Sci. Vol. 51(8), pp. 327–333.

70. Vukasinovic, N., Moll, J., Künzi, N. (1997). Analysis of productive life in swiss brown cattle. J. Dairy Sci. Vol. 80, pp. 2572–2579. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(97)76213-1

71. Vukasinovic, N., Schleppi, Y., Kunzi, N. (2002) Using Conformation Traits to Improve Reliability of Genetic Evaluation for Herd Life Based on Survival Analysis. Journal of Dairy Science, Vol. 85, pp. 1556–1562. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(02)74225-2

72. Yazdi, M. H., Thompson, R., Ducrocq, V., Visscher, P. (1999). A comparison of two survival analysis methods with the number of lactations as a discrete time variate. School Biol. Sci. pp. 48–52.

73. Zavadilová, L., Stipkova, M. (2012). Genetic correlations between longevity and conformation traits in the czech Holstein population. Czech. J. Anim. Sci. Vol. 57, pp. 125–136. DOI:10.17221/5566-CJAS

74. Zavadilová, L., Němcová, E., Štípková, M., Bouška, J. (2009). Relationships between longevity and conformation traits in Czech Fleckvieh cows. Czech J. Anim. Sci. Vol. 54(9), pp. 387–394.

75. Zhang, S. J., Kou, H. W., Ding, X. T., Liu, X., Cai, W. W., Zhang, Z. J., et al. (2021). The research progress and application of genomic-wide selection in ruminant genetics and breeding. Chin. J. Agric. Biotechol. Vol. 29, pp. 571–578. DOI:10.3969/j.issn.1674-7968.2021.03.016

Search for longevity predictors for dairy cows

Khmelnychyi L.

The results of researches of domestic and foreign authors were summarized in the aspect of studying the problematic issues concerning the evaluation of dairy cows on the traits of duration economic use and lifetime productivity. The researchers reported that productive longevity traits of cows largely depended on hereditary (conditional bloodliness by the improving breed when crossing, intralinear and interlinear selection, linear breeding, the degree of inbreeding, the strength of influence breeding value of ancestors) and paratypical (age at the first calving, correlative variability between linear traits and longevity) factors.In most cases, an increase the share of heredity due to absorption crossing led to reduction in the duration of productive use and lifetime productivity of cows.

When studying population genetic parameters, the authors of many studies confirmed the low level of heritability of longevity traits, which did not contribute to effective selection based on the duration of productive use and lifetime productivity. Analysis of the results of these studies confirmed that linear traits of the conformation type of dairy animals can be used as early indirect predictors of longevity. This conclusion was based on the high heritability of linear traits and existence of positive correlations between them and duration of productive life.

Key words: predictors, lifetime productivity, dairy cattle, line, conformation type, heritability, correlation.

Copyright: Хмельничий Л.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Хмельничий Л.М. https://orcid.org/0000-0001-5175-1291

УДК 636.22/28.081.14

Особливості екстер'єрного типу корів чорно-рябої худоби різного походження, оцінених за методикою лінійної класифікації

Хмельничий Л.М., Карпенко Б.М.

Сумський національний аграрний університет

Хмельничий Л.М. E-mail: khmelnychy@ukr.net

OPEN ACCESS

Хмельничий Л.М., Карпенко Б.М. Особливості екстер'єрного типу корів чорно-рябої худоби різного походження, оцінених за методикою лінійної класифікації. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 38–49.

Khmelnychyi L., Karpenko B. Features of conformation type of black-and-white cows of different origin estimated by linear classification method. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 38–49.

Рукопис отримано: 21.01.2022 р.
Прийнято: 04.02.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-38-49

Дослідження проведено в аспекті вивчення особливостей екстер'єрного типу корів української чорно-рябої молочної та голштинської порід, оцінених за методикою лінійної класифікації. Базою для досліджень було стадо компанії "Укрлендфармінг" приватного підприємства "Буринське" Підліснівського відділення Сумського району. Мета – провести порівняльний аналіз дослідних порід за оцінкою лінійної класифікації та визначити вплив фінальної оцінки за тип на молочну продуктивність корів-первісток. Загалом корови-первістки обох порід характеризувалися добрими показниками лінійної оцінки, особливо за 100-бальною системою. Однак тварини голштинської породи порівняно з українською чорно-рябою молочною виявилися кращими за статями, які характеризують молочний тип на 1,3 бала, тулуб – на 0,8, вим'я – на 1,2 та за фінальною оцінкою – на 0,8 бала (P<0,001). За ознакою ширини грудей тварини голштинської породи поступалися ровесницям української чорно-рябої молочної з достовірною різницею 1,3 бала, однак перевищували за кутастістю – на 1,2, міцністю прикріплення передніх часток вимені – на 0,8 та центральною зв'язкою – на 1,1 бала (P<0,001). Рівень фінальної оцінки корів-первісток за екстер'єрний тип прямо пропорційно визначає величину їх молочної продуктивності за 305 діб першої лактації. Корови голштинської та української чорно-рябої молочної порід з оцінкою «дуже добре» перевищують ровесниць з оцінкою «добре з плюсом» за надоєм відповідно на 785 та 589 кг (P<0,01), а з оцінкою «добре» – на 1705 та 1502 кг (P<0,001). Застосування у селекційному процесі молочної худоби методики лінійної класифікації є досить ефективним засобом об'єктивного визначення породних особливостей корів за екстер'єрним типом. Наявність співвідносного зв'язку між фінальною оцінкою та рівнем молочної продуктивності буде сприяти ефективності селекції за опосередкованого добору тварин за цими ознаками.

Ключові слова: голштинська, українська чорно-ряба молочна, лінійна оцінка типу, екстер'єр, надій.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Впровадження у 1925 році Асоціацією голштинської породи Канади програми лінійної класифікації корів за типом та аналогічної системи оцінки США у 1929 році [15], стало надійною основою селекції молочної худоби за екстер'єром дотепер в усьому світі. Прикладом ефективного застосування методики лінійної класифікації стало створення голштинської породи саме такою, якою вона є нині, тобто завдяки цілеспрямованій селекції тварин одночасно за молочною продуктивніс-

тю та екстер'єрним типом [30]. Тривалі дослідження молочної худоби за методикою лінійної класифікації як у нашій країні, так і в країнах світу з розвинутим молочним скотарством, довели ефективність цього важливого селекційного заходу. Численними дослідженнями доведено, що тварини з доброю та відмінною фінальною оцінкою за екстер'єр, яка сумарно відображає оцінки за розвиток лінійних знак, що у комплексі характеризують молочний тип, розвиток тулуба, стан кінцівок та якість вимені, вирізняються не лише високими показниками молочної продуктивності [7, 10, 12, 22, 23, 33], а й тривалості використання та продуктивного довголіття [9, 13, 24,31, 32, 34, 35].

Загалом методика лінійної класифікації забезпечує об'єктивне оцінювання типу тварин молочної худоби, гарантуючи процес ефективного добору та підбору в безперервній селекційно-племінній роботі в удосконалені тварин молочної худоби за екстер'єром. Накопичена за результатами оцінювання селекційна інформація дає змогу детально охарактеризувати породні особливості екстер'єру тварин контрольного стада та породи, яку розводять у ньому.

Виняткова ефективність методу лінійної класифікації зумовлена його доступністю, простотою, можливістю оцінювання ознак, які складно виміряти, здатністю створити наочний екстер'єрний профіль бугаїв-плідників за результатами оцінювання їх дочок за типом та перейти від оцінювання фенотипу до оцінювання за генотипом [1, 21]. Використання методу лінійної класифікації корів молочних порід за типом дає змогу перетворити якісну експертну оцінку до розряду кількісних ознак і на її основі проводити масову селекцію корів та оцінювання племінної цінності бугаїв-плідників за екстер'єром дочок [1, 13, 14]. З огляду на зазначене, у новій редакції Закону України "Про племінну справу у тваринництві" лінійна класифікація корів молочних порід за типом вказана як обов'язковий елемент у визначенні комплексної племінної цінності худоби [3].

Мета дослідження передусім зумовлена обов'язковою умовою для племінного молочного скотарства і, відповідно, для створених українських молочних порід, яка полягає у досконалому вивченні тварин на всіх етапах їх поліпшення за селекційно-генетичними параметрами екстер'єрних ознак. Нині частина господарств України зі створеними новими генотипами на материнській основі української чорно-рябої молочної породи, які представлені помісними тваринами з високою (93,75 % і вище) умовною кровністю голштина, переходить у статус з розведення чистопородної голштинської породи, що зафіксовано державним племінним реєстром [2]. Оскільки поряд із голштинами вітчизняної селекції знаходиться більшість господарств зі статусом з розведення української чорно-рябої молочної породи, наступна актуальність дослідження полягає у визначенні мінливості ознак екстер'єру у їх міжпородному аналізі. У цьому аспекті важливо визначити як зміна напряму селекції за створення голштинської породи вплине на стан екстер'єру порівняно з вихідною породою, оскільки поглинальне схрещування буде продовжуватися й надалі через відсутність власної племінної бази бугаїв-плідників української чорно-рябої молочної породи.

Матеріал і методи дослідження. Базою для експериментальних досліджень було стадо компанії "Укрлендфармінг" приватного підприємства "Буринське" Підліснівського відділення Сумського району з розведення української чорно-рябої молочної (УЧРМ) та голштинської порід. До групи корів української чорно-рябої молочної породи належало дослідне поголів'я помісних тварин, отриманих від бугаїв-плідників української селекції (розведення «у собі»), а до другої – поголів'я корів голштинської породи вітчизняної селекції з умовною кровністю голштина вище за 93,75 %, які, згідно з чинною інструкцією з бонітування великої рогатої худоби молочних і молочно-м'ясних порід, належать до чистопородних тварин за поліпшувальною породою [4]. Оцінювання екстер'єрного типу корів-первісток проводили за методикою лінійної класифікації [26] згідно з останніми рекомендаціями ICAR [8] у віці 2–4 місяців після отелення за двома системами: 9-бальною з лінійним описом 18 статей екстер'єру, і 100-бальною з урахуванням чотирьох комплексів селекційних ознак, які характеризують: вираженість молочного типу, розвиток тулуба, стан кінцівок і морфологічні характеристики вимені. Кожен екстер'єрний комплекс оцінювали незалежно за вагомим коефіцієнтом у фінальній оцінці (ЗО) тварини: молочний тип (МТ) – 15 %, тулуб (Т) – 20 %, кінцівки (К) – 25 % та вим'я (В) – 40 %.

Фінальну оцінку корів за типом визначали за формулою:

$$ЗО = (МТ \cdot 0{,}15) + (Т \cdot 0{,}20) + (К \cdot 0{,}25) + (В \cdot 0{,}40)$$

Показники досліджень опрацьовували біометричними методами на ПК у середовищі Microsoft Office Excel за використання програмного забезпечення за формулами, описаними Е.К. Меркурьевой [11].

Результати дослідження та обговорення. У таблиці 1 наведено результати лінійної класифікації корів-первісток української чорно-рябої молочної та голштинської порід. Попри міжпородну різницю, за більшістю ознак достовірну, тварини обох спеціалізованих молочних порід характеризуються достатньо добрими показниками оцінки, особливо за 100-бальною системою.

За лінійними ознаками, які характеризують молочний тип, враховують фізіологічну здатність тварини до вищої продуктивності. Тваринам молочного типу притаманні кутасті форми, без ознак слабкості та грубості. У корів з добре вираженим молочним типом спостерігається гармонійне поєднання та пропорційний розвиток окремих частин тіла. Рівень оцінки цього комплексу ознак, за максимальної 89 балів, у дослідних порід достатньо високий з різницею на користь голштинів 1,3 бала (P<0,001; td=9,01).

До групи лінійних статей, які свідчать про розвиток тулуба, належать: міцність, висота, глибина та довжина тулуба, груди, довжина, ширина та положення заду та інші. Тварини з високою оцінкою за цією групою ознак мають вирізнятися достатньою висотою, довгим та глибоким тулубом, широкими, з оптимальним нахилом, крижами у їх гармонійному поєднанні. За цим комплексом оцінюваних ознак кращими з різницею 0,8 бала (P<0,001; td=5,93) також виявилися корови голштинської породи.

Оцінювання стану тазових і грудних кінцівок та ратиць полягає у здатності тварини до вільного руху під навантаженням живої маси корів. Про важливість оцінювання кінцівок у системі лінійної класифікації свідчить третій рівень їх пріоритету в фінальній оцінці типу з ваговим коефіцієнтом 25 %. За цією групою ознак дещо кращими були тварини української чорно-рябої молочної породи, однак різниця 0,4 бала не є достовірною.

Найважливішим комплексом у 100-бальній системі лінійної класифікації, з найвищим ваговим коефіцієнтом 40 %, є оцінка морфологічних ознак вимені.

За оцінювання молочної системи враховують будову та структуру вимені з наданням переваги ознакам, від яких залежать висока молочна продуктивність, тривалість використання, пристосованість до машинного доїння, зменшення можливості травмування.

Бажане вим'я модельної тварини молочного типу має мати наступну узагальнену характеристику: симетрично розвинені четверті, містке в об'ємі, ванноподібної форми, дно рівне, горизонтальне, передня частина вимені міцно прикріплена до черевної стінки, достатньо довга, з рівномірно розвиненими частками, задня частина високо і міцно прикріплена, виступає за лінію стегна, злегка округлена до дна, однакової ширини від верху до низу, з рівномірно розвиненими частками, центральна зв'язка міцна, утворює глибоку борозну між лівою та правою половинами, піднімаючись до самого верху, дійки однакового оптимального розміру за довжиною і діаметром, циліндричної або злегка конічної форми, спрямовані перпендикулярно донизу, за огляду ззаду розміщені у центрі кожної частки вимені, молочні вени добре виражені, довгі, звивисті із розгалуженнями, бажано, щоб вени покривали усе вим'я, структура вимені залозиста, на дотик м'яка, еластична, після видоювання вим'я спадає, створюючи ззаду дрібні складки шкіри (запас вимені).

За оцінкою молочної системи достовірна різниця за розвиток ознак вимені 1,2 бала (P<0,001; td=6,25) виявилась на користь корів-первісток голштинської породи.

Описова система оцінювання кожної лінійної ознаки відокремлено від інших дає змогу бачити її стан, і якщо розвиток конкретної статі не відповідає бажаному, то у процесі підбору є можливість її виправити.

Перша ознака описової системи – висота тварини, яка оцінюється у крижах і характеризує її загальний розвиток та величину. Єдиний показник, який обов'язково оцінюють в абсолютній величині за проміром у сантиметрах. Береться мірною палицею або спеціальною стрічкою у найвищій точці крижової кістки з подальшим переведенням сантиметрів у бали. За цією ознакою міжпородна різниця 0,5 бала достовірна (P<0,01; td=2,71) з кращим результатом у голштинських корів-первісток.

За ознакою міцності – ширини грудей, тварини голштинської породи поступаються ровесницям української чорно-рябої молочної з достовірною різницею 1,3 бала (P<0,001), засвідчуючи, що тварини спеціалізованої породи молочного типу більш вузькогруді та глибокогруді.

Наступна ознака, яка характеризує достатньою мірою розвиток тулуба та, відповідно, травного тракту, є його глибина. Молочна тварина повинна мати глибокий, добре розвинений, однак не відвислий тулуб, про добрий розвиток якого у корів-первісток обох порід свідчить його оцінка з незначним перевищенням, на 0,4 бала за P<0,01 (td=2,69), у ровесниць голштинської породи.

Таблиця 1 – **Характеристика корів-первісток чорно-рябої худоби різного походження за ознаками лінійної класифікації екстер'єрного типу, балів**

Ознака екстер'єру		Порода			
		голштинська		українська чорно-ряба молочна	
		x ± S.E.	Cv, %	x ± S.E.	Cv, %
Кількість голів		293		278	
Комплекси ознак: молочного типу		84,5 ± 0,08	1,72	83,2±0,12	1,95
тулуба		84,6 ± 0,09	1,59	83,8±0,10	1,84
кінцівок		83,4 ± 0,14	1,81	83,8±0,16	2,21
вимені		84,4 ± 0,12	1,76	83,2±0,15	1,88
Загальна оцінка		84,2 ± 0,10	1,93	83,4±0,09	1,69
Описові ознаки: висота		7,0 ± 0,12	13,5	6,5±0,14	16,5
ширина грудей		5,4 ± 0,12	21,7	6,7±0,15	25,6
глибина тулуба		7,6 ± 0,10	19,3	7,2±0,11	22,6
кутастість		7,8 ± 0,13	17,6	6,6±0,15	20,7
нахил заду		5,2 ± 0,06	13,4	5,4±0,08	15,7
ширина заду		7,4 ± 0,09	18,1	6,6±0,11	21,4
кут тазових кінцівок		4,9 ± 0,12	21,2	5,2±0,13	24,1
постава тазових кінцівок		7,8 ± 0,11	19,3	7,5±0,12	23,0
кут ратиць		5,6 ± 0,13	19,5	5,8±0,15	24,5
прикріплення часток вимені:	передніх	7,6 ± 0,11	16,8	6,8±0,15	19,4
	задніх	7,0 ± 0,12	15,3	6,5±0,14	20,6
центральна зв'язка		7,7 ± 0,13	22,6	6,6±0,16	25,8
глибина вимені		6,8 ± 0,11	20,5	6,2±0,13	26,2
розташування дійок:	передніх	4,4 ± 0,13	21,4	4,2±0,10	25,8
	задніх	5,2 ± 0,09	15,4	5,5±0,11	23,6
довжина дійок		5,1 ± 0,06	10,7	5,3±0,08	12,3
переміщення (хода)		6,8 ± 0,08	22,4	6,2±0,10	25,5
вгодованість		6,2 ± 0,07	21,2	7,3±0,11	18,0

Дуже важлива ознака, яка характеризує молочний тип корови – кутастість. Головна стать, за якою вона оцінюється, це кут і ступінь відкритості ребер. Однак враховується відстань між ребрами, які мають бути плоскими. Інші складові, які лежать в основі визначення ознаки – це худорлява і довга шия, гостра холка; грудна клітина, ребра, боки та сідничні кістки випирають, а м'язи стегна худорляві та увігнуті. Ознаки молочності доповнюють чітко окреслені статі тварини, міцність, витонченість, ніжність та грація. Оцінка за цю ознаку 7,8 бала достатнім чином характеризує молочний тип голштинської худоби, достовірно перевищуючи оцінку української чорно-рябої молочної породи на 1,2 бала (P<0,001; td=6,05).

В описовій системі із 18 лінійних ознак є три, у яких бажаний розвиток має середню (оптимальну, бажану) величину і оцінюється у 5 балів. Одна із них – це нахил заду, який оці-

нюють збоку, з визначенням нахилу за умовно проведеною горизонтальною лінією на рівні дотику верхньої точки маклака і сідничного горба. Оптимальне значення – верхня точка маклаків вища від верхньої точки сідничних горбів на 3–4 см. Якщо крайні точки умовно проведеної лінії знаходяться на одному рівні, тобто нахил дорівнює нулю, то таке положення заду оцінюють трьома балами. Бажаний вираз цієї ознаки є оптимальним і оцінюється у 5 балів, а відхилення у бік оцінки положення заду до 1 балу (піднятості) або до 9 балів (звислості) є недоліками статі. Корови обох порід мають серед оцінених груп тварин з дещо спущеними крижами, яких трохи більше серед ровесниць української чорно-рябої молочної породи.

Ширина заду, яку оцінюють за відстанню між каудальними виступами сідничних горбів, має кращий розвиток у корів голштинської породи з перевищенням ровесниць УЧРМ на 0,8 бала (P<0,001; td=6,05).

Кут тазових кінцівок за оцінювання оглядом збоку стану згину у скакальному суглобі є наступною ознакою, бажаний вираз якої обмежується оптимально величиною на рівні 146–148° [20, 21]. Зменшення кута скакального суглоба (шаблистість) або збільшення (слоновість) є недоліками статі. Такі незначні недоліки як слоновість спостерігають у окремих тварин голштинської породи, знижуючи оцінку на 0,1 бала, та шаблистість – у ровесниць УЧРМ, за збільшення оцінки на 0,2 бала.

Широку та паралельну поставу задніх кінцівок оцінюють вищим балом, тимчасом зближеність кінцівок у скакальних суглобах, викривленість ніг істотно знижують оцінку. Середні показники оцінок корів-первісток обох порід без достовірної міжпородної різниці свідчать про добру їх поставу.

Ратиці корів оцінюють за величиною кута, вершиною якого є місце з'єднання передньої стінки ратиці з площиною підлоги, а сторонами – висота ратичного рогу від підлоги до волосяного покриву та поверхня площини підлоги. Середній вираз постави кута ратиці дорівнює 45° з оцінкою 5 балів. Кут ратиць, який доповнює стан кінцівок, має вищі оцінки за середні значення його розвитку з дещо кращими показниками на 0,2 бала у корів української чорно-рябої молочної породи.

Наступна група описових ознак, які характеризують якість вимені, зв'язана як з продуктивністю, так і з технологічністю. Перша ознака – прикріплення передніх часток, визначається за кутом у місці їх з'єднання з черевом, який залежить від міцності його прикріплення. Показник визначають візуально або вимірюванням за допомогою кутоміра (у градусах). Найвищу оцінку (9 балів) за розвиток цієї статі отримує тварина, у якої вим'я характеризується поступовим переходом залозистої тканини передньої частини у черево за допомогою з'єднувальних бокових зв'язок з утворенням тупого кута вищого за 161° [21]. Міцне прикріплення вимені зазвичай вирізняється відмінним розвитком передніх часток, ванноподібною формою і, за даними наукових досліджень, достовірно корелює з молочною продуктивністю [16, 24, 25, 27, 28]. Функціональною особливістю міцного прикріплення передніх часток вимені є запобігання обвисанню його з віком. За оцінкою цієї лінійної ознаки кращими виявилися корови голштинської породи з перевагою української чорно-рябої молочної на 0,8 бала (P<0,001; td=4,33).

Наступна лінійна ознака – висота заднього прикріплення вимені, аналогічно з попередньою також виконує утримувальну функцію, запобігаючи звисанню вимені з віком. Бажаний розвиток цієї статі оцінюють найвищим балом, а за нашою оцінкою 7 балів у корів голштинської породи та 6,5 бала у ровесниць української чорно-рябої молочної є також достатньо добрими загалом та кращими у тварин голштинської породи з достовірною різницею 0,5 бала (P<0,01).

Центральна (підтримувальна, роздільна борозна) зв'язка є наступною лінійною ознакою вимені у корів молочної худоби, яка також пов'язана з утриманням його на відповідній висоті. Високо розташоване вим'я над підлогою полегшує оператору підготовку його до процесу доїння та запобігає під час лежання охолодженню і травмуванню. Високе розташування вимені, з глибокою, міцною, добре вираженою та високо піднятою центральною зв'язкою є бажаним розвитком ознаки з найвищою оцінкою 9 балів. У корів голштинської породи вираження цієї ознаки оцінено у 7,7 бала, або вище порівняно з ровесницями української чорно-рябої молочної на 1,1 бала (P<0,001; td=5,34).

Розташування дна вимені відносно підлоги (глибина) являється досить важливою функціональною технологічною лінійною ознакою молочної худоби. Згідно з методикою лінійної класифікації глибину вимені оцінюють відстанню між умовною лінією, проведеною на рівні скакального суглоба, і дном вимені. Як зазначали, глибоке, відвисле вим'я завдає багато незручностей під час машинного доїння, часто травмується і більш сприйнятливе до захворювання на мастит. Відстань дна вимені

відносно підлоги значною мірою залежить від попередніх трьох ознак, які відповідають за міцність його прикріплення. Оскільки у корів голштинської породи вони мають кращий розвиток, про що свідчать їх оцінки, за глибиною вимені голштини також кращі з перевагою ровесниць української чорно-рябої молочної породи на 0,6 бала (P<0,001; td=3,52).

За ознаками, які характеризують розташування та довжину дійок, міжпородна різниця незначна. У системі лінійної класифікації дуже близьке або дуже широке розташування передніх та задніх дійок не є кращим розвитком ознаки. Однак, якщо вибирати із крайніх варіантів, то кращий – це ширше розташування, ніж вузьке.

За ходою, яка залежить від оцінок за стан кінцівок, кращими були голштинські корови з перевищенням УЧРМ на 0,6 бала (P<0,001; td=4,69).

Краще були вгодовані на час лінійної класифікації, тобто в період піку лактаційної діяльності, корови української чорно-рябої молочної породи з достовірною різницею 1,1 бала (P<0,001; td=8,44).

Ефективність оцінювання корів молочних порід та їх добору за показниками описових ознак лінійної класифікації можна визначити деякою мірою за рівнем мінливості у межах 9-бальної шкали цих ознак у стаді. У таблиці 2 наведено розташування усього оціненого поголів'я корів-первісток голштинської та української чорно-рябої молочної порід залежно від оцінки у відносних величинах.

Аналіз даних таблиці 2 свідчить про те, що максимальна частка тварин оцінена середніми балами від 4 до 7. У зоні крайніх екстремальних значень описових ознак знаходиться незначна кількість корів. Кількість корів голштинської породи з мінімальним значенням оцінки 1–3 бали варіює у межах від 0 до 14,5 % та української чорно-рябої молочної – від 0 до 8,6 %.

Розподіл корів-первісток на класи, відповідно до міжнародної класифікаційної шкали, показує рівень племінної цінності дослідних порід за екстер'єрним типом, який визначається відсотковим співвідношенням кращих від оціненого контрольного поголів'я (табл. 3).

Серед оцінених корів голштинської породи у стаді ПП "Буринське" виявлено тварин з оцінкою «дуже добре» 7,15 %. Більшість (86,0 %) корів отримала клас «добре з плюсом», а «добре» – лише 6,5 %. У корів української чорно-рябої молочної породи це співвідношення становило відповідно 5,8; 83,4 та 10,8 %, що дещо нижче порівняно з голштинами.

Рівень фінальної оцінки корів-первісток за екстер'єрний тип прямо пропорційно визначає величину їх молочної продуктивності за 305 діб першої лактації. Корови голштинської породи з оцінкою «дуже добре» перевищують ровесниць з оцінкою «добре з плюсом» за надоєм на 785 кг (P<0,01), а з оцінкою «добре» – на 1705 кг, різниця високо достовірна за P<0,001. За недостовірної мінливості вмісту жиру в молоці голштинських корів у межах класів прибавка молочного жиру у первісток з оцінкою «дуже добре» становила порівняно з тваринами з оцінкою «добре з плюсом» 27,7 (P<0,05), а з оцінкою «добре» – 61,1 кг (P<0,001).

Розподіл корів-первісток української чорно-рябої молочної породи за фінальною оцінкою міжнародної класифікаційної шкали на класи також засвідчив про достовірний співвідносний зв'язок рівня оцінки з їх молочною продуктивністю.

Корови-первістки УЧРМ породи з оцінкою «дуже добре» з достовірною різницею кращі за ровесниць «добре з плюсом» та «добре» за надоєм відповідно на 589 (P<0,05) та 1502 кг (P<0,001) і молочним жиром – на 21,9 (н/д) та 54,6 кг (P<0,01).

У процесі лінійної класифікації методика передбачає фіксування особливо помітних недоліків та вад екстер'єру корів. Необхідність та важливість враховувати недоліки статей будови тіла зумовлена характером їх успадковуваності. Наприклад, за вивчення недоліків екстер'єру у тварин чорно-рябої породи за методикою лінійної класифікації авторами досліджень [5, 6] встановлено, що найбільше успадковуються 11, зокрема наявність додаткових дійок (h^2=0,17-0,19), рудиментів (h^2=0,18), слабких бабок (h^2=0,09), неправильної постави кінцівок (h^2=0,06) та форма дійок (h^2=0,05). Іншими дослідниками повідомляється також, що недоліки екстер'єру зустрічаються з частотою, яка не залежить від генотипу та походження тварин [17–19, 29].

У таблиці 4 наведено основні недоліки екстер'єру, які зустрілися у обстеженого поголів'я тварин дослідних порід стада. У оціненого поголів'я корів-первісток голштинської та УЧРМ порід зустрічається невелика кількість тварин з недоліками статей екстер'єру, з дещо більшою кількістю в останніх, таких як провисла спина – відповідно 0,3 та 1,2 %, широка міжратицева щілина – 0,7 та 2,2 %, зближеність задніх кінцівок – 3,1 та 2,8 %, та, особливо, додаткові дійки – 1,4 та 4,6 %, які негативно впливають на загальний вигляд тварин, їх гармонійний розвиток, погіршуючи також придатність корів до машинного доїння.

Таблиця 2 – **Розподіл поголів'я корів за мінливістю оцінок описових ознак, %**

Описові ознаки		Частка тварин, оцінених балами:								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Голштинська порода										
Висота		0	0	0	4,1	21,8	43,6	24,4	4,2	1,9
Ширина грудей		0	2,2	3,7	7,6	14,2	31,8	30,1	7,8	2,6
Глибина тулуба		0	0	1,2	2,5	10,3	11,5	25,6	26,4	22,5
Кутастість		0	0	0	2,2	13,1	14,7	36,2	25,3	8,5
Нахил заду		0	0	3,5	7,1	76,5	11,7	1,2	0	0
Ширина заду		0,2	0,8	2,5	5,7	14,5	20,0	35,3	15,6	5,4
Кут тазових кінцівок		1,1	2,7	6,6	16,5	55,4	10,2	4,1	2,2	1,2
Постава тазових кінцівок		0,6	1,6	2,8	6,3	24,8	26,3	21,6	12,0	4,0
Кут ратиці		0,6	2,5	5,3	13,9	49,3	17,1	7,8	2,4	1,1
Прикріплення вимені	переднє	0	0	1,2	4,5	15,3	30,8	34,2	9,8	4,2
	заднє	0	0	1,5	8,3	25,2	24,1	29,1	8,3	3,5
Центральна зв'язка		0	0	2,6	6,8	15,1	20,5	25,1	21,2	8,7
Глибина вимені		0	1,1	1,8	4,6	17,3	36,8	18,7	14,2	5,5
Розміщення дійок	передніх	2,6	9,2	14,5	17,6	35,2	12,4	8,3	0,2	0
	задніх	0,3	8,4	8,7	18,5	26,6	19,7	11,2	4,1	2,5
Довжина дійок		0	0	1,5	19,4	55,5	21,3	2,3	0	0
Переміщення		0	2,2	3,1	6,7	20,2	22,2	23,0	15,8	6,8
Вгодованість		1,3	2,6	4,5	18,2	35,5	19,3	15,8	2,8	0
Українська чорно-ряба молочна порода										
Висота		0	1,1	2,0	5,1	31,8	40,2	14,4	3,9	1,5
Ширина грудей		0	2,2	3,7	5,6	10,2	31,8	33,1	9,8	3,6
Глибина тулуба		0	1,1	2,3	4,2	11,3	16,2	25,3	21,4	18,2
Кутастість		0	0	2,2	3,4	14,1	25,3	27,6	22,6	4,8
Нахил заду		0	0	4,3	8,5	68,1	15,7	3,4	0	0
Ширина заду		1,2	1,8	3,4	5,2	14,5	26,1	31,2	13,4	3,2
Кут тазових кінцівок		1,1	2,9	5,2	11,5	49,6	16,4	6,7	4,5	2,1
Постава тазових кінцівок		1,0	1,5	2,6	8,5	27,5	24,3	20,2	11,3	3,1
Кут ратиці		0	1,2	3,4	11,7	48,2	18,6	10,7	3,8	2,4
Прикріплення вимені	переднє	0	1,4	3,1	10,6	18,3	28,8	28,7	6,5	2,6
	заднє	0	1,6	3,5	12,9	21,6	26,2	25,4	6,7	2,1
Центральна зв'язка		0	1,1	3,4	8,5	19,5	21,5	22,3	18,4	5,3
Глибина вимені		0	2,8	4,7	7,8	20,4	34,2	15,6	11,4	3,1
Розміщення дійок	передніх	2,1	8,6	14,4	19,6	35,2	12,7	7,4	0	0
	задніх	1,2	7,4	7,5	17,3	25,4	20,5	13,1	5,3	2,3
Довжина дійок		0	0	2,1	16,6	52,7	23,1	3,4	2,1	0
Переміщення		0	2,7	4,8	8,9	23,5	21,2	22,3	12,4	4,2
Вгодованість		0	1,6	3,5	14,2	32,2	22,8	18,7	4,6	2,4

Таблиця 3 – **Співвідносний розподіл корів-первісток за класифікаційною шкалою та продуктивністю**

Фінальна оцінка, балів	Клас	Кількість		Продуктивність корів за першу лактацію, x ± S.E.		
		голів	%	Надій, кг	% жиру	кг жиру
Голштинська порода 293						
85-89	дуже добре	22	7,5	7233±248,5	3,78±0,075	273,4±11,52
80-84	добре з плюсом	252	86,0	6448±115,6	3,81±0,011	245,7±3,73
75-79	добре	19	6,5	5528±195,3	3,84±0,039	212,3±7,05
Українська чорно-ряба молочна порода 278						
85-89	дуже добре	16	5,8	6836±261,2	3,79±0,091	260,5±18,64
80-84	добре з плюсом	232	83,4	6247±123,4	3,82±0,011	238,6±4,12
75-79	добре	30	10,8	5334±188,2	3,86±0,035	205,9±6,83

Таблиця 4 – **Основні вади та недоліки екстер'єрних ознак дослідного поголів'я корів**

Вади екстер'єрних ознак	Голштинська (n=293)		Українська чорно-ряба молочна (n=278)	
	голів	%	голів	%
Провисла спина	1	0,3	4	1,2
Грубий кістяк	0	0	2	0,6
Розмет передніх кінцівок	1	0,3	2	0,6
Іксоподібність задніх кінцівок	1	0,3	2	0,6
Широка міжратицева щілина	2	0,7	7	2,2
Атрофія часток вимені	0	0	2	0,6
Ступінчасте вим'я	0	0	2	0,6
Зближеність задніх дійок	9	3,1	5	2,8
Тонкі та довгі дійки	1	0,3	3	0,9
Короткі дійки	1	0,3	2	0,6
Додаткові дійки	4	1,4	15	4,6

Аналіз корів-первісток чорно-рябої худоби різного походження, оцінених за методикою лінійної класифікації екстер'єрного типу, виявив відмінні показники за груповими ознаками, загальною оцінкою та важливими у функціональному та технологічному сенсі описовими статями. Очевидна перевага корів голштинської породи над ровесницями української чорно-рябої молочної за оцінками лінійної класифікації вказує на позитивний селекційний ефект, який буде супроводжувати подальше використання голштинських плідників у процесі поглинального схрещування худоби українських молочних порід.

Висновки. Застосування у селекційному процесі молочної худоби, за визначення племінної цінності корів, методики лінійної класифікації є досить ефективним засобом об'єктивного визначення породних особливостей екстер'єрного типу. Наявність співвідносного зв'язку між фінальною оцінкою та рівнем молочної продуктивності буде сприяти ефективності селекції за опосередкованого добору тварин за цими ознаками.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Буркат В. П., Полупан Ю. П., Йовенко І. В. Лінійна оцінка корів за типом. К.: Аграрна наука, 2004. 88 с.

2. Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві за 2019 рік/ Романова О. В., Прийма С. В., Полупан Ю. П., Басовський Д. М.; загальна редакція Прийми С. В. Київ, 2020. Том ІІ. 199 с. URL:http://animalbreedingcenter.org.ua/images/files/derjplemreestr/derjplemreestr_tom2_2019.pdf (дата звернення 04.01.2022).

3. Про внесення змін до Закону України "Про племінне тваринництво": Закон України. Голос України. 25 січня 2000 р. № 13 (2260). С. 4–5.

4. Інструкція з бонітування великої рогатої худоби молочних і молочно-м'ясних порід: Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства № 50 (z0380-17) від 10.02.2017. URL:https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0095-04#Text

5. Карликов Д. В., Клейменова И. Наследуемость недостатков вымени. Молочное и мясное скотоводство. 1995. Вып. 4. С. 32–33.

6. Карликов Д. В., Клейменова И. Недостатки и пороки экстерьера черно-пестрого скота. Зоотехния. 1997. № 1. С. 8–10.

7. Кочук-Ященко О. А. Лінійна оцінка типу і молочна продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи різної лінійної належності. Збірник наукових праць Вінницького НАУ. 2014. Вип. 1 (83). Т. 2. С. 139–149.

8. Ладика В. І., Хмельничий Л. М., Буркат В. П., Рубан С. Ю. Реєстрація ICAR. Довідник. Суми: Сумський національний аграрний університет, 2010. 457 с.

9. Ладика В. І., Хмельничий Л. М., Хмельничий С. Л. Вплив розвитку лінійних ознак екстер'єру, які характеризують стан розвитку тулуба, на життєздатність корів української бурої молочної породи. Розведення і генетика тварин. К. 2019. Вип. 58. С.120–129.

10. Ладика В. І., Хмельничий Л. М., Шевченко А. П. Лінійна оцінка бугаїв-плідників голштинської та української чорно-рябої молочної порід за екстер'єрним типом їхніх дочок. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. 2015. Вип. 2 (27). С. 3–8.

11. Меркурьева Е. К. Генетические основы селекции в скотоводстве. М.: Колос, 1977. 240 с.

12. Обливанцов В. В., Ладика В. І. Лінійна оцінка типу будови тіла корів різних генотипів бурої худоби. Розведення і генетика тварин. К.: Аграрна наука. 1999. Вип. 31–32. С. 169–170.

13. Полупан Ю. П. Оцінка бугаїв за типом дочок. Вісник аграрної науки. 2000. № 5. С. 45–49.

14. Полупан Ю. П. Повторяемость и взаимосвязь инструментальной и глазомерной оценки экстерьера крупного рогатого скота. Сельскохозяйственная биология. 2000. № 2. С. 108–114.

15. Прохоренко П. Н., Логинов Ж. Г. Голштино-фризская порода скота. Л.: Агропромиздат, 1985. 237 с.

16. Салогуб А. М., Хмельничий Л. М. Особливості успадковуваності та сполучної мінливості ознак екстер'єру корів української червоно-рябої молочної породи. Збірник наукових праць Вінницького НАУ. Сільськогосподарські науки. Вінниця, 2011. Вип. 8 (48). С. 59–62.

17. Тишкина Т. Н. Линейная оценка экстерьера животных красно-пестрой породы. Вестник Ульяновской ГСХА. Ульяновск, 2015. Вып. 4 (32), С. 156–159.

18. Тягунов Р. С., Гридин В. Ф. Оценка экстерьера коров голштинской породы различной селекции. Аграрный вестник Урала. Екатеринбург, 2012. Вып. 2 (94). С. 22–23.

19. Тяпугин С. Е., Абрамова Н. И., Власова Г. С. Сравнительная оценка экстерьера дочерей быков-производителей, используемых в ООО СХП "Устюгмолоко" Вологодской области. Молочнохозяйственный вестник. 2015. Вып. 1 (17). С. 55–60.

20. Хмельничий Л. М. Бажаний тип як критерій добору корів молочної худоби за екстер'єром. Вісник Сумського НАУ. Тваринництво. 2010. Вип. 10 (18), С. 137–149.

21. Хмельничий Л. М. Оцінка екстер'єру тварин в системі селекції молочної худоби: монографія. Суми: ВВП "Мрія-1" ТОВ, 2007. 260 с.

22. Хмельничий Л. М. Успадковуваність та кореляційна мінливість лінійних ознак екстер'єру корів-первісток української червоно-рябої молочної породи Черкащини. Науково-інформаційний Вісник Херсонського державного аграрного університету. Херсон. 2018. Вип. 11. С. 73–75.

23. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Вплив лінійних ознак екстер'єру на стан молочної продуктивності корів-первісток українських чорно-рябої

та червоно-рябої молочних порід. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. 2020. Вип. 1 (40). С. 11–16.

24. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Тривалість життя корів української чорно-рябої молочної породи в залежності від рівня оцінки лінійних ознак екстер'єру. Аграрна наука та харчові технології. Вінниця. 2017. Вип. 2 (96). С. 249–258.

25. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В., Хмельничий С. Л. Особливості екстер'єрного типу молочної худоби різного походження та співвідносна мінливість лінійних ознак з надоєм голштинської породи. Розведення і генетика тварин. 2018. Вип. 56. С. 77–83.

26. Лінійна класифікація корів молочних і молочно-м'ясних порід за типом: методичні вказівки/ Хмельничий Л. М. та ін. 2-е вид., перероб. і доп. Суми: Сумський національний аграрний університет, 2016. 27 с.

27. Хмельничий Л. М., Лобода В. П., Шевченко А. П. Фенотипова та сполучена мінливість лінійних ознак екстер'єру корів молочних порід Сумщини. Розведення і генетика тварин. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. К.: 2015. Вип. 50. С. 103–111.

28. Хмельничий С. Л. Продуктивність корів сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи залежно від рівня оцінки за лінійною класифікацією екстер'єру. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. 2014. Вип. 7 (26). С. 91–94.

29. Шевелева О. М., Свяженина М. А., Часовщикова М. А. Экстерьер скота разногопроисхождения. Сибирский вест ник сельскохозяйственной науки. 2012. Вып. 5. С. 42–46.

30. Эклз К. Г. Молочное скотоводство США. М.: Сельхозгиз, 1960. 626 с.

31. Genetic relationships among lineartypetraits, milkyield, bodyweight, fertility and somatic cellcount in primiparous dairy cows/D. P. Berry et al. Irish J. Agr.FoodRes. 2004. 43. P. 161–176.

32. Bohlouli M., Alijani S., Varposhti M. R. Genetic relationships among linear typetraits and milk production traits of Holstein dairy cattle. Ann. Anim. Sci. 2015. 15(4). P. 903–917.

33. Genetic Parameters for Linear Type Traits and Milk, Fat, and Protein Production in Holstein Cows in Brazil/R. V. Campos Asian-Australas J Anim Sci. 2015. 28(4). P. 476–484.

34. Ladyka V. I., Khmelnychyi L. M., Khmelnychyi S. L. Conformation types of brown cattle of Sumy region of Ukraine (Monograph). Lublin, 2019. 133 p.

35. Sawa A., Bogucki M., Krwhel-Czopek S., Neja W. Relationship between conformation traits and life time production efficiency of cows. Life Sciences. 2013. P. 85–084.

REFERENCES

1. Burkat, V. P., Polupan, Iu. P., Yovenko, I. V. (2004). Linijna ocinka koriv za typom [Linear estimation of cows by type]. Kyiv: Agricultural science, 88 p.

2. Romanova, O. V., Pryima, S. V., Polupan, Yu. P., Basovskyi, D. M. (2020). Derzhavnyi reiestr sub'iektiv pleminnoi spravy u tvarynnytstvi za 2019 rik [State register of subjects of breeding business in Animal husbandry for 2019 year]. Kyiv, Vol. 2, 199 p. Available at:http://animalbreedingcenter.org.ua/images/files/derjplemreestr/derjplemreestr_tom2_2019.pdf (Accessed 04.01.2022).

3. Pro vnesennja zmin do Zakonu Ukrai'ny "Pro pleminne tvarynnyctvo": Zakon Ukrai'ny. Golos Ukrai'ny. 25 sichnja 2000 r. № 13 (2260). [On Amendments to the Law of Ukraine "On Pedigree Animal Husbandry": Law of Ukraine. Voice of Ukraine. January 25, 2000 № 13 (2260).]. 4 p.

4. Instrukcija z bonituvannja velykoi' rogatoi' hudoby molochnyh i molochno-m'jasnyh porid: Nakaz Ministerstva agrarnoi' polityky ta prodovol'stva № 50 (z0380-17) vid 10.02.2017. [Instructions for grading cattle of dairy and dairy-meat breeds. Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food № 50 (z0380-17) dated 10.02.2017.]. Available at:https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0095-04#Text

5. Karlikov, D. V., Kleymenova, I. (1995). Nasleduemost' nedostatkovvymeni [The heritability of udder defects]. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo [Dairy and beef cattle breeding]. Issue 4, pp. 32–33.

6. Karlikov, D. V., Kleymenova, I. (1997). Nedostatki i poroki ekster'era cherno-pestrogo skota [Disadvantages and defects of Black-and-White cattle conformation]. Zootechnics. no. 1, pp. 8–10.

7. Kochuk-Yashchenko, O. A. (2014). Liniina otsinka typu I molochna produktyvnist koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody riznoi liniinoi nalezhnosti [Linear estimation of type and dairy productivity cows of Ukrainian Black-and-White Dairy breed of different linear affiliation]. Zbirnyk naukovykh prats' Vinnyts'kohoNAU [Collection of scientific works of Vinnytsia NAU]. Issue 1(83), Vol. 2, pp. 139–149.

8. Ladyka, V. I., Khmelnychyi, L. M., Burkat, V. P., Ruban, S. Yu. (2010). Reyestratsiya ICAR: Dovidnyk [ICAR Registration: Reference book]. Sumy: Sumy National Agrarian University, 457 p.

9. Ladyka, V. I., Khmelnychyi, L. M., Khmelnychyi, S. L. (2019). Vplyv rozvytku linijnyh oznak ekster'jeru, jaki harakteryzujut' stan rozvytku tuluba, na zhyttjezdatnist' koriv ukrai'ns'koi' buroi' molochnoi' porody [The influence of linear conformation traits that characterize the body condition on the viability cows of Ukrainian Brown dairy breed]. Rozvedennia I henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Issue 58, pp. 120–129. DOI:10.31073/abg.58.16

10. Ladyka, V. I., Khmelnychyi, L. M., Shevchenko, A. P. (2015). Liniina otsinka buhaiv-plidnykiv holshtynskoi ta ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi pored za eksteriernym typom y ikhnikh dochok [Linear estimation sires of Holstein and Ukrainian Black-and-White dairy breeds by conformation type of their daughters]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 2(27), pp. 3–8.

11. Merkur'eva, E. K. (1977). Geneticheskie osnovy selekcii v skotovodstve [Genetic foundations

of breeding in cattle breeding]. Moscow: Kolos, 240 p.

12. Oblyvantsov, V. V., Ladyka, V. I. (1999). Liniina otsinka typu budovy tila koriv riznykh henotypiv buroi khudoby [Linear estimation of the body structure type cows of different genotypes of Brown cattle]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Issue 31, pp. 169–170.

13. Polupan, Yu. P. (2000). Otsinka buhaiv za typom dochok [Estimation of sires by type of daughters]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. no. 5, pp. 45–49.

14. Polupan, Yu. P. (2000). Povtoryaemost' I vzaimosvyaz' instrumental'noy I glazomernoy otsenki ekster'era krupnogo rogatogo skota [Repeatability and interrelation of instrumental and visual assessment of the cattle conformation]. Sel'skokhozyaystvennaya biologiya [Agricultural biology]. no. 2, pp. 108–114.

15. Prokhorenko, P. N., Loginov, Zh. G. (1985). Golshtino-frizskaya poroda skota [Holstein-Friesian breed of cattle]. Leningrad: Agropromizdat, 237 p.

16. Salohub, A.M., Khmelnychyi, L. M. (2011). Osoblyvosti uspadkovuvanosti ta spoluchnoi minlyvosti oznak eksterieru koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody [Features of heritability and correlative variability of conformation traits cows of Ukrainian Red-and-White dairy breed]. Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho NAU [Collection of scientific works of Vinnytsia NAU]. Silskohospodarski nauky [Agricultural sciences]. Vinnitsa, Issue 8(48), pp. 59–62.

17. Tishkina, T. N. (2015). Lineynaya otsenka ekster'era zhivotnykh krasno-pestroy porody [The linear estimation animal conformation of Red-and-White breed]. Vestnik Ul'yanovskoy SAA [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy]. Ulyanovsk, Issue 4(32), pp. 156–159.

18. Tyagunov, R. S., Gridin, V. F. (2012). Otsenka ekster'era korov golshtinskoy porody razlichnoy selektsii [Estimation of Holstein cows conformation of various selection]. Agrarnyy vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]. Ekaterinburg, Issue 2(94), pp. 22–23.

19. Tyapugin, S. E., Abramova, N. I., Vlasova, G. S. (2015). Sravnitel'naya otsenka ekster'era docherey bykov-proizvoditeley, ispol'zuemykh v OOO “Ustyugmoloko” Vologodskoy oblasti [Comparative evaluation of daughters conformation of sires used in LLC "Ustyugmoloko", Vologda region]. Molochnokhozyaystvennyy vestnik [Dairy Bulletin]. Issue 1(17), pp. 55–60.

20. Khmelnychyi, L. M. (2010). Bazhanyi typ yak kryterii doboru koriv molochnoi khudoby za eksterierom [Desired type as a criterion for selecting dairy cattle by conformation].Visnyk Sumskoho NAU [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnyctvo [Livestock]. Issue 10(18), pp. 137–149.

21. Khmelnychyi, L. M. (2007). Otsinka eksterieru tvaryn v systemi selektsii molochnoi khudoby: monohrafiia [Estimation of the conformation animals in the breeding system of dairy cattle: monograph]. Sumy: GDP "Dream-1" Ltd., 260 p.

22. Khmelnychyi, L. M. (2018). Uspadkovuvanist ta koreliatsiina minlyvist liniinykh oznak eksterieru koriv-pervistok ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody Cherkashchyny [Heritability and correlation variability of linear conformation traits cows firstborn Ukrainian Red-and-White dairy breed of Cherkasy region]. Naukovo-informatsiinyi Visnyk Khersonskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu [Scientific and Information Bulletin of Kherson State Agrarian University]. Kherson, Issue 11, pp. 73–75.

23. Khmelnychyi, L. M., Vechorka, V. V. (2020). [The influence of linear conformation traits on the condition of milk productivity of cows firstborn Ukrainian Black-and- and Red-and-White dairy breeds]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Vplyv linijnyh oznak ekster’jeru na stan molochnoi' produktyvnosti koriv-pervistok ukrai'ns'kyh chorno-rjaboi' ta chervono-rjaboi' molochnyh porid]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 1(40), pp. 11–16. DOI:10.32 845/bsnau.lvst.2020.1.2

24. Khmelnychyi, L. M., Vechorka, V. V. (2017). Tryvalist zhyttia koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody v zalezhnosti vid rivnia otsinky liniinykh oznak eksterieru [Life time of cows Ukrainian Black-and-White dairy breed depending on the assessment level of linear traits conformation]. Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii [Agricultural science and food technology]. Vinnitsa, Issue 2(96), pp. 249–258.

25. Khmelnychyi, L. M., Vechorka, V. V., Khmelnychyi, S. L. (2018). Osoblyvosti ekster’jernogo typu molochnoi' hudoby riznogo pohodzhennja ta spivvidnosna minlyvist' linijnyh oznak z nadojem koriv golshtyns'koi' porody [Features of the dairy cattle conformation type of different origin and relative variability of linear traits with milkyield of Holstein cows]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Kyiv, Issue 56, pp. 77–83.

26. Khmelnychyi, L. M., Ladyka, V. I., Polupan, Yu. P., Bratushka, R. V., Pryima, S. V., Vechorka, V. V. (2016). Linijna klasyfikacija koriv molochnyh i molochno-m’jasnyh porid za typom: metodychni vkazivky. 2-e vyd., pererob. i dop. [Linear classification of dairy cows and dairy-meat breeds by type: guidelines. 2nd ed., Revised and supplemented]. Sumy: Sumy National Agrarian University, 27 p.

27. Khmelnychyi, L. M., Loboda, V. P., Shevchenko, A. P. (2015). Fenotypova ta spoluchena minlyvist liniinykh oznak eksterieru koriv molochnykh pored Sumshchyny [Phenotypic and correlative variability of linear conformation traits of dairy cows in Sumy region]. Rozvedenniai henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Issue 50, pp. 103–111.

28. Khmelnychyi, S. L. (2014). Produktyvnist koriv sumskoho vnutrishno-porodnoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody zalezhno vid rivnia otsinky za liniinoiu klasyfikatsiieiu eksterieru [Productivity cows of sumy intrabreed type of Ukrainian Black-and-White dairy breed depending on score level by linear classification of conformation]. Visnyk Sumskoho NAU [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 7(26), pp. 91–94.

29. Sheveleva, O. M., Svyazhenina, M. A., Chasovshchikova, M. A. (2012). Ekster'er skota raznogo proiskhozhdeniya [Conformation of cattle different origins]. Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki [Siberian Bulletin of Agricultural Science]. Issue 5, pp. 42–46.

30. Eklz, K. G. (1960). Molochnoe skotovodstvo SShA [Dairy farming of USA]. Moscow: Selkhozgiz, 626 p.

31. Berry, D. P., Buckley, R., Dillon, P., Evans, R. D., Veerkamp, R. R. (2004).Genetic relationships among lineartypetraits, milkyield, bodyweight, fertility and somatic cellcount in primiparous dairy cows. Irish J. Agr. Food Res. 43, pp. 161–176.

32. Bohlouli, M., Alijani, S., Varposhti, M. R. (2015). Genetic relationships among linear typetraits and milk production traits of Holstein dairy cattle. Ann. Anim. Sci. 15(4). pp. 903–917.

33. Campos, R. V., Cobuci, J. A., Kern, E. L., Costa, C. N., McManus, C. M., Campos, R. V. (2015). Genetic Parameters for Linear Type Traits and Milk, Fat, and Protein Production in Holstein Cows in Brazil. Asian-Australas J Anim Sci. 28(4). pp. 476–484.

34. Ladyka, V. I., Khmelnychyi, L. M., Khmelnychyi, S. L. (2019). Conformation types of brown cattle of Sumy region of Ukraine (Monograph). Lublin, 133 p.

35. Sawa, A., Bogucki, M., Krwhel-Czopek, S., Neja, W. (2013).Relationship between conformation traits and life time production efficiency of cows. Life Sciences. pp. 85–084.

Features of conformation type of black-and-white cows of different origin estimated by linear classification method

Khmelnychyi L., Karpenko B.

The research was carried out in the aspect of studying features of conformation type cows of Ukrainian Black-and-White dairy and Holstein breeds estimated by linear classification method. As for the basis we took the herd of the company "Ukrlandfarming, private enterprise "Burynske", Pidlisniv branch in Sumy region. The aim was to conduct a comparative analysis of experimental breeds according to the assessment of linear classification and determine the impact of final score for type on milk productivity first-born cows. In general, first-born cows of both breeds were characterized by good linear estimation, especially on a 100-score scale. However, animals of Holstein breed in comparison with Ukrainian Black-and-White dairy were better in terms of body parts, which characterize the dairy type by 1.3 score, body - by 0.8 score, udder - by 1.2 score and the final assessment - by 0.8 score (P <0.001).On the trait of chest width, Holstein animals were inferior to their Ukrainian Black-and-White dairy breeds with reliable difference of 1.3 score, but exceeded in angularity - by 1.2 score, strength of fore udder parts attachment - on 0.8 score, central ligament - by 1.1 score (P <0.001).The final estimation level of first-born cows for conformation type directly proportionally determined their milk productivity in 305 days of the first lactation. Cows of Holstein and Ukrainian Black-and-White dairy breed with score - "very good" exceeded their peers with score - "good with plus" for milking by 785 and 589 kg (P<0.01) respectively, and with score of "good" - by 1705 and 1502 kg (P<0.001). The use in the selection process of dairy cattle, in determining cows breeding value, linear classification method will be a very effective means of objective definition breed features of conformation type. The presence of correlative relationship between the final score and milk productivity level will contribute to the effectiveness of selection in the indirect sampling of animals on these traits.

Key words: Holstein, Ukrainian Black-and-White dairy, linear type assessment, conformation, milk yield.

Copyright: Хмельничий Л.М., Карпенко Б.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Хмельничий Л.М. https://orcid.org/0000-0001-5175-1291
Карпенко Б.М. https://orcid.org/0000-0002-9942-5863

УДК 636.4:636.033:635.084.421

Відтворні якості свиноматок різних селекційних рівнів

Кремезь М.І.[1], Повод М.Г.[1], Михалко О.Г.[1], Вербельчук Т.В.[2], Вербельчук С.П.[2], Щербина О.В.[3], Калиниченко Г.І.[4]

[1] *Сумський національний аграрний університет*
[2] *Поліський національний університет*
[3] *Херсонський державний аграрно-економічний університет*
[4] *Миколаївський національний аграрний університет*

Кремезь М.І. E-mail: nikolajkremez@gmail.com; Повод М.Г. E-mail: nic.pov@ukr.net;
Михалко О.Г. E-mail: snau.cz@ukr.net; Калиниченко Г.І. E-mail: snau.cz@ukr.net

OPEN ACCESS

Кремезь М.І., Повод М.Г., Михалко О.Г., Вербельчук Т.В., Вербельчук С.П., Щербина О.В., Калиниченко Г.І. Відтворні якості свиноматок різних селекційних рівнів. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 50–64.

Kremez M., Povod M., Mykhalko O., Verbelchuk T., Verbelchuk S., Sherbyna O., Kalynychenko H. Reproductive qualities of sows of different breeding levels. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 50–64.

Рукопис отримано: 21.04.2022 р.
Прийнято: 04.05.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-50-64

У статті проведено порівняння відтворних якостей свиноматок GGP, GP та P селекційних рівнів в умовах промислової технології виробництва свинини за різних варіантів їх розведення. Встановлено, що свиноматки материнських генотипів великої білої та ландрас порід ірландського походження мають високий рівень відтворних якостей на всіх рівнях селекційної піраміди в умовах індустріального комплексу степової зони України. Доведено, що свиноматки порід велика біла та ландрас за їх чистопородного розведення народжували на 32,1–35,2 % більше поросят, мали вищу на 35,9–37,5 % багатоплідність, меншу на 5,1–6,4 % частку нежиттєздатних поросят у гнізді після народження, більшу на 11,4–11,9 % масу гнізда поросят після народження та більшу на 31,6 % кількість поросят у гнізді за відлучення порівняно зі своїми чистопородними аналогами синтетичної термінальної лінії MaxGro. Водночас вони поступались останнім за великоплідністю на 22,0–29,2 %, збереженістю на 5,9–6,8 %, інтенсивністю росту підсисних поросят на 12,5–15,4 %, і як результат масою одного поросяти за відлучення у 28 діб на 14,2–18,8 %. За комплексом відтворних ознак кращими на 12,4–32,4 % виявились свиноматки материнських генотипів над їх аналогами батьківської лінії. За порівняння відтворних якостей свиноматок великої білої та ландрас порід рівня GGP (за чистопородного їх розведення) та їх аналогів GP рівня (за прямого та зворотного схрещування) встановлено переваги тварин GP-рівня за загальною кількістю народжених поросят на 2,1 %, багатоплідністю на 2,8 %, великоплідністю на 1,7 %, масою гнізда поросят після народження на 2,2 %, кількістю поросят за відлучення на 4,1 %, середньою масою поросяти за відлучення на 1,3 %, середньою масою гнізда поросят за відлучення на 4,6 %, швидкістю росту поросят у підсисний період на 1,3 %. Водночас за кількістю нежиттєздатних поросят та збереженістю поросят до відлучення суттєвої різниці між тваринами цих груп не встановлено. Комплексне оцінювання відтворних показників свиноматок GP рівня за допомогою індексу СІВЯС та індексу з обмеженою кількістю ознак довело перевагу тварин цього рівня над їх аналогами з GGP рівня на 2,8–3,3 %. Встановлено, що помісні свиноматки P рівня ♀ВБ×♂Л та ♀Л×♂ ВБ за осіменіння їх спермою кнурів синтетичною кількістю поросят після народження, на 5,1 % за великоплідністю, на 2,3–3,2 % за кількістю поросят за відлучення, на 2,8 % за масою однієї голови за відлучення, на 3,7 % за масою гнізда поросят за відлучення та на 2,3 % за інтенсивністю росту поросят у підсисний період. Водночас вони поступались аналогам GP рівня на 2,7–3,3 % за часткою нежиттєздатних поросят та на 0,6 % за багатоплідністю.

Комплексне оцінювання відтворних якостей свиноматок за допомогою індексу CIBЯC та індексу відтворних якостей свиноматок з обмеженою кількістю ознак не виявило суттєвих відмінностей між свиноматкам P та GP рівнів. За порівняння свиноматок P та GGP рівнів (материнської форми) встановлено їх перевагу за загальною кількістю поросят після народження на 3,9 %, багатоплідністю на 2,2 %, великоплідністю на 6,8 %, масою гнізда поросят після народження на 6,3 %, збереженістю поросят до відлучення на 1,7–2,0 %, кількістю поросят за відлучення на 5,7–6,5 %, масою однієї голови за відлучення на 4,2 %, живою масою гнізда поросят за відлучення на 8,5 %, інтенсивністю росту поросят у підсисний період на 3,5 %, однак встановлено на 0,3–2,7 % меншу частку нежиттєздатних поросят. За комплексною оцінкою свиноматок з використанням індексів CIBЯC та індексу відтворних якостей свиноматок з обмеженою кількістю ознак встановлено перевагу свиноматок P-рівня над GGP на 3,9 та 3,3 % відповідно. Свиноматки P рівня переважали аналогів синтетичної лінії MaxGro за загальною кількістю поросят після народження на 34,2 %, багатоплідністю на 59,1 %, масою гнізда поросят після народження на 27,8 %, кількістю поросят за відлучення на 54,1 %, живою масою гнізда поросят за відлучення на 8,5 %. Однак у гніздах свиноматок синтетичної лінії MaxGro встановлено на 4,2 % вищу частку нежиттєздатних поросят, на 25,8 % великоплідність, на 4,6 % збереженість поросят до відлучення, на 11,8 % масу однієї голови за відлучення, на 8,8 % інтенсивність росту поросят у підсисний період. За комплексною оцінкою свиноматок з використанням індексів CIBЯC та індексу відтворних якостей свиноматок з обмеженою кількістю ознак встановлено перевагу свиноматок P-рівня над GGP на 25,9 та 31,8 % відповідно.

Ключові слова: відтворні якості, збереженість, багатоплідність, маса гнізда, материнські лінії, батьківські лінії.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Свинарство набуло значного розвитку з початку приручення свиней. Сьогоднішнє промислове свинарство має лише кілька загальних рис притаманних раннім способам його ведення і вирізняється створенням професійної масштабної системи виробництва свинини з використанням новітніх технологій у тваринництві. Відбір за певними ознаками покращився не лише завдяки точнішому фенотипуванню за такими ознаками як якість туші, швидкість росту та плодючість [1, 2], а також завдяки схрещуванню порід з бажаними ознаками різного походження [3, 4]. Використання інформації про родовід тварин та масштабне відстеження їх спорідненості прискорило покращення порід свиней [5].

Одомашнення тварин робить сильний селективний тиск на види за допомогою генетичних процесів, таких як інбридинг, генетичний дрейф, природний відбір у неволі та штучний відбір бажаних [6–7]. За останні 10 000 років втручання людини призвело до появи одомашнених видів, які морфологічно, поведінково та генетично відрізняються від своїх диких/предкових родичів [4, 6]. Однак, особливо до початку інтенсивного землеробства два століття тому, одомашнення рідко відбувалося у повній ізоляції від диких родичів [8]. Історія еволюції багатьох одомашнених видів демонструє явні сліди минулої інтрогресивної гібридизації, тобто обміну генетичним матеріалом за зворотного схрещування фертильних гібридів із батьківськими видами. Повідомлялося про інтрогресивну гібридизацію у свиней та великої рогатої худоби [9], курей [8], гусей [10], коней [11] та овець [12].

Швидкість гібридизації свиней зростає у всьому світі через зміну довкілля та інтродукції немісцевих видів [13–15]. Збільшення кількості досліджень у цьому напрямі доводить, що гібридизація свиней за своєю сутністю є природним процесом, який має важливе значення в їх еволюції [16–18]. Враховуючи поширеність гібридизації у дикій природі, перспективи генетиків зміщуються від прагнення підтримувати «чисту» генетичну цілісність виду, виступаючи за гнучкіший підхід до роботи з додаванням сторонньої генетичної інформації у збереженні видів [18]. Незважаючи на це, інтрогресія з домашнього генофонду свиней зі штучно відібраними ознаками залишається проблемою управління, що серйозно обговорюється [19, 20].

Гібридна селекція свиней повільніша і більш ресурсомістка, ніж інбредна однак дає

змогу систематично покращувати популяцію завдяки повторному відбору та одночасній експлуатації гетерозису. Інбредні батьківські лінії можуть однаково відтворювати як самих себе, так і своїх гібридів F_1, тимчасом аутбредні лінії не мають такої можливості, тому однорідні аутбредні лінії мають розмножуватися опосередковано через їх інбредних батьків, щоб використовувати гетерозис. Гетерозис у свиней, як і в інших видів тварин, є очікуваним наслідком неадитивних ефектів усього геному на рівні популяції упродовж еволюції [21, 22]. Розуміння гетерозису лише з погляду молекулярно-генетичних механізмів може бути невидимим, оскільки гетерозис, імовірно є емерджентною властивістю популяцій. Гібридна селекція свиней – це процес періодичного поліпшення їх популяції для максимізації гібридних показників. Гібридна селекція свиней не є максимізацією гетерозису як такого, ні тестуванням випадкових комбінацій особин для пошуку виняткового гібриду, ні використанням гетерозису замість поліпшення популяції [23, 24].

У попередніх дослідженнях встановлено, що у свиноматок материнських генотипів через їх високу багатоплідність збереженість поросят до відлучення на 28 добу життя виявилась на 22,85 та 17,70 % ($p< 0,001$) гіршою порівняно з тваринами батьківської синтетичної лінії. Найгіршою збереженість виявилась у свиноматок великої білої породи, які за цим показником поступались на 4,85 % ровесницям породи ландрас ($p< 0,05$) [25]. Крім того, було встановлено, що свиноматки F_1 від поєднання порід велика біла × ландрас ірландської та німецької селекцій за схрещування їх з кнурами спеціалізованої синтетичної лінії максгро ірландської селекції мали кращі показники відтворної продуктивності порівняно з аналогами української селекції. Водночас свиноматки F_1 німецької селекції поступалися за цими ознаками аналогам ірландської селекції, однак переважали тварин вітчизняної селекції [26].

В опублікованих працях вказано на наявність залежності багатоплідності свиноматок від їх генотипу. Кращою вона виявилась у свиноматок F_1 порівняно з аналогами, отриманими від зворотного схрещування, у яких багатоплідність була нижчою на 5,2 %, та порівняно з однолітками, отриманими від чистопородного розведення, у яких вона була також нижчою на 6,2 % [27].

Останнім часом, зважаючи на недостатній рівень продуктивності свиней вітчизняних порід, більшість сучасних виробників свинини завозять генетичний матеріал зарубіжної селекції. Однак за сучасної епізоотичної ситуації у світовому свинарстві та проблем з міждержавною логістикою таке завезення є досить ризикованим і дороговартісним. У зв'язком з цим основні вітчизняні виробники свинини прагнуть створювати нуклеусні стада тварин зарубіжної селекції на базі свої виробничих потужностей. Продуктивність свиней зарубіжної селекції в геокліматичних умовах різних регіонів України є недостатньо вивченою.

Мета дослідження – оцінити відтворні якості свиноматок материнських ліній великої білої і ландрас порід та синтетичної батьківської лінії MaxGro ірландської генетичної компанії «Hermitag» на рівні прабатьківського (GGP), батьківського (GP) стада та товарного репродуктора (P).

Матеріал і методи дослідження.

Для проведення дослідження було вивчено продуктивність свиноматок племінного ядра прабатьківських та батьківських стад на племінному репродукторі ТОВ «НВП «Глобинський свинокомплекс» та його порівняння за продуктивністю маточного стада товарного репродуктора № 2 с. Обізнівка (табл. 1). З цією метою на племінному репродукторі в кожен тижневий ритм відбирали по чотири свиноматки прабатьківських ліній материнських генотипів порід великої білої (♀ВБ × ♂ВБ) та ландрас (♀Л × ♂Л), які були запліднені спермою кнурів цих самих порід, і всі опороси свиноматок батьківської лінії MaxGro (♀MG × ♂MG). За контроль було прийнято свиноматок великої білої породи за чистопородного їх розведення. На цьому самому репродукторі, у ці самі терміни було за методом аналогів відібрано по чотири свиноматки батьківського стада порід велика біла та ландрас ірландської фірми Hermitage Genetics, які були запліднені спермою кнурів ландрас і великої білої порід відповідно (IV та V дослідні групи), потомство від яких мало генотип (♀ВБ × ♂Л) та (♀Л × ♂ВБ).

Водночас на товарному репродукторі № 2 у ці самі терміни було за принципом випадкової вибірки відібрано по чотири помісних свиноматки F_1 від реципрокного схрещування порід велика біла та ландрас ірландського походження (VI та VII дослідні групи), які були запліднені спермою кнурів синтетичної термінальної лінії MaxGro, від яких отримали нащадків з генотипом (♀(ВБ × Л) × ♂ MG) та (♀(Л × ВБ) × ♂ MG).

Годівля дослідних свиноматок і поросят були ідентичними впродовж усього періоду досліджень і здійснювались комбікормами власного виробництва, які були повноцінними та збалансованими за поживними речовинами.

Таблиця 1 – **Схема досліджень впливу породних поєднань на відтворні якості свиней вихідних форм та користувальних свиноматок**

Група та її призначення	Порода свиноматки	Порода кнура	Селекційний рівень	Кількість опоросів
I (контрольна)	ВБ	ВБ	GGP	200
II (дослідна)	Л	Л	GGP	200
III (дослідна)	MG	MG	GGP	60
IV (дослідна)	ВБ	Л	GP	200
V (дослідна)	Л	ВБ	GP	200
VI (дослідна)	ВБ × Л	MG	P	200
VII (дослідна)	Л × ВБ	MG	P	200

Примітки: ВБ – велика біла порода ірландського походження; Л – порода ландрас ірландського походження; MG – синтетична лінія MaxGro ірландського походження.

Утримували свиноматок усіх дослідних груп у холостий і умовно-поросний період в індивідуальних станках-боксах за дозованої годівлі дозуванням корму об'ємними дозаторами. Після встановлення поросності за допомогою ультразвукового сканування на 35–38 добу поросності всіх дослідних свиноматок перевели у групові станки по 60 голів з дозованою годівлею за допомогою кормових автоматів Velos голандської фірми Nedap. У понеділок шістнадцятого тижня поросності всіх дослідних свиноматок переводили в індивідуальні станки для опоросу.

Упродовж дослідження умови утримання, водонапування, гноєвидалення були однаковими для тварин усіх дослідних груп.

Для порівняння відтворної продуктивності тварин прабатьківського, батьківського та товарного стад враховували наступні ознаки: кількість народжених поросят, багатоплідність, маса гнізда поросят після народження та відлучення та кількість відлучених поросят на гніздо і їх збереженість.

Ріст підсисного молодняку аналізували за ознаками: маса гнізда поросят за відлучення, середньодобовий приріст живої маси поросят у підсисний період, які розраховували за загальноприйнятими методами.

Комплексну оцінку відтворних якостей свиноматок визначали за допомогою оціночного індексу з обмеженою кількістю ознак, за методикою М.Д. Березовського та Д. В. Ломако [28]:

$$I = B + 2W + 35G,$$

де B – кількість поросят після народження, гол;

W – кількість відлучених поросят, гол.;

G – середньодобовий приріст поросят до відлучення, кг.

Селекційний індекс відтворних якостей свиноматок (СІВЯС) визначали за методикою запропонованою О.М. Церенюком [29]:

$$\text{СІВЯС} = 6X_1 + 9{,}34\left(\frac{X_2}{X_3}\right),$$

де СІВЯС – селекційний індекс відтворних якостей свиноматок;

X_1–багатоплідність, гол;

X_2 – маса гнізда за відлучення, кг;

X_3 – термін відлучення, діб;

6 та 9,34 – коефіцієнти.

Статистичне оброблення даних експериментальних досліджень проводили методами біометрії за методикою Е.К. Меркурьєвой [30] з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel. Результати вважали статистично значущими за першого – P<0,05, другого – P<0,01 та третього – P<0,001 порогів достовірності.

Результати дослідження та обговорення. Результати досліджень свідчать про високі показники відтворних якостей свиноматок ірландського походження. З таблиці 2 видно суттєву різниці у відтворних показниках між лініями, які селекціонуються як материнські, так і батьківські.

Так, у прабатьківському стаді найвищими показниками потенційної багатоплідності (загальної кількості народжених поросят) вирізнялись свиноматки великої білої породи. Майже такий рівень потенційної багатоплідності мали їх аналоги породи ландрас. Значно – на 5,5 голови (35,2 %) (p<0,001) – за цією ознакою поступались великим білим аналогам свиноматки синтетичної лінії MaxGro, які зі свого боку поступались за загальною кількістю на-

роджених поросят своїм аналогам породи ландрас на 5,4 голови, або 32,1 % (p<0,001).

Аналіз багатоплідності показав схожу тенденцію. За чистопородного розведення свиноматки материнських генотипів перевершували аналогів з термінальної лінії MaxGro на 5,7–6,0 голови, або 35,9–37,5 % (p<0,001). Серед тварин, які селекціонуються за материнськими якостями, виявлено тенденцію підвищення на 0,3 голови багатоплідності у свиноматок великої білої породи.

У дослідженнях найбільшу кількість нежиттєздатних поросят встановлено у свиноматок синтетичної лінії MaxGro – 1,2 голови, що більше на 0,5 голови, або 41,7 % (p<0,001), ніж у тварин великої білої породи, та на 0,3 голови 25 % недостовірно нижче аналогів породи ландрас. Тимчасом у останніх кількість нежиттєздатних поросят виявиласьна 0,2 гол. більше порівняно з гніздами свиноматок великої білої породи.

Великоплідність свиноматок зворотно корелює з кількістю народжених поросят на опорос. У дослідженнях цей показник виявився достовірно вищим у маток синтетичної лінії MaxGro, які за цією ознакою на 0,49 кг, або 29,2 % (p<0,001) перевершували ровесниць великої білої породи, та на 0,37 кг (22,0 %) тварин породи ландрас. Серед свиноматок материнських генотипів достовірно (p<0,001) вищу на 0,12 кг (10,1 %) великоплідність мали тварини породи ландрас.

Маса гнізда поросят є добутком їх кількості та індивідуальної маси після народження. У дослідженнях тварини материнських генотипів GGP-рівня мали досить високий показник. Так, свиноматки великої білої породи мали масу гнізда поросят після народження 19,3 кг, що на 2,2 кг, однак 11,4 % (p<0,001) більше порівняно з аналогами синтетичної лінії MaxGro, однак на 2,3 кг, або 11,9 % (p<0,001) менше, ніж у аналогів породи ландрас. За цією ознакою свиноматки породи ландрас достовірно (p<0,001) на 4,5 кг, або 20,5 % переважали тварин синтетичної лінії MaxGro.

Збереженість поросят до відлучення також негативно корелює з їх кількістю у гнізді. Найгіршою вона була у свиноматок великої білої породи, які на 0,9 % поступались ровесницям породи ландрас та на 6,8 % тваринам синтетичної лінії MaxGro. Водночас свиноматки III групи переважали аналогів породи ландрас (II група) на 5,9 %.

На кількість поросят за відлучення впливають, як їх кількість після народження, так і збереженість під час підсисного періоду. За період дослідження, зважаючи на гіршу збереженість через вищу багатоплідність, у гніздах свиноматок материнських генотипів GGP-рівня збереглось 12,3–12,4 голови, тимчасом у тварин батьківського генотипу їх виявилось достовірно (p<0,001) на 3,8–3,9 голови або 31,6 % менше.

Таблиця 2 – **Відтворні якості свиноматок GGP рівня, M±m**

Поєднання порід і ліній	♀ВБ × ♂ ВБ	♀Л × ♂ Л	♀ MG × ♂ MG
групи	I (контрольна)	IV (дослідна	IV (дослідна
n	196	184	56
Загальна кількість народжених поросят, гол.	16,9±0,23	16,8±0,17	11,4±0,24***
Багатоплідність, гол.	16,2±0,19	15,9±0,14	10,2±0,14***
Кількість мертвонароджених, муміфікованих та нежиттєздатних поросят, гол.	0,7±0,11	0,9±0,13	1,2±0,12***
Частка нежиттєздатних поросят, %	4,1	5,4	10,5
Великоплідність, кг	1,19±0,019	1,31±0,017***	1,68±0,032***
Маса гнізда поросят після народження, кг	19,3±0,37	21,6±0,42***	17,1±0,38***
Збереженість, %	76,5±1,34	77,4±1,67	83,3±1,27***
Кількість поросят за відлученя, гол.	12,4±0,22	12,3±0,17	8,5±0,19***
Маса одного поросяти за відлученя в 28 діб, кг	7,04±0,084	7,32±0,062**	8,36±0,102***
Маса гнізда поросят за відлучення, кг	87,3±2,04	90,0±1,43	71,1±1,69***
Середньодобовий приріст поросят сисунів, г	209±2,9	213±3,2	239±4,2***
СІВЯС, балів	126,3	125,4	84,9
Оціночний індекс, балів	48,3	48,0	35,6

Маса поросят до відлучення залежить від молочності свиноматок та їх кількості в гнізді впродовж лактації. Найвищою вона виявилась у поросят синтетичної лінії MaxGro, які достовірно (p<0,001) на 1,32 кг, або 18,8 % переважали ровесників великої білої породи та на 1,04 кг (p<0,001), або 14,2 % аналогів породи ландрас. Водночас поросята породи ландрас до відлучення мали достовірно (p<0,01) вищу на 0,28 кг (4,0 %) масу порівняно з ровесниками великої білої породи.

Маса гнізда поросят за відлучення залежить від їх кількості в гнізді та індивідуальної живої маси. За цією ознакою достовірної різниці між тваринами материнських порід GGP-рівня не виявлено. Сспостерігали тенденцію збільшення цього показника на 2,7 кг, або 3,1 % у свиноматок породи ландрас. Водночас за порівняння маси гнізда поросят за відлучення у свиноматок материнських генотипів з їх аналогами синтетичної лінії MaxGro встановлено достовірне перевищення перших на 16,6 кг, або 19,1 % контрольна група, та на 18,9 кг, або 21,0 % (II дослідна група).

У гніздах свиноматок GGP-рівня материнського напряму продуктивності також встановлено нижчу порівняно з батьківським генотипом швидкість росту поросят у підсисний період. Як видно з таблиці 2 найбільш інтенсивно росли в цей період поросята синтетичної лінії MaxGro, які достовірно на 30 г, або 15,4 % (p<0,001) переважали своїх ровесників з контрольної групи, та на 26 г, або 12,2 % тварин з II дослідної групи (p<0,001). Водночас чистопородні поросята породи ландрас мали тенденцію підвищення на 4 г середньодобових приростів порівняно з аналогами великої білої породи.

За даними комплексного оцінювання відтворних якостей свиноматок за допомогою індексу СІВЯС встановлено суттєве перевершення за цим показником тварин материнських генотипів над аналогами синтетичної термінальної лінії MaxGro на 40,5–41,0 бала, або 32,3–32,4 %. Серед материнських генотипів GGP рівня кращий на 0,9 бала, або 0,7 % індекс СІВЯС мали свиноматки великої білої породи.

Схожу тенденцію спостерігали і за даними оцінювання за індексом відтворних якостей з обмеженою кількістю ознак, де також була істотна перевага на 12,4–12,7 бала, або 25,7 % свиноматок материнських порід над аналогами термінальної лінії. Серед материнських генотипів кращим і за цим індексом виявились тварини великої білої породи.

Отже, свиноматки великої білої та ландрас порід за їх чистопородного розведення народжували на 32,1–35,2 % більше поросят, мали вищу на 35,9–37,5 % багатоплідність, меншу на 5,1–6,4 % частку нежиттєздатних поросят у гнізді після народження, більшу на 11,4–11,9 % масу гнізда поросят після народження та більшу на 31,6 % кількість поросят у гнізді за відлучення порівняно з чистопородними аналогами синтетичної термінальної лінії MaxGro.

Водночас вони поступались останнім за великоплідністю на 22,0–29,2 %, збереженістю на 5,9–6,8 %, інтенсивністю росту підсисних поросят на 12,5–15,4 %, і як результат масою одного поросяти за відлучення у 28 діб на 14,2–18,8 %. За комплексом відтворних ознак закономірно кращими на 12,4–32,4 % виявились свиноматки материнських генотипів над їх аналогами батьківської лінії.

За порівняння продуктивності свиноматок рівнів GGP та GP встановлено перевагу останніх за деякими відтворними показниками.

Як за прямого, так і реципрокного схрещувань загальна кількість народжених поросят виявилась вищою порівняно з обома вихідними формами. Так, за прямого схрещування свиноматок великої білої породи з кнурами породи ландрас загальна кількість народжених поросят становила 17,4 голови, що на 0,5 голови, або 3,0 % більше, ніж у тварин контрольної групи, та на 0,6 голови, або 3,6 % порівняно з чистопородними гніздами свиноматок породи ландрас. За порівняння зворотного варіанта схрещування також встановлено перевагу помісних гнізд над чистопородними за ознакою потенційної багатоплідності. Порівняно з тваринами контрольної групи вона становила 0,1 голови (0,6 %), а з аналогами другої групи – 0,2 голови (1,2 %). Середнє значення загальної кількості народжених поросят у помісних гніздах виявилося на 2,1 % вищим порівняно з чистопородними гніздами свиноматок вихідних форм.

За багатоплідністю перевищення показників свиноматок IV та V дослідних груп над тваринами контрольної та II дослідної груп становило 2,8 %. Вищою багатоплідністю серед свиноматок GP-рівня відзначились тварини IV дослідної групи, які на 0,2 голови, або 2,3 % переважали аналогів з V дослідної групи. Водночас тварини IV дослідної групи мали вищу на 0,4 голови (2,7 %) багатоплідність порівняно з аналогами контрольної групи, та на 0,7 голови (4,22 %) порівняно зі свиноматками II дослідної групи. Водночас свиноматки породи ландрас за поєднання з кнурами великої білої породи (V дослідна група) мали перевагу за ознакою багатоплідності над ровесницями контрольної групи на 0,1 голови (0,7 %) та тваринами II дослідної групи на 0,5 голови (3,1 %).

Таблиця 3 – **Відтворні якості свиноматок GGP рівня, M±m**

Показник	Поєднання порід	
	♀ВБ × ♂Л	♀Л × ♂ ВБ
групи	IV (дослідна)	V (дослідна
n	224	216
Загальна кількість народжених поросят, гол.	17,4±0,29	17,0±0,33
Багатоплідність, гол.	16,6±0,25	16,4±0,31
Кількість мертвонароджених, муміфікованих та нежиттєздатних поросят, гол.	0,8±0,15	0,6±0,14
Частка нежиттєздатних поросят, %	4,6±0,67	3,5±0,65
Великоплідність, кг	1,25±0,016*	1,29±0,009***
Маса гнізда поросят після народження, кг	20,8±0,39**	21,2±0,32***
Збереженість, %	77,1±1,95	77,4±1,67
Кількість поросят за відлучення, гол.	12,8±0,21*	12,7±0,16*
Маса одного поросяти за відлучення в 28 діб, кг	7,24±0,062**	7,31±0,097*
Маса гнізда поросят за відлучення, кг	92,7±2,11*	92,8±1,97*
Середньодобовий приріст поросят сисунів, г	214±4,1	215±3,7
СІВЯС, балів	130,5	129,4
Оціночний індекс, балів	49,3	49,6

Кількість нежиттєздатних поросят у помісних гніздах свиноматок IV та V дослідних груп порівняно з чистопородними гніздами свиноматок GGP (контрольна та II дослідна групи) не мала суттєвої різниці.

За великоплідністю свиноматки GP-рівня як за прямого, так і зворотного варіантів схрещування, достовірно переважали аналогів великої білої породи за чистопородного варіанта розведення на 0,06 (5,4 %) та 0,10 кг (8,4 %) (p<0,05 та 0,001) відповідно, однак поступалися ровесницям породи ландрас за їх чистопородного розведення на 0,02 (1,5 %) (p<0,05) та 0,06 кг (4,6 %). Загалом середні показники великоплідності свиноматок GP-рівня були на 0,02 кг, або 1,7 % вищими порівняно з тваринами GGP-рівня.

Серед тварин рівня GP вищою на 3,2 % великоплідністю вирізнялися тварини V дослідної групи.

Маса гнізда поросят після народження свиноматок GP-рівня IV та V дослідних груп виявилась вищою порівняно з аналогами контрольної групи на 1,5 (7,8 %) (p<0,05) та 1,9 кг (9,9 %) (p<0,01) відповідно. Порівняно із тваринами II дослідної групи цей показник був рівним зі свиноматками IV дослідної групи та вищим на 0,3 кг (1,4 %), ніж у аналогів V дослідної групи. Загалом свиноматки GGP-рівня мали нижчу на 0,45 кг, або 2,2 % масу гнізда поросят після народження порівняно з тваринами GP рівня.

Збереженість поросят до відлучення суттєво не різнилася між гніздами свиноматок GGP- та GP-рівнів. Дещо нижчою вона була у тварин контрольної групи.

Враховуючи більшу кількість поросят після народження у помісних гніздах свиноматок GP-рівня та приблизно рівну їх збереженість у тварин GGP- та GP-рівнів прогнозованим явищем є дещо вища кількість поросят у помісних гніздах IV та V дослідних груп. Так, у помісних гніздах GP рівня до відлучення виявилось на 4,1 % більше поросят порівняно з вихідними формами GGP-рівня. Порівнюючи прямий і реципрокний варіанти поєднання вихідних порід, не встановлено суттєвої відмінності між показником кількості поросят до відлучення. Порівняно зі свиноматками вихідних порід встановлено тенденцію підвищення кількості поросят за відлучення у свиноматок IV та V дослідних груп на 0,4 (3,2 %) та 0,3 голови (2,4 %). Дещо вищу, однак не достовірну різницю 0,5 (4,1 %) та 0,4 голови (3,3 %) виявлено порівняно зі свиноматками II дослідної групи.

Індивідуальна маса одного поросяти GP рівня виявилась на 0,25 кг, або 2,5 % вищою порівняно з аналогами GGP-рівня. Встановлено дещо вищу на 0,11 кг (1,5 %) масу поросят за відлучення в гніздах з поєднанням порід ♀Л × ♂ВБ порівняно з реципрокним варіантом. Показник цього поєднання був на 0,11 кг (1,6 %) вищим порівняно з тваринами контрольної та знаходився майже на рівні II дослідної групи. Маса одного поросяти за відлучення за поєднання порід ♀ВБ × ♂Л мала проміжне значення між показниками вихідних порід. Відмінність середньої маси поросяти за відлучення у свиноматок GGP-рівня виявилась нижчою порівняно з аналогами GP рівня на 0,095 кг, або 1,3 %.

Враховуючи більшу кількість поросят за відлучення та вищу їх індивідуальну масу, закономірним є перевищення помісних гнізд свиноматок GP-рівня над аналогами вихідних форм за масою гнізда поросят за відлучення. Так, середня маса гнізда поросят за відлучення у свиноматок IV та V дослідних груп виявилась на 4,1 кг або 4,6 % вищою порівняно з аналогами I та II груп. Різниці між показниками цієї ознаки у тварин рівня GP майже не постерігали. Водночас маса гнізда поросят у свиноматок IV та V дослідних груп виявилась на 5,4 та 5,5 кг (6,3 %) більшою порівняно з аналогами контрольної та на 2,7–2,8 кг (3,1 %) з тваринами другої групи відповідно.

Інтенсивність росту підсисних поросят у помісних гніздах свиноматок IV та V дослідних груп встановлена на рівні чистопородних тварин вихідної породи – ландрас, однак була вищою на 4–5 г (2,3 %) порівняно з поросятами контрольної групи. В середньому помісні поросята в підсисний період мали на 1,3 % вищу швидкість росту порівняно з чистопородними.

Комплексне оцінювання свиноматок GP-рівня за допомогою індексу СІВЯС довело перевагу тварин цього рівня над аналогами GGP-рівня на 4,1 бала (3,3 %). Водночас оцінювання за індексом з обмеженою кількістю ознак виявило перевагу тварин GP рівня на 1,35 бала, або 2,8 %.

Отже, за порівняння відтворних якостей свиноматок великої білої та ландрас порід рівня GGP (за чистопородного їх розведення I та II груп) та їх аналогів GP-рівня (IV та V груп), яких схрещували між собою, встановлено перевагу тварин GP рівня за загальною кількістю народжених поросят на 2,1 %, багатоплідністю на 2,8 %, великоплідністю на 1,7 %, масою гнізда поросят після народження на 2,2 %, кількістю поросят за відлучення на 4,1 %, середньою масою поросят за відлучення на 1,3 %, середньою масою гнізда поросят за відлучення на 4,6 %, швидкістю росту поросят у підсисний період на 1,3 %. Водночас за кількістю нежиттєздатних поросят та їх збереженістю до відлучення суттєвої різниці між тваринами цих груп не встановлено.

Комплексне оцінювання відтворних показників свиноматок GP-рівня за допомогою індексу СІВЯС та індексу з обмеженою кількістю ознак довело перевагу над аналогами з GGP рівня на 2,8–3,3 %.

За порівняння відтворної здатності свиноматок GGP-рівня, яких використовували за чистопородного розведення, GP-рівня, які мали помісні гнізда поросят від прямого та реципрокного схрещувань материнських порід та їх аналогів P рівня, які давали гібридне потомство, встановлено, що помісні свиноматки за осіменіння їх спермою кнурів синтетичної термінальної лінії MaxGro мали середнє значення загальної кількості поросят після народження на 3,9 % більше, ніж тварини GGP-рівня, та на 2,1 % більше свиноматок GP-рівня. Достовірно вищим на 0,8 голови (4,8 %) цей показник мали свиноматки VI дослідної групи за порівняння з тваринами II дослідної групи ($p<0,05$). Порівняно зі свиноматками інших груп материнського напряму продуктивності достовірної різниці за цією ознакою не встановлено. Спостерігали лише тенденцію її підвищення на 0,2–0,5 голови у свиноматок VI та VII дослідних груп порівняно з аналогами I, II, IV та V груп. Порівняно зі свиноматками III тварини VI та VII дослідних груп мали достовірну 6,0–6,2 голови (6,0–6,2 %) потенційну багатоплідність.

Під час аналізу багатоплідності свиноматок P-рівня встановлено перевищення цього показника над аналогами GGP-рівня в середньому на 2,2 % та зниження його на 0,6 % порівняно з тваринами GP-рівня. Достовірної різниці за показником багатоплідності між свиноматками материнського напряму продуктивності не встановлено. Водночас спостерігали тенденцію підвищення багатоплідності у свиноматок VI та VII дослідних груп порівняно з контрольною на 0,2 голови (1,2 %) та II дослідною на 0,5 голови (3,5 %). Цей показник знаходився на рівні тварин V дослідної групи та поступався на 0,2 голови (2,1 %) значенням аналогів IV дослідної групи. За порівняння багатоплідності свиноматок P-рівня з батьківською формою MaxGro встановлено суттєву перевагу на 6,2 голови (59,1 %) перших над тваринами III дослідної групи.

У гніздах поросят VI та VII дослідних груп виявилась найбільша частка нежиттєздатних поросят, яка була на 0,3–2,7 % вищою порівня-

но з чистопородними гніздами материнського напряму GGP-рівня та на 2,7–3,3 % з помісними гніздами GP-рівня, однак меншою на 3,7–4,8 % порівняно з гніздами свиноматок синтетичної лінії MaxGro.

Маса одного поросяти після народження у гібридних гніздах свиноматок VI та VII дослідних груп була в середньому на 5,1 % вищою, ніж у помісних гніздах IV та V дослідних груп, та на 6,8 % порівняно з чистопородними гніздами I та II груп. Водночас цей показник у свиноматок P-рівня був достовірно на 0,35 кг (25,8 %) нижчим порівняно з аналогами синтетичної лінії MaxGro (p<0,001). Порівнюючи великоплідність поросят у гібридних гніздах (VI та VII групи) з чистопородними їх аналогами (I та II групи) встановлено достовірне (p<0,001) перевищення їх на 0,13–0,16 кг (10,9–13,5 %) над свиноматками великої білої породи та на 0,01–0,04 кг (0,8–3,1 %) (p<0,05) над тваринами породи ландрас. Порівнюючи великоплідність поросят з гібридних та помісних гнізд встановлено достовірну перевагу на 0,1 кг (8,0 %) свиноматок VII над тваринами IV дослідної групи та на 0,06 кг (4,7 %) над аналогами з V дослідної групи (p<0,001).

За порівняння маси одного поросяти після народження генотипу (♀ВБ × ♂Л) ×♂MG (VI група) з їх напівкровними аналогами від схрещування ♀ВБ × ♂Л та ♀Л × ♂ ВБ встановлено достовірну (p<0,01) їх перевагу над тваринами IV дослідної групи на 0,05 кг (4,0 %), і тенденцію до перевищення показника аналогів V дослідної групи на 0,03 кг (2,3 %).

Середні показники маси гнізда поросят після народження були вищими у гібридних гніздах на 6,3 % порівняно з чистопородними гніздами свиноматок материнської форми, та на 3,8 % з помісними гніздами IV та V дослідних груп. Тимчасом свиноматки VI дослідної групи мали вищу масу гнізда поросят після народження порівняно з аналогами контрольної групи на 2,3 кг (11,9 %) (p<0,01), III дослідної – групи на 4,5 кг (26,3 %) (p<0,001), IV – на 0,4 кг (2,2 %) та V – на 0,5 кг (23,3 %). Свиноматки поєднання ♀Л × ♂ВБ, яких осіменяли спермою кнурів синтетичної лінії MaxGro, мали найвищу серед тварин дослідних груп масу гнізда поросят після народження – 22,1 кг, яка обумовлена досить високою їх багатоплідністю та найвищою великоплідністю. Вони переважали за цією ознакою тварин контрольної групи на 2,9 кг (14,9 %) (p<0,001), II дослідної групи – на 0,5 кг (2,3 %), III – на 5,0 кг (29,2%) (p<0,001), IV – на 1,4 кг (6,7 %) (p<0,05), V – на 1,0 кг (4,7 %) та VI – на 0,5 кг (2,7 %).

Таблиця 4 – **Відтворні якості свиноматок P рівня, M±m**

Показник	Поєднання порід і ліній	
	(♀ВБ × ♂Л) ×♂MG	(♀Л × ♂ВБ) ×♂MG
n	211	224
Загальна кількість народжених поросят, гол.	17,6±0,36	17,4±0,23
Багатоплідність, гол.	16,4±0,32	16,4±0,21
Кількість мертвонароджених, муміфікованих та нежиттєздатних поросят, гол.	1,2±0,13	1,0±0,11
Частка нежиттєздатних поросят, %	6,8	5,7
Великоплідність, кг	1,32±0,014***	1,35±0,012***
Маса гнізда поросят після народження, кг	21,6±0,27**	22,1±031***
Збереженість, %	78,0±1,64	79,9±1,17
Кількість поросят за відлучення, гол.	12,8±0,23***	13,1±0,20***
Маса одного поросяти за відлучення в 28 діб, кг	7,42±0,103**	7,54±0,091***
Маса гнізда поросят за відлучення, кг	95,0±2,16***	98,8±2,11***
Середньодобовий приріст поросят сисунів, г	218±4,7*	221±2,7**
СІВЯС, балів	130,1	131,3,3
Оціночний індекс, балів	49,6	50,3

Гібридизація позитивно вплинула на збереженість поросят до відлучення, яка в гібридних гніздах виявилась вищою порівняно з чистопородними та помісними, за винятком чистопородних гнізд свиноматок синтетичної лінії MaxGro. Так, середній показник збереженості поросят до відлучення в гібридних гніздах стоновив 79,0 %, тимчасом у помісних він був нижчим на 1,7 %, а в чистопородних тварин материнських ліній – на 2,0 %. Найкращу збереженість мали тварини VII дослідної групи – 79,9 %, які переважали за цією ознакою аналогів VI групи на 0,5 %, V – на 2,4 %, IV – на 2,8 %, II – на 2,5 %, та на 3,3 % контрольної групи (p<0,05-0,001). Водночас свиноматки III дослідної групи мали найкращу збереженість і переважали за цією ознакою гібридні гнізда VII групи на 3,5 % та VI – на 5,3 % (p<0,001).

Високий рівень багатоплідності та найвища серед дослідних груп збереженість сприяли найбільшій кількості поросят за відлучення у двопородних свиноматок ♀Л × ♂ВБ, запліднених спермою кнурів синтетичної лінії MaxGro (VII дослідна група), які переважали аналогів поєднання (♀ВБ × ♂Л) ×♂MG на 0,3 голови (2,3 %), свиноматок великої білої та ландрас порід за чистопородного їх розведення на 0,7 (5,7 %) та 0,8 голови (6,5 %) відповідно (p<0,01), тварин цих самих порід за прямого і зворотного їх схрещування на 0,3 (2,3 %) та 0,4 голови (3,2 %) відповідно та чистопородних тварин синтетичної лінії MaxGro на 4,6 голови (54,1 %) (p<0,001).

Прояв ефекту гібридизації спостерігали і в значеннях індивідуальної маси поросят за відлучення. Так, у гібридних гніздах свиноматок VI та VII дослідних груп рівень цієї ознаки виявився на 2,8 % вищим порівняно з двопородними поросятами IV та V груп, і на 4,2 % порівняно з чистопородними поросятами I та II груп. Водночас маса поросят за відлучення у гніздах поросят синтетичної лінії MaxGro виявилась на 8,8–18,8 % вищою порівняно з тваринами інших генотипів за різних методів їх розведення. Встановлено, що маса одного поросяти за відлучення у свиноматок III дослідної групи була достовірно (p<0,001) на 0,88 кг (11,8 %) більшою порівняно з середнім значенням аналогів VI та VII дослідних груп, на 0,64 кг (14,9 %) з поросятами IV та V груп та на 1,18 кг (16,4 %) порівняно з ровесниками I та II груп. Це зумовлено як генетичними особливостями поросят синтетичної лінії MaxGro, так і суттєво меншою їх кількістю в гніздах свиноматок III дослідної групи.

Завдяки впливу генотипу та методу розведення маса одного поросяти за відлучення виявилась вищою в гібридних гніздах свиноматок VII дослідної групи, які за рівнем прояву ознаки переважали аналогів з VI групи на 0,12 кг (1,6 %), чистопородних ровесників з II групи на 0,22 кг (3,0 %) (p<0,05) та помісних поросят з IV групи на 0,30 кг (4,1 %) (p<0,01). Водночас маса поросяти за відлучення виявилась найнижчою у чистопородних свиноматок контрольної групи – 7,04 кг, які достовірно поступались за її рівнем аналогам з інших груп (p<0,05–0,001). Отже, маса одного поросяти за відлучення більше залежала від генетичних особливостей поросяти, ніж від методів розведення.

Враховуючи, що в гібридних гніздах поросят від свиноматок VI та VII дослідних груп збереглася до відлучення найбільша їх кількість серед усіх дослідних свиноматок, та в цих самих гніздах встановлено найвищі показники індивідуальної маси поросят за відлучення, закономірно в них виявилась найвищою і жива маса гнізда поросят за відлучення. Так, середнє значення показника живої маси гнізда поросят за відлучення у свиноматок VI та VII дослідних груп виявилося на 3,7 % вищим порівняно з аналогами IV та V дослідних груп, і на 8,5 % вищим порівняно з середнім значенням у тварин I та II груп. Найвищим цей показник виявився у помісних свиноматок (♀Л × ♂ВБ) за осіменіння їх спермою кнурів синтетичної лінії ♂MG, які на 3,8 кг (4,0 %) недостовірно перевищували гібридні гнізда поросят генотипу (♀ВБ × ♂Л) ×♂MG, достовірно (p<0,05) на 5,9–6,1 кг (6,4–6,6 %) помісні гнізда ♀ВБ × ♂Л та ♀Л × ♂ВБ, на 8,7 кг (9,7 %) чистопородні гнізда свиноматок породи ландрас (p<0,001) та на 11,5 кг (13,5 %) (p<0,001) чистопородні гнізда свиноматок великої білої породи.

Найменшою масою гнізда поросят за відлучення вирізнялися свиноматки синтетичної лінії MaxGro, які поступались тваринам материнських генотипів на 17,2–27,7 кг (19,6–28,0 %) (p<0,001).

Найвищою інтенсивністю росту поросят у підсисний період серед дослідних тварин відрізнялися чистопородні тварини синтетичної лінії MaxGro, які переважали ровесників від інших поєднань на 8,1–14,4 %. Це зумовлено як генетичними особливостями, так і незначною їх кількістю в гнізді під час лактації. Вплив генотипу цих тварин сприяв і підвищеній енергії росту підсисних поросят у свиноматок VI та VII дослідних груп порівняно з аналогами материнських генотипів. Так, середнє значення середньодобових приростів у гібридних поросят VI та VII дослідних груп виявилось вищим на 5,0 г

(2,3 %) порівняно з помісними аналогами IV та V дослідних груп та на 7,5 г (3,5%) порівняно з чистопородними ровесниками I і II груп.

За результатами комплексного оцінювання відтворних якостей свиноматок за допомогою індексу СІВЯС, розробленого О.М. Церенюком, не встановлено суттєвих відмінностей між свиноматками Р- та GP-рівнів, на яких використовували гібридизацію та схрещування. Тимчасом вони на 4,9 бала, або 3,9 % перевершували аналогів GGP рівня за їх чистопородного розведення. Водночас усі свиноматки материнських генотипів переважали за цим індексом на 40,5–46,4 бала, або 32,3–35,4 % ровесниць синтетичної лінії MaxGro.

Схожі результати отримано за розрахунку індексу відтворних якостей свиноматок з обмеженою кількістю ознак, за методикою М. Д. Березовського та Д. В. Ломако. За величиною цього індексу також майже відсутня різниця між свиноматками GP- та Р-рівнів, які переважали тварин GGP рівня на 12,5–14,8 бала, або 25,9–31,8 %.

Встановлено, що помісні свиноматки Р-рівня ♀ВБ×♂Л та ♀Л×♂ ВБ за осіменіння їх спермою кнурів синтетичної термінальної лінії MaxGro мали середнє значення загальної кількості поросят після народження на 3,9 % більше, ніж тварини материнського напряму продуктивності GGP-рівня, та на 2,1 % більше свиноматок GP-рівня. Вони також достовірно переважали за рівнем цієї ознаки на 34,2 % свиноматок синтетичної лінії MaxGro.

За багатоплідністю свиноматки Р рівня недостовірно перевищували аналогів GGP-рівня материнських генотипів – у середньому на 2,2 %, однак поступались на 0,6 % тваринам GP-рівня, та достовірно ($p<0,001$) на 59,1 % переважали свиноматок MaxGro.

У гніздах поросят свиноматок Р-рівня виявилась найбільша частка нежиттєздатних поросят, яка була на 0,3–2,7 % вищою порівняно з чистопородними гніздами материнського напряму GGP-рівня та на 2,7–3,3 % з помісними гніздами GP-рівня, однак на 3,7–4,8 % меншою порівняно з гніздами свиноматок синтетичної лінії MaxGro.

Великоплідність у гібридних гніздах свиноматок Р рівня була в середньому на 5,1 % вищою порівняно з тваринами GP-рівня, та на 6,8 % з чистопородними гніздами свиноматок GGP-рівня материнського напряму продуктивності, і достовірно на 25,8 % ($p<0,001$) нижчою порівняно з аналогами синтетичної лінії MaxGro.

Маса гнізда поросят після народження в середньому була вищою у гібридних гніздах свиноматок Р-рівня – на 6,3 % порівняно з чистопородними гніздами свиноматок GGP-рівня материнської форми та на 3,8 % з помісними гніздами GP-рівня.

Збереженість поросят до відлучення в гібридних гніздах була вищою порівняно з чистопородними свиноматками материнських ліній на 2,0 %, та на 1,7 % порівняно з помісними, за винятком чистопородних гнізд свиноматок синтетичної лінії MaxGro, які переважали ($p<0,001$) за цією ознакою гібридні гнізда свиноматок Р-рівня на 3,5–5,3 %.

Встановлено найбільшу кількість поросят за відлучення у двопородних свиноматок Р-рівня, які переважали за цією ознакою аналогів великої білої та ландрас порід за чистопородного їх розведення на 5,7–6,5 % ($p<0,01$), тварин GP-рівня за прямого і зворотного їх схрещувань на 2,3–3,2 % та чистопородних тварин синтетичної лінії MaxGro на 54,1 % ($p<0,001$).

За масою однієї голови за відлучення поросята в гніздах свиноматок Р-рівня на 2,8 % переважали двопородних аналогів GP-рівня, на 4,2 % чистопородних ровесників GGP-рівня материнського напряму продуктивності. Тимчасом маса поросят за відлучення у гніздах свиноматок синтетичної лінії MaxGro виявилась на 8,8–18,8 % вищою порівняно з тваринами інших генотипів за різних методів їх розведення.

Визначено, що середнє значення показника живої маси гнізда поросят за відлучення у свиноматок Р-рівня було на 3,7 % вищим порівняно з аналогами GP-рівня, і на 8,5 % вищим порівняно з середнім значенням у тварин GGP-рівня материнського напряму продуктивності. Найнижчу масу гнізда поросят за відлучення мали свиноматки синтетичної лінії MaxGro, які поступались за рівнем цієї ознаки тваринам материнських генотипів на 19,6–28,0 % ($p<0,001$).

За інтенсивністю росту поросят у підсисний період встановлено тенденцію підвищення середньодобових приростів гібридних поросят у гніздах свиноматок Р-рівня на 2,3 % порівняно з помісними аналогами GP-рівня та на 3,5 % з чистопородними ровесниками GGP-рівня. Найвищою інтенсивністю росту поросят у підсисний період серед дослідних груп вирізнялися чистопородні тварини синтетичної лінії MaxGro, які переважали ровесників від інших поєднань на 8,1–4,4 %.

Комплексне оцінювання відтворних якостей свиноматок за допомогою індексу СІВЯС не виявило суттєвих відмінностей між свиноматкам Р- та GP-рівнів, водночас вони на 3,9 % перевершували аналогів GGP-рівня за їх

чистопородного розведення. Усі свиноматки материнських генотипів також переважали за цим індексом на 32,3–35,4 % ровесниць синтетичної лінії MaxGro. За розрахунку індексу відтворних якостей свиноматок з обмеженою кількістю ознак також була майже відсутня різниця між свиноматками GP- та P-рівнів, які зі свого боку переважали тварин GGP-рівня на 25,9–31,8 %.

Висновки. 1. В умовах індустріального комплексу степової зони України свиноматки материнських генотипів великої білої та ландрас порід ірландського походження мають високі показники відтворних якостей на всіх рівнях селекційної піраміди.

2. Свиноматки рівня GGP за їх чистопородного розведення мали меншу на 2,2–2,8 % багатоплідність, на 1,7–6,8 % великоплідність, на 2,2–6,3 % масу гнізда поросят після народження, на 4,1–6,5 % кількість поросят за відлучення, на 1,3–4,2 % масу одного поросяти за відлучення, на 4,6–8,5 % масу гнізда поросят за відлучення та на 2,4–4,7 % комплексну оцінку за індексами СІВЯС порівняно з аналогами GP- та P-рівня, на яких використовували схрещування і гібридизацію.

3. За відтворними якостями свиноматки синтетичної термінальної лінії MaxGro ірландського походження переважали аналогів материнських форм за великоплідністю на 22,0–29,2 %, збереженістю поросят до відлучення на 3,4–6,8 %, масою одного поросяти за відлучення на 11,8–14,2 %, однак поступалися за багатоплідністю на 35,9–59,1 %, масою гнізда поросят після народження на 11,4–27,8 %, кількістю поросят за відлучення на 31,6–54,1 %, масою гнізда поросят за відлучення на 23,3–38,9 % та комплексним показником СІВЯС на 47,8–54,5 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Merks J., Mathur P., Knol E. New phenotypes for new breeding goals in pigs. Animal. 2012. Vol. 6. Issue 04. P. 535–543.

2. Cucchi T., Hulme-Beaman A., Yuan J., Dobney K. Early Neolithic pig domestication at Jiahu, Henan Province, China: Clues from molar shape analyses using geometric morphometric approaches. J Archaeol Sci. 2011. Issue 38. P. 11–22.

3. Artificial selection on introduced Asian haplotypes shaped the genetic architecture in European commercial pigs/M. Bosse et al. Proceedings of the Biological Sciences. 2015. Issue 282:pii:20152019. DOI:10.1098/rspb.2015.2019

4. Zeder M.A. The domestication of animals. J Anthropol Res Compet. 2012. 68. P. 161–190. DOI:10.3998/jar.0521004.0068.201

5. Genetics of adaptation in domestic farm animals: A review/T. Mirkena et al. Livestock Science. 2010. Issue 132. P. 1–12.

6. Genetics of adaptation and domestication in livestock/S. Mignon-Grasteau et al. Livest Prod Sci. 2005. Issue 93. P. 3–14. DOI:10.1016/j.livprodsci.2004.11.001

7. Price E.O. Behavioral aspects of animal domestication. Q Rev Biol. 1984. Issue 59. P. 1–32. DOI:10.1086/413673

8. Identification of the yellow skin gene reveals a hybrid origin of the domestic chicken/J. Eriksson et al. PLoS Genet. 2008. Issue 4:e1000010. DOI:10.1371/journal.pgen.1000010

9. Whole-genome resequencing reveals worldwide ancestry and adaptive introgression events of domesticated cattle in East Asia/N. Chen et al. Nat Commun. 2018. Issue 9. P. 1–13. DOI:10.1038/s41467-018-04737-0

10. Long-term reciprocal gene flow in wild and domestic geese reveals complex domestication history/M.E. Heikkinen et al. G3 Genes Genomes Genet. 2020. Issue 10. P. 3061–3070. DOI:10.1534/g3.120.400886

11. Reconstructing the origin and spread of horse domestication in the Eurasian steppe/ V. Warmuth et al. Proc Natl Acad Sci USA. 2012. Issue 109. P. 8202–8206. DOI:10.1073/pnas.1111122109

12. Genomic signatures of adaptive introgression from European mouflon into domestic sheep/M. Barbato et al. Sci Rep. 2017. Issue 7. 7623 p. DOI:10.1038/s41598-017-07382-7

13. Broken barriers: human-induced changes to gene flow and introgression in animals: an examination of the ways in which humans increase genetic exchange among populations and species and the consequences for biodiversity/E. Crispo et al. BioEssays. 2011. Issue 33. P. 508–518.

14. Hybridisation in European ungulates: an overview of the current status, causes, and consequences/ Iacolina L. et al. Mamm Rev. 2019. Issue 49. P. 45–59.

15. Ottenburghs J. The genic view of hybridization in the Anthropocene. Evol Appl. 2021. Issue 14. P. 2342–2360.

16. Anderson E., Stebbins G.L.J. Hybridization as an evolutionary stimulus. Evolution. 1954. Issue 8. P. 378–388.

17. Mallet J. Hybridization as an invasion of the genome. Trends EcolE. 2005. Issue 20. P. 229–237.

18. vonHoldt B.M., Brzeski K.E., Wilcove D.S., Rutledge L.Y. Redefining the role of admixture and genomics in species conservation. Conserv Lett. 2018. Issue 11. P. 1–6.

19. Randi E. Detecting hybridization between wild species and their domesticated relatives. Mol Ecol. 2008. Issue 17. P. 285–293.

20. Trouwborst A. Exploring the legal status of wolf-dog hybrids and other dubious animals: International and EU law and the wildlife conservation problem of hybridization with domestic and alien species. Rev Eur Comp Int Environ Law. 2014. Issue 23. P. 111–124.

21. Bosse M. A Genomics Perspective on Pig Domestication. In (Ed.), Animal Domestication. Intech Open. 2018. DOI:10.5772/intechopen.82646

22. Huang W., Mackay T.F. The genetic architecture of quantitative traits cannot be inferred from variance component analysis. PLoS Genet. 12:e1006421. 2016. DOI:10.1371/journal.pgen. 1006421

23. Jia Y., Jannink J.L. Multiple-trait genomic selection methods increase genetic value prediction accuracy. Genetics. 2012. Issue 192. P. 1513–1522. DOI: 10.1534/genetics.112.144246

24. Genome−wide identification and analysis of heterotic loci in three maize hybrids/ Liu H. et al. Plant Biotechnol. J. 2020. Issue 18. P. 185–194. DOI: 10.1111/pbi.13186

25. Повод М.Г., Михалко О.Г., Кремезь М.І. Відтворювальні якості свиноматок материнських та батьківської ліній. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія "Тваринництво". Вип. 4(47). 2021. С. 133–138. DOI:10.32845/bsnau.lvst.2021.4.22

25. Повод М.Г., Храмкова О.М., Відтворювальні якості свиноматок f1 різної селекції та інтенсивність росту їх приплоду при гібридизації в умовах промислового комплексу. Науково-технічний бюлетень ІТ НААН, Вип. 116. 2016. С. 121–156.

27. Михалко О.Г., Повод М.Г., Андрійчук В.Ф., Вплив методів розведення та віку свиноматок данської селекції на їх продуктивність. «НТБ ІТ НААН», № 125. 2021. С. 161–179.

28. Березовский Н.Д., Почерняев Ф.К., Коротков В.А., Методика моделирования индексов для использования их в селекции свиней. Методы улучшения процессов селекции, разведения и воспроизводства свиней (методические указания). М., 1986. С. 3–14.

29. Церенюк О.М. Об'єктивна оцінка материнської продуктивності свиней. Таврійський науковий вісник. Вип. 78. Ч. 2(І). 2010. С. 221–227.

30. Меркурьева Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве. М.: Колос, 1977. 240 с.

REFERENCES

1. Merks, J., Mathur, P., Knol, E. (2012). New phenotypes for new breeding goals in pigs. Animal. Vol. 6, Issue 04, pp. 535–543.

2. Cucchi, T., Hulme-Beaman, A., Yuan, J., Dobney, K. (2011). Early Neolithic pig domestication at Jiahu, Henan Province, China: Clues from molar shape analyses using geometric morphometric approaches. J Archaeol Sci. Issue 38, pp. 11–22.

3. Bosse, M., Lopes, M.S., Madsen, O., Megens, H.J., Crooijmans, R.P., Frantz, L.A. (2015). Artificial selection on introduced Asian haplotypes shaped the genetic architecture in European commercial pigs. Proceedings of the Biological Sciences. Issue 282. pii:20152019. DOI:10.1098/rspb.2015.2019

4. Zeder, M.A. (2012). The domestication of animals. J Anthropol Res Compet. 68, pp.161–190. DOI:10.3998/jar.0521004.0068.201

5. Mirkena, T., Duguma, G., Haile, A., Tibbo, M., Okeyo, A.M., Wurzinger, M., (2010). Genetics of adaptation in domestic farm animals: A review. Livestock Science. Issue 132, pp. 1–12.

6. Mignon-Grasteau, S., Boissy, A., Bouix, J., Faure, J.M., Fisher, A.D., Hinch, G.N. (2005). Genetics of adaptation and domestication in livestock. Livest Prod Sci. Issue 93, pp. 3–14. DOI:10.1016/j.livprodsci.2004.11.001

7. Price, E.O. (1984). Behavioral aspects of animal domestication. Q Rev Biol. Issue 59, pp. 1–32. DOI:10.1086/413673

8. Eriksson, J., Larson, G., Gunnarsson, U., Bed'hom, B., Tixier-Boichard, M., Strömstedt, L. (2008). Identification of the yellow skin gene reveals a hybrid origin of the domestic chicken. PLoS Genet. Issue 4:e1000010. DOI:10.1371/journal.pgen.1000010

9. Chen, N., Cai, Y., Chen, Q., Li, R., Wang, K., Huang, Y. (2018). Whole-genome resequencing reveals world-wide ancestry and adaptive introgression events of domesticated cattle in East Asia. Nat Commun. Issue 9, pp. 1–13. DOI:10.1038/s41467-018-04737-0

10. Heikkinen, M.E., Ruokonen, M., White, T.A., Alexander, M.M., Gündüz, I., Dobney, K.M. (2020). Long-term reciprocal gene flow in wild and domestic geese reveals complex domestication history. G3 Genes Genomes Genet. Issue 10, pp. 3061–3070. DOI:10.1534/g3.120.400886

11. Warmuth, V., Eriksson, A., Bower, M.A., Barker, G., Barrett, E., Hanks, B.K. (2012). Reconstructing the origin and spread of horse domestication in the Eurasian steppe. Proc Natl Acad Sci USA. Issue 109, pp. 8202–8206. DOI:10.1073/pnas.1111122109

12. Barbato, M., Hailer, F., Orozco-terwengel, P., Kijas, J., Mereu, P., Cabras, P. (2017). Genomic signatures of adaptive introgression from European mouflon into domestic sheep. Sci Rep. Issue 7, 7623 p. DOI:10.1038/s41598-017-07382-7

13. Crispo, E., Moore, J.S., Lee-Yaw, J.A., Gray, S.M., Haller, B.C. (2011). Broken barriers: human-induced changes to gene flow and introgression in animals: an examination of the ways in which humans increase genetic exchange among populations and species and the consequences for biodiversity. BioEssays. Issue 33, pp. 508–518.

14. Iacolina, L., Corlatti, L., Buzan, E., Safner, T., Šprem, N. (2019). Hybridisation in European ungulates: an overview of the current status, causes, and consequences. Mamm Rev. Issue 49, pp. 45–59.

15. Ottenburghs, J. (2021). The genic view of hybridization in the Anthropocene. Evol Appl. Issue 14, pp. 2342–2360.

16. Anderson, E., Stebbins, G.L.J. (1954). Hybridization as an evolutionary stimulus. Evolution. Issue 8, pp. 378–388.

17. Mallet, J. (2005). Hybridization as an invasion of the genome. Trends EcolEvol. Issue 20, pp. 229–237.

18. vonHoldt, B.M., Brzeski, K.E., Wilcove, D.S., Rutledge, L.Y. (2018). Redefining the role of admixture and genomics in species conservation. Conserv Lett. Issue 11, pp. 1–6.

19. Randi, E. (2008). Detecting hybridization between wild species and their domesticated relatives. Mol Ecol. Issue 17, pp. 285–293.

20. Trouwborst, A. (2014). Exploring the legal status of wolf-dog hybrids and other dubious animals: International and EU law and the wildlife conservation problem of hybridization with domestic and alien species. Rev Eur Comp Int Environ Law. Issue 23, pp. 111–124.

21. Bosse, M. (2018). A Genomics Perspective on Pig Domestication. In (Ed.), Animal Domestication. Intech Open. DOI:10.5772/intechopen.82646

22. Huang, W., Mackay, T.F. (2016). The genetic architecture of quantitative traits cannot be inferred from variance component analysis. PLoS Genet. 12:e1006421. DOI:10.1371/journal.pgen. 1006421

23. Jia, Y., Jannink, J.L. (2012). Multiple-trait genomic selection methods increase genetic value prediction accuracy. Genetics. Issue 192, pp. 1513–1522. DOI:10.1534/genetics.112.144246

24. Liu, H., Wang, Q., Chen, M., Ding, Y., Yang, X., Liu, J. (2020). Genome−wide identification and analysis of heterotic loci in three maize hybrids. Plant Biotechnol. J. Issue 18, pp. 185–194. DOI:10.1111/pbi.13186

25. Povod, M.H., Mykhalko, O.H., Kremez, M.I. (2021). Vidtvoriuvalniy akosti svynomatok materynskykh ta batkivskoi linii [Reproductive qualities of sows of maternal and paternal lines]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 4(47), pp. 133–138. DOI:10.32845/bsnau. lvst.2021.4.22

26. Povod, M.H., Khramkova, O.M. (2016). Vidtvoriuvalni yakosti svynomatok f1 riznoiselektsii ta intensyvnist rostuy ikh pryplodu pry hibrydyzatsii v umovakh promyslovoho kompleksu [Reproductive qualities of f1 sows of different selection and growth intensity of their offspring during hybridization in the conditions of industrial complex]. Naukovo-tekhnichnyi biuleten IT NAAN [Scientific and Technical Bulletin of IT NAAS]. Issue 116, pp. 121–156.

27. Mykhalko, O.H., Povod, M.H., Andriichuk, V.F. (2021). Vplyv metodiv rozvedennia ta viku svynomatok danskoi selektsii na yikh produktyvnist [Influence of breeding methods and age of Danish sows on their productivity]. NTB IT NAAN, no. 125, pp. 161–179.

28. Berezovskiy, N.D., Pochernyaev, F.K. Korotkov, V.A. (1986). Metodika modelirovaniya indeksov dlya ispolzovaniya ih v selektsii sviney [Methodology for modeling indices for use in breeding pigs]. Metody i uluchsheniya protsessov selektsii, razvedeniya i vosproizvodstva sviney (metodicheskie ukazaniya) [Methods for improving the processes of selection, breeding and reproduction of pigs (guidelines)]. M., pp. 3–14.

29. Tsereniuk, O.M. (2010). Ob'jektyvna ocinka materyns'koi' produktyvnosti svynej [Objective assessment of maternal productivity of pigs]. Tavrijs'kyj naukovyj visnyk [Taurian Scientific Bulletin]. Issue 78, Part 2(I), pp. 73–77.

30. Merkureva, E.K. (1977). Henetycheskye osnovy selektsyy v skotovodstve [Genetic bases of selection in cattle breeding]. M.: Kolos, 240 p.

Reproductive qualities of sows of different breeding levels.

Kremez M., Povod M., Mykhalko O., Verbelchuk T., Verbelchuk S., Sherbyna O., Kalynychenko H.

The article compares the reproductive qualities of sows GGP, GP and P breeding levels in terms of industrial technology of pork production for different variants of their breeding. It is established that sows of maternal genotypes of Great White and Landrace breeds of Irish origin have a high level of reproductive qualities at all levels of the breeding pyramid in the industrial complex of the steppe zone of Ukraine. It is proved that sows of large white and landrace breeds in their purebred breeding gave birth to 32.1-35.2% more piglets, had higher by 35.9-37.5% fertility, less by 5.1-6.4% share non-viable piglets in the nest at birth, increased by 11.4 -11.9% of the nest weight of piglets at birth and increased by 31.6% the number of piglets in the nest at weaning compared to their purebred counterparts of the synthetic terminal line Max Gro. At the same time, they were inferior to the latter in terms of high fertility by 22.0-29.2%, preservation by 5.9-6.8%, dew intensity of suckling piglets by 12.5-15.4% and as a result the weight of one piglet at weaning in 28 days by 14.2-18.8%. According to the complex of reproductive traits, sows of maternal genotypes were naturally better by 12.4-32.4% than their paternal counterparts. When comparing the reproductive qualities of sows of great white and Landrace breeds of GGP level (for purebred breeding) and their counterparts for GP level (for direct and reverse crossing), the advantages of GP level animals in the total number of born piglets by 2.1%, in fertility by 2.8%, by high fertility by 1.7%, by weight of nests of piglets at birth by 2.2%, by number of piglets at weaning by 4.1%, average weight of piglets at weaning by 1.3%, average weight of nests of piglets at weaning by 4.6%, the growth rate of piglets in the suckling period by 1.3%. At the same time, for the number of non-viable piglets and the safety of piglets before weaning, no significant difference was found between animals of these groups. A comprehensive assessment of the reproductive performance of GP sows using the SIVYAS index and the index with a limited number of traits showed the advantage of animals of this level over their counterparts with GGP level by 2.8-3.3%. It was found that local sows P level ♀VB × ♂L and ♀L × ♂ VB when inseminated with sperm boars of synthetic terminal line Max Gro predominated GP animals by 2.1% of the total number of piglets at birth, by 5.1% for high fertility, 2.3% -3.2% by number of piglets at weaning, 2.8% by weight of one head at weaning, 3.7% by weight of nest of piglets at weaning and 2.3% by growth rate piglets in the suckling period. At the same time, they were inferior to their GP counterparts by 2.7-3.3% in terms of the share of non-viable piglets and 0.6% in terms of fertility. A comprehensive assessment of the reproductive qualities of sows using the SIVYAS index and the index of reproductive qualities of sows with a limited number of traits did not reveal significant differences between sows P and GP levels. When comparing sows P and GGP levels (ma-

ternal form) found their advantages in the total number of piglets at birth by 3.9%, in fertility by 2.2%, in high fertility by 6.8%, in nest weight of piglets at birth by 6 , 3%, the safety of piglets before weaning by 1.7% -2.0%, the number of piglets weaned by 5.7% -6.5%, the weight of one head at weaning by 4.2%, live nest weight of piglets at weaning by 8.5%, the growth rate of piglets in the suckling period by 3.5%, but they have a 0.3% -2.7% lower proportion of non-viable piglets. According to a comprehensive assessment of sows using the SIVYAS index and the index of reproductive qualities of sows with a limited number of traits, the advantage of sows P level over GGP by 3.9% and 3.3%, respectively. P-level sows outperformed analogues of the Max Gro synthetic line in the total number of piglets at birth by 34.2%, in multiplicity by 59.1%, in nest weight of piglets at birth by 27.8%, in the number of piglets at weaning by 54.1%, by live weight of piglets' nests when weaned by 8.5%. But in the nests of sows of the synthetic line Max Gro found 4.2% higher share of non-viable piglets, 25.8% high fertility, 4.6%, survival of piglets before weaning, 11.8% weight of one head at weaning, 8.8% growth rate of piglets in the suckling period. According to a comprehensive assessment of sows using the SIVYAS index and the index of reproductive qualities of sows with a limited number of traits, the advantage of sows P level over GGP by 25.9 and 31.8%, respectively.

Key words: reproductive qualities, preservation, multiplicity, nest weight, maternal lines, paternal lines.

Copyright: Кремезь М.І. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Кремезь М.І. https://orcid.org/0000-0002-1110-4986
Повод М.Г. https://orcid.org/0000-0001-9272-9672/W-1565-2018
Михалко О.Г. https://orcid.org/0000-0002-0736-2296/G-2305-2018
Вербельчук Т.В. https://orcid.org/0000-0001-7334-4507/V-3340-2017
Вербельчук С.П. https://orcid.org/0000-0002-1136-5617/V-9676-2017
Щербина О.В. https://orcid.org/0000-0003-0310-9338/R-1421-2018
Калініченко Г.І. https://orcid.org/0000-0002-0909-0044/D-8818-2018

УДК 636.4.09.033:614.94:636.083.3

Продуктивність свиноматок та ріст поросят за використання різних систем підтримання мікроклімату в приміщенні

Михалко О.Г.[1], Повод М.Г.[1], Вербельчук Т.В.[2], Вербельчук С.П.[2], Щербина О.В.[3], Мироненко О.І.[4], Ульянко С.О.[4]

[1] *Сумський національний аграрний університет*
[2] *Поліський національний університет*
[3] *Херсонський державний аграрно-економічний університет*
[4] *Полтавський державний аграрний університет*

E-mail:snau.cz@ukr.net

OPEN ACCESS

Михалко О.Г., Повод М.Г., Вербельчук Т.В., Вербельчук С.П., Щербина О.В., Мироненко О.І., Ульянко С.О. Продуктивність свиноматок та ріст поросят за використання різних систем підтримання мікроклімату в приміщенні. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 65–74.

Mykhalko O., Povod M., Verbelchuk T., Verbelchuk S., Sherbina O., Mironenko O., Ulyanko S. Productivity of sows and growth of piglets during the use of different indoor microclimate systems. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 65–74.

Рукопис отримано: 22.02.2022 р.
Прийнято: 09.03.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-65-74

Метою статті було вивчити залежність відтворних якостей свиноматок ірландського походження та інтенсивності росту їх поросят від впливу технологічно-конструктивних параметрів системи мікроклімату в приміщенні для опоросу. Матеріалом дослідження були свиноматки F_1 материнської лінії *Hermitage Genetics*, які поросилися у двох приміщеннях маточника ідентичного планування, однакового будівельного виконання та інженерно-технічного забезпечення, окрім встановлених у них систем створення та підтримання мікроклімату. Свиноматок контрольної групи утримували за класичної системи вентиляції клапанного типу, а дослідної – за системи вентиляції геотермального типу. Аналіз відтворних показників дослідного поголів'я здійснювали за використання загальноприйнятих статистичних методів, однофакторного дисперсійного аналізу даних, оціночного індексу за обмеженою кількістю ознак, селекційного індексу відтворних якостей свиноматок. Після завершення експерименту та на основі оцінки даних було виявлено, що показники продуктивних якостей свиноматок, опороси яких відбулися у приміщеннях з геотермальною системою створення мікроклімату, були достовірно вищими впродовж досліджуваного періоду за кількістю поросят за відлучення – на 0,70 гол., або 5,58 % ($p \leq 0,001$), їх збереженістю – на 4,49 % ($p \leq 0,05$) та масою гнізда за відлучення – на 2,91 кг, або 4,23 % ($p \leq 0,05$) щодо однолітків, утримуваних у маточниках з класичним клапанним типом системи створення мікроклімату. Використаний метод факторного дисперсійного аналізу дав змогу виявити статистично значущий вплив типу системи створення мікроклімату на зазначені показники, зокрема: кількість поросят за відлучення – із силою впливу в межах 2,01 %, збереженість поросят – 2,03 % та на масу гнізда поросят за відлучення – 2,01 %. Результати оцінювання відтворних якостей свиней показали переважання поголів'я, утримуваного за геотермальної вентиляції, як за використання оціночного індексу Березовського – на 1,31 бала, так і селекційного індексу відтворних якостей Церенюка – на 1,33 бала. Жодної статистично значущої різниці між свиноматками та поросятами, утримуваними за різних систем створення мікроклімату, за такими показниками як загальна кількість поросят за народження, кількість мертвонароджених поросят, частка мертвонароджених поросят, багатоплідність, великоплідність, маса однієї голови за відлучення, абсолютний приріст, середньодобовий приріст, відносний приріст, не встановлено.

Ключові слова: свиноматка, поросята, система мікроклімату, опорос, маса гнізда поросят, збереженість.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Із чинників, які впливають на ріст, розвиток і продуктивність свиней, велике значення має мікроклімат свинарників [1–3]. Зміни клімату разом із неоптимальною генетикою під час взаємодії із динамічно змінюваним довкіллям створює значний бар'єр для стійкого задоволення глобальної потреби у свинині. Однак існує безліч інженерних рішень та стратегій управління, які можна використовувати для пом'якшення стресових чинників, за таких умов зміна фізичного середовища є найефективнішою [4–6].

Сучасні свинокомплекси сьогодні більше схожі на інтенсивно працюючі промислові об'єкти, ніж на традиційні ферми минулого. Приміщення для утримання свиней оснащують складними системами підготовки та розповсюдження повітря, створення і контролю мікроклімату, які враховують дедалі вищі вимоги нових генотипів до комфортності, економічності, екологічності обладнання та технології [7].

Кліматичні параметри робочого середовища в приміщенні впливають на працездатність людини та продуктивність тварин. Мікроклімат складається з низки параметрів: температура, вологість, рух, хімічний склад повітря, вміст у ньому пилу, мікробів, шкідливих газів. Залежить він від різних чинників, таких як застосовані технології догляду, кількість тварин, системи забезпечення тварин кормом і водою, видалення гною, використання відходів, а також сезон і зовнішній клімат [8].

Крім того, посилений генетичний відбір за продуктивними ознаками (приріст м'язової тканини, плодючість) призводить до зниження стійкості до теплового стресу, оскільки ці фенотипи пов'язані з підвищеним метаболічним виділенням тепла [9].

Для підтримання оптимального мікроклімату свинарники-маточники обладнують вентиляційними системами, з яких найбільш поширеними є автоматизовані системи примусового кондиціонування та обігріву, які не залежать від метеорологічних умов. На сучасних свинарських індустріальних комплексах використовують три типи вентиляції: надлишкового, від'ємного, і рівномірного тиску, які різняться за способом підготовки, транспортування та видалення повітря на клапанні та геотермальні системи [10–14].

За високої температури зовнішнього повітря геотермальна система вентиляції дала змогу створити комфортніші температурні умови в приміщенні для утримання свиноматок і реалізації їх продуктивних якостей. Однак підвищені температури і низька вологість повітря в приміщеннях вимагають впровадження додаткових заходів щодо нормалізації температурно-вологісного режиму [15].

Згідно з дослідженнями вітчизняних авторів [16], тип вентиляції з системою канальної підпідлогової подачі термо-збалансованого повітря покращує умови мікроклімату у приміщенні для опоросу та здійснює позитивний вплив на інтенсивність росту поросят до відлучення.

Аналізуючи відмінності параметрів мікроклімату за використання двох відмінних систем його створення, зокрема класичного клапанного та геотермального типу подачі повітря у зону життєдіяльності свиней, вітчизняні науковці [17] встановили вищу ефективність роботи саме геотермальної вентиляції із подачею попередньо підготовленого повітря через підземні повітропроводи.

За результатами огляду приміщення для поросят з системою мікроклімату з негативним тиском було встановлено, що відносна вологість повітря на висоті життєдіяльності тварин була вище рекомендованих норм і досягала 95 %, тимчасом рекомендована вологість для поросят становить не більше 80 %. Температура повітря була нерівномірною за довжиною приміщення, що було спричинено незбалансованою подачею повітря із вентиляційних отворів [18].

На відтворні ознаки свиноматок мали вплив як пора року, так і система вентилювання приміщення. Вентиляція геотермального типу зумовила суттєве перевищення на 6,83– 8,37 % маси одного поросяти та на 6,26–8,37 % маси гнізда за відлучення, а також комплексного оціночного індексу на 0,80–1,59 % [19].

Достовірної різниці між показниками абсолютного, середньодобового та відносного приросту поросят, утримуваних за різних типів системи мікроклімату, впродовж окремого сезону не встановлено. Це пов'язано із достовірним, однак слабким впливом чинника типу вентиляції на інтенсивність росту в межах 7,71–10,20 % [20].

Концентрація неприємного запаху була достовірно корелюючою ($p \leq 0,05$) з усіма відомими параметрами мікроклімату: температура повітря всередині ($R = –0,91$), відносна вологість повітря усередині ($R = 0,71$), швидкість руху повітря($R = –0,62$), NH_3 ($R = 0,79$), N_2O ($R = 0,66$) та CO_2 ($R = 0,84$) [21].

Згідно з науковими працями [22] щодо дослідження впливу чинника типу вентиляції на інтенсивність росту поросят встановлено, що на середньодобові прирости поросят на дорощуванні найвищий вплив мав чинник сезону

року – на рівні 5,60 % ($p \leq 0,05$), тимчасом чинник типу вентиляції достовірно здійснював вплив на цей показник в межах 4,3 %.

Вітчизняними науковцями визначено [23], що у свиноматок упродовж опоросу і лактації за утримання в приміщенні з геотермальною системою вентиляції збереженість поросят до відлучення була на 1,05 % ($p \leq 0,001$) вищою порівняно з аналогами, яких утримували у приміщенні, обладнаному вентиляцією класичного типу із стінними припливними клапанами подачі повітря.

Отже, зважаючи на різносторонні висновки дослідників щодо проблематики впливу систем мікроклімату на відтворні якості свиней в умовах індустріальних свинокомплексів, це питання є актуальним та потребує додаткового дослідження.

Мета дослідження – визначення залежності продуктивності свиноматок ірландського походження від умов їх утримання в приміщеннях для опоросу за використання систем мікроклімату різної конструкції та принципу дії.

Матеріал і методи дослідження. Об'єктом досліджень визначено вплив системи мікроклімату в приміщенні для опоросу на відтворні якості свиноматок F_1 материнської лінії *Hermitage Genetics*, а матеріалом – дані про їх відтворні якості. Дослідне поголів'я було розподілено у дві технологічні групи, осіменіння яких здійснено спермою кнурів синтетичної лінії Макс Гро, згідно зі схемою гібридизації ТОВ НВП «Глобинський Свинокомплекс», м. Глобино Полтавської області.

Для дослідження відтворних якостей свиноматок було зібрано та проаналізовано матеріал опоросів двох груп за 2019–2021 роки, поголів'я яких утримували під час опоросу та подальшої лактації в однакових свинарниках-маточниках, що різнилися системою створення мікроклімату. Утримували свиней обох груп у приміщенні маточників для опоросу репродуктору №1 ТОВ НВП «Глобинський Свинокомплекс», де систему мікроклімату підтримували вентиляційним обладнанням німецької фірми Big Dutchman. Тварин контрольної групи утримували в приміщеннях з припливом повітря в секції для опоросу за допомогою припливних клапанів, розташованих з обох боків секції для опоросу (рис. 1). Тварин дослідної групи було розміщено в іншому приміщенні цеху для опоросу ідентичного планування та обладнання, однак із відмінною за типом та конструкцією системою подачі повітря в секцію опоросу. В цьому приміщенні повітря потрапляє в секцію для опоросу через підземні повітропроводи та перфоровані повітророзподільники, які розташовані над станками для опоросу.

Загалом обидва приміщення мали ідентичну конфігурацію планування простору та були побудовані з однакових будівельних матеріалів. Блоки приміщень, де проводився опорос та відбувалося утримання поросят впродовж підсисного періоду до відлучення, мали однакову площу та кількість індивідуальних станків, однакові системи водонапування, кормороздачі та конструкції вакуумно-самопливних систем гноєвидалення, однак принципово різні типи систем мікроклімату.

Приміщення, де утримували поголів'я контрольної групи, було обладнане системою мікроклімату негативного тиску, впуск повітря в яку здійснюється через стінні повітрозабірні клапани, а випуск – через витяжні дахові вентилятори, відкриття і закриття яких регулювалося програмою управління мікрокліматом. Загальне управління кондиціонуванням повітря та аналіз його тепмературно-газових параметрів здійснювалось автоматичним модулем регулювання мікроклімату, обладнаного датчиками аварійного відключення та системою світлозвукового оповіщення. За високих зовнішніх температур у теплі сезони року потік повітря направлявся безпосередньо в зону життєдіяльності тварин. За зниження сезонного температурного режиму в холодну пору року вхідне повітря спрямовувалося спочатку на радіатори труб опалення для нагрівання та подальшого розповсюдження у приміщенні. Одночасно нагріте та загазоване повітря видалялося з приміщення вентиляторами дахових шахт (рис.1).

Приміщення для утримання поголів'я дослідної групи було обладнане системою створення вентиляції негативного тиску геотермального типу (рис. 2). На відміну від класичної вентиляції з використанням припливних клапанів, у приміщенні для опоросу свиноматок дослідної групи використовували удосконалену систему вентиляції негативного тиску з підготовкою повітря в підземних тунелях та коридорах секції. А його розподіл здійснювався перфорованим повітропроводом, розташованим над станками для опоросу свиноматок. Повітря через розрідження, яке створюється витяжними даховими вентиляторами, потрапляє в приміщення через підземні тунелі, наповнені камінням різної величини, та далі через повітропроводи, розташовані з обох сторін приміщення, спрямовується в перфоровані повітропроводи-розподільники, які знаходяться над рядами станків для опоросу. Керується така система також процесором управління фірми Big Dutchman.

Рис 1. **Загальний вигляд секції для опоросу в приміщенні (контрольна група):**
1 – припливний клапан; 2 – витяжна шахта.

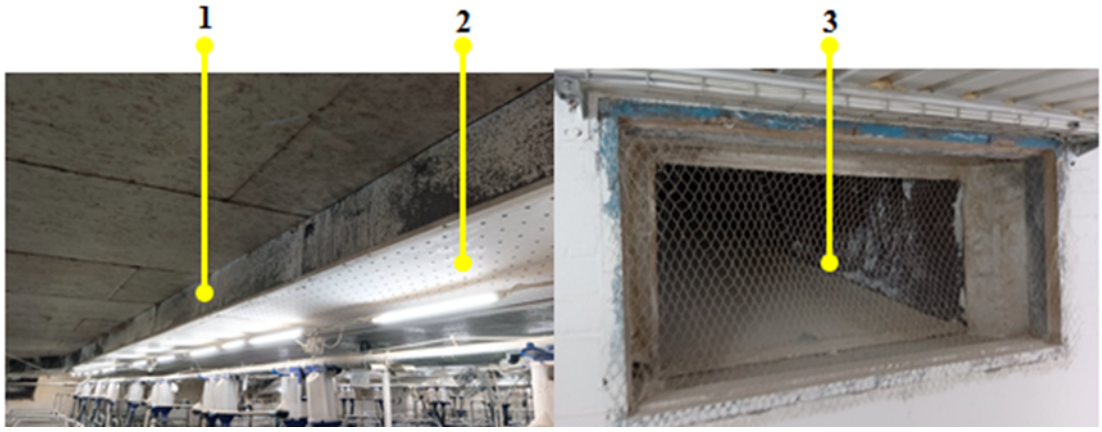

Рис. 2. **Загальний вигляду секції для опоросу в приміщенні (дослідна група):**
1 – припливний канал; 2 – перфорована решітка;
3 – технологічний отвір припливного каналу.

З метою проведення комплексного оцінювання відтворних якостей свиноматок використали оціночний індекс за обмеженою кількістю ознак [24]:

$$I + B + 2W + 35G,$$

де I – індекс відтворних якостей, балів;
B – кількість поросят за народження, гол.;
W – кількість відлучених поросят, гол.;
G – середньодобовий приріст поросят за відлучення, кг.

Використовували також селекційний індекс відтворних якостей свиноматок (СІВЯС) за методикою О.М. Церенюка [25]:

$$СІВЯС = 6X1 + 9{,}34\ (X2/X3),$$

де СІВЯС – селекційний індекс відтворних якостей свиноматок;
X1 – багатоплідність, голів;
X2 – маса гнізда за відлучення, кг;
X3 – термін відлучення, діб 6 та 9,34 – коефіцієнти.

Результати дослідження та обговорення. На основі аналізу даних експерименту встановлено, що за різних систем створення та підтримання мікроклімату в приміщенні для опоросу поголів'я свиней по-різному проявляє свої відтворні якості (табл. 1).

Аналіз загальної кількості поросят за народження не показав достовірної різниці між тваринами контрольної та дослідної груп. Не було встановлено також статистично значущих відмінностей як за кількістю, так і за часткою мертвонароджених поросят.

Свиноматки, яких утримували за геотермальної системи створення мікроклімат, переважали за показниками багатоплідності та маси гнізда за народження аналогів, яких утримували в приміщеннях з класичним типом вентиляції. За показником великоплідності дослідні тварини також суттєво не різнилися.

Таблиця 1 – **Відтворні якості свиноматок залежно від конструктивних особливостей системи вентиляції приміщень упродовж року, n = 480**

Показник	Контрольна група	Дослідна група
Загальна кількість поросят за народження, голів	15,42±0,32	15,40±0,18
Кількість мертвонароджених поросят, голів	1,04±0,15	0,95±0,04
Частка мертвонароджених поросят, %	6,7±0,92	6,19±0,26
Багатоплідність, голів	14,38±0,30	14,44±0,17
Маса гнізда поросят за народження, кг	18,73±0,38	18,8±0,21
Великоплідність, кг	1,3±0,01	1,3±0,01
Кількість поросят за відлучення, голів	12,55±0,20	13,25±0,16***
Збереженість, %	87,27±1,57	91,76±0,65*
Маса 1 голови за відлучення, кг	5,48±0,13	5,42±0,10
Маса гнізда поросят за відлучення, кг	68,79±1,01	71,70±1,07*
Абсолютний приріст, кг	4,18±0,12	4,12±0,09
Середньодобовий приріст, г	153±0,01	150±0,01
Відносний приріст, %	123,02±1,19	122,53±0,80
Оціночний індекс, балів	44,71	46,09
СІВЯС, балів	109,22	110,56

* – P < 0,05; ** – P < 0,01; *** – P <0,001.

За даними дослідження встановлено, що кращими показниками кількості поросят за відлучення характеризувалися свиноматки дослідної групи, які перевищували однолітків контрольної на 0,70 гол., або 5,58 % ($p \leq 0,001$).

Крім того, було виявлено, що поголів'я поросят, яке утримували за вентиляції з геотермальним способом подання повітря, переважало аналогів, вирощуваних у приміщеннях з вентиляцією клапанного типу, за показниками збереженості поросят на 4,49 % ($p \leq 0,05$) та маси гнізда за відлучення на 2,91 кг, або 4,23 % ($p \leq 0,05$).

За показниками абсолютного, середньодобового та відносного приростів статистично значущих відмінностей між підсисними поросятами контрольної та дослідної груп не було.

Дослідження відтворних якостей свиней на основі розрахунку оціночного індексу Березовського дало змогу визначити перевагу свиноматок дослідної групи над аналогами контрольної на 1,31 бала. Згідно з результатами оцінювання дослідного поголів'я за використання селекційного індексу відтворних якостей Церенюка, кращими були свиноматки, поросність яких пройшла в умовах створення мікроклімату експериментальною геотермальною – на 1,33 бала більше, ніж свиноматки, що поросились за класичної системи створення мікроклімату.

Методом однофакторного дисперсійного аналізу визначали силу впливу чинника типу системи створення мікроклімату на відтворні показники свиней та інтенсивність росту підсисних поросят (рис. 3).

Оцінка сили впливу типу вентиляції на масу гнізда поросят за відлучення показала, що він був статистично значущий і змінював значення зазначеного показника в межах 2,01 % ($F_{розр}10,74>F_{критичне}4,49$). Невраховані чинники впливали на масу гнізда поросят за відлучення на 97,99 %.

За даними факторного аналізу також було виявлено достовірний вплив ($F_{розр}4,74> F_{критичне}4,49$) чинника типу системи створення мікроклімату на збереженість поросят на 2,03%. Водночас дія чинників, які не враховували, спричинила зміну цього показника на 99,97 %.

Крім того, було доведено наявність достовірного ($F_{розр}33,29>F_{критичне}4,49$) впливу чинника вентиляції на кількість поросят за відлучення на рівні 2,01 %, водночас сила дії неврахованих чинників була в межах 97,99 %.

Достовірного впливу типу системи мікроклімату на такі показники як загальна кількість поросят за народження, кількість мертвонароджених поросят, частка мертвонароджених поросят, багатоплідність, маса гнізда поросят за народження, великоплідність, маса однієї голови за відлучення, абсолютний приріст, середньодобовий приріст, відносний приріст для поголів'я обох груп встановлено не було.

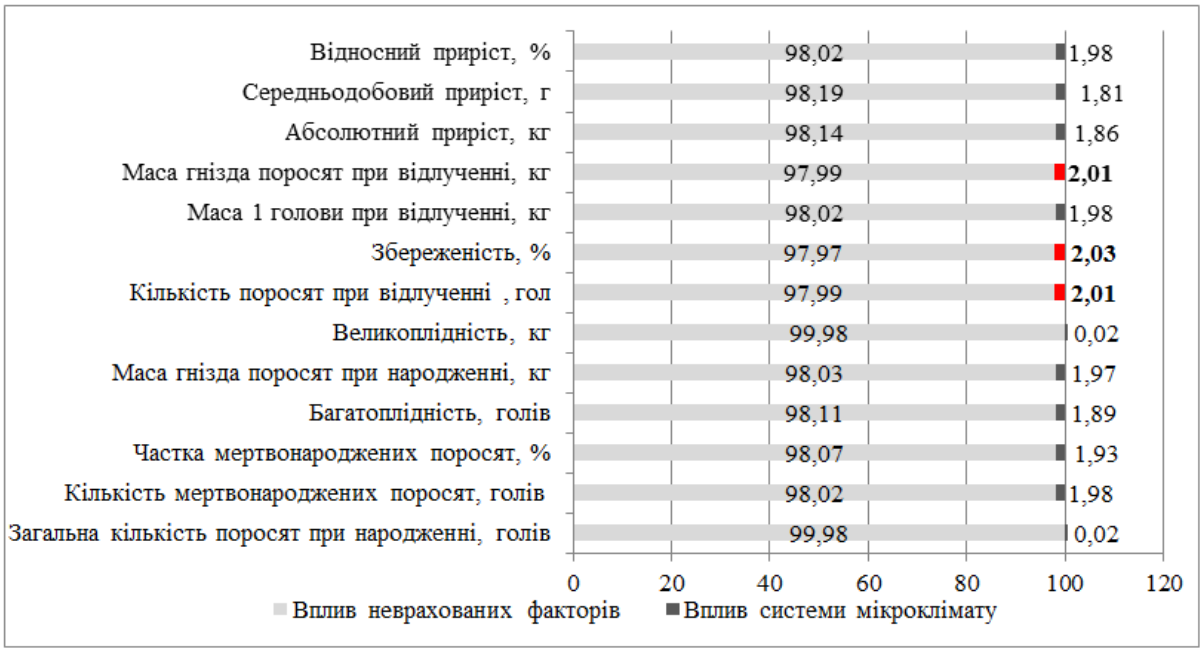

Рис. 3. **Сила впливу чинників типу системи створення мікроклімату на відтворні якості свиней.**

Результати досліджень щодо позитивного впливу геотермального типу системи створення мікроклімату на відтворні якості свиноматок та інтенсивність росту поросят збігаються із висновками інших науковців [14 –16, 22, 23].

Оцінювання впливу системи вентиляції на показники відтворної здатності свиноматок показало відсутність залежності значень абсолютного, середньодобового, відносного приростів та маси поросят за відлучення від факторної ознаки, що не збігається з результатами попередніх досліджень, у яких вплив системи мікроклімату на інтенсивність росту був на рівні 7,71–10,20 % та на масу одного поросяти – 6,83–8,37 %, й результатами інших авторів [22], у яких вплив досяг 5,60 %. Збіг отриманих в експерименті даних з висновками ранніх досліджень виявлено лише щодо достовірного впливу типу вентиляції на масу гнізда поросят за відлучення. Такий вплив було встановлено в межах 2,01 % проти 8,37 % у попередньому досліді [19–20].

Водночас достовірна перевага показника збереженості поросят, утримуваних за геотермальної вентиляції, над аналогами, утримуваними за класичної, на 3,42 %, збігається з висновками іншого автора [23], який отримав результат з перевагою 1,05 %.

Висновки.

Встановлено, що свині, які утримувались у приміщеннях для опоросу за використання геотермальної системи створення мікроклімату переважали аналогів, яких утримували у приміщеннях з класичною системою створення мікроклімату клапанного типу, за показником кількості поросят за відлучення на 0,70 гол., або 5,58 % ($p \leq 0,001$), збереженості поросят – на 4,49 ($p \leq 0,05$) та маси гнізда поросят за відлучення – на 2,91 кг, або 4,23 % ($p \leq 0,05$).

Доведено достовірний вплив чинника типу системи створення мікроклімату на окремі показники відтворних якостей свиней, а саме: кількість поросят за відлучення – з силою впливу на рівні 2,01 %, збереженість поросят – 2,03 % та на масу гнізда поросят за відлучення – 2,01 %. На інші показники продуктивних якостей свиноматок та інтенсивності росту поросят вказаний чинник достовірного впливу не мав.

Оцінка відтворних якостей свиней показала переважання її показників у тварин, опороси яких відбулись за використання геотермальної вентиляції, над показниками однолітків, які поросились за використання класичної вентиляції, за оціночним індексом Березовського – на 1,31 бала, що більше на 3,10 %, а також за селекційним індексом відтворних якостей Церенюка – на 1,33 бала, що більше на 1,22 %.

Зважаючи на підтверджений частковий вплив конструктивних особливостей системи мікроклімату на відтворні якості свиноматок та інтенсивність росту поросят до відлучення вважаємо, що подальші вивчення впливу досліджуваних чинників важливо продовжити.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чорний М.В., Хомутовська С.О., Санітарно-гігієнічне забезпечення ферм в контексті профілактики хвороб свиней. Ветеринарна медицина, Вип. 97, 2013. С. 486–489. URL:http://jvm.kharkov.ua/sbornik/97/8_200.pdf

2. Рибалко В.П., Флока Л.В. Вплив фенотипових факторів на продуктивні якості свиней червоно-білопоясої породи: монографія. Полтава: РВВ ПУЕТ, 2014. 160 с. URL:http://dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/2057/1/ %D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F%20%20%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D0%BE,%2

3. Іванов В.О., Курман А.Ф., Горіславець А.І. Особливості мікроклімату у спорудженнях легкого типу для утримання підсисних свиноматок. Вісник аграрної науки, Вип. 4(781). 2018. С. 31–35. URL:https://agrovisnyk. com/pdf/ua_2018_04_05.pdf

4. Heat stress adaptations in pigs/E.J. Mayorga et al. Animal Frontiers. Vol. 9. Issue 1. 2019. P. 54–61. DOI:10.1093/af/vfy035

5. Решетник А.О., Смоляк В.В., Лайтер–Москалюк С.В. Стан добробуту свиней у промисловому свинарстві. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Ґжицького. Том 18. Вип. 4(72). 2016. С. 66–71. URL:https://nvlvet. com.ua/index.php/journal/article/download/987/987

6. Li R. Effect of partial pit exhaust ventilation system on ammonia removal ratio and mass transfer coefficients from different emission sources in pig houses, Energy and Built Environment. Vol. 1. Issue 4. 2020. P. 343–350. DOI:10.1016/j.enbenv.2020.04.006

7. Болтянська Н.І. Створення оптимальних параметрів мікроклімату в галузі свинарства. Сучасні проблеми землеробської механіки: збірник тез доповідей XIX Міжнародної наукової конференції, Київ, 17–19 жовтня 2018. С. 108–110. URL:http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/5604

8. Sada O., Reppo B. Effect of animal keeping technologies on the pigsty inner climate in summer. International Scientific Conference: Engineering for Rural Development, 8, Jelgava (Latvia), 28-29 May. 2009. P. 70–75. URL:https://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2009/Papers/12_Oliver_Sada.pdf

9. Baumgard, L.H., and Rhoads R.P., Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. Annu. Rev. Anim. Biosci. Issue 1. 2013. P. 311–337. DOI:10.1146/annurev-animal-031412-103644

10. Технологія виробництва і переробки продукції свинарства: навчальний посібник/М. Повод та ін. Київ: Науково-методичний центр ВФПО, 2021. 360 с.

11. Скляр О.Г., Болтянська Н.І., Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник. ТОВ «Колор Принт», 2012. 720 с.

12. Маніта І.Ю. Забезпечення енергозбереження при формуванні мікроклімату на свинарських фермах. Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Інноваційні розробки в аграрній сфері. Том 2. Харків: ХНТУСГ, 2021. С. 214–217. URL:http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/14085

13. Boltianska N. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture;An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering, Vol. 18. Issue 1. 2018. P. 57–62. URL:http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/5546

14. Вплив охолодженого повітря на утримання свиноматок з поросятами. Вісник Сумського національного аграрного університету/ В.М. Волощук та ін. Тваринництво. Вип. 1(40). 2020. С. 38–42. DOI:10.32845/bsnau.lvst.2020.1.6

15. Mylostyvyi R. Efficiency of geothermal ventilation in a pigsty in the hot season. Conference: Innovative solutions for efficient livestock production. Dnipro. 2018. DOI:10.13140/RG.2.2.16200.83204

16. Герасимчук В.М., Волощук В.М., Ефективність створення мікроклімату у маточнику при різних способах подачі та видалення повітря. Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН. Вип. 69. 2017. С. 9–18. URL:http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/svun_2017_69_3.pdf

17. Вплив охолодженого повітря на утримання свиноматок з поросятами. Вісник Сумського національного аграрного університету/ В.М. Волощук та ін. Тваринництво. Вип. 1(40). 2020. С. 38–42. DOI:10.32845/bsnau.lvst.2020.1.6

18. Яропуд В.М., Алієв Е.Б. Результати обстеження стану забезпечення мікроклімату в свинарнику із системою вентиляції від'ємного тиску. Техніка, енергетика, транспорт АПК. Вип. 2(113). 2021. С. 168–177. URL:http://tetapk.vsau.org/storage/articles/June2021/zZ04PXXFZQYuziVRELoV.pdf

19. Михалко О.Г., Повод М.Г. Сезонна залежність продуктивності свиноматок данського походження від конструктивних особливостей систем вентиляції приміщень у період опоросу та лактації. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. Вип. 3(38). 2019. С. 77–90. URL:http://repo.snau.edu.ua:8080/xmlui/handle/123456789/8523

20. Михалко О.Г., Повод М.Г. Продуктивність свиноматок та річна динаміка інтенсивності росту поросят залежно від конструктивних особливостей системи підтримання мікроклімату. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Вип. 1(156). 2020. С. 84–96. URL:https://tvppt.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/pererobka/mykhalkopovod_1_2020.pdf

21. Mielcarek-Bocheńska P., Rzeźnik W. The impact of microclimate parameters on odour emissions from pig production in spring. Ecol. Chem. Eng. S., Issue 26(4). 2019. P. 697–707. DOI:10.1515/ecces-2019-0050

22. Шпетний М.Б. Оптимізація технологічних елементів утримання відлучених поросят в умовах індустріальної технології виробництва свинини: дис. … канд. с.-г. наук 06.02.04/Сумський національний аграрний університет. Суми, 2019. Мико-

лаївський національний аграрний університет. Миколаїв, 2019. URL:http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/10778/1/dis_%d0 %a 8%d0%bf %d0%b5%d1%82%d0%bd%d0%b8%d0%b9.pdf

23. Жижка С.В. Оптимізація техніко-технологічних умов утримання свиней ірландської селекції в умовах промислової технології: дис.. … канд. с.-г. наук 204/Сумський національний аграрний університет. Суми, 2020. URL:https://science.snau.edu.ua/wp-content/uploads/2021/05/Diss_Zhyzhka.pdf

24. Березовский Н.Д., Почерняев Ф.К., Коротков В.А. Методика моделирования индексов для использования их в селекции свиней. Методы улучшения процессов селекции, разведения и воспроизводства свиней (методические указания). М., 1986. С. 3–14.

25. Церенюк О.М. Оцінка ефективності індексів материнської продуктивності свиней. Сучасні проблеми селекції, розведення та гігієни тварин: зб. наук. праць Вінницького НАУ. Вінниця. Вип. 3(42). 2010. С. 73–77. URL:http://socrates.vsau.edu.ua/repository/getfile.php/6689.pdf

REFERENCES

1. Chornyi, M.V., Khomutovska, S.O. (2013). Sanitarno-hihiienichne zabezpechennia ferm v konteksti profilaktyky khvorob svynei [Sanitary and hygienic provision of farms in the context of prevention of swine diseases]. Veterynarna medytsyna [Veterinary medicine]. Issue 97, pp. 486–489. Available at:http://jvm. kharkov.ua/sbornik/97/8_200.pdf

2. Rybalko, V.P., Floka, L.V. (2014). Vplyv fenotypovykh faktoriv na produktyvni yakosti svynei chervono-bilopoiasoi porody [Influence of phenotypic factors on productive qualities of pigs of red-white-belt breed]. Poltava, RVV PUET, 160 p. Available at:http://dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/2057/1/ %D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F%20%20%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D0%BE,%20

3. Ivanov, V.O., Kurman, A.F., Horislavets, A.I. (2018). Osoblyvosti mikroklimatu u sporudzhenniakh lehkoho typu dlia utrymannia pidsysnykh svynomatok [Features of microclimate in facilities of light type for keeping suckling sows]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. Issue 4 (781), pp. 31–35. Available at:https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2018_04_05.pdf

4. Mayorga, E.J, Renaudeau, D., Ramirez, B.C, Ross, J.W., Baumgard, L.H. (2019). Heat stress adaptations in pigs. Animal Frontiers. Vol. 9, Issue 1, pp. 54–61. DOI:10.1093/af/vfy035

5. Reshetnyk, A.O., Smoliak, V.V., Laiter–Moskaliuk S.V. (2016). Stan dobrobutu svynei u promyslovomu svynarstvi [The state of welfare of pigs in industrial pig breeding]. Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Gzhytskoho [Scientific Bulletin of LNUVMBT named after S.Z. Gzhytsky]. Vol. 18, Issue 4(72), pp. 66–71. Available at:https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/download/ 987/987

6. Li, R. (2020). Effect of partial pit exhaust ventilation system on ammonia removal ratio and mass transfer coefficients from different emission sources in pig houses, Energy and Built Environment. Vol. 1, Issue 4, pp. 343–350. DOI:10.1016/j.enbenv.2020.04.006

7. Boltianska, N.I. (2018). Stvorennia optymalnykh parametriv mikroklimatu v haluzi svynarstva [Creation of optimal microclimate parameters in the field of pig breeding]. Suchasni problemy zemlerobskoi mekhaniky: zbirnyk tez dopovidei XIKh Mizhnarodnoi naukovoi konferentsii [Modern problems of agricultural mechanics: a collection of abstracts of the XIX International Scientific Conference]. Kyiv, pp. 108–110. Available at:http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/5604

8. Sada, O., Reppo, B. (2009). Effect of animal keeping technologies on the pigsty inner climate in summer. International Scientific Conference: Engineering for Rural Development, 8, Jelgava (Latvia). pp. 70–75. Available at:https://www.tf.llu.lv/ conference/proceedings2009/Papers/12_Oliver_Sada.pdf

9. Baumgard, L.H., Rhoads, R.P. (2013). Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. Annu. Rev. Anim. Biosci. Issue 1, pp. 311–337. DOI:10.1146/annurev-animal-031412-103644

10. Povod, M., Bondarska, O., Lykhach, V., Zhyzhka, S., Nechmilov, V. (2021). Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii svynarstva: navch. posibnyk [Technology of production and processing of pig products: textbook manual]. Kyiv: VFPO Scientific and Methodological Center, 360 p.

11. Skliar, O.H., Boltianska, N.I. (2012). Mekhanizatsiia tekhnolohichnykh protsesiv u tvarynnytstvi: navch. posibnyk [Mechanization of technological processes in animal husbandry: textbook manual]. LLC "Color Print", 720 p.

12. Manita, I.I. (2021). Zabezpechennja energozberezhennja pry formuvanni mikroklimatu na svynars'kyh fermah [Ensuring energy saving in the formation of the microclimate on pig farms]. Molod' i tehnichnyj progres v APV: materialy Mizhnarodnoi' naukovo-praktychnoi' konferencii' [Youth and technical progress in APV: materials of the International scientific-practical conference]. Innovacijni rozrobky v agrarnij sferi [Innovative developments in the agricultural sector]. Kharkiv, pp. 214–217. Available at:http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/14085

13. Boltianska, N.I. (2018). Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Vol. 18, Issue 1, pp. 57–62. Available at:http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/5546

14. Voloshchuk, V.M., Ivanov, V.O., Zasukha, L.V., Bordunova, O.H., Pavlenko Yu.M. (2020). Vplyv okholodzhenoho povitria na utrymannia svynomatok z porosiatamy [Influence of cooled air on keeping sows with piglets]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 1(40), pp. 38–42. DOI:10.32845/bsnau.lvst.2020.1.6

15. Mylostyvyi, R. (2018). Efficiency of geothermal ventilation in a pigsty in the hot season. Conference: Innovative solutions for efficient livestock production. Dnipro. DOI:10.13140/RG.2.2.16200.83204

16. Herasymchuk, V.M., Voloshchuk, V.M. (2017). Efektyvnist stvorennia mikroklimatu u matochnyku pry riznykh sposobakh podachi ta vydalennia povitria [The efficiency of creating a microclimate in the queen cell with different methods of supply and removal of air]. Svynarstvo [Swine breeding]. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk Instytutu svynarstva i APV NAAN [Interdepartmental thematic scientific collection of the Institute of Pig Breeding and APV NAAS]. Issue 69, pp. 9–18. Available at:http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/ cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/svun_2017_69_3.pdf

17. Voloshchuk, V.M., Ivanov, V.O., Zasukha, L.V., Bordunova, O.H., Pavlenko, Yu.M. (2020). Vplyv okholodzhenoho povitria na utrymannia svynomatok z porosiatamy [Influence of cooled air on keeping sows with piglets]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 1(40), pp. 38–42. DOI:10.32845/bsnau.lvst.2020.1.6

18. Iaropud, V.M., Aliiev, E.B. (2021). Rezultaty obstezhennia stanu zabezpechennia mikroklimatu v svynarnyku iz systemoiu ventyliatsii vidiemnoho tysku [The results of the inspection of the state of the microclimate in the pigsty with a negative pressure ventilation system]. Tekhnika, enerhetyka, transport APK [Engineering, energy, transport of agro-industrial complex]. Issue 2(113), pp. 168–177. Available at:http://tetapk.vsau.org/storage/articles/June2021/zZ04PXXFZQ YuziVRELoV. pdf

19. Mykhalko, O.H., Povod, M.H. (2019). Sezonna zalezhnist produktyvnosti svynomatok danskoho pokhodzhennia vid konstruktyvnykh osoblyvostei system ventyliatsii prymishchen u period oporosu ta laktatsii [Seasonal dependence of productivity of sows of Danish origin on the design features of ventilation systems during farrowing and lactation]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 3(38), pp. 77–90. Available at:http://repo.snau.edu.ua:8080/ xmlui/handle/123456789/8523

20. Mykhalko, O.H., Povod, M.H. (2020). Produktyvnist svynomatok ta richna dynamika intensyvnosti rostu porosiat zalezhno vid konstruktyvnykh osoblyvostei systemy pidtrymannia mikroklimatu [Productivity of sows and annual dynamics of growth intensity of piglets depending on the design features of the microclimate maintenance system]. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva [Technology of production and processing of livestock products]. Issue 1(156), pp. 84–96. Available at:https://tvppt.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/ pererobka/mykhalkopovod_1_2020.pdf

21. Mielcarek-Bocheńska, P., Rzeźnik, W. (2019). The impact of microclimate parameters on odour emissions from pig production in spring. Ecol. Chem. Eng. S. Issue 26(4), pp. 697–707. DOI:10.1515/eces-2019-0050

22. Shpetnyi, M.B. (2019). Optymizatsiia tekhnolohichnykh elementiv utrymannia vidluchenykh porosiat v umovakh industrialnoi tekhnolohii vyrobnytstva svynyny: dys. … kand. s.-g. nauk 06.02.04. [Optimization of technological elements of the maintenance of weaned piglets in the conditions of industrial technology of production of pork: the dissertation of the candidate of agricultural sciences 06.02.04]. Sumy National Agrarian University. Sumy, Mykolayiv National Agrarian University. Mykolaiv. Available at:http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/10778/1/dis_%d0%a8%d0%bf%d0%b5%d1%82%d0%bd%d0%b8%d0%b9.pdf

23. Zhyzhka, S.V. (2020). Optymizatsiia tekhniko-tekhnolohichnykh umov utrymannia svynei irlandskoi selektsii v umovakh promyslovoi tekhnolohii: dys. … kand. s.-g. nauk 204 [Optimization of technical and technological conditions for keeping Irish pigs in terms of industrial technology: the dissertation of the candidate of agricultural sciences 204]. Sumy National Agrarian University. Sumy. Available at:https://science.snau.edu.ua/ wp-content/uploads/ 2021/05/Diss_Zhyzhka.pdf

24. Berezovskiy, N.D., Pochernyaev, F.K. Korotkov, V.A. (1986). Metodika modelirovaniya indeksov dlya ispolzovaniya ih v selektsii sviney [Methodology for modeling indices for use in breeding pigs]. Metodyi uluchsheniya protsessov selektsii, razvedeniya i vosproizvodstva sviney (metodicheskie ukazaniya) [Methods for improving the processes of selection, breeding and reproduction of pigs (guidelines)]. M., pp. 3–14.

25. Tsereniuk, O.M. (2010). Otsinka efektyvnosti indeksiv materynskoi produktyvnosti svynei [Modern problems of breeding, breeding and hygiene of animals]. Suchasni problemy selektsii, rozvedennia ta hihieny tvaryn: zb. naukovykh prats Vinnytskoho NAU [Modern problems of selection, breeding and hygiene of animals: a collection of scientific works of Vinnytsia NAU]. Vinnitsa, Issue 3(42), pp. 73–77. Available at:http://socrates.vsau.edu.ua/repository/getfile.php/6689.pdf

Productivity of sows and growth of piglets during the use of different indoor microclimate systems

Mykhalko O., Povod M., Verbelchuk T., Verbelchuk S., Sherbina O., Mironenko O., Ulyanko S.

The aim of the article was to study the dependence of reproductive qualities of sows of Irish origin and growth intensity of their piglets on the influence of technological and design parameters of the microclimate system in the farrowing room. The material of the study was the F_1 sows of the Hermitage Genetics maternal line, which were reared in two sections for farrowing of identical planning, identical construction execution and engineering and technical support, except for the microclimate creation and maintenance systems installed in them. The sows of the control group were kept under the classical valve-type ventilation system, and the sows of the experimental group were kept under the geothermal ventilation system. The analysis of reproductive indicators of the experimental population was carried out using generally accepted statistical methods, one-

way analysis of variance, evaluation index for a limited number of traits, selection index of reproductive qualities of sows. At the end of the experiment and based on the evaluation of data, it was found that the productivity of sows whose farrowing took place in rooms with geothermal microclimate system, were significantly higher during the study period in the number of piglets at weaning – by 0.70 heads or 5.58% ($p \leq 0.001$), their safety – by 4.49% ($p \leq 0.05$) and the weight of the nest at weaning – by 2.91 kg or 4.23% ($p \leq 0.05$) relative to peers kept in sections for farrowing with the classic valve type of microclimate system. The method of factor analysis of variance allowed to identify a statistically significant effect of the type of microclimate system on these indicators, namely: the number of piglets at weaning with an impact force of 2.01%, the safety of piglets – with an impact force of 2.03% and on the weight of the nest of piglets at weaning – with a force of influence within 2.01%. The results of the evaluation of the reproductive qualities of pigs showed the predominance of livestock kept under geothermal ventilation, both for the use of the evaluation index – by 1.31 points, and for the use of the selection index of reproductive qualities – by 1.33 points. No statistically significant difference between sows and piglets kept under different microclimate systems on indicators such as total number of piglets at birth, number of stillborn piglets, proportion of stillborn piglets, fertility, high fertility, weight of one head at weaning, absolute gain, average daily yield has not been established.

Key words: sow, piglets, microclimate system, farrowing, piglet nest weight, safety.

Copyright: Михалко О.Г. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Михалко О.Г. https://orcid.org/0000-0002-0736-2296/G-2305-2018
Повод М.Г. https://orcid.org/0000-0001-9272-9672/W-1565-2018
Вербельчук Т.В. https://orcid.org/0000-0001-7334-4507/V-3340-2017
Вербельчук С.П. https://orcid.org/0000-0002-1136-5617/V-9676-2017
Щербина О.В. https://orcid.org/0000-0003-0310-9338/R-1421-2018
Мироненко О.І. https://orcid.org/0000-0002-6067-3755/Q-6812-2016
Ульянко С.О. https://orcid.org/0000-0002-6688-6268

УДК:631.223.2:628.8:637.12.04

Вплив конструктивних особливостей корівників на формування мікроклімату та якісні показники молока

Гришко В.А, Балацький Ю.О., Малина В.В., Федорченко М.М., Бондаренко Л.В.

Білоцерківський національний аграрний університет

Гришко В.А. E-mail: vetalgwa44@gmail.com

OPEN ACCESS

Гришко В.А, Балацький Ю.О., Малина В.В., Федорченко М.М., Бондаренко Л.В. Вплив конструктивних особливостей корівників на формування мікроклімату та якісні показники молока. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 75–82.

Gryshko V., Balatsky Y., Malyna V., Fedorchenko M., Bondarenko L. Influence of constructive features of cowshed on the formation of microclimate and qualitative indicators of milk. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 75–82.

Рукопис отримано: 28.04.2022 р.
Прийнято: 11.05.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-75-82

Досліджено стан мікроклімату легкокаркасного та реконструйованого корівника та доїльного залу за безприв'язно-боксового способу утримання дійного стада у весняний період та вивчено вплив різних умов та параметрів мікроклімату на якісні показники молока. Встановлено, що температурний режим у реконструйованому корівнику з примусовим доїнням у залі на установці Ялинка становив у середньому 14,27±2,105 °С, тимчасом у доїльному залі температура була дещо вищою – 16,38±1,335 °С. У легкокаркасному корівнику температура становила 12,24±1,380 °С, а у зоні доїння корів на роботизованій установці – майже без відхилення 12,14±1,715 °С. Реконструйований корівник забезпечує комфортніший температурний режим для корів порівняно з легкокаркасним. Вологість і швидкість руху повітря в порівнюваних приміщеннях перебувала в межах гігієнічних норм. Мікробіологічні показники бактеріальної забрудненості повітря в обох приміщеннях відповідають гігієнічним нормам, однак у реконструйованому корівнику кількість колонієутворювальних одиниць в 1 м^3 була вищою. Найбільша кількість КУО в 1 м^3 зафіксовано в повітрі доїльного залу, де розміщено установку УДЕ-8 «Ялинка». Це зумовлено недостатньою вентиляцією, підвищеною вологістю та температурою, розповсюдженням повітрям дрібних крапель з вимені корів, інших поверхонь тіла тварини, устаткуванням і огороджувальними конструкціями, під час миття доїльного залу, за використання води під напором.

У ТДВ «Терезине» в легкокаркасному корівнику за вільного доїння на роботизованій установці кислотність молока становила 16,4±0,64 °Т; ступінь чистоти за еталоном відповідав першій групі, температура через 30 хв після доїння становила 4,2±0,57 °С; мікробне забруднення молока було в середньому 233,4±8,64 тис. КУО/см^3; титр БГКП дорівнював приблизно одиниці; кількість соматичних клітин становила 376,9±29 тис./см^3, що загалом відповідало вищому гатунку згідно з ДСТУ 3662:2018. Під час доїння на установці УДЕ-8 «Ялинка» кислотність отриманого молока становила 18,6±0,42 °Т; ступінь чистоти за еталоном відповідав першій групі, температура через 30 хв після доїння становила 5,8±0,71 °С; мікробне забруднення молока було в середньому 292,3±12,3 тис. КУО/см^3; титр БГКП дорівнював приблизно одиниці; кількість соматичних клітин становила 465,7±19 тис./см^3, що загалом відповідало першому гатунку згідн з ДСТУ 3662:2018.

Отже, утримання дійного стада як у легкокаркасному, так і в реконструйованому приміщенні дає змогу сформувати комфортні санітарно-гігієнічні умови утримання. Збільшення показника мікробного забруднення молока, отриманого від корів у доїльному залі на установці УДЕ-8 «Ялинка», спричинено недостатньою роботою системи вентиляції доїльного приміщення та неправильним виконанням окремих елементів підготовки тварин до доїння.

Ключові слова: легкокаркасний корівник, реконструйований корівник, доїльний зал, мікроклімат, якість молока.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Гігієна, санітарія та добробут тварин нині основні для отримання якісних та безпечних молочних продуктів. Україна є членом СОТ (Світової організації торгівлі), тому слід приділяти високу увагу забезпеченню конкурентоспроможності молока та молокопродуктів як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Найважливішою вимогою Європейського Союзу (ЄС) та СОТ до вітчизняної молочної продукції для виходу на ринки є досягнення високого рівня безпечності та якості європейських і світових стандартів [1–3, 13]. На якість молочної сировини найбільше впливає дотримання санітарно-гігієнічних вимог утримання дійного стада корів і отримання молока та контроль забезпечення високих санітарних вимог на всіх етапах руху молочної сировини до споживача.

Міжнародною організацією стандартизації розроблено ISO 22000:2005 «Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга», який з квітня 2007 р. є чинним в Україні як ДСТУ ISO 22000:2007. Він регламентує, що небезпечний чинник у молочних харчових продуктах може з'явитися на будь-якому етапі виробництва харчового ланцюга, тому необхідний постійний контроль та керування на всіх визначених критичних точках.

Зі збільшенням кількості та асортименту молочних продуктів, великого значення набуває і підвищення їх якості, що залежить від стану молочної сировини, що надходить на молокопереробні підприємства. У зв'язку з цим, отримання молочної сировини високої санітарної якості має важливе значення. Для цього необхідно приділяти увагу санітарному обробленню вимені дійного стада, оскільки на цьому етапі відбувається бактеріальне осіменіння молока, що значною мірою знижує його якість та безпечність [4–6, 8–12, 14, 15].

Мета дослідження – з'ясувати стан мікроклімату легкокаркасного та реконструйованого корівника та доїльного залу за безприв'язно-боксового способу утримання дійного стада у весняний період, а також вивчити вплив умов утримання на якісні показники молока.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили паралельно на виробничій базі ТДВ «Терезине» та ННДЦ БНАУ Білоцерківського району Київської області з метою вивчення впливу параметрів мікроклімату всередині приміщень легкокаркасного і реконструйованого типів за безприв'язного боксового утримання та їх сукупний вплив на якість молочної продукції. Для проведення досліду у кожному господарстві відібрано по 16 голів корів голштинізованої чорно-рябої молочної породи, 3-ї лактації, з середньою молочною продуктивністю 8000–9000 кг молока.

Першу сформовану групу корів (30 гол.) утримували у ТДВ «Терезине» в легкокаркасному корівнику з металевих конструкцій, на 400 корів з вільним доїнням на роботизованій установці виробництва De-Laval. Другу групу, сформовану в ННДЦ БНАУ (30 гол. корів голштинізованої чорно-рябої породи з такою самою продуктивністю), утримували в побудованому за радянських часів і потім реконструйованому під сучасну технологію корівнику, де доїння проводили на доїльній установці УДЕ-8 «Ялинка». Для санітарного оброблення доїльного обладнання у господарствах використовували 0,5 % розчин лужного мийно-дезінфікуючого засобу «Basix» за температури 49–50±3,6 ^{0}С.

Температуру і відносну вологість повітря та освітленість приміщень визначали на початок досліджень та через 15 і 30 діб за використання сертифікованих приладів: багатофункціонального вимірювального приладу DT-8820 та кулькового кататермометра. Швидкість руху повітря визначали професійним термоанемометром Peakmetr PM 6252 B. Гематологічні та біохімічні дослідження периферичної крові та отриманої з неї сироватки здійснювали на початок досліджень та через 30 діб за класичними методиками.

Бактеріальну забрудненість повітря визначали методом проходження повітря і осадження мікроорганізмів на щільні живильні середовища за використання приладу Ю.А. Кротова. Визначення показників виконували на висоті 1 м від підлоги.

Ізоляцію мікроорганізмів із проб молока, вивчення їх морфологічних, біохімічних та патогенних властивостей виконували за методами, описаними в[3].

Під час визначення титру БГКП в пробірки з 5 см^3 середовища КОДА вносили 1 см^3 змиву з доїльного устаткування або його розведення. Посіви культивували у термостаті за температури 37 ^{0}С упродовж 24 годин. За позитивного результату середовище забарвлювалося в жовтий колір, за негативного – колір не змінювався.

Ідентифікацію культур мікроорганізмів, виділених із сирого молока, здійснювали на підставі морфологічних, тинкторіальних, культуральних і біохімічних даних із використанням визначника бактерій Берджі.

Мікробіологічне дослідження проби проводили з метою визначення загальної кількості бактерій визначення мікроорганізмів – збудників субклінічного маститу корів.

Загальну кількість бактерій встановлювали згідно з ДСТУ ISO 15214:2007 посівом 1 см^3 приготованого дослідного матеріалу на МПА з наступною інкубацією за температури 36±2 °С упродовж 24–48 годин. Після інкубації проводили підрахунок колоній, що виросли, та визначали кількість колонієутворювальних одиниць в одиниці об'єму досліджуваного матеріалу (КУО/см^3).

Результати досліджень обраховували за допомогою статистичних функцій програмного забезпечення MS Excel і Stat Soft «Statistica 10».

Результати дослідження та їх обговорення. За результатами проведених досліджень (табл. 1) встановлено, що температурний режим у реконструйованому корівнику з примусовим доїнням у залі на установці Ялинка становив у середньому 14,27±2,105 °С, тимчасом у доїльному залі температура була дещо вищою – 16,38±1,335 °С. Незначне підвищення температури було зумовлено роботою системи обігріву для створення комфортних умов праці для майстрів машинного доїння. У легкокаркасному корівнику температура становила 12,24±1,380 °С, а у зоні доїння корів на роботизованій установці – майже без відхилення 12,14±1,715 °С. Порівнюючи температурний режим двох приміщень, реконструйований корівник забезпечує комфортніший температурний режим для корів, оскільки має капітальні стіни, виготовлені з цегли, порівняно з металопрофілем у легкокаркаснику. На температурний режим також впливала дещо менша загальна кубатура реконструйованого приміщення через те, що його висота становила у найвищій точці 5,7 м, тимчасом у легкокаркаснику – 11,5 м. Кращому збереженню тепла у легкокаркаснику сприяла менша площа вентиляційних штор та площа дверей, які було встановлено з облаштуванням тамбура. Отже, проведення реконструкції типових корівників є доцільним, а їх використання за утримання дійного стада у зимовий та весняний періоди є досить енергощадним і комфортним для дійного стада порівняно з легкокаркасним приміщенням. Зменшена площа вентеляційних штор дає змогу контролювати вологість приміщення в межах 71,57±2,036 – 72,52±1,782 %, що є нормою. Збільшення вологості в доїльному залі зумовлено тим, що це ізольоване приміщення має незначну площу і об'єм. Крім того, в ньому використовують під час доїння значну кількість води, яка активно випаровується за температури 16,38±1,335 °С, насичуючи повітря водяними парами. У легкокаркасному корівнику, як у місцях, де утримували дійне стадо корів, так і у зоні роботизованої доїльної установки вологість також перебувала в межах гігієнічних норм. Швидкість руху повітря в порівнюваних приміщеннях перебувала в межах гігієнічних норм, що доводить правильність налаштування режиму роботи системи припливно-витяжної вентиляції. Освітленість також відповідала нормативним вимогам в обох приміщеннях. Вміст у повітрі вуглекислого газу, сірководню та амоніаку в обох приміщеннях перебував у межах гігієнічних норм, що доводить правильність налаштування роботи системи вентиляції. Однак через збільшену кубатуру легкокаркасного корівника концентрація шкідливих газів дещо нижча, ніж у реконструйованому.

Таблиця 1 – **Санітарно-гігієнічний режим окремих частин скотарських приміщень за різних способів утримання та доїння корів у весняний період,** X± S.E, n = 3

Параметри	Спосіб утримання та доїння корів			
	Безприв'язний, з примусовим доїнням у залі на установці Ялинка		Безприв'язний, з вільним доїнням на роботизованій установці	
	реконструйований корівник	доїльний зал	легкокаркасний корівник	роботизована доїльна установка
Температура, °С	14,27±2,105	16,38 ± 1,335	12,24 ± 1,380	12,14 ± 1,715
Відносна вологість, %	71,57±2,036	77,32±1,552	69,64± 1,970	70,61± 1,481
Швидкість руху повітря, м/с	0,29±0,252	0,23 ±0,303	0,34 ±0,314	0,27 ± 0,062
Освітленість, Лк	2075,15 ± 263,822	1832,70 ± 354,196	1942,72 ± 273,98	1892,66 ± 290,73
Вуглекислий газ, %	0,17±0,031	0,18±0,036	0,16±0,026	0,16±0,019
Сірководень, мг/м3	8,68±1,691	8,46±1,612	7,15±1,125	6,52±1,437
Амоніак, мг/м3	16,33±0,484	18,43±0,548	14,61±0,345	14,23±0,613
Бактеріальна забрудненість, тис. КУО/м3	88,17±4,34	107,76±4,56	76,55±3,48	76,92±4,18

Якщо проаналізувати концентрацію загазованості повітря у реконструйованому приміщенні, де перебувають тварини, і доїльного залу, можемо спостерігати зростання концентрації в зоні доїння вмісту вуглекислого газу, сірководню та амоніаку майже до верхньої межі норм. Це зумовлено тим, що доїльний зал має недостатню систему вентиляції, а під час підготовки вимені корів до доїння підігріта вода, що потрапляє на підлогу, та сеча сприяють кращому випаровуванню азотистих сполук зі значної площі.

Проводячи аналіз отриманих мікробіологічних показників бактеріальної забрудності повітря можна констатувати, що попри те, що повітря обох приміщень відповідає гігієнічним норативам, у реконструйованому корівнику кількість колонієутворювальних одиниць в 1 м^3 була вищою. Найбільшу кількість колонієутворювальних одиниць в 1 м^3 зафіксовано в повітрі доїльного залу, де розміщено установку УДЕ-8 «Ялинка». Збільшення бактеріальної забрудненості повітря в доїльному залі зумовлено впливом декількох чинників: недостатня вентиляція, підвищена вологість та температура, розповсюдження повітрям дрібних крапель з вимені корів, інших поверхонь тіла тварини, устаткування і огороджувальні конструкції, під час миття доїльного залу за використання води під напором.

Відомо, що кров є найбільшою динамічною системою, що швидко змінює склад за дії різних чинників як зовнішнього, так і внутрішнього середовища. Морфологічні та фізико-хімічні зміни в периферичній крові відображають стан захисних властивостей всього організму. Результати гематологічних та морфологічних показників периферичної крові корів наведено у таблиці 2.

За даними таблиці 2, морфологічний склад периферичної крові тварин, що утримувалися як у легко каркасному, так і реконструйованому приміщеннях, коливався в межах фізіологічної норми. Кількість лейкоцитів, еритроцитів, тромбоцитів не мала статистичнозначущих відмінностей від показників контролю. Фізичні властивості крові тварин дослідних груп (гематокрит, ШОЕ) також не мали суттєвих відмінностей між собою і показниками контролю.

Одним із найважливіших гематологічних біохімічних показників крові є білковий склад сироватки. Сироваткові білки забезпечують онкотичний тиск, в'язкість крові, лужно-кислотну рівновагу внутрішнього середовища організму. Результати визначення основних біохімічних показників сироватки крові тварин контрольної і дослідних груп наведено у таблиці 3.

За даними таблиці 3, показники вмісту гемоглобіну, загального білка, зокрема альбумінів і глобулінів, у крові тварин контрольної і дослідної груп відповідали фізіологічній нормі і суттєво не різнилися. Вміст неорганічних речовин – загального Кальцію і неорганічного Фосфору, pH крові тварин дослідних груп також не мав достовірних відмінностей між собою і показниками контролю.

Отже, результати гематологічних і біохімічних досліджень периферійної крові корів свідчать, що утримання тварин як у легко каркасному, так і реконструйованому приміщеннях не має негативного впливу на показники неспецифічної резистентності їх організму.

Таблиця 2 – **Гематологічні показники та морфологічний склад периферичної крові корів,** X± S.E, n = 5

Показники	Норма	Спосіб утримання та доїння корів			
		На початок досліджень		Кінець досліджень	
		реконструйований корівник	легкокаркасний корівник	реконструйований корівник	легкокаркасний корівник
Еритроцити, Т/л	5–7,5	5,61±0,431	5,65±0,503	6,72±0,294	6,64±0,332
Лейкоцити, Г/л	6–12	8,93±0,644	8,76±0,626	8,75±0,871	9,22±0,745
Тромбоцити, Г/л	260–700	428,55±48,343	453,61±58,472	459,58±69,566	456,46±71,684
ШОЕ, мм/год.	17–24	20,29±0,817	20,34±0,942	20,12±0,834	19,93±1,046
Гематокрит, %	35–45	39,22±1,243	40,12±1,381	40,271±1,343	39,89±2,048

Примітка: різниця всіх показників дослідних груп до контролю p>0,05.

Таблиця 3 – **Біохімічний склад сироватки крові корів,** X± S.E, n = 5

Показники	Норма	Спосіб утримання та доїння корів			
		На початок досліджень		Кінець досліджень	
		реконструйований корівник	легкокаркасний корівник	реконструйований корівник	легкокаркасний корівник
Гемоглобін, г/л	95-125	111,26±5,14	109,90±4,89	107,54±5,54	108,73±4,49
Загальний білок, г/л	72-86	77,31±2,51	78,15±2,68	79,19±2,85	77,84±1,87
Альбуміни, %	38-50	46,50±2,30	45,21±2,54	44,53±2,41	44,23±2,50
Глобуліни, %	45-65	53,59±3,31	54,38±3,44	55,16±3,42	55,47±3,38
pH	7,35-7,45	7,32±0,47	7,39±0,61	7,34±0,68	7,33±0,79
Загальний кальцій (ммоль/л)	2,25-3,13	2,37±0,42	2,41±0,33	2,57±0,39	2,61±0,47
Неорганічний фосфор (ммоль/л)	1,45-2,1	1,54±0,23	1,61±0,46	1,58±0,38	1,62±0,52

Примітка: різниця всіх показників дослідних груп до контролю p>0,05.

За результатами проведених досліджень встановлено, що основною причиною зниження ґатунку молока є надмірна бактеріальна забрудненість та наявність значної кількості соматичних клітин (табл. 4). З метою вивчення причин зростання мікробного забруднення молока вивчали санітарні умови його одержання у двох господарствах Київської області. У ТДВ «Терезине» за безприв'язного способу утримання в легкокаркасному корівнику за вільного доїння на роботизованій установці кислотність молока становила 16,4±0,64 °Т; ступінь чистоти за еталоном відповідав першій групі, температура через 30 хв після доїння становила 4,2±0,57 °С; мікробне забруднення молока було в середньому 233,4±8,64 тис. КУО/см^3; титр БГКП дорівнював приблизно одиниці; кількість соматичних клітин становила 376,9±29 тис./см^3, що загалом відповідало вищому гатунку згідно з ДСТУ 3662:2018.

У ННДЦ БНАУ за безприв'язного способу утримання в реконструйованому корівнику та доїння на установці УДЕ-8 «Ялинка», кислотність молока становила 18,6±0,42 °Т; ступінь чистоти за еталоном відповідав першій групі, температура через 30 хв після доїння становила 5,8±0,71°С; мікробне забруднення молока було в середньому 292,3±12,3 тис. КУО/см^3; титр БГКП дорівнював приблизно одиниці; кількість соматичних клітин становила 465,7±19 тис./см^3, що загалом відповідало першому гатунку згідно з ДСТУ 3662:2018.

Таблиця 4 – **Мікробіологічні показники молока, отриманого в господарствах Київської області,** X± S.E, n = 5

Назва господарства	Показник якості							Ґатунок молока за ДСТУ 3662:2018
	Кислотність, °Т	Ступінь чистоти за еталоном, група	Температура, °С	Мікробне число тис. КУО/см^3	Титр БГКП	Масова частка сухих речовин, %	КСК тис./см^3	
ТДВ «Терезине» легкокаркасний корівник	16,4±0,64	1	4,2±0,57	233,4±8,64	>1,0	12,1±0,37	376,9±29	вищий
ННДЦ БНАУ реконструйований корівник	18,6±0,42	1	5,8±0,71	292,3±12,3	>1,0	11,6±0,44	465,7±19	перший

Висновки. Узагальнюючи матеріали досліджень можна констатувати, що утримання дійного стада як у легко каркасному, так і реконструйованому приміщеннях дає змогу сформувати комфортні санітарно-гігієнічні умови утримання. Збільшення показника мікробного забруднення молока отриманого від корів у доїльному залі на установці УДЕ-8 «Ялинка», спричинено недостатньою роботою системи вентиляції доїльного приміщення та неправильним виконанням окремих елементів підготовки тварин до доїння. Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу санітарно-гігієнічних умов утримання тварин у реконструйованому і легкокаркасному корівниках на біохімічні показники молока та відтворну здатність корів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Власенко В. В. Якість та безпека молока в України та ЄС і сучасний стан і перспекти вирозвитку. Ефективне тваринництво. 2006. № 3. С. 32–34.

2. ДСТУ 8553:2015. Молоко-сировина та вершки-сировина. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 10 с.

3. Луценко М. М., Галай О. Ю. Ресурсозберігаючі технології виробництва молока з використанням легкозбірних приміщень та високопродуктивних доїльних установок. Науковий вісник Львівського нац. університету ім. С. З. Гжицького, 2018. Т. 20. № 84. С. 166–170.

4. Гришко В.А., Балацький Ю.О. Санітарно-гігієнічний стан параметрів мікроклімату приміщень легкокаркасного та реконструйованого корівників у весняний період за безприв'язнобоксового утримання дійного стада. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2021. № 1. С. 65–73.

5. Луценко М. М., Галай О. Ю. Створення комфортних умов утримання високопродуктивних корів в інноваційних технологіях. Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. 2017. Вип. 21 (35). С. 313–319.

6. Вплив доїльних установок різних типів на якість і безпечність сирого молока / А. Г. Вовкогон та ін. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Біла Церква, 155 2019. С. 118–125.

7. Ґатунок молока "Екстра" – крок до європейських вимог. Молочна промисловість. 2008. № 1 (44). С. 28–31.

8. Меньшакова Л. А. Сучасні методи визначення мікроорганізмів та їх метаболітів у харчових продуктах. Біотехнології та біоінженерія. МНАУ, 2021. 31 с.

9. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва /Якубчак О. М. та ін. К.: ТОВ «Біопром». 2005. 799 с.

10. Вивчення санітарно-гігієнічних умов виробництва молока на молочних фермах для забезпечення умов належної гігієнічної практики / М. П. Остапюк та ін. Національний вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. 2010. Т. 12. № 3. ч. 4. С. 243–248.

11. Iaremchuk A. S. Perfection of elements of technology of milk production and climate control on farms of smallcapacity. Wschodnio europejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal). 11 (51). 2019.

12. Prevalence and Characterization of PVL-Positive *Staphylococcus aureus* Isolated from Raw Cow's Milk/A. Sadat et al. Toxins. 2022. P. 14–97.

13. Antimicrobial resistance profile of *Staphylococcus aureus* isolated from raw cow milk and fresh-fruit juice in Mekelle, Tigray, Ethiopia/H. Abraha et al. J. Vet. Med. Anim. Heath. 10 (4). 2017. P. 106–113.

14. Antimicrobial Susceptibility of *Staphylococcus aureus* Isolated from Recreational Waters and BeachS and in Eastern Cape Province of South Africa/ O.E. Akanbi et al. Int. J. Environ. Res. Public Health. 14. 2017. P. 2–15.

15. Prevalence of *Staphylococcus aureus* in raw milk and somedairy products in portsaid governorate/ Saly et al. Am. J. Zool. 1 (2). 2019. P. 40–46.

16. Coagulase genepolymorphism, enterotoxigenecity, biofilm production, and antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus* isolated from bovine raw-milk in North/V. Sharma et al. West India Ann. Clin. Microbiol. Antimicrob. 16 (1). 2017. 65 p.

17. Prevalence of antibodies to Brucellaspecies in commercial rawbovine milk in South western/M. Kamwine et al. Uganda BMC Research Notes. 10 (1). 2017. P. 1–5.

18. Beyond food safety: Socio-economic effects of training informal dairy vendors in Kenya/S. Alonso et al. Global Food Security. 2018. P. 86–92.

19. Disinfectants for sanitary treatment of the skin of the elderoflacting cows. Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder/V. P. Muzyka et al. Additives and Institute of Animal Biology. 22(1). P. 169–174.

20. Effect of linear traits in dairy cows on herddisposal/A. P. Palii et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2020. 10 (3). P. 88–94.

REFERENCES

1. Vlasenko, V. V. 92006). Jakist' ta bezpeka moloka v Ukrai'ny ta JeS i suchasnyj stan i perspekty vyrozvytku [Milk quality and safety in Ukraine and the EU and the current state and prospects of development]. Efektyvne tvarynnyctvo [Effective animal husbandry]. no. 3, pp. 32–34.

2. DSTU 8553:2015 Moloko-syrovyna ta vershky-syrovyna. Pravylapryimannia, vidbyrannia ta hotuvannia prob do kontroliuvannia. [Chynnyi vid 2017-01-01]. [DSTU 8553: 2015. Raw milk and raw cream. Rules of acceptance, sampling and preparation of samples for control. [Effective from 2017-01-01]]. Kind. officer Kyiv: UkrNDNC, 2016. 10 p.

3. Lutsenko, M. M., Halai, O. Yu. (2018). Resursozberigajuchi tehnologii' vyrobnyctva moloka z vykorystannjam legkozbirnyh prymishhen' ta vysokoproduktyvnyh doi'l'nyh ustanovok [Resource-saving technologies for milk production using prefabricated rooms and high-performance milking parlors. Scientific Bulletin of the Lviv National University]. Naukovyj visnyk L'vivs'kogo nac. universytetu im. S. Z. Gzhyc'kogo [Scientific Bulletin of the Lviv National University named after S.Z. Gzhytsky]. Vol. 20, no. 84, pp. 166–170.

4. Hryshko, V.A., Balatskyi, Yu.O. (2021). Sanitarno-gigijenichnyj stan parametriv mikroklimatu prymishhen' legkokarkasnogo ta rekonstrujovanogo korivnykiv u vesnjanyj period za bezpryv'jaznoboksovogo utrymannja dijnogo stada [Sanitary and hygienic condition of the microclimate parameters of the premises of light-frame and reconstructed cowsheds in the spring with loose housing of the dairy herd]. Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkcii' tvarynnyctva [Technology of production and processing of livestock products]. no. 1, pp. 65–73.

5. Lutsenko, M. M., Halai, O. Yu. (2017). Stvorennja komfortnyh umov utrymannja vysokoproduktyvnyh koriv v innovacijnyh tehnologijah [Creating comfortable conditions for keeping highly productive cows in innovative technologies]. Zbirnyk naukovyh prac' UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo [Collection of scientific works of UkrNDIPVT named after L. Pogoriloho]. Issue 21 (35), pp. 313–319.

6. Vovkohon, A. H., Nadtochii, V. M., Kalinina, H. P., Hrebelnyk, O. P., Fedoruk, N.M., Zahorui, L.P., Halai, O.Yu., Kachan, A.D. (2019). Vplyv doi'l'nyh ustanovok riznyh typiv na jakist' i bezpechnist' syrogo moloka [Influence of different types of milking machines on the quality and safety of raw milk]. Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkcii' tvarynnyctva [Technology of production and processing of livestock products]. Bila Tserkva, 155, pp. 118–125.

7. G'atunok moloka "Ekstra" – krok do jevropejs'kyh vymog [Extra milk grade is a step towards European requirements]. Molochna promyslovist' [Dairy industry]. 2008, no. 1 (44), pp. 28–31.

8. Menshakova, L. A. (2021). Suchasni metody vyznachennja mikroorganizmiv ta i'h metabolitiv u harchovyh produktah [Modern methods for determining microorganisms and their metabolites in food]. Biotehnologii' ta bioinzhenerija [Biotechnology and bioengineering]. MNAU, 31 p.

9. Iakubchak, O. M., Khomenko, V. I., Melnychuk, S. D. (2005). Veterynarno-sanitarna ekspertyza z osnovamy tehnologii' i standartyzacii' produktiv tvarynnyctva [Veterinary and sanitary examination with the basics of technology and standardization of livestock products]. K.: LLC "Bioprom", 799 p.

10. Ostapiuk, M.P., Kasianchuk, V.V., Berhilevych O.M. (2010). Vyvchennja sanitarno-gigijenichnyh umov vyrobnyctva moloka na molochnyh fermah dlja zabezpechennja umov nalezhnoi' gigijenichnoi' praktyky [Study of sanitary and hygienic conditions of milk production on dairy farms to ensure conditions of good hygienic practice]. Nacional'nyj visnyk L'vivs'kogo nacional'nogo universytetu veterynarnoi' medycyny ta biotehnologij imeni S. Z. G'zhyc'kogo [National Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhytsky]. Vol. 12, no. 3, Part 4, pp. 243–248.

11. Iaremchuk, A. S. (2019). Perfection of elements of technology of milk production and climate control on farms of smallcapacity. Wschodnio europejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal). 11 (51).

12. Sadat, A. (2022). Prevalence and Characterization of PVL-Positive *Staphylococcus aureus* Isolated from Raw Cow's Milk. Toxins. pp. 14–97.

13. Abraha, H. (2017). Antimicrobial resistance profile of *Staphylococcus aureus* isolated from raw cow milk and freshfruit juice in Mekelle, Tigray, Ethiopia. J. Vet. Med. Anim. Heath.10 (4), pp. 106–113.

14. Akanbi, O.E. (2017). Antimicrobial Susceptibility of *Staphylococcus aureus* Isolated from Recreational Waters and BeachS and in Eastern Cape Province of South Africa. Int. J. Environ. Res. Public Health. 14, pp. 2–15.

15. Saly. (2019). Prevalence of *Staphylococcus aureus* in raw milk and somedairy products in portsaid governorate. Am. J. Zool. (2), pp. 40–46.

16. Sharma, V. (2017). Coagulase genepolymorphism, enterotoxigenecity, biofilm production, and antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus* isolated from bovine rawmilk in North. West India Ann. Clin. Microbiol. Antimicrob. 16 (1), 65 p.

17. Kamwine, M. (2017). Prevalence of antibodies to Brucellaspecies in commercial rawbovine milk in South western. Uganda BMC Research Notes. 10 (1), pp. 1–5.

18. Alonso, S. (2018). Beyond food safety: Socio-economic effects of training informal dairy vendors in Kenya. Global Food Security. pp. 86–92.

19. Muzyka, V. P., Stetsko, T. I., Panych, O. P. Disinfectants for sanitary treatment of the skin of the elderoflacting cows. Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder. Additives and Institute of Animal Biology. 22(1), pp. 169–174.

20. Palii, A. P., Shkromada, O. I., Todorov, N. I.,. Grebenik, N. P, Lazorenko, A. B., Bondarenko, I. V., Boyko, Y. A., Brit, O. V., Osipenko, T. L., Halay, O. Yu., Paliy, A. P. (2020). Effect of linear traits in dairy cows on herddisposal. Ukrainian Journal of Ecology. 10 (3), pp. 88–94.

Influence of constructive features of cowshed on the formation of microclimate and qualitative indicators of milk

Gryshko V., Balatsky Y., Malyna V., Fedorchenko M., Bondarenko L.

The state of the microclimate in the light-frame, reconstructed cowshed and milking parlor with a loose-box method of keeping a dairy herd in the spring was studied; the influence of different conditions and parameters of the microclimate on milk quality was investigated. It was found that the temperature in the reconstructed cowshed with forced milking in the hall

by the milking machine «Yalynka» averaged 14.27 ± 2.105 ° C, while in the milking parlor the temperature was slightly higher than 16.38 ± 1.335 ° C. In the light frame cowshed the temperature was 12.24 ± 1.380 ° C, and in the milking zone of cows with the robotic installation almost without deviation 12.14 ± 1.715 ° C. Humidity and speed of air movement in the compared rooms was within the hygienic norms. Microbiological indicators of bacterial air pollution in both rooms correspond to hygienic norms, but in the reconstructed cowshed the number of colony-forming units in 1 m^3 was higher. The largest number of colony-forming units in 1 m^3 was recorded in the air of the milking parlor where the UDE-8 "Yalynka" unit is located due to insufficient ventilation, high humidity and temperature. Dispersion of the tiny drops from the cows udder in the air and other body limbs, equipment and fences when washing the milking parlor with water under pressure.

In a light frame cowshed with free milking with a robotic unit at the ALC "Terezyne", the acidity of milk was 16.4 ± 0.64 ° T; the purity degree was according to the standard of the first group, the temperature 30 minutes after milking was 4.2 ± 0.57 ° C; microbial contamination of milk was on average 233.4 ± 8.64 thousand CFU / cm^3; the titre of colon bacillus group was about one; the number of somatic cells was 376.9 ± 29 thousand / cm^3, which ultimately corresponded to the highest grade according to DSTU 3662: 2018. When milking by the UDE-8 "Yalynka", the acidity of the obtained milk was 18.6 ± 0.42 ° T; the degree of purity according to the standard corresponded to the first group, the temperature 30 minutes after milking was 5.8 ± 0.71 ° C; microbial contamination of milk averaged 292.3 ± 12.3 thousand CFU / cm^3; the titre of colon bacillus group was about one; the number of somatic cells was 465.7 ± 19 thousand / cm^3, which ultimately corresponded to the first grade according to DSTU 3662: 2018.

Therefore, the maintenance of the dairy herd in both light-frame and reconstructed premises allows to form a sufficiently comfortable sanitary and hygienic conditions. The increase in microbial contamination of milk obtained from cows in the milking parlor by UDE-8 "Yalynka" is the result of insufficient operation of the ventilation system of the milking parlor and improper implementation of certain elements of preparation of animals for milking.

Key words: light-frame cowshed, microclimate, milking parlor, milk quality.

Copyright: Гришко В.А. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:

Гришко В.А.	https://orcid.org/0000-0002-0340-513x
Балацький Ю.О.	https://orcid.org/0000-0002-3117-9467
Малина В.В.	https://orcid.org/0000-0002-1319-9026
Федорченко М.М.	https://orcid.org/0000-0002-5068-7037
Бондаренко Л.В.	https://orcid.org/0000-0003-3751-9140

УДК 636.082.064

Формування господарсько корисних ознак у корів української чорно-рябої молочної породи різних генотипів за капа-казеїном

Ладика В.І.[1], Павленко Ю.М.[1], Скляренко Ю.І.[2], Древицька Т.І.[3], Досенко В.Є.[3]

[1] Сумський національний аграрний університет
[2] Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН
[3] Інститут фізіології імені О. Богомольця НАН України

Скляренко Ю.І. E-mail: Sklyrenko9753@ukr.net

OPEN ACCESS

Ладика В.І., Павленко Ю.М., Скляренко Ю.І., Древицька Т.І., Досенко В.Є. Формування господарсько корисних ознак у корів української чорно-рябої молочної породи різних генотипів за капа-казеїном. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 83–89.

Ladyka V., Pavlenko Y., Sklyarenko Y., Drevytska T., Dosenko V. Formation of economically useful traits in cows of ukrainian black-and-white dairy breed of different genotypes by kappa-casein. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 83–89.

Рукопис отримано: 07.04.2022 р.
Прийнято: 21.04.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-83-89

Досліджено вплив генотипу за капа-казеїном на формування господарсько корисних ознак великої рогатої худоби української чорно-рябої молочної породи. Проведено генотипування 25 голів великої рогатої худоби української чорно-рябої молочної породи, що належать Племінному заводу Державного підприємства «Дослідне господарство Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН». Визначення поліморфізму гена капа-казеїну проводили в генетичній лабораторії Інституту фізіології ім. Богомольця НАН за допомогою молекулярно-біологічного аналізу розпізнавання алелів методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) у реальному часі. Для оцінювання господарсько-корисних ознак використовували електронну базу даних СУМС «Орсек». Уміст складників молока визначали у лабораторії Сумського національного аграрного університету на обладнанні Ultrasonic milk analyzer Master Classic.

Встановлено, що тварини майже за всіма показниками молочної продуктивності відповідали стандарту породи. Між тваринами різних генотипів виявлено відмінності за окремими господарсько-корисними ознаками. Водночас у різні періоди та за різними ознаками вона сильно варіювала і в окремих була статистично значущою. Генотип за капа-казеїном не мав статистично значущого впливу на показники живої маси в усі досліджувані періоди. Тварини з генотипом АА переважали за цією ознакою тварин інших генотипів. Заразом тварини всіх досліджених генотипів майже у всі вікові періоди переважали стандарт породи.

За результатами оцінювання відтворної здатності тварин встановлено, що найменший вік першого осіменіння характерний для тварин з генотипом АА, а найвищий – з генотипом ВВ. Вік першого осіменіння у тварин з генотипом АА був меншим від середнього значення стада. Водночас жива маса цих тварин була найбільшою та вищою за середні показники стада. Середня тривалість сервіс-періоду стада становила 130 діб. Найменшою вона була у тварин з гомозиготним генотипом ВВ ($P<0,05$). Відповідно тривалість міжотельного періоду та значення коефіцієнту відтворної здатності найменшими були у гомозиготних (ВВ) тварин ($P<0,05$).

Рівень середніх надоїв тварин з бажаним генотипом (ВВ) був нижчим за середній надій тварин з іншими дослідженими генотипами. Вони також поступалися середньому показнику стада. Водночас рівень надоїв тварин усіх генотипів був вищим за стандарт породи.

Встановлено, що за середнім вмістом жиру в молоці тварини гомозиготних генотипів АА та ВВ дещо переважали тварин з гетерозиготним генотипом АВ. За вмістом білка достовірно переважали тварини з генотипом ВВ (p<0,05). Позитивним є відповідність стандарту породи за вмістом жиру в молоці, а за вмістом білка стандарту відповідали лише гомозиготні (ВВ) тварини. За вмістом сухої речовини, сухого знежиреного молочного залишку, казеїну перевагу мали тварини з гомозиготним генотипом ВВ. За вмістом лактози перевагу мали тварини з генотипом АА.

Доведено, що формування стад з генотипом ВВ за капа-казеїном не матиме негативного достовірного впливу на господарсько корисні ознаки тварин.

Ключові слова: генотип, капа-казеїн, жива маса, відтворна здатність, молочна продуктивність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Казеїн є основним компонентом молочних білків. Капа-казеїн – єдина фракція казеїну, що містить амінокислоти цистеїн і метіонін, і становить приблизно 13 % казеїну молока. Гени молочного білка, особливо капа-казеїн (CSN3), є важливими факторами якості молока [4]. Вплив генотипів капа-казеїну на якість молока досліджувалася багатьма вченими. Доведено, що ця фракція має позитивний достовірний вплив на процес зсідання молока, дозрівання сиру [8, 19]. У результаті маємо збільшення виходу сиру, що має головне значення при його виробництві [6, 13].

Поліморфізм гена капа-казеїну відомий з 1964 року. У 1988 році виділили ген капа-казеїну великої рогатої худоби і описали структуру гена. Нині описано тринадцять генетичних варіантів капа-казеїну великої рогатої худоби: A, B, C, D, E , F , H, J, I, X, Az, A1. Найчастіше зустрічаються генетичні варіанти А і В, інші алелі є досить рідкісними [2, 11]. Алель капа-казеїну В пов'язаний з виробництвом молока з більш оптимальним хімічним складом і технологічними властивостями, такими як термостійкість, скорочений на 10–30% час зсідання, більша на 20–100 % щільність зсідання, а також на 5–8 % вища ефективність виробництва свіжого та зрілого сиру порівняно з алелем А. Тому кращою сироприданістю вирізняється молокотварин, що мають генотип за капа-казеїну ВВ (гомозиготні), меншою – молоко корів, які мають генотипи АА і АВ [9, 10, 26].

При цьому за вмістом загального білка в молоці тварини з генотип ВВ переважають тварин з генотипом АА [4, 19, 24]. Тому показник генотипу тварин за капа-казеїном використовують для успішної селекції за ознакою сироприданості [14, 20, 21].

Різні породи молочної худоби суттєво різняться частотою генотипів та алелів за капа-казеїном. Так, у мексиканській популяції джерсейської породи алель В мав найбільшу частоту – 0,69. Частота алеля А становила 0,26 та Е 0,05 відповідно. Найбільшою частотою вирізнявся генотип ВВ – 0,45 [16, 18].

Відносний розподіл алелів та генотипів CSN3 у різних популяціях голштинської худоби в різних країнах дещо вирізняється. Зокрема, частота бажаного алеля В була найбільшою в сербській популяції 49 %, іракській – 41 %. Найменшою частотою вирізнялися китайська популяція (14 %), словацька (16,7 %), польська (17 %). Бажаний генотип ВВ частіше зустрічався у сербській популяції голштинської породи – 23 %. Найменшою частотою даного генотипу характеризувалися іранська (2,9 %), словацька (2,8 %) та канадська (2,7 %) популяції. Гомозиготні генотипи АА частіше зустрічалися у єгипетській та китайській популяціях, відповідно 85 та 74 %. Гетерозиготи були напоширенішими в Іранській (82 %) та індозенійській популяціях (65 %). Серед досліджуваних корів голштинської породи, тварини з генотипом АА складали більшість – 57,0%, гетерозиготні тварини АВ – 34,5%. Інші генотипи зустрічалися рідше – АЕ 5,8 %; ВВ – 0,9%; ВЕ – 1,8 %. У італійської бурої худоби за геном капа-казеїну виявлено генотипи АА (4,8%), АВ (36,2 %) та ВВ (59,0 %). Частота бажаного алеля В становила 35%, алеля А – 64 %, Е – 1 %. У тварин голштинської породи частіше зустрічався генотип АА (55 %), а бажаний генотип ВВ взагалі не зустрічався [5, 7, 12, 17, 23].

Мета дослідження – встановити вплив генотипу за капа-казеїном на господарсько-корисні ознаки тварин української чорно-рябої молочної породи.

Матеріал і методи досліджень. Проведено генотипування 25 голів великої рогатої худоби української чорно-рябої молочної породи, що належать племінному заводу Державного підприємства «Дослідне господарство Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН». Визначення поліморфізму гену ка-

па-казеїну проводили в генетичній лабораторії Інституту фізіології ім. Богомольця НАН за допомогою молекулярно-біологічного аналізу розпізнавання алелів методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) у реальному часі.

Зразки крові відбирали у моновети об'ємом 2,7 мл ("Sarstedt", Німеччина) з подальшим заморожуванням зразків та їх зберіганням за -20ºС. ДНК для генотипування отримували із зразків за допомогою набору для очищення геномної ДНК Monarch® New England BioLab (США) згідно з протоколом виробника.

Для ампліфікації фрагменту гена використовували праймери:

5'-GAAATCCCTACCATCAATACC-3 ';

5'-CCATCTACGCTAGTTTAGATG-3 '[22].

Для рестрикції гена капа-казеїну використовували рестриктазу Hinf1[16, 18]. Після рестрикції виявляли фрагменти довжиною 113, 91, 49 п.н. (тварини генотипу АА); 224, 113, 91, 49 п.н. (тваринигенотипу АВ); 224 та 49 п.н. (тварини генотипу ВВ) [15].

Електрофоретичне розділення рестриктних фрагментів ДНК проводили відповідно до методичних рекомендацій [1].

Було сформовано три дослідні групи з генотипами за капа-казеїном АА, АВ та ВВ.

Для оцінювання господарсько-корисних ознак використовували електронну базу даних СУМС «Орсек». Оцінювали зміни живої маси худоби до 18-ти місячного віку, показники відтворної здатності, молочної продуктивності.

Для відбору проб молока використовували лічильник – індикатор ИУ-1. Пробу молока зберігали у пластиковій ємкості (25 мл) та консервували її розчином хромпіку (10 %) в кількості 0,2 мл. Проаналізовано біохімічний склад молока від трьох корів кожного генотипу (А1А1, А1А2, А2А2) кожної досліджуваної породи. Вміст складників молока визначали у лабораторії Сумського національного аграрного університету на обладнанні Ultrasonic milk analyzer Master Classic.

Результати досліджень обробляли методами математичної статистики засобами пакету «Statistica-6.1» у середовищі Windows на ПЕОМ.

Результати власних досліджень та їх обговорення. Проаналізовано вплив генотипу за капа-казеїном на динаміку живої маси телиць о 18-ти місячного віку. Достовірно значущого впливу даного фактора на показники живої маси в усі досліджувані періоди не виявлено. В усі досліджувані періоди перевагу за живою масою мали тварини з гомозиготним генотипом АА. Вони переважали стандарт породи та середні показники по стаду починаючи з 9-ти місячного віку. Тварини з гомозиготним генотипом ВВ та гетерозиготним АВ, поступаючись середнім показниками по стаду, з 12-ти місячного віку переважали стандарт породи. При цьому статистично значущої різниці за живою масою в різні вікові періоди між тваринами різних генотипів не встановлено (табл. 1).

Тобто генотип тварин не впливав на ріст телиць. Це свідчить про те, що у разі створення стад тварин з бажаним генотипом ВВ показники росту ремонтних телиць не будуть погіршуватись.

Відтворна здатність є однією з фундаментальних основ молочного скотарства. Нами досліджено показники відтворної здатності у телиць та корів-первісток. Найменшим віком першого осіменіння вирізнялися тварини з генотипом АА, а найвищим – з генотипом ВВ. Тварини з генотипом АА мали середній вік першого осіменіння, який був меншим від середнього значення по стаду. При цьому жива маса у цих тварин була більшою і вищою, ніж середні показники по стаду. Тенденції середніх показників віку першого отелення збігалися з показниками віку першого осіменіння. Тривалість сервіс-періоду в середньому по стаду становила 130 днів. Найменшою вона була у тварин з гомозиготним генотипом ВВ, причому різниця була статистично значущою. Відповідно тривалість міжотельного періоду та значення коефіцієнту відтворної здатності найменшими були у гомозиготних (ВВ) тварин. При цьому різниця була статистично значуща (табл. 2).

Таблиця 1 – **Залежність живої маси телиць від генотипу за капа-казеїном**

Генотип	n	Жива маса у віці, кг				
		6 міс.	9 міс.	12 міс	15 міс.	18 міс.
АА	14	164±4,9	245±2,8	319±7,6	393±8,5	446±5,6
АВ	7	146±8,9	224±9,5	302±12,3	372±12,3	429±10,7
ВВ	4	144±8,1	221±14,3	382±13,0	382±13,0	428±4,6
У середньому по стаду	25	156±4,2	235±6,0	385±6,3	385±6,3	439±4,6

Таблиця 2 – **Залежність показників відтворної здатності від генотипу за капа-казеїном**

Генотип	n	Показники						
		вік першого осіменіння, днів	жива маса при першому осіменінні, кг	вік першого отелення, днів	надій за I лактацію, кг	тривалість сервіс-періоду (I лактація), днів	тривалість між отельного періоду (I-II лактація), днів	коефіцієнт відтворної здатності
АА	14	435±24,1	395±5,2	713±23,6	6183±251,6	138±17,1	419±16,5	1,15±0,045
АВ	7	460±15,9	365±8,0[1]	741±15,4	6272±276,5	139±13,9	419±15,7	1,15±0,043
ВВ	4	469±8,7	382±9,8	771±24,2[1]	5532±283	94±9,1[1,2]	361±18,9[1,2]	0,99±0,032[1,2]
У середньому по стаду	25	447±14,3	385±4,67	730±14,7	6104±169,7	130±10,6	409±11,2	1,12±0,031

Примітка: 1 - P<0,05; (по відношенню до тварин з генотипом АА),
2 - P<0,05; (по відношенню до тварин з генотипом АВ).

Слід враховувати, що за надоєм за першу лактацію тварини з бажаним генотипом (ВВ) поступалися тваринам інших генотипів та середньому значенню по стаду. Однак тварини всіх генотипів перевищували стандарт породи за надоєм. Гомозиготні (АА) тварини перевищували його на 2783 кг, гетерозиготні (АВ) – на 2872 кг, гомозиготні (ВВ) – на 2132 кг.

Таблиця 3 – **Біохімічні показники молока в залежності від генотипу за капа-казеїном**

Генотип	n	Вміст,%					
		жиру	казеїну	лактози	сухої речовини	СЗМЗ	білка
АА	8	4,04±0,172	2,66±0,108	4,84±0,074	12,5±0,294	8,45±0,125	2,90±0,105
АВ	6	3,92±0,128	2,74±0,113	4,78±0,061	12,4±0,230	8,45±0,108	2,98±0,106
ВВ	3	4,04±0,210	2,96±0,065	4,72±0,115	12,6±0,400	8,59±0,185	3,17±0,070*
У середньому по стаду	17	3,99±0,097	2,73±0,070	4,80±0,045	12,5±0,169	8,47±0,075	2,96±0,067

Примітка: * P<0,05; (по відношенню до тварин з генотипом АА).

Загальновідомо, що генотип за капа-казеїном впливає на біохімічний склад молока та його технологічні властивості. Було вивчено біохімічний склад молока первісток. Встановлено, що тварини з бажаним гомозиготним генотипом (ВВ) мають більший уміст жиру та білка в молоці. Встановлено, що середній уміст жиру в молоці у тварин гомозиготних генотипів АА та ВВ був однаковий, їм незначно поступалися тварини з гетерозиготним генотипом АВ (табл. 3).

За вмістом білка статистично достовірно переважали тварини з генотипом ВВ. При цьому слід відмітити, що за вмістом жиру в молоці тварини всіх генотипів відповідали стандарту породи, а за вмістом білка до вимог стандарту можна прирівняти лише тварин з бажаним ВВ-генотипом. Вміст казеїну був найбільшим у тварин цієї ж групи. Як за вмістом сухої речовини, так і сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) перевагу мали тварини з гомозиготним генотипом ВВ. За вмістом лактози перевагу мали тварини з генотипом АА.

Висновки. Тварини української чорно-рябої молочної породи майже за всіма показниками молочної продуктивності відповідали стандарту породи. Між тваринами різних генотипів за капа-казеїном встановлено відмінності за окремими господарсько-корисними ознаками. Слід зазначити, що в різні періоди та за різними ознаками вона сильно варіювала, а в окремих випадках була статистично значущою. Вищим середнім надоєм за першу лактацією характеризувались гетерозиготні первістки, а кращі показники відтворної здатності мали гомозиготні (ВВ) тварини. За показниками росту та розвитку переважали гомозиготні (АА) тварини.

Можна констатувати, що формування стад з генотипом ВВ за капа-казеїном не матиме негативного достовірного впливу на господарськокорисні ознаки тварин, отже забезпечить збереження бажаних показників продуктивності худоби стад нового типу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гааль Э., Медьеши Г., Верецкей. Л. Электрофорез в разделении биологических макромолекул. М.: Мир, 1982. 446 с.
2. Шкурко Т. П., Іванов О. І., Іванов І. А., Оцінка молочної продуктивності первісток голштинської породи за геном капа-казеїну. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпропетровська, 2017. № 3. С. 56–59.
3. Породные особенности аллельного профиля генов, контролирующих молочную продуктивность крупного рогатого скота/ М. И. Селионова и др. Агрозоотехника. 2019. №2 (1). С. 1–12. DOI:10.15838/alt.2019.2.1.3
4. Milk protein fractions strongly affect the patterns of coagulation, curd firming, and syneresis/N. Amalfitano et al. J. Dairy Sci. 2018. Vol. 102. P. 2903–2917. DOI:10.3168/jds.2018-15524
5. Anggraenia A., Sumantrib C., Farajallahc A., Andreasd E. Kappa-Casein Genotypic Frequencies in Holstein-Friesian Dairy Ca le in West Java Province. Media Peternakan. 2010. Vol. 33 (2). P. 61–67.
6. Genetic polymorphism of the kappa-casein gene in Brazilian cattle/ A. Azevedo et al. Genetics and Molecular Research. 2008. Vol. 7 (3). P. 623–630.
7. Bezdíček J. Allele and genotype frequencies of milkprotein kappa-casein (CSN3) in artifical insemination bulls of czech fleckvieh and holstein breed. Sborník mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v brně. 2007. Vol. 5, P. 17–22.
8. Bonfatti V., Chiarot G., Carnier P. Glycosylation of k-casein: Genetic and nongenetic variation and effects on rennet coagulation properties of milk. J. Dairy Sci. 2014. Vol. 97. P. 1961–1969. DOI:10.3168/jds.2013-7418
9. Botaro B., Vinícius Y., Simões C. Effect of the kappa-casein gene polymorphism, breed and seasonality on physicochemical characteristics, composition and stability of bovine milk. Revista Brasileira de Zootecnia. 2009. Vol. 38 (12). P. 2447–2454. DOI: 10.1590/S1516-35982009001200022
10. Genetic polymorphism and association of kappa-casein gene with milk production traits among Frieswal (HF × Sahiwal) cross breed of Indian origin/R. Deb et al. Journal of Veterinary Research, Shiraz University IJVR. 2014. Vol. 15 (4). P. 406–408.
11. DNA-based identification of novel bovine casein gene variants/J. Gallinat et al. J. Dairy Sci. January. 2013. Vol. 96 (1). P. 699–709. DOI:10.3168/jds.2012-5908
12. Effects of breed and casein genetic variants on protein profile in milk from Swedish Red, Danish Holstein, and Danish Jersey cows/F. Gustavsson et al. J. Dairy Sci. 2013. Vol. 97. P. 3866–3877. DOI:10.3168/jds.2013-7312
13. Factors influencing chymosin-induced gelation of milk from individual dairy cows: Major effects of casein micelle size and calcium/F. Gustavsson et al. International Dairy Journal, 2014. Vol. 39(1). P. 201–208.
14. Effects of milk protein variants on the protein composition of bovine milk/ J. M. L. Heck et al. Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 92(3). P. 1192–1202. DOI:10.3168/jds.2008-1208
15. Kaminski S., Figiel L. Kappa-casein genotyping of Polish Black-and-White Holstein-Friesian bulls by polymeraze chain reaction. Genetica Polonica. 1993. Vol. 34. P. 65–72.
16. Klauzinska M., Siadkowska E., Grochowska R. Polymorphism of molecular-genetic systems in the Polish red cattle. Tsitol Genet. 2001. Vol. 35 (1). P. 58–60.
17. Lateef Y. M., Hamad R. Effect of mutation site of k-casein gene on protein quantity, composition, and other milk constituents in Holstein cows. J. Pharm. Sci. 2019. Vol. 11(2). P. 398–401.
18. Leveziel H., Metenier L., Mahe M. Identification of the two common alleles of the bovine k-casein locus by the RFLP technicue, using the enzyme Hind III. Genet. Sel. Evol. 1988. Vol. 20. 247 p.
19. Frelich Joint effects of CSN3 and LGB genes on milkqulity and coagulation properties in Czech Fleckvieh/J. Matějíček et al. Czech J. Anim. Sci. 2008. Vol. 53(6). P. 246–252.
20. Association of HindIII-polymorphism in kappa-casein gene with milk, fat and protein yield in holstein cattle/M. Miluchová et al. Acta Biochimica Polonica. 2018. Vol. 65 (No 3). P. 403–407. DOI:10.18388/abp.2017_2313.
21. Molee A., Poompramun C., Mernkrathoke P. Effect of casein genes - beta-LGB, DGAT1, GH, and LHR - on milk production and milk composition traits in crossbred Holsteins. Genetics and Molecular Research. 2015. Vol. 14. № 1. P. 2561–2571.
22. Pinder S. J., Perry B. N., Skidmore C. J. Analysis of polymorphism in the bovine casein genes by use of polymerase chain reaction. Anim. Genet. 1991. Vol. 22. P. 11–20.
23. Poulsen N., Glantz M., Rosengaard N., Paulsson M., Larsen L. Comparison of milk protein composition and rennet coagulation properties in native Swedish dairy cow breeds and high-yielding Swedish Red cows. J. Dairy Sci. Vol. 100. P. 8722–8734. DOI:10.3168/jds.2017-12920
24. Sitkowska B., Neja W. Wiśniewska E. Relations between kappa-casein polymorphism (CSN3) and milk performance traits in heifer cows. Journal of Central European Agriculture. 2008. Vol. No 4. P. 641–644.
25. Zambrano B., Cabrera E., Portilla S. Galindo R. Kappa casein genotypes and curd yield in Holstein cows. Rev Colomb Cienc Pecu. 2010. Vol. 23. P. 422–428.
26. Potential influence of κ-casein and β-lactoglobulin genes in genetic association studies of milk quality traits/ J. Zepeda-Batista et al. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.2017. Vol. 30 (12). P. 1684–1688. DOI:10.5713/ajas.16.0481

REFERENCES

1. Gaal, E., Medeshi, G., Veretskey, L. (1982). Elektroforez v razdelenii biologicheskih makromolekul [Electrophoresis in the separation of biological macromolecules]. Moscow, Mir, 446 p.

2. Shkurko, T. P., Ivanov, O. I., Ivanov, I. A. (2017). Otsinka molochnoi produktyvnosti pervistok holshtynskoi porody za henom kapa-kazeinu [Estimation of milk productivity of Holstein breed firstborns by kappa-casein gene]. Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu [Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University]. Dnipropetrovsk, no. 3, pp. 56–59.

3. Selionova, M. I., CHizhova, L. N., Surzhikova, E. S., Sharko, G.N., Mihajlenko, T. N., Chudnovec, A. I. (2019). Porodnye osobennosti allel'nogo profilya genov, kontroliruyushchih molochnuyu produktivnost' krupnogo rogatogo skota [Breed features of the allelic profile of genes that control milk production in cattle]. Agrozootekhnika [Agrosotechnics]. no. 2 (1), pp. 1–12. DOI:10.15838/alt.2019.2.1.3

4. Amalfitano, N., Cipolat-Gotet, C., Cecchinato, A., Malacarne, M., Summer, A., Bittante, G. (2018). Milkprotein fractions strongly affect the patterns of coagulation, curd firming, and syneresis. J. Dairy Sci. no. 102, pp. 2903–2917. DOI:10.3168/jds.2018-15524

5. Anggraenia, A., Sumantrib, C., Farajallahc, A., Andreasd, E. (2010). Kappa-Casein Genotypic Frequencies in Holstein-Friesian Dairy Cale in West Java Province. Media Peternakan, no. 33 (2), pp. 61–67.

6. Azevedo, A., Nascimento, C., Steinberg, R., Carvalho, M., Peixoto, M., Teodoro, R., Verneque, R., Guimarães, S. Machado, M. (2008). Genetic polymorphism of the kappa-casein gene in Brazilian cattle. Genetics and Molecular Research. no. 7 (3), pp. 623–630.

7. Bezdíček, J. (2007). Allele and genotype frequencies of milkprotein kappa-casein (CSN3) in artifical insemination bulls of czech fleckvieh and holstein breed. Sborník mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v brně. no.5, pp. 17–22.

8. Bonfatti, V., Chiarot, G., Carnier, P., (2014). Glycosylation of k-casein: Genetic and nongenetic variation and effects on rennet coagulation properties of milk. J. Dairy Sci. no. 97, pp. 1961–1969. DOI:10.3168/jds.2013-7418

9. Botaro, B., Vinícius, Y., Simões, C. (2009). Effect of the kappa-casein gene polymorphism, breed and seasonality on physicochemical characteristics, composition and stability of bovine milk. Revista Brasileira de Zootecnia. no. 38(12), pp. 2447–2454. DOI: 10.1590/S1516-35982009001200022

10. Deb, R., Singh, U., Kumar, S., Singh, R., Sengar, G., Sharma, A., (2014). Genetic polymorphism and association of kappa-casein gene with milk production traits among Frieswal (HF × Sahiwal) cross breed of Indian origin. Journal of Veterinary Research, Shiraz University IJVR. no. 15 (4), pp. 406-408.

11. Gallinat, J., Qanbari, S., Drögemüller, C., Pimentel, E., Thaller, G., Tetens, J. (2013). DNA-based identification of novel bovine casein gene variants. J. Dairy Sci. no. 96 (1), pp. 699–709. DOI:10.3168/jds.2012-5908

12. Gustavsson, F., Buitenhuis, A., Johansson, M., Bertelsen, H.,Glantz, M., Poulsen, N. (2013). Effects of breed and casein genetic variants on protein profile in milk from Swedish Red, Danish Holstein, and Danish Jersey cows. J. Dairy Sci. no. 97, pp. 3866–3877. DOI:10.3168/jds.2013-7312

13. Gustavsson, F., Glantz, M., Buitenhuis, A., Lindmark, M., Stalhammar, H., Andren, A., Paulsson, M. (2014). Factors influencing chymosin-induced gelation of milk from individual dairy cows: Major effects of casein micelle size and calcium. International Dairy Journal, no. 39(1), pp. 201-208.

14. Heck, J. M. L., Schennink A., van Valenberg H. J. F., Bovenhuis H., Visker, M. H. P. W., van Arendonk, J. A. M., van Hooijdonk, A. C. M. (2019). Effects of milk protein variants on the protein composition of bovine milk, Journal of Dairy Science. no. 92(3), pp. 1192–1202. DOI:10.3168/jds.2008-1208

15. Kaminski, S., Figiel, L. (1993). Kappa-casein genotyping of Polish Black-and-White Holstein-Friesian bulls by polymeraze chain reaction. Genetica Polonica. no. 34, pp. 65–72.

16. Klauzinska, M., Siadkowska, E., Grochowska, R. (2001). Polymorphism of molecular-genetic systems in the Polish red cattle. Tsitol Genet. no. 35 (1), pp. 58–60.

17. Lateef, Y. M., Hamad, R. (2019). Effect of mutation site of k-casein gene on protein quantity, composition, and other milk constituents in Holstein cows. J. Pharm. Sci. no. 11(2), pp. 398-401.

18. Leveziel, H., Metenier, L., Mahe, M. (1988). Identification of the two common alleles of the bovine k-casein locus by the RFLP technicue, using the enzyme Hind III. Genet. Sel. Evol. no. 20, 247 p.

19. Matějíček, J., Matějíčková, M., Štípková, O., Hanuš, V., Genčurová, J., Kyseľová, E., Němcová, T., Kott, J. Šefrová, M. Krejčová, S. Melčová, I. Hölzelová, J. Bouška, J. (2008). Frelich Joint effects of CSN3 and LGB genes on milkqulity and coagulation properties in Czech Fleckvieh. Czech J. Anim. Sci. no. 53(6), pp. 246–252.

20. Miluchová, M., Gábor, M., Candrák, J., Trakovická, A., Candráková, K. (2018). Association of HindIII-polymorphism in kappa-casein gene with milk, fat and protein yield in holstein cattle. Acta Biochimica Polonica. no. 65 (No 3), pp. 403–407. DOI:10.18388/abp.2017_2313.

21. Molee, A., Poompramun, C., Mernkrathoke, P. (2015). Effect of casein genes - beta-LGB, DGAT1, GH, and LHR - on milk production and milk composition traits in crossbred Holsteins. Genetics and Molecular Research.no. 14 (1), pp. 2561–2571.

22. Pinder, S. J., Perry, B. N., Skidmore, C. J. (1991). Analysis of polymorphism in the bovine casein genes by use of polymerase chain reaction. Anim. Genet. no. 22, pp. 11–20.

23. Poulsen, N., Glantz, M., Rosengaard, N., Paulsson, M., Larsen, L. (2017). Comparison of milk protein composition and rennet coagulation properties in native Swedish dairy cow breeds and high-yielding Swedish Red cows. J. Dairy Sci. no. 100, pp. 8722–8734. DOI:10.3168/jds.2017-12920

24. Sitkowska, B., Neja, W. Wiśniewska, E. (2008). Relations between kappa-casein polymorphism (CSN3) and milk performance traits in heifer cows. Journal of Central European Agriculture. no. 4, pp. 641–644.

25. Zambrano, B., Cabrera, E., Portilla, S. Galindo, R. (2010). Kappa casein genotypes and curd yield in Holstein cows. Rev Colomb Cienc Pecu. no. 23, pp. 422–428.

26. Zepeda-Batista, J., Saavedra-Jiménez, A., Ruíz-Flores, A., Núñez-Domínguez, R., Ramírez-Valverde, L. (2017). Potential influence of κ-casein and β-lactoglobulin genes in genetic association studies of milk quality traits. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. no 30 (12), pp. 1684–1688. DOI:10.5713/ajas.16.0481

Formation of economically useful traits in cows of ukrainian black-and-white dairy breed of different genotypes by kappa-casein

Ladyka V., Pavlenko Y., Sklyarenko Y., Drevytska T., Dosenko V.

The influence of kappa casein genotype on the formation of economically useful traits of Ukrainian black-and-white dairy cattle has been studied. Genotyping of 25 heads of cattle of the Ukrainian black-and-white dairy breed belonging to the Breeding Plant of the State Enterprise "Research Farm of the Institute of Agriculture of Northern East of NAAS" was carried out. Determination of polymorphism of the kappa-casein gene was performed in the genetic laboratory of the Bogomolets Institute of Physiology of NAS using molecular biological analysis of allele recognition by polymerase chain reaction (PCR) in real time. To assess the economically useful features used an electronic database of SUMS "Orsek". The content of milk components was determined in the laboratory of Sumy National Agrarian University on the equipment Ultrasonic milk analyzer Master Classic.

It was found that the animals met the breed standard in almost all indicators of milk productivity.Between animals of different genotypes the difference on separate economically useful signs is revealed. However, in different periods and on different grounds, it varied greatly, and in some cases it was statistically significant. The genotype for kappa-casein did not have a significant effect on live weight in all study periods. Animals with the AA genotype predominated on this trait of animals of other genotypes. At the same time, animals of all studied genotypes in almost all age periods exceeded the breed standard.

According to the results of the assessment of the reproductive capacity of animals, it was found that the youngest age of the first insemination is characteristic of animals with genotype AA, and the highest - with genotype BB. The age of first insemination in animals with genotype AA was less than the average for the herd. The live weight of these animals was the largest and was higher than the average for the herd. The average duration of the service period for the herd was 130 days. It was lowest in animals with homozygous BB genotype ($P < 0.05$). Accordingly, the duration of the period between calving and the value of the reproductive capacity were the lowest in homozygous (BB) animals ($P < 0.05$).

The level of average milk yield of an animal with the desired genotype (BB) was lower than the average yield of animals with other studied genotypes. They were also inferior to the average indicator of the herd. The level of milk yield of animals of all genotypes was higher than the breed standard. It was found that the average fat content in the milk of animals of homozygous genotypes AA and BB slightly prevailed over animals with heterozygous genotype AB. Animals with the BB genotype ($p < 0.05$) were statistically significantly superior in protein content. Compliance with the breed standard in terms of fat content in milk is positive, and only homozygous (BB) animals met the standard in terms of protein content. In terms of dry matter content, dry non-fat milk residue, casein, animals with homozygous BB genotype were preferred. In terms of lactose content, animals with the AA genotype were preferred.

It is proved that the formation of herds with BB genotype for kappa-casein will not have a negative impact on the economically useful characteristics of animals.

Key words: genotype, kappa-casein, live weight, reproductive capacity, milk productivity.

Copyright: Ладика В.І. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:

Ладика В.І.	https://orcid.org/0000-0001-6748-7616
Павленко Ю.М.	https://orcid.org/0000-0002-4128-122X
Скляренко Ю.І.	https://orcid.org/0000-0002-6579-2382
Древицька Т.І.	https://orcid.org/0000-0002-3192-4682
Досенко В.Є.	https://orcid.org/0000-0002-6919-7724

УДК 636.2.084/.087.034:637.12.04

Порівняльна оцінка впливу згодовування живих дріжджів та бікарбонату натрію високопродуктивним коровам на їх продуктивність та якість молока

Титарьова О.М.[1], Пірова Л.В.[1], Зубенко О.М.[1], Уманець Д.П.[2], Уманець Р.М.[2]

[1] *Білоцерківський національний аграрний університет*
[2] *Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Титарьова О. М. E-mail: olena.tytariova@btsau.edu.ua

OPEN ACCESS

Титарьова О.М., Пірова Л.В., Зубенко О.М., Уманець Д.П., Уманець Р.М. Порівняльна оцінка впливу згодовування живих дріжджів та бікарбонату натрію високопродуктивним коровам на їх продуктивність та якість молока. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 90–97.

Tytariova O., Pirova L., Zubenko O., Umanets D., Umanets R. Comparative evaluation of the impact of feeding live yeast and sodium bicarbonate to high-yielding cows on their productivity and milk quality. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 90–97.

Рукопис отримано: 13.06.2022 р.
Прийнято: 22.06.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-90-97

Генетично зумовлена висока продуктивність дійних корів, особливо впродовж першої фази лактації, проявляється за відповідної годівлі, зокрема значної кількості концентратів у їх раціоні. Однак, у такої годівлі є значний недолік – зниження pH у рубці та розвиток ацидозу. З метою профілактики розвитку цього патологічного процесу до раціону корів уводять різні буферні добавки, серед яких живі дріжджі та харчова сода. Отже, метою дослідження було експериментальне оцінювання впливу бікарбонату натрію та живих дріжджів Levucell SC на продуктивність та якість молока дійних корів упродовж першої фази лактації.

У ході науково-господарського досліду, основний період якого тривав76 діб, тварини 1-ї контрольної групи отримували базовий раціон без кормових добавок, коровам 2-ї дослідної групи до базового раціону додавали живі дріжджі Levucell SC у кількості 1 г/гол/добу, а 3-ї дослідної групи – бікарбонат натрію у дозі 150 г/гол/добу.

У результаті експерименту найвищу молочну продуктивність було зафіксовано у тварин 2-ї дослідної групи (41,9 кг/добу), тимчасом у контролі цей показник становив 37,3 кг/добу. Позитивними були зміни продуктивності і у корів 3-ї дослідної групи – 39,8 кг/добу. Схожа тенденція мала місце і за жирністю молока, вмістом у ньому соматичних клітин та бактеріальним обсіменінням. За всіма зазначеними показниками найкращі результати було зафіксовано у корів 2-ї дослідної групи, які споживали живі дріжджі.

Економічний аналіз результатів експерименту засвідчив, що попри велику вартість кормової добавки Levucell SC незначна доза її уведення є вигіднішою за використання бікарбонату натрію. Додатковий прибуток від уведення до складу раціону живих дріжджів Levucell SC за цінами 2022 року становить 95 копійок, тимчасом у групі корів, що споживали бікарбонат натрію, цей показник становить лише 41 копійку.

Ключові слова: живі дріжджі, Levucell SC, бікарбонат натрію, сода харчова, надій молока, ацидоз.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Висока молочна продуктивність дійних корів обумовлена генетичними особливостями сучасних поріді потребує відповідних рішень у забезпеченні повноцінного живлення як організму корови, так і рубцевої мікрофлори. Годівля жуйних тварин кормосумішками, вміст концентратів у яких часто досягає 50 % – ризикована і, за неналежної організації, може зумовити виникнення низки розладів, зокрема ацидозу. З огляду на це, актуальне питанням сьогодення – пошук засобів, які здатні нормалізувати рубцеве травлення корів у період споживання раціонів з високим умістом комбікормів [9].

Коровам потрібні раціони з відповідною структурою, щоб травна система працювала належним чином. Годівля високопродуктивних дійних корів раціонами з високим умістом концентратів сприяє збільшенню виробництва молока, але водночас підвищує ризик розвитку підгострого ацидозу рубця. Ця патологія визначається як періодичне помірне зниження pH рубця, приблизно від 5,5 до 5,0 і може зумовлювати розвиток ламінітів та інші проблеми зі здоров'ям, і, як наслідок, призвести до зниження виробництва [10, 11, 13].

Рубець можна порівняти з високоефективною системою безперервного культивування анаеробних мікроорганізмів – біореактором. Розвитку численної й різноманітної мікрофлори рубця сприяють комфортні умови середовища цього органу. Тут постійно тримається температура 38–42°C, а безперервна секреція слини забезпечує сталу кількість рідини і pH на рівні 6–6,5. Постійний іонний склад визначається обмінною функцією рубцевої стінки та безперервною секрецією слини. Регулярний прийом корму твариною забезпечує постійне поживне середовище для мікроорганізмів.

Щоб отримати від корови більше молока і м'яса, необхідно допомогти їй подбати про безцінну мікрофлору, яка задовольняє її потреби в ідеальних білках, жирах, вуглеводах, значній кількості вітамінів та інших біологічно активних речовинах на 60–80%, а також перетворює у засвоювані форми мінеральні речовини.

Мікрофлора рубця ефективно діє за pH 6,5–7. Чим ближча кислотність вмісту рубця до нейтральної, тим ефективніше розщеплюється клітковина й утворюються білкові сполуки. Якщо pH зменшується до 5,5 або підвищується понад 7, умови життєдіяльності мікрофлори значно погіршуються і, як наслідок, знижується перетравність кормів та продуктивність тварини, а травлення в сітчастому шлунку істотно сповільнюється. Такі значення можуть призвести до загибелі мікрофлори, відтак смерті корови [2, 11, 20].

Незважаючи на те, що pH в рубці значно змінюється впродовж дня, корови мають високорозвинену систему підтримання кислотності рубця в межах фізіологічного діапазону. Однак, якщо вироблення кислоти в результаті ферментації є більшою, ніж система може буферувати, компенсація pH в рубці не вдається, і pH в рубці може різко знизитися [6, 8, 10].

Слина корови, на відміну від більшості моногастричних тварин, не містить ензимів, що розщеплюють корм, а натомість містить велику кількість солей, передусім бікарбонати і фосфати натрію, а також хлориди калію і натрію. Ці солі є буфером для підтримання стабільного pH рубця, вони нейтралізують кислоти, що надходять із кормом, і леткі жирні кислоти, які в ньому утворюються [13, 20].

За нормальних умов організм корови може сам регулювати показник pH за допомогою буферної природної системи, наприклад, за допомогою бікарбонату, що утворюється в організмі. Однак для того, щоб підвищити продуктивність тварин, їм згодовують раціони з високою концентрацією енергії, які швидко ферментуються. Крім того, ці кормові раціони часто мають кислотну дію. Це означає, що їх розщеплення призводить до утворення значної кількості кислих сполук (летких жирних кислот), що може призвести до ацидозу рубця, а за ним – зниження продуктивності та підвищення ризику захворювань [10].

Існують різні способи профілактики ацидозів. Добрі результати нейтралізації кислотності рубця дає харчова сода ($NaHCO_3$, харчова добавка E500). Її вже багато років використовують як буфер у раціонах молочних корів. За добу одній корові рекомендують згодовувати по 100–150 г соди, а тваринам, які мають схильність до ожиріння – до 250 г. Тільним сухостійним коровам за три тижні до отелення, а також новотільним у перший тиждень після отелення соду з раціону вилучають, оскільки надлишок натрію призводить до набряків вим'я [9, 16].

Стійкий ефект стримування pH рубця відмітили і за споживання тваринами живих дріжджів штаму *Saccharomyces cerevisiae.* Живі дріжджі поглинають кисень, що потрапляє в рубець разом із клітковиною і, таким чином, позитивно впливають на розвиток життєвого середовища для корисних анаеробних бактерій [5, 12, 19]. Створюючи анаеробне середовище у рубці, вони інгібують утворення у ньому молочної кислоти, сприяючи розвитку корисної мікрофлори [10, 13, 20].

У кожного способу нормалізації pH рубця є свої переваги та недоліки: величина добової даванки, ціна, ефективність дії та ін. Тому доцільним є порівняльне дослідження. Тому **метою** проведення науково-господарського досліду було вивчити вплив згодовування препарату живих дріжджів та бікарбонату натрію на продуктивність корів у період роздою та якісні показники молока.

Матеріал і методи досліджень. Науково-господарський експеримент з вивчення впливу згодовування препаратів Levucell SC та бікарбонату натрію на продуктивність та якість молока корів проводили в умовах ТОВ «Українсько-голландська агрокомпанія».

У ході досліджень визначали продуктивність корів упродовж різних періодів лактації, хімічний склад молока, санітарно-гігієнічні та фізико-хімічні властивості молока, а також економічну ефективність згодовування живих дріжджів дійним коровам.

Для проведення науково-господарського досліду в умовах господарства було сформовано три групи корів української чорно-рябої молочної породи по 15 голів. Групи формували з врахуванням стадії лактації та продуктивності корів. Усі корови, які брали участь в експерименті, мали продуктивність 30–35 кг молока на добу та 10–20-й день лактації (табл. 1).

Живі дріжджі Levucell SC та бікарбонат натрію додавали у комбікорм під час його виробництва.

У ході науково-господарського досліду з вивчення впливу згодовування кормових добавок Levucell SC та бікарбонату натрію на продуктивність та якість молока корів визначали:

- споживання кормів – шляхом щоденного обліку кількості розданих кормів та нез'їдених решток окремо для кожної групи;
- продуктивність корів – шляхом щоденного обліку кількості надоєного молока від кожної корови;
- кількість жиру, білка та густину молока – подекадно від кожної корови застосовуючи прилад «Екомілк» КАМ-98;
- вміст лактози у молоці – за допомогою розчину Феллінга, шляхом титрування фільтрату молока 0,1 н. розчином $KMnO_4$ [14];
- кислотність молока – шляхом титрування молока 0,1н розчином КОН [14];
- загальне бактеріальне обсіменіння молока – згідно з ДСТУ 7357:2013 [17];
- кількість соматичних клітин у молоці – відповідно до ГОСТ 23453-90 за використання віскозиметра АМВ-1-0,2 «Соматос» [21].

Цифровий матеріал опрацьовували методом варіаційної статистики за Н.А. Плохинським [15] з допомогою пакета прикладних програм Microsoft Excel, враховуючи при цьому критерій Стьюдента. Результати середніх значень вважали статистично вірогідними за: * – P<0,05, ** – P<0,01, *** – P<0,001.

Результати дослідження та обговорення. Для годівлі тварин усіх груп використовували повнораціонну кормосумішку (рис. 1), яку роздавали двічі на добу. Упродовж дня періодично проводили підгортання розданої на кормовий стіл кормосуміші. Це спонукало тварин до споживання корму та забезпечувало оптимальне розміщення кормів відносно голови корови.

Поживність раціону максимально відповідала нормам [18], про що свідчать дані таблиці 2. Окрім розданої повнораціонної кормосумішки, тварини мали цілодобовий доступ до солі-лизунця та чистої води.

Упродовж зрівняльного періоду корови всіх груп споживали однаковий раціон. Під час основного періоду науково-господарського досліду, згідно зі схемою експерименту, тваринам 2-ї та 3-ї дослідних груп додатково до кормосуміші згодовували кормові добавки, що сприяли нормалізації роботи рубця та нормалізації кислотності його середовища. Так, корови 2-ї дослідної групи споживали живі дріжджі Levucell SC у дозі 1 г/гол./добу, а 3-ї – бікарбонат натрію у кількості 150 г/гол./добу. Зазначені добавки згодовували індивідуально з невеликою кількістю повнозмішаної суміші один раз на добу.

Облік кількості спожитого корму проводили щоденно, зважуючи неспожиті рештки кормів зібрані з кормового столу перед роздаванням свіжої кормосумішки.

Споживання корму коровами різних груп було неоднаковим. Зокрема, тварини 1-ї контрольної групи за період досліду спожили в середньому 1812 кг сухої речовини/голову/період. Корови 2-ї дослідної групи відзначилися найбільшим показником споживання корму – 1944 кг/гол/період. Аналоги 3-ї дослідної групи спожили 1908 кг корму на кожну голову за 90 діб досліду.

Тварини дослідних груп споживали більше корму. Це пов'язано з нормалізацією рубцевого травлення і буферними властивостями дріжджів. Маючи здоровий рубець та нормальний процес травлення в ньому, тварини частіше підходили до кормового столу, за рахунок чого спожили більше корму.

Таблиця 1 **– Схема проведення науково-господарського експерименту**

Група тварин	Кількість тварин	Умови годівлі	
		зрівняльний період 14 діб	основний період 76 діб
1-а контрольна	15	ОР	ОР
2-а дослідна	15	ОР	ОР + LevucellSC 1 г/гол./добу
3-я дослідна	15	ОР	ОР + бікарбонат натрію 150 г/гол./добу

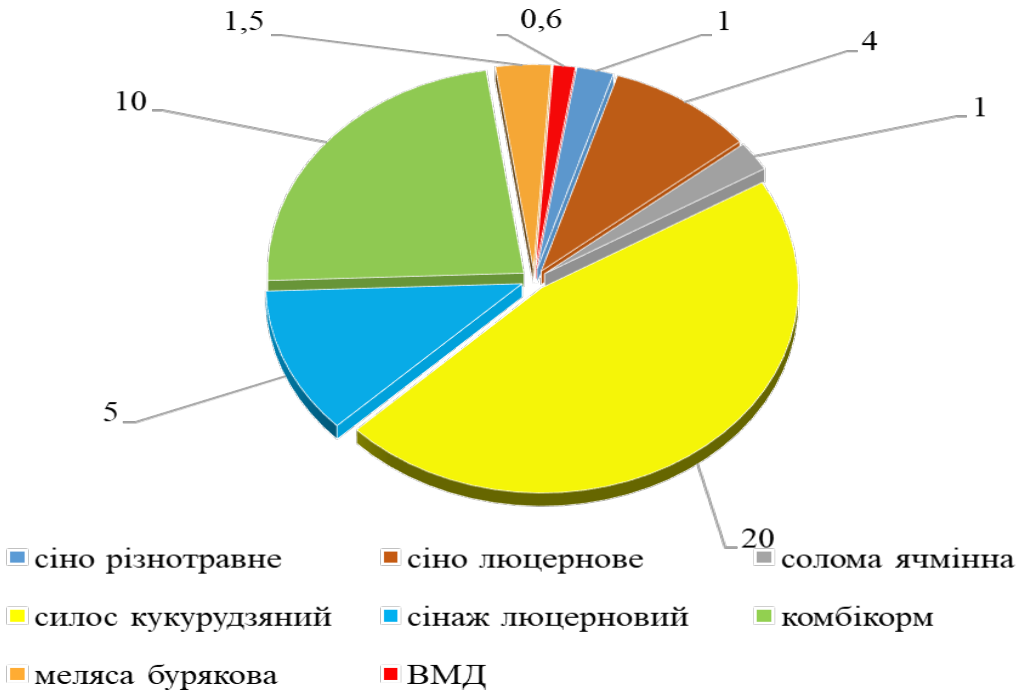

Рис. 1. **Раціон годівлі дійних корів упродовж досліду**, кг.

Таблиця 2 – **Поживність раціону дійних корів**

Показник	норма	фактично
Споживання сухої речовини, кг/добу	21–23	22,1
ЧЕЛ, МДж /кг СР	6,9	6,8
Сирий протеїн, %	16	16,1
РРП, % СП	70	72,2
НРП, % СП	30	27,9
Сира клітковина, % СР	20	18,6
Сирий жир, % СР	3,6	3,2
Неструктурні вуглеводи, % СР	26,5	27,6
Кальцій, % СР	0,65	0,69
Фосфор, % СР	0,45	0,45
Кальцій:Фосфор	1,4	1,5
Сіль кухонна, % СР	0,65	0,65
Магній, % СР	0,24	0,24
Калій, % СР	0,81	1,38
Сульфур, % СР	0,28	0,28
Ферум, мг/добу	1760	4701
Купрум, мг/добу	220	220
Цинк, мг/добу	1430	1430
Селен, мг/добу	6,6	6,6
Йод, мг/добу	19,8	19,8
Манган, мг/добу	1430	1430
Кобальт, мг/добу	17,6	17,6
Вітамін А, МО/добу	396000	396000
Вітамін D, МО/добу	22000	22000
Вітамін Е, МО/добу	880	1730

Споживання різних препаратів для стабілізації pH рубця позитивно вплинуло на молочну продуктивність корів 2-ї та 3-ї дослідних груп (табл. 3). Упродовж всієї лактації тварини цих груп вирізнялися вищими середньодобовими надоями молока. Згідно з даними таблиці 3, найбільші відмінності спостерігали між тваринами 2-ї дослідної та контрольної груп. Корови 2-ї дослідної групи переважали за середньодобовим надоєм молока аналогів контрольної групи на 12,3 % (P<0,001), тоді як перевага тварин 3-ї дослідної групи над контролем становила 6,7 % (P<0,01). Це пов'язано з тим, що нормалізація рубцевого травлення у період роздою дала можливість тварині досягти вищого піку лактації. Фізіологічно зумовлено, що після досягнення піку лактації молочна продуктивність корови починає знижуватися.

Згодовування дійним коровам як живих дріжджів, так і бікарбонату натрію мало досить суттєвий вплив на хімічний склад їх молока (табл. 3). Так, в молоці корів 2-ї дослідної групи, які споживали живі дріжджі Levucell SC відмічали підвищення частки жиру (на 0,07 %) та зниження відсотка білка (на 0,27 %), порівняно з контрольними аналогами. У тварин 3-ї дослідної групи, раціон яких містив бікарбонат натрію, відмітили також збільшення рівня як жиру (на 0,04 %) та зниження частки білка (на 0,07 %) порівняно з контролем. Важливо відмітити, що співвідношення між умістом жиру та білка у молоці, яке є одним із перших індикаторів розвитку ацидозу,в контрольній та дослідних групах було різне. За норми відношення частки жиру до частки білка в молоці корів 1,1–1,5, цей показник у корів 1-ї контрольної групи становив 0,09, 2-ї дослідної групи – 1,21 і 3-ї дослідної групи – 1,13.

Особливу увагу привертає наявна тенденція до збільшення вмісту жиру в молоці корів дослідних груп, що є результатом покращення перетравності структурної клітковини у рубці.

Одним із механізмів контролю кислотності у рубці та розвитку ацидозу є співвідношення жиру та білка в молоці. Адже за зниження pH у рубці целюлозолітична мікрофлора уражається і погано функціонує, що призводить до зниження жирності молока. Нормальним вважають показник співвідношення жиру до білка в молоці в діапазоні 1,1–1,5. У тварин контрольної групи відмічали зниження цього показника до критичного рівня (1,09), що може загрожувати розвитком ацидозу рубця. У корів 2-ї та 3-ї дослідних груп зазначений показник був у межах норми, однак за споживання бікарбонату натрію наближався до нижньої межі (1,13).

Усі зміни у вмісті та стані дисперсних фаз системи, тобто складників молока, супроводжуються змінами його фізико-хімічних властивостей. Оцінювання фізико-хімічних показників молока корів контрольної та дослідних груп не виявило суттєвих відмінностей між тваринами (табл. 4).

Таблиця 3 – **Молочна продуктивність корів**, кг/гол.

Показник	Група тварин		
	1-а контрольна	2 дослідна Levucell SC	3 дослідна $NaHCO_3$
Валовий надій за 90 діб	3354±52,3	3768±56,1***	3582±36,4**
Середньодобовий надій	37,3±0,58	41,9±0,62***	39,8±0,40**
Масова частка жиру в молоці, %	3,58±0,033	3,65±0,038	3,62±0,035
Масова частка білка в молоці, %	3,28±0,037	3,01±0,044**	3,21±0,043
Жир:білок	1,09	1,21	1,13
Лактоза, %	4,73±0,056	4,82±0,058	4,83±0,059
Молочний жир, кг/гол/добу	120,2±2,52	137,5±2,67**	129,6±1,63*
Молочний білок, кг/гол/добу	110,1±2,26	113,6±2,24	115,1±1,95

Примітка. Тут і далі:* – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001 порівняно з контрольною групою.

Таблиця 4 – **Фізико-хімічні та санітарно-гігієнічні показники молока корів**

Показник	Група корів		
	1 контрольна	2 дослідна	3 дослідна
Густина, г/см^3	1,04±0,011	1,03±0,010	1,04±0,009
Кислотність, ºТ	16,6±0,19	16,5±0,20	16,5±0,17
Загальне бактеріальне обсіменіння, тис. КУО/см^3	96,9±5,18	95,7±7,43	96,4±6,82
Кількість соматичних клітин, тис./см^3	231,2±7,31	163,2±6,96***	197,1±7,16***

Незначне зниження густини молока в молоці корів 2-ї дослідної групи пояснюється меншим умістом білка у його складі, порівняно з контролем. Показники кислотності молока корів усіх груп були однаковими.

Розвиток будь-якої мікрофлори в молоці зумовлює певні зміни його санітарних показників і неодмінно призводить до погіршення його якості. Наявність патогенної мікрофлори може призвести до повного псування молока.

За згодовування кормових добавок як живих дріжджів, так і бікарбонату натрію відбулися суттєві зміни деяких санітарно-гігієнічних показників молока корів дослідних груп.

Так, у тварин 2-ї та 3-ї дослідних груп відмічали вірогідне зниження кількості соматичних клітин у молоці, відповідно на 29 та 15 %. Це свідчить про покращення стану молочної залози. Водночас майже не змінювався показник бактеріального обсіменіння молока.

Отже, застосування у годівлі дійних корів пробіотичного препарату живих дріжджів Levucell SC та бікарбонату натрію у рекомендованих дозах незначно впливає на якісні показники молока, які мають вплив на подальшу його переробку.

Різниця між раціонами годівлі корів контрольної та дослідних груп полягала лише у включенні кормових добавок – живих дріжджів Levucell SC та бікарбонату натрію. За 90 діб досліду тварини 3-ї дослідної групи спожили 114 кг бікарбонату натрію (150 г/гол./добу х 10 гол. х 76 діб), а 2-ї дослідної групи – 0,76 кг Levucell SC (1 г/гол./добу х 10 гол. х 76 діб).

Навіть за підвищення вартості добового раціону підвищення продуктивності дійних корів дослідних груп забезпечило додатковий прибуток від реалізації кожного кілограма молока, одержаного від корів 2-ї та 3-ї дослідних груп на рівні 95 та 41 копійка відповідно.

Отже, використання в годівлі дійних корів у період роздою живих дріжджів та бікарбонату натрію економічно вигідно, однак за згодовування Levucell SC розмір додаткового прибутку значно вищий порівняно з бікарбонатом натрію. Результати наших досліджень узгоджуються з даними численних зарубіжних дослідників, які відмічали позитивні зміни молочної продуктивності [1, 3] та якісних показників молока [4, 7] за згодовування буферних препаратів дійним коровам.

Висновки. Згодовування дійним коровам препарату живих дріжджів Levucell SC та бікарбонату натрію позитивно впливало на продуктивність корів та якість їх молока завдяки нормалізації кислотності рубця, сприяння розвитку необхідної мікрофлори у передшлунку та, ймовірно, покращення перетравності поживних речовин.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Alnaimy A., Habeeb M. Importance of Yeast in Ruminants Feeding on Production and Reproduction. Ecology and Evolutionary Biology. 2017. Vol. 2. № 4. P. 49–58. DOI: 10.11648/j.eeb.20170204.11

2. Cruywagen C. W., Taylor S., Beya M. M., Caliz T. The effect of buffering dairy cow diets with limestone, calcareous marine algae, or sodium bicarbonate on ruminal pH profiles, production responses, and rumen fermentation. Journal of Dairy Science. 2015. Vol. 98. P. 5506–5514. DOI:10.3168/jds.2014-8875

3. Maamouri O., Selmi H., M'hamdi N. Effects of Yeast (Saccharomyces Cerevisiae) Feed Supplement on Milk Production and its Composition in Tunisian Holstein Friesian Cows. Scientia Agriculturae Bohemica. 2014. Vol 45. P. 170–174. DOI:10.2478/sab-2014-0104

4. Degirmencioglu T., Ozcan T., Ozbilgin S., Senturk S. Effects of yeast culture addition (Saccharomyces cerevisiae) to Anatolian water buffalo diets on milk composition and somatic cell count. Mljekarstvo. 2013. Vol. 63 (1). P. 42–48.

5. Use of live yeast and mannan-oligosaccharides in grain-based diets for cattle: Ruminal parameters, nutrient digestibility, and inflammatory response/ T. Garcia Diaz et al. PLoS One. 2018 Vol.13. Is.11. e0207127. DOI:10.1371/journal.pone.0207127.

6. Effects of the dose and viability of Saccharomyces cerevisiae. 2. Ruminal fermentation, performance of lactating dairy cows, and correlations between ruminal bacteria abundance and performance measures/ Y. Jiang et al. Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 100. Is.10. P. 8102–8118. DOI:10.3168/jds.2016-12371.

7. Effect of supplementing dairy cows with live yeasts cells and dried brewer's yeasts on milk chemical composition, somatic cell count and blood biochemical indices/M. Kuczaj et al. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. 2014. Vol. 17(3). URL: http://www. ejpau.media.pl/volume17/issue3/art-06.html

8. Effect of live yeast (Saccharomyces cerevisiae) supplementation on rumen fermentation and metabolic profile of dairy cows in early lactation/D. Kumprechtova et al. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berl). 2019. Vol.103. Isssue 2. P.447–455. DOI:10.1111/ jpn.13048.

9. How Does Live Yeast Differ from Sodium Bicarbonate to Stabilize Ruminal pH in High-Yielding Dairy Cows?/ J.P. Marden et al. Journal of Dairy Science 2008. Vol. 91. Issue 9. P. 3528–3535. DOI:10.3168/jds.2007–0889.

10. Sgoifo Rossi C. A., Compiani R. Ruminal acidosis of beef cattle and related diseases. Large Animal Review. 2016. Vol. 22. P. 273–279.

11. Effects of active dried Saccharomyces cerevisiae on ruminal fermentation and bacterial community during the short-term ruminal acidosis challenge model in Holstein calves/Y. Watanabe et al. Journal of Dairy Science. 2019. Vol.102. Issue 7. P. 6518–6531. DOI:10.3168/jds.2018-15871.

12. Yeast supplementation alters the performance and health status of receiving cattle/ D. Finck, F.

Ribeiro, N. Burdick at al. The Professional Animal Scientists. 2014. Vol. 30. P. 333–341. DOI:10.15232/S1080-7446(15)30125-X

13.Кулик М.Ф., Обертюх Ю.В., Безпалько А.В. Вплив дріжджових культур на молочну продуктивність, уміст жиру і білка в молоці корів. Вісник аграрної науки. 2013. №10. С. 28–32.

14.Лебедев П.Т., Усович А.Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.

15.Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 254 с.

16.Попсуй В., Корж О. Застосування карбонатів у годівлі худоби. Агроексперт. №1 (138). 2020. С. 96–99. URL:http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/8021/1/Sodagrain%201_ 2020_VII.pdf

17.Ромоданова В.О., Костенко Т.П. Лабораторний практикум з технохімічного контролю підприємств молочної промисловості. К.: НУХТ, 2003. 168 с.

18.Теорія і практика нормованої годівлі великої рогатої худоби/Г.О. Богданов, В.М. Кандиба, І.І. Ібатуллін та ін. Житомир: ПП «Рута», 2012. 860 с.

19.Панянчук М.С., Титарьова О.М. Вплив згодовування живих дріжджів дійним коровам на якісні показники молока. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2018. № 2. С. 32–37. DOI:10.33245/2310-9289-2018-145-2-32-37

20.Титарьова О. Захист для корів. The Ukrainian Farmer. 2017. № 4. С. 164–165.

21.Тихомирова Н.А. Технология и организация производства молока и молочных продуктов. М.: ДеЛи принт, 2007. 506с.

REFERENCES

1. Alnaimy, A., Habeeb, M. (2017). Importance of Yeast in Ruminants Feeding on Production and Reproduction. Ecology and Evolutionary Biology. Vol. 2. № 4. pp. 49–58. DOI: 10.11648/j.eeb.20170204.11

2. Cruywagen, C. W., Taylor, S., Beya, M. M., Caliz, T. (2015). The effect of buffering dairy cow diets with limestone, calcareous marine algae, or sodium bicarbonate on ruminal pH profiles, production responses, and rumen fermentation. Journal of Dairy Science. Vol. 98. pp. 5506–5514. DOI:10.3168/jds.2014-8875

3. Maamouri, O., Selmi, H., M'hamdi, N. (2014). Effects of Yeast (Saccharomyces Cerevisiae) Feed Supplement on Milk Production and its Composition in Tunisian Holstein Friesian Cows /. Scientia Agriculturae Bohemica. Vol 45. pp. 170–174. DOI:10.2478/sab-2014-0104

4. Degirmencioglu, T., Ozcan, T., Ozbilgin, S., Senturk, S. (2013). Effects of yeast culture addition (Saccharomyces cerevisiae) to Anatolian water buffalo diets on milk composition and somatic cell count. Mljekarstvo. Vol. 63 (1). pp. 42–48.

5. Garcia Diaz, T., Ferriani Branco, A., Jacovaci, F.A., Cabreira Jobim, C., Pratti Daniel, J.L., Iank Bueno, A.V., Gonçalves Ribeiro, M. (2018). Use of live yeast and mannan-oligosaccharides in grain-based diets for cattle: Ruminal parameters, nutrient digestibility, and inflammatory response. PLoS One. Vol. 13, Issue 11, e0207127. DOI:10.1371/journal. pone.0207127.

6. Jiang, Y., Ogunade, I.M., Arriola, K.G., Qi, M., Vyas, D., Staples, C.R., Adesogan, A.T. (2017). Effects of the dose and viability of Saccharomyces cerevisiae. 2. Ruminal fermentation, performance of lactating dairy cows, and correlations between ruminal bacteria abundance and performance measures. Journal of Dairy Science. Vol. 100, Issue 10, pp. 8102–8118. DOI:10.3168/jds.2016-12371.

7. Kuczaj, M., Pres, J., Zachwieja, A., Twardon, J., Orda, J., Dobicki, A. (2014). Effect of supplementing dairy cows with live yeasts cells and dried brewer's yeasts on milk chemical composition, somatic cell count and blood biochemical indices. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Vol. 17(3). Available at:http://www.ejpau.media.pl/ volume17/issue3/art-06.html

8. Kumprechtova, D., Illek, J., Julien, C., Homolka, P., Jancik, F., Auclair, E. (2019). Effect of live yeast (Saccharomyces cerevisiae) supplementation on rumen fermentation and metabolic profile of dairy cows in early lactation. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berl). Vol. 103, Issue 2, pp.447–455. DOI:10.1111/jpn.13048.

9. Marden, J.P., Julien, C., Monteils, V., Auclair, E., Moncoulon, R., Bayourthe, C. (2008). How Does Live Yeast Differ from Sodium Bicarbonate to Stabilize Ruminal pH in High-Yielding Dairy Cows? Journal of Dairy Science Vol. 91, Issue 9, pp. 3528–3535. DOI:10.3168/jds.2007–0889.

10.Sgoifo Rossi, C. A., Compiani, R. (2016). Ruminal acidosis of beef cattle and related diseases. Large Animal Review. Vol. 22, pp. 273–279.

11.Watanabe, Y., Kim, Y.H., Kushibiki, S, Ikuta, K., Ichijo, T., Sato, S. (2019). Effects of active dried Saccharomyces cerevisiae on ruminal fermentation and bacterial community during the short-term ruminal acidosis challenge model in Holstein calves. Journal of Dairy Science. Vol. 102, Issue 7, pp. 6518–6531. DOI:10.3168/jds.2018-15871.

12.Finck, D., Ribeiro, F., Burdick, N. (2014). Yeast supplementation alters the performance and health status of receiving cattle. The Professional Animal Scientists. Vol. 30, pp. 333–341. DOI:10.15232/S1080-7446(15)30125-X

13.Kulyk, M.F., Obertiukh, Yu.V., Bezpalko, A.V. (2013). Vplyv drizhdzhovykh kultur na molochnu produktyvnist, umist zhyru i bilka v molotsi koriv [Influence of yeast cultures on milk productivity, fat and protein content in milk of cows]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. № 10, pp. 28–32.

14.Lebedev, P.T., Usovich, A.T. (1985). Metody issledovaniia kormov, orhanov i tkanei zhivotnykh [Methods for the study of feed, organs and tissues of animals]. M.: Agropromizdat, 352 p.

15.Plokhinskii, N.A. (1969). Rukovodstvo po biometrii dlia zootekhnikov [Guide to Biometrics for Livestock Technicians]. M.: Kolos, 254 p.

16. Popsui, V., Korzh, O. ()2020. Zastosuvannia karbonativ u hodivli khudoby [The use of carbonates in animal feed]. Agroexpert. №1 (138), pp. 96–99. Available at:http://repo.snau. edu.ua/bitstream/123456789/8021/1/Sodagrain%201_2020_VII.pdf

17. Romodanova, V.O., Kostenko, T.P. (2003). Laboratornyi praktykum z tekhnokhimichnoho kontroliu pidpryiemstv molochnoi promyslovosti [Laboratory workshop on technochemical control of dairy industry enterprises]. K.: NUHT, 168 p.

18. Bohdanov, H.O., Kandyba, V.M., Ibatullin, I.I. (2012). Teoriia i praktyka normovanoi hodivli velykoi rohatoi khudoby [Theory and practice of normalized feeding of cattle]. Zhytomyr: PP «Ruta», 860 p.

19. Panianchuk, M.S., Tytarova, O.M. (2018). Vplyv zghodovuvannia zhyvykh drizhdzhiv diinym korovam na yakisni pokaznyky moloka [Influence of feeding live yeast to dairy cows on milk quality indicators]. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva [Technology of production and processing of livestock products]. № 2, pp. 32–37. DOI:10.33245/2310-9289-2018-145-2-32-37

20. Tytarova, O. (2017). Zakhyst dlia koriv [Protection for cows]. The Ukrainian Farmer. № 4, pp. 164–165.

21. Tikhomirova, N.A. (2007). Tekhnolohiia i orhanizatsiia proizvodstva moloka i molochnykh produktov [Technology and organization of milk and dairy products production]. M.: DeLi print, 506 p.

Comparative evaluation of the impact of feeding live yeast and sodium bicarbonate to high-yielding cows on their productivity and milk quality

Tytariova O., Pirova L., Zubenko O., Umanets D., Umanets R.

High productivity of dairy cows is due to genetics, especially during the first phase of lactation and is manifested by appropriate feeding, namely a significant amount of concentrates in their diet. However, such feeding has a significant disadvantage – lowering the pH in the rumen and the development of acidosis. In order to prevent the development of this pathological process, various buffer supplements are introduced into the diet of cows, including live yeast and baking soda.

Therefore, the aim of the study was to experimentally evaluate the effect of sodium bicarbonate and live yeast Levucell SC on the productivity and milk quality of dairy cows during the first phase of lactation. During the scientific and economic experiment, the main period of which lasted 76 days, the animals of the control group received a basic diet without feed additives. Cows of the 2nd experimental group to the basic diet were added live yeast Levucell SC in the amount of 1 g/head/day, and the 3rd experimental group – sodium bicarbonate at a dose of 150 g/head/day. According to the results of the experiment, it was noted that the highest milk productivity was recorded in animals of the 2nd experimental group (41.9 kg/day), while in the control this figure was 37.3 kg/day. Changes in productivity and cows of the 3rd experimental group of 39.8 kg / day were positive. A similar trend occurred in the fat content of milk, somatic cell content and bacterial contamination. According to all these indicators, the best results were recorded in cows of the 2nd experimental group, which consumed live yeast.

Economic analysis of the results of the experiment showed that despite the very high cost of feed additive Levucell SC, a small dose of its introduction is more profitable than the use of sodium bicarbonate. The additional income from the introduction of Levucell SC in the diet of live yeast at 2022 prices is 95 kopecks, while in the group of cows that consumed sodium bicarbonate, this figure is only 41 kopecks.

Key words: live yeast, Levucell SC, sodium bicarbonate, baking soda, milk yield, acidosis.

Copyright: Титарьова О.М. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Титарьова О.М. https://orcid.org/0000-0003-4820-809X
Пірова Л.В. https://orcid.org/0000-0002-3644-6579
Уманець Д.П. https://orcid.org/0000-0002-1973-1132
Уманець Р.М. https://orcid.org/0000-0003-1483-2775

БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ

УДК636.087.72

Синтез наночастинок селену з використанням “зелених” технологій

Цехмістренко О.С.[1], Бітюцький В.С.[1], Цехмістренко С.І.[1], Співак М.Я.[2], Тимошок Н.О.[2], Демченко О.А.[2]

[1] Білоцерківський національний аграрний університет
[2] Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

Цехмістренко О.С. E-mail: Tsekhmistrenko-oksana@ukr.net

OPEN ACCESS

Цехмістренко О.С., Бітюцький В.С., Цехмістренко С.І., Співак М.Я., Тимошок Н.О., Демченко О.А. Синтез наночастинок селену з використанням “зелених” технологій. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 98–113.

Tsekhmistrenko O., Bityutskyy V., Tsekhmistrenko S., Spivak M., Tymoshok N. Demchenko O. Synthesis of selenium nanoparticles with the use of "green" technologies. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 98–113.

Рукопис отримано: 05.10.2021 р.
Прийнято: 18.10.2021 р.
Затверджено до друку: 23.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-98-113

Традиційні добавки селену зазвичай є високотоксичними та мають низький рівень абсорбції, тому розроблення систем, що використовують сполуки селену як переносники для підвищення біодоступності елемента та контролюють його вивільнення в організмі, є актуальним. Наноразмірний селен цікавий як кормова добавка, особливо за селенодефіцитних станів, а також як терапевтичний засіб без значної побічної дії. Вказано про нанотехнологічні застосування, вивчення ефективного способу введення та узагальнення знань про наночастинки селену, їх біологічний вплив та переваги, механізми абсорбції.

Розглянуто нанотехнічні модифікації наночастинок, застосування SeNPs як кормової добавки, ефекти, які вони здійснюють на організм, а також різні методи синтезу SeNPs. У дослідженні закцентовано увагу на проблемах традиційних форм кормового селену та перевагах SeNPs. Висвітлено механізми проходження наночастинок через слизову оболонку кишечнику та особливості їх перорального застосування. Наведені матеріали доводять, що важливістю Селену є регуляція у складі селенопротеїнів багатьох фізіологічних процесів, вплив на продуктивні та репродуктивні властивості. Корекція його вмісту у раціоні запобігає селенодефіцитним захворюванням, а селен у наноформі є найдоцільнішим для застосування через високу біодоступність та низьку токсичність, що є особливо актуальним для жуйних тварин. Подальші доклінічні та клінічні дослідження *in vitro* та *in vivo* дадуть змогу розробити нові системи нанопрепаратів для транспорту в організмі селену, змінювати фізико-хімічні властивості SeNPs, збільшувати їх стабільність у харчотравному тракті для контрольованого вивільнення елемента для забезпечення дієтичного та терапевтичного потенціалу.

Ключові слова: наночастинки, “зелений” синтез, Селен, окиснювальний стрес, застосування наночастинок.

Нанотехнологічні модифікації

Системи наночастинок (НЧ, NPs) розглядають як альтернативу пероральному надходженню ліків і препаратів та кормових добавок [13, 83]. Ефективність застосування біологічно активних добавок (омега-3 та омега-6 жирних кислот, про- та пребіотиків, вітамінів та мінералів) у препаратах наночастинок розглядали в численних публікаціях [28, 45, 55], деякі наразі клінічно використовуються [71], інші лише

починають розвиватися [67, 68]. Стимулом для використання нанотехнологій у живленні та харчуванні є такі переваги як смак і запах, введення і розчинність, захист від окиснення та ферментативної деградації, подовження часу перебування та ефективне проходження через шлунково-кишковий тракт, що підвищує біодоступність речовин, що додаються. Більшість пероральних добавок мають недоліки: недостатній час перебування, невисока проникність і розчинність, нестабільність під час виробництва (температура, присутність кисню, світло) чи в середовищі шлунково-кишкового тракту (pH, ферменти, наявність інших поживних речовин), які знижують активність та потенційну користь від їх використання. Отже, розроблення нових препаратів та методів їх створення є доречними для досягнення фізіологічного та терапевтичного ефекту [48].

Використання наночастинок має низку переваг [45], зокрема різні способи їх адміністрування, нижчу токсичність порівняно з іншими сполуками, вищу стабільність таких нутрієнтів в умовах шлунково-кишкового тракту та підвищену здатність до транспортування. Наночастинки є більш біодоступними, легше проникають через клітинні стінки, порівнюючи із мікропрепаратами, є контрольованими та триваліше використовуються цільовими сайтами. Фізико-хімічними властивостями наночастинок можна маніпулювати для досягнення оптимальної спрямованості препаратів та для надання здатності протистояти дії згубної pH, обробленню та навколишньому середовищу. Наночастинки також довше зберігаються за створення під час їх синтезу слизових захисних покриттів.

SeNPs як кормова добавка

Нанопрепарати селену є більш біодоступними та менш токсичними порівняно з його неорганічними та органічними формами [55], а неорганічні сполуки селену є токсичнішими за органічні. Біологічні властивості наночастинок селену (SeNPs) залежать від їх розміру: дрібніші є більш активними та *in vitro* поглинаються швидше (частинки розміром 0,1 мкм в 2,5 та 6 разів більше порівняно з частинками розміром 1 та 10 мкм відповідно). Важливими є розмір і морфологія частинок, та матеріал для інкапсуляції [3]. Використання кормових добавок, інкапсульованих у НЧ, є потенційно значимим для поліпшення їх біодоступності з можливістю зміни їх властивостей, зокрема стійкості до несприятливих значень pH, перетравлення та ферментативного розщеплення.

Перевагою наноселену (Nano-Se) є можливість використання елемента в нульовому ступені окиснення (Se^0), що проявляє низьку токсичність та високу біодоступність порівняно із Se^{+4} та Se^{+6} [64]. Se^0 є дуже нестабільним і легко перетворюється у неактивну форму, стабілізації його можна досягти інкапсуляцією у нанотранспортні засоби, наприклад хітозан.

Nano-Se широко використовують з біомедичною метою. Відомими є його вплив на зниження окиснювального стресу [63], антиоксидантні властивості порожнистих сферичних SeNPs [51], що знижують ризик токсичності елемента, хіміопрофілактична здатність. Описано використання Nano-Se як протиракового препарату [71], носія протиракової доставки ліків, антимікробного [50, 56], протигрибкового [37], імуностимулювального засобу [55], препарату для лікування металевого отруєння [5, 6] та засобу корекції фізіологічних функцій [13, 77]. Описано антипротозойний ефект Nano-Se, а біогенні SeNPs в дослідженнях *in vitro* та *in vivo* проявляли терапевтичний ефект за лікування локалізованих уражень, спричинених *Leishmaniamajor* та *Leishmaniababyum* [58].

Основні ефекти SeNPs розглядали в багатьох дослідженнях [28]. До таких ефектів належать антиоксидантна здатність [69], зменшення ризиків від надлишкового надходження заліза та хрому, участь в імуномодуляції та протимікробному, протипаразитарному захисті. Наноселен працює як протионкотичний агент, стимулює стресостійкість, позитивно впливає на утворення шлункових ферментів та перетравлення, збільшує вміст селену у м'ясі, прискорює швидкість росту, росту шерсті та волосся, бере участь у репродукції, поліпшує пам’ять, захищає від жирового переродження печінки.

Синтез SeNPs

SeNPs можуть бути синтезовані хімічно [43], з використанням фізичних процедур, чи біологічним способом – з використанням мікроорганізмів чи рослинних екстрактів, так званого “зеленого синтезу” [13, 60, 68].

Хімічний синтез

SeNPs зазвичай отримують відновленням розчину селенистої кислоти аскорбіновою кислотою за присутності полісахаридів (глюкоманани, камеді, карбоксиметилцелюлоза) [43], оптимальних для перорального введення з біомедичною та кормовою метою через біосумісність, неімуногенність, нетоксичність, чутливість до pH, біорозкладаність, потенціал в розробленні систем доставлення ліків. Полісахариди містять реакційно здатні аміно-, гідроксильні чи карбоксильні групи, що суттєво впливають на утворення, стабілізацію та ріст SeNPs [43]. Отримані монодисперсні сферичні

частинки селену дуже стабільні в розчині та можуть бути використані як дієтичні добавки [61], а за інкапсуляції у полісахариди [1] селен ефективно постачається в клітини, утримується в них, знижуючи ризик пошкодження ДНК та полегшуючи експресію селенопротеїнів.

SeNPs отримують також індукованим йонною рідиною синтезом із селеносульфатом натрію як попередником селену за присутності полівінілового спирту як стабілізатора. У цьому разі утворюються сферичні SeNPs розміром 76–150 нм [29].

Фізичний синтез

Описано синтез SeNPs за допомогою імпульсної лазерної абляції (PLA) чи осадження [24]. Фізичні методи мають переваги над хімічними, оскільки останні часто потребують завершального прокалювання, що робить їх непридатними для певних застосувань, а за напилювання та лазерної абляції зберігається стехіометрія матеріалу, та розмір нанокластерів може контролюватися параметрами лазера та умовами навколишнього газу [41].

Біологічний синтез

Висока вартість виробництва SeNPs хімічними методами та наявність токсичних побічних продуктів зумовили розроблення нових методів синтезу NPs [27]. Рослини, гриби та бактерії здатні перетворювати йони токсичних металів у менш токсичні форми металевих осаджувачів чи NPs [36], завдяки чому сформувався екологічно чистий підхід синтезу [34, 54]. SeNPs були синтезовані з використанням видного екстракту *Alliumsativum* [21], екстрактів чаю [80], екстрактів листя *Clausenadentata* [65], розчину полісахариду *Undariapinnatifida* [23] та екстракту листя *Terminaliaarjuna*. Біосинтез наноматеріалів з використанням рослинних екстрактів має низку переваг порівняно з іншими біологічними методами через невисоку вартість і відсутність особливих умов проведення [60], а бактеріальний синтез NPs ефективніший за хімічний завдяки високій чистоті селенових сфер (щодо регулярних і однорідних, розмір залежить від бактерій), дешевшому і швидшому процесу виробництва та здатності контролювати параметри [38].

Мікроорганізми здатні синтезувати металеві НЧ [60, 71], відновлювати Se^{+4} (селеніт) та/чи Se^{+6} (селенат) до менш токсичного Se^{0} з утворенням SeNP. Біогенні SeNPs мають значний потенціал застосування в галузі медицини, біосенсорів та відновлення навколишнього середовища (рис. 1) [66, 68].

Зокрема, штами *Bacillus megaterium* (BSB6 и BSB12) із середовища засолених мангрових лісів без забруднення селеном здатні перетворювати Se^{+4} на Se^{0} навіть за присутності високих концентрацій солі [38].

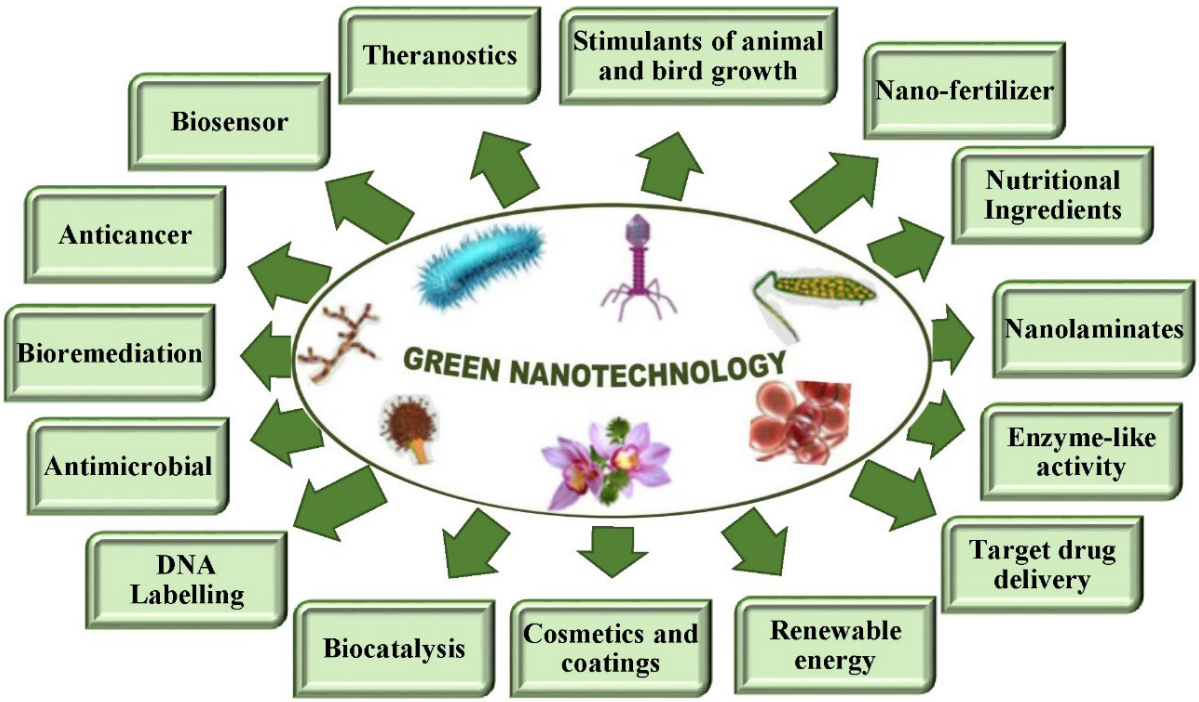

Рис. 1. **Біогенний “зелений” синтез наночастинок та їх використання** [66, 68].

Синтез SeNPs макро- та мікроорганізмами через різноманітність відновлювальних ферментів передбачає морфологічні та зміни форми частинок [70], змінюючи редокс-статус, відновлюючи ферменти, що перетворюють йони металів (Se^{-2}) у SeNP без заряду (Se^0), а біологічна активність SeNPs має їх захисну функцію проти окиснення ДНК [60]. Деякі анаеробні бактерії дихають токсичними оксианіонами селену і спричиняють позаклітинне накопичення елементарного селену Se^0. Спектральні властивості аморфного Se^0, утвореного хімічним окисненням селеніду гідрогену (H_2Se), значно відрізняються від чорного, скловидного Se^0, утвореного хімічно за відновлення селеніду аскорбатом. Мікробіальний синтез наносфер Se^0 зумовлює унікальне, складне, компактне наноструктурне розташування атомів селену, що відображає різноманіття ферментів, які беруть участь у дисиміляційному відновленні, відмінних у різних бактерій. Ці умови не досягаються методами хімічного синтезу [54].

Для біосинтезу SeNPs використовували різні види бактерій: види *Proteobacteria* (*Escherichia coli* ATCC 35218 [35], рекомбінант *E. Coli* [32], *Ralstonia eutropha*, *Enterobacter cloacae* Z0206 [62], *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 [33], *Klebsiella pneumoniae*, *Pantoea agglomerans* [3], *Zooglea ramigera*, штам *Rhodopseudomonas palustris N*, *Shewanella sp.* HN-41, *Azoarcus* sp. CIB [22], *Burkholderia fungorum* [30]), *Firmicutes* (*Lactobacillus casei* [38], *Lactobacillus acidophilus* LA-5 [38], *Lactobacillus helveticus* LH-B02 [38], *Enterococcus faecalis* [60], *Streptococcus thermophilus*[38], *Staphylococcus carnosus* [20], *Bacillus subtilis* [34], *Bacillus mycoides* SelTE01 [50], *Bacillus licheniformis* JS2 [64]), *Actinobacteria* (*Streptomyces* sp. ES2-5 [66], *Bifidobacterium* BB-1272), та *Cyanobacteria* (*Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis* [81].

Для *in vivo* синтезу Nano-Se використовували одноклітинні еукаріотичні організми *Tetrahymenather mophila* SB210, дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*, генетично модифіковані *Pichiapastoris* [18] та навіть багатоклітинні організми *Ascomycota* (*Aspergillus terreus* [79]).

Проблеми традиційного селену у складі кормів та переваги наноселену (SeNPs)

Біодоступність різних форм селену різниться. Ступінь поглинання селену жуйними тваринами значно нижчий, ніж у моногастричних (34 % у овець проти 85 % у свиней) [16]. У жуйних мікробне травлення у рубці та сітці передує його асиміляції у черевній порожнині та мікробному травленню у тонкому кишечнику [47]. Мікроорганізми рубця частково перетворюють добавки селену в нерозчинні форми, зокрема недоступні для тварин елементарний селен та селеніди, що зменшує засвоєння селену [16]. Для уникнення зниженого поглинання селену у жуйних та поліпшення його доступності було запропоновано полімерні системи NPs Eudragit RL та Eudragit RS з потенціалом *in vivo* [14]. Ці біонерозкладані полімерні NPs спочатку використовували для інкапсуляції ліпофільного циклічного ундекапептида циклоспорину А (CyA) для лікування аутоімунних захворювань. За інкапсуляції CyA нанопреципітацією у вказаних NPs полімерах відносна біодоступність CyA становила від 20 до 35 %. Нанопреципітовані наночастинки були сферичними та сильно мінливими щодо розміру [14], а НЧ, отримані методом емульсійного випаровування – сферичні, нерегулярні за формою, однорідні за розміром у межах від 30 до 200 нм.

Більший розмір часточок, дзета-потенціал та індекс полідисперсності виявлено для часточок, отриманих методом нанопреципітації з використанням етанолу як розчинника полімерів. Вивільнення селену із NPs контролювали *in vitro* за різних значеннях pH, воно було вище у сильно кислому середовищі (pH менше 4), що є обов'язковою умовою для забезпечення кращої доступності елемента у сичузі. За pH нижче 4 засвоєння селену зростає до 62 % [14] порівняно з pH 6. pH у рубці коливається в межах від 5,5 до 6,5. Отже, рубець вівці не поглинає селен [47]. Тимчасом pH у сичузі менше 4, така умова сприяє найбільшому виходу селену із часточок. NPs збільшують біодоступність елемента, оскільки за pH 6 вивільняється лише невелика його частина (мікроорганізмами рубця), а більша частина виділяється у кислішому середовищі шкт, що гарантує вищу доступність [14]. SeNPs демонструють, окрім кращої доступності селену, набагато меншу його токсичність [63].

Механізм проходження NPs через слизову оболонку кишечнику

Пероральне введення NPs – найбільш економічно ефективний метод прийому добавок, однак абсорбція NPs може бути утруднена абсорбційними бар'єрами харчотравного тракту (слиз та слизова оболонка кишечнику), основна функція яких полягає у захисті слизової оболонки від потенційних патогенних мікроорганізмів чи хімічних речовин та підтриманні різного рівня pH між просвітом і слизовою оболонкою кишечнику [42].

NPs можуть проходити через кишковий епітелій двома шляхами: параклітинним (між сусідніми клітинами) чи трансклітинним (через клітини). У фізіологічних умовах перший

шлях обмежений вузьким діапазоном міжклітинних просторів та щільністю сполучень між епітеліальними клітинами (діаметр пор становить 0,3–1 нм) [57]. Трансклітинний транспорт NPs відбувається через трансцитоз, що починається з ендоцитозу в апікальній мембрані клітин. Надалі NPs транспортуються через клітини і вивільняються на базолатеральному полюсі [49].

Епітеліальні клітини кишечнику здатні переносити NPs з мінеральними елементами, хоча їх ємність обмежена. Трансклітинний транспорт починається із ендоцитозу (піноцитоз чи макропіноцитоз), активного процесу, що потребує енергії для інтерналізації NPs. Макропіноцитоз залежить від актину, однак не від рецепторів, що призводить до інтерналізації великої кількості рідини з частинками розміром менше 5 мкм [4]. На поглинання NPs впливають електричний заряд, гідрофобність поверхні та розмір. Епітеліальна клітинна мембрана харчотравного тракту складається із ліпідів, тому гідрофобні NPs більш абсорбційно ефективні, аніж гідрофільні частинки. Поглинання NPs розміром 100 нм у шкт у 15–250 разів вище, ніж у крупніших NPs.

Застосування SeNPs через пероральне введення

Nano-Se має кращу антиоксидантну здатність, аніж інші форми селену, зокрема селенометіонін (SeMet), за меншої токсичності. Nano-Se спричинив значно вищу активність глутатіонпероксидази (GPx) в печінці поросят-сисунів за концентрації 1,0 мг Se/кг у раціоні, ніж Na_2SeO_3 [2].

Окиснювальний стрес впливає на фертильність сперматозоїдів перекисним окисненням ліпідів, що може призвести до дисфункції сперматозоїдів [12]. Дефіцит селену призводить до виникнення аномальних мітохондрій у сперматозоїдів, і додавання Nano-Se збільшує концентрацію селену в тестікулах та активність GPx тестікулів і сперми, здійснює захисний вплив на цілісність мембрани і щільне утворення середньої частини мітохондрій [26].

Встановлено важливість материнського введення Nano-Se для поліпшення розвитку волосяного фолікулу та стимулювання росту плоду [55], що було пов'язано із впливом на антиоксидантний статус шкіри плоду (збільшення антиоксидантного захисту та зменшення генерації активних форм оксигену). У кашемірових кіз SeNPs позитивно впливали на кількість шерсті, підвищували активність GPx, супероксиддисмутази (SOD), вміст селену у шкірі та сироватці крові та експресію генів, що контролюють стан шкіри [74]. Крім того, спостерігали зниження продукції малонового діальдегіду (MDA) в шкірі та сироватці, що впливало на антиоксидантний статус шкіри плодів та значно збільшувало кількість їх вторинних волосяних фолікулів. Низький рівень АФК достовірно, активує IGF-1 та IGF-1R, що сприяє розвитку волосяних фолікулів у плоду та підвищує вагу плоду і плаценти [55].

SeNPs відомі своєю антимікробною активністю [81]. Селен – важливий мікроелемент, що регулюється клітинним окисно-відновним гомеостазом [8] і є компонентом селенопротеїнів, що контролюють елімінацію АФК та специфічну ферментну модуляцію [40], дефіцит селену призводить до сприйнятливості до вірусних інфекцій. За інфікування мишей вірусом грипу H1N1 смертність у групі з дефіцитом селену була в 3 рази вища, ніж у мишей, що отримували Na_2SeO_3 в дозі 0,5 мг Se/кг, а у мишей з низькими концентраціями селену у сироватці крові відмічали помітне зниження ваги тіла та нижчі рівні імуноглобулінів [75].

Синтезовані SeNPs, поверхнево-модифіковані осельтамівіром (OTV) [39] з антивірусними властивостями та обмеженням лікарської стійкості. OTV-модифіковані SeNPs достовірно інгібували вірулентність грипу H1N1 та мали меншу токсичність. OTV- SeNPs перешкоджали проникненню H1N1 в клітини хазяїна, інгібуючи активність глюкопротеїдів вірусу грипу – гемаглютиніну та нейрамінідази. Модифіковані NP були здатні попереджувати зараження H1N1 клітинами нирок собак і блокувати конденсацію хроматину та фрагментацію ДНК, інгібували генерацію АФК та активацію фосфоритування клітинного пухлинного антигена p53 та Akt, що свідчить про ефективний противірусний вплив щодо респіраторних захворювань [39; 75].

SeNPs проявляють антибактеріальну активність. SeNPs, синтезовані *R. eutropha*, інгібували ріст *P. aeruginosa, S. aureus, E. coli* та *Streptococcus pyogenes*, а у концентрації 500 мкг/мл SeNPs інгібують ріст патогенних грибів *Aspergillus clavatus*, водночас антимікробна ефективність SeNP може бути співставна з антибіотиком ампіциліном. SeNPs, синтезовані *E. faecalis*, можуть використовуватися як антистафілококовий елемент для профілактики та лікування інфекцій *S. Aureus* [81]. SeNPs із застосуванням каркасів біоактивного скла (45S5Bioglass) та полі (молочна-со-гліколева кислота) (PLGA) (45S5Bioglass/SeNPs та 45S5Bioglass/PLGA/SeNPs) показав значну антибактеріальну активність щодо грам-позитивних бактерій, *S. aureus* та *Staphylococcus epidermidis*. У дослідженні [76] наведено ан-

тибактеріальну дію наночастинок Qe/CdSe/ZnS (кверцетин/селенід кадмію/ сульфід цинку) (QCZNP) на лікарську резистентність кишкової палички та *B. subtilis in vitro*. QCZNPs показали ефективнішу антибактеріальну активність, аніж Qe чи CdSeNPs. Дослідження *in vitro* [56] довело, що селенові покриття на полікарбонатних медичних пристроях значно інгібували ріст *S. Aureus* – до 27 % порівняно з непокритою поверхнею.

Антимікробна активність SeNP залежить від способу їх синтезу. У праці [50] оцінено антимікробну ефективність сферичних біогенних селенових наноструктур, вбудованих у органічний матеріал, що виробляється *B. mycoides* SelTE01, порівняно з різними класами хімічних SeNP, отриманих з використанням L-цистеїну чи аскорбіновії кислоти. Біогенні SeNP показали однаково ефективну антибіоплівкову активність щодо штамів *P. Aeruginosa* та *S. aureus*. Хімічно синтезовані SeNPs у найвищій протестованій концентрації (2,5 мг/мл) показали лише помірну антимікробну активність. Повідомлено про значно сильніший антимікробний ефект SeNP, синтезованих грамнегативними *S. Maltophilia* та грампозитивними *B. Mycoides*, порівняно із синтетично приготованими. Обидва біогенних типи NPs були активні за низьких мінімальних інгібувальних концентрацій щодо низки клінічних ізолятів *P. Aeruginosa*. Після впливу на дендритні клітини та фібробласти людини трьох SeNP не спостерігали втрати життєздатності клітин, підвищеного вивільненняя АФК та значного збільшення секреції прозапальних та імуностимулювальних цитокінів, що свідчить про надійність застосування SeNPs у медицині, самостійно чи у комбінації із традиційними антибіотиками для інгібування росту клінічних ізолятів *P. aeruginosa*.

SeNPs мають протипухлинну активність і високий потенціал у хіміотерапії раку [76] та як носіїв лікарських засобів [15]. Протипухлинні ефекти SeNP опосередковані їх здатністю інгібувати ріст ракових клітин через індукцію зупинки клітинного циклу в S-фазі [1; 63]. Індукція зупинки клітинного циклу на S-фазі опосредкована дерегуляцією білкового комплексу eIF3. Клітинна мембрана має важливе значення у спричиненій SeNP токсичності у ракових клітинах. Лікування SeNPs змінює біомеханічні властивості ракових клітин, зокрема знижує силу адгезії та модуль Юнга. Доведено, що SeNPs забезпечують кращу селективність між нормальними та раковими клітинами, ніж Se^{+4} за аналогічних концентрацій [23]. SeNPs можуть селективно інтерналізуватися раковими клітинами ендоцитозом та індукувати апоптоз клітин запуском шляхів апоптичної трансдукції сигналу [31, 44]. Nano-Se має вищу протиракову ефективність порівняно з іншими сполуками селену [40], ключовим механізмом якої є індукція глутатіон-S-трансферази (GST) селеном. Активність GST у разі введення Nano-Se збільшилась набагато раніше і помітніше, ніж у разі SeMet та селеніту.

Нові селензаміщені гідроксиапатитні NPs (SeHAN) можуть стати протираковим засобом, що забезпечує перевагу виживання та нижчу токсичність для моделі гепатоцелюлярної карциноми у голих мишей. Збагачені SeNP *Lactobacillus brevis* значно збільшують цитотоксичность природних клітин-кілерів, впливають на реакції гіперчутливості уповільненого типу, збільшують тривалість життя та зменшують метастазування пухлини [28].

Окрім прямих протиракових ефектів, SeNPs були призначені як потенційні носії протиракової доставки ліків [1, 63]. Основним чинником, що сприяє цитотоксичності ліків на основі наноматеріалів, є клітинне поглинання. Нанорозмір цих матеріалів дає змогу ефективно поглинати клітини різних типів та вибірково накопичувати ліки в місцях призначення. Як і інші хіміотерапевтичні засоби, ефективна цитотоксичність наноматеріалу на основі лікарських засобів потребує високого рівня накопичення всередині ракових клітин [19]. Наноматеріали мають тенденцію накопичуватися у ракових клітинах в процесі пасивного націлювання і часто є «наноносіями» для хіміотерапії [52]. Використання різних декораторів поверхні також збільшує клітинне поглинання та протиракову ефективність наноматеріалів [31]

Вплив Nano-Se на параметри окиснювального стресу порівнювали з ефектом органічно зв'язаного селену. Виявлено, що Nano-Se має порівнянну ефективність у збільшенні активності GPx у плазмі мишей, як SeMet, однак демонструє значно нижчу токсичність. Результати дослідження свідчать, що Nano-Se можна вводити як антиоксидант зі зниженим ризиком токсичності селену [63]. Підвищена регуляція селеноферментів елементним Nano-Se також порівнянна з ефектом селеніту та Se-Met SeCys зі значним зниженням гострої токсичності.

Досліджено вплив SeNP на експресію білків теплового шоку (HSP) та гена HSP90 як додаткових параметрів окиснювального стресу. Посилення кисневого обміну спричиняє утворення АФК [7]. Інтенсивне тренування рисаків може призвести до окиснювального стресу, утворення АФК та унаслідок до пошкодження ліпідів, білків і ДНК [72]. Окрім адаптивних змін у за-

хисних ферментах (SOD, каталаза (CAT) [72], GPx [53]), окиснювальний стрес у клітинах спричиняє збільшення виробництва стресу чи HSP [72]. Експресія HSP є адаптивним механізмом проти порушення клітинного гомеостазу [7] та цілісності [17] під час фізичних вправ.

SeNPs є перспективним засобом перевірки хронічної токсичності, зумовленої впливом важких металів. SeNPs, синтезовані з використанням екстракту листя *T. Arjuna* [35], виявили захисний ефект SeNPs для лімфоцитів людини, оброблених арсенітом (As^{+3}), що надалі може використовуватись для мінімізації спричиненого арсенітом синтезу АФК, пов'язаним із токсичною небезпекою в районах із забрудненими арсенітом грунтовими водами.

Виявлено захисну здатність SeNPs щодо спричиненої шестивалентним хромом тиреотоксичності [28]. Токсичний ефект у результаті окиснювального пошкодження, спричиненого внутрішньочеревним введенням щурам однократної дози дихромату калію ($K_2Cr_2O_7$, 60 мкг/кг), проявлявся значним зниженням вільного T_3 (трийодтироніну) та рівнів T_4 (тироксину) та глутатіону, а також значним підвищенням рівнів активності CAT, SOD та вмісту MDA. Введення SeNPs призвело до корекції гормональних рівнів та біомаркерів окиснювального стресу.

Селен проявляє захисну дію щодо спричиненої кадмієм нефротоксичності [5, 69, 82]. Двотижневе пероральне введення Na_2SeO_3 на тлі введення Cd у сублетальній дозі знижує перекисне окиснення ліпідів та відновлює активність GPx та SOD у нирках. Добавки селену сприяли накопиченню ниркового Cd у вигляді NPs CdSe та/чи сульфіду кадмію (CdS) (розміром приблизно 62 нм), що свідчить про здатність Cd індукувати біосинтез червоних флуоресцентних NPsCdSe та CdS у нирках. Зниження Cd-індукованої ниркової токсичності введенням селену пов'язано з його здатністю зв'язувати Cd у нанорозмірних нерозчинних та флуоресцентних комплексах, що свідчить про зниження спричиненого кадмієм окиснювального стресу комплексоутворенням Cd з Se чи S на наноразмірному рівні.

Хронічний окиснювальний стрес знижує реакцію нейтрофілів на респіраторний вибух [10]. Nano-Se, що має імуностимулювальний потенціал [28], сильніший та ефективніший у підтриманні системи антиоксидантного захисту, порівняно із Na_2SeO_3, що ґрунтується на збільшеній хемотаксичній активності та активності нейтрофілів дихального вибуху [55].

Наноразмірний селен позитивно впливає на ферментацію рубця та збільшує конверсію поживних речовин [61]. Синтезовані *Lactobacillus spp*. (*Lactobacillus plantarum* та *Lactobacillus johnsonii*) SeNPs знижують життєздатність *C. albicans*, що може бути використано у пробіотичних препаратах [37].

Наноструктуровані ліпідні носії з покриттям із селену (SeNLC) підвищують пероральну біодоступність та посилюють гіпоглікемісну дію берберину та антидіабетичну дію фітопрепаратів. Нано-Se ефективний у лікуванні ожиріння печінки (FLD), що є ознакою метаболічного порушення молочних корів одразу після отелу [30] і призводить до смертності без належного лікування у 25 % випадків.

Попри дедалі більшу зацікавленість у SeNP та широкий спектр позитивних ефектів, існують сумніви щодо їх токсичності та використання у клініці. Введення селену може попередити рак та знизити його захворюваність самостійно [42] та у комбінації з хіміотерапевтичними і гормональними препаратами [73], нанотехнології поліпшують профіль розподілу протиракових препаратів у тканинах і клітинах, зменшують побічні ефекти [78] та посилюють апоптоз ракових клітин [73]. Селен проявляє вузьку межу між корисними та токсичними ефектами, ефективна його доза як протиракового засобу наближається до межі токсичності. Однак вплив селену на здоров'я залежить не лише від його концентрації, а й від його хімічної форми [30]. Елементарний Nano-Se є менш токсичним порівняно з SeMet та Se-MetSeCys [63] зі співставною ефективністю у регуляції рівнів селеноферментів та селену у тканинах.

SeNPs ефективніше за органічні та неорганічні селеносполуки видаляють вільні радикали *in vitro*, а їх токсичність *in vivo* у 4–6 разів нижче, ніж у SeMet та Se-MetSeCys. Вища токсичність селеніту, $SeCys_2$ та SeO_2 пов'язана з їх здатністю ініціювати окиснення толових груп білків [11], що може призвести до зміни активності ферментів із сульфгідрильною групою у складі [59]. Селеніт інтенсивніше за Nano-Se знижує рівень GPx у печінці, збільшує вироблення MDA, знижує активність SOD та CAT в печінці. Nano-Se корегує гострі важкі ураження печінки, проявляючи меншу власну токсичність [63]. Крім того, мікросфери SeNP є ефективнішими та безпечнішими порівняно з іншими формами [8], як і біметалеві (Ag-Se) NP. Nano-Se також є менш токсичним, аніж білок з високим вмістом селену. Відповідно, SeNPs мають ширший діапазон між корисними та токсичними ефектами і можуть бути потенційним хіміопрофілактичним засобом зі зниженим ризиком токсичності.

У дослідженні на моделях ссавців [25] більш вираженою токсичність була за використання неорганічного селену (Na_2SeO_4, $NaHSeO_3$), ніж після підгострого застосування Sel-Plex (природного джерела органічного селену, що складається переважно із амінокислот (SeCys, SeMet), що виробляється *S. cerevisiae*), Nano-Se (синтезується штамами йогурта *L. acidophilus*, *S. Thermophilus* та *L. casei*) чи Lacto MicroSe (збагачений селеном порошок йогурту *L. acidophilus*, *S. Thermophilus* та *L. casei*). Токсичність видів селену знижувалась в порядку: селенат> селеніт> нано-Se>Sel-Plex> лакто-MicroSe.

У дослідженнях щодо токсичності Nano-Se для водних організмів наведено суперечливі дані [9], що пов'язано із багатостороннім (дієтичним та водним) впливом. Однак у дослідженнях [9] використовували хімічно приготовані NPs, біогенний нано-Se [46] є менш токсичним, як і SeNP, виділені новим способом із грам-позитивних бактерій *B. licheniformis* JS2.

Висновки. Селен є важливим елементом, що у складі селенопротеїнів регулює численні фізіологічні процеси, впливає на продуктивні та репродуктивні властивості. Корегуючи його вміст у раціоні, можна попередити хвороби від нестачі елемента, водночас селен у наноформі є найдоцільнішим у застосуванні через високу біодоступність та низьку токсичність, особливо у жуйних тварин. Перспективним та необхідним є проведення подальших доклінічних досліджень на тваринних моделях, розроблення нових систем нанопрепаратів для транспорту в організмі селену з можливістю зміни фізико-хімічних властивостей часточок, більшою стабільністю у харчотравному тракті для контрольованого вивільнення селену для забезпечення дієтичного та терапевтичного потенціалу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Agüero L., Zaldivar-Silva D., Peña L., Dias M. L. Alginate microparticles as oral colon drug delivery device: A review. Carbohydrate polymers. 2017. 168. P. 32–43. DOI:10.1016/j.carbpol.2017.03.033
2. Alla D. Selenium-enriched bacterial protein as a source of organic selenium in broiler chickens. 2018. URL:http://psasir.upm.edu.my/id/eprint/76179/1/FP%202018%2078%20IR.pdf
3. Anık Ü., Timur S., Dursun Z. Recent pros and cons of nanomaterials in drug delivery systems. International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials. 2019. P. 1–11. DOI:10.1080/00914037.2019.1655753
4. Measurement of aortic cell fluid-phase pinocytosis in vivo by flow cytometry/J. J. Anzinger et al. Journal of vascular research. 2017. 54(4). P. 195–199. DOI:10.1159/000475934
5. Athmouni K., Mkadmini Hammi K., El Feki A., Ayadi H. Development of catechin–phospholipid complex to enhance the bioavailability and modulatory potential against cadmium-induced oxidative stress in rats liver. Archives of Physiology and Biochemistry. 2020. 126(1). P. 82–88. DOI:10.1080/13813455.2018.1493608
6. Atteia H. H., Arafa M. H., Prabahar K. Selenium nanoparticles prevents lead acetate-induced hypothyroidism and oxidative damage of thyroid tissues in male rats through modulation of selenoenzymes and suppression of miR-224. Biomedicine & Pharmacotherap. 2018. 99. P. 486–491. DOI:10.1016/j.biopha.2018.01.083
7. Avenatti R. C., McKeever K. H., Horohov D. W., Malinowski K. Effects of age and exercise on inflammatory cytokines, HSP70 and HSP90 gene expression and protein content in Standardbred horses. Comparative Exercise Physiology. 2018. 14(1). P. 27–46. DOI:10.3920/CEP170020
8. Preparation and antioxidant properties of selenium nanoparticles-loaded chitosan microspheres/K. Bai et al. International journal of nanomedicine. 2017. 12. 4527 p. DOI:10.2147/IJN.S129958
9. Bao P., Li G. X., He Y. Q., Ren H. Y. Selenium nanovirus and its cytotoxicity in selenite-exposed higher living organisms. Biochemistry and biophysics reports. 2020. 21. 100733. DOI:10.1016/j.bbrep.2020.100733
10. The role of immune system in thalassemia major: a narrative review/A. Bazi et al. Journal of Pediatrics Review. 2017. URL:http://eprints.skums.ac.ir/6230/
11. Belyaeva E. A. Toxic Effects of Zn2+ and Selenite on Rat Ascites Hepatoma AS-30D Cells and Isolated Liver Mitochondria: Molecular Mechanism (s) of the Metal/Metalloid Action. 2019. URL:https://avid-science.com/wp-content/uploads/ 2017/10/
12. Bisht S., Faiq M., Tolahunase M., Dada R. Oxidative stress and male infertility. Nature Reviews Urology. 2017. 14(8). 470 p. URL:https://www.nature.com/articles/nrurol.2017.69
13. Effects of Different Dietary Selenium Sources Including Probiotics Mixture on Growth Performance, Feed Utilization and Serum Biochemical Profile of Quails/V. Bityutskyy et al. In Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer, Cham. 2019. P. 623–632. DOI:10.1007/978-3-030-14918-5_61
14. Bribiesca J. E. R., Casas R. L., Monterrosa R. G. C., Pérez A. R. Supplementing selenium and zinc nanoparticles in ruminants for improving their bioavailability meat. In Nutrient Delivery. Academic Press. 2017. P. 713–747. DOI:10.1016/B978-0-12-804304-2.00019-6
15. Cancer-targeted selenium nanoparticles sensitize Cancer cells to continuous γ radiation to achieve synergetic chemo-radiotherapy/L. Chan et al. Chemistry–An Asian Journal. 2017. 12(23). P. 3053–3060. DOI:10.1002/asia.201701227
16. Effects of different levels of dietary hydroxy-analogue of selenomethionine on growth performance, selenium deposition and antioxidant status of

weaned piglets/Y. Chao et al. Archives of animal nutrition. 2019. 73(5). P. 374–383. DOI:10.1080/1745039X.2019.1641368

17. Vitamin C and E supplementation does not affect heat shock proteins or endogenous antioxidants in trained skeletal muscles during 12 weeks of strength training/K.T. Cumming et al. BMC Nutrition. 2017. 3(1). 70 p. DOI:10.1186/s40795 -017-0185-8

18. Elahian F., Reiisi S., Shahidi A., Mirzaei S. A. High-throughput bioaccumulation, biotransformation, and production of silver and selenium nanoparticles using genetically engineered Pichia pastoris. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine. 2017. 13(3). P. 853–861. DOI:10.1016/j.nano.2016.10.009

19. Effect simultaneous delivery with P-glycoprotein inhibitor and nanoparticle administration of doxorubicin on cellular uptake and in vitro anticancer activity/O. Esim et al. Saudi Pharmaceutical Journal. 2020. DOI:10.1016/j.jsps.2020.02.008

20. Natural selenium particles from Staphylococcus carnosus: Hazards or particles with particular promise?/E. C. Estevam et al. Journal of hazardous materials. 2017. 324. P. 22–30. DOI:10.1016/j.jhazmat.2016.02.001

21. Selenium nanoparticles synthesized in aqueous extract of Allium sativum perturbs the structural integrity of Calf thymus DNA through intercalation and groove binding/ P.B. Ezhuthupurakkal et al. Materials Science and Engineering: C, 2017. 74. P. 597–608. DOI:10.1016/j.msec.2017.02.003

22. Biosynthesis of selenium nanoparticles by Azoarcus sp/ H. Fernández-Llamosas et al. CIB. Microbial cell factories. 2016. 15(1). 109 p. URL:https://microbialcellfactories.Biomed central.com/articles/10.1186/s12934-016-0510-y

23. Preparation, physicochemical characterization, and anti-proliferation of selenium nanoparticles stabilized by Polyporus umbellatus polysaccharide/X. Gao et al. International Journal of Biological Macromolecules. 2020. 152. P. 605–615. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2020.02.199

24. Inhibition of Candida albicans biofilm by pure selenium nanoparticles synthesized by pulsed laser ablation in liquids/G. Guisbiers et al. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine. 2017. 13(3). P. 1095–1103. DOI:10.1016/j.nano.2016.10.011

25. Subacute oral toxicity investigation of selenium nanoparticles and selenite in rats/N. Hadrup et al. Drug and chemical toxicology. 2019. 42(1). P. 76–83. DOI:10.1080/01480545. 2018.1491589

26. Hosseini S., Mamouei M. Assessment of Glutathione peroxidase activity in blood plasma and semen Following Nutrition by Nano-selenium supplementation in Khuzestan Arabian rams. 2019. DOI:10.22055/ivj.2019.75044.1869

27. Joselin J. M., Kumar V. G., Suganya K. S., Govindaraju K. Biological Synthesis of Gold Nanospheres and Nanotriangles. Micro and Nanosystems. 2018. 10(1). P. 35–39. DOI:10.2174/1876402910666180430142436

28. Effects of sodium selenite, L-selenomethionine, and selenium nanoparticles during late pregnancy on selenium, zinc, copper, and iron concentrations in Khalkhali Goats and their kids/R. Kachuee et al. Biological trace element research. 2019. 191(2). P. 389–402. DOI:10.1007/s12011-018-1618-1

29. Thermally Stable Ionic Liquid-Based Microemulsions for High-Temperature Stabilization of Lysozyme at Nanointerfaces/M. Kaur et al. Langmuir, 2019. 35(11). P. 4085–4093. DOI:10.1021/acs.langmuir.9b00106

30. Insights into selenite reduction and biogenesis of elemental selenium nanoparticles by two environmental isolates of Burkholderia fungorum/N. S. Khoei et al. New biotechnology. 2017. 34. P. 1–11. DOI:10.1016/j.nbt.2016.10.002

31. Therapeutic applications of selenium nanoparticles/A. Khurana et al. Biomedicine & Pharmacotherapy. 2019. 111. P. 802–812. DOI:10.1016/j.biopha.2018.12.146

32. Seo J. M., Kim G. W., Lee S. Y., Park T. J. In vivo synthesis of europium selenide nanoparticles and related cytotoxicity evaluation of human cells/E. B. Kim et al. Enzyme and microbial technology. 2016. 95. P. 201–208. DOI:10.1016/j.enz mictec.2016.08.012

33. Kora A. J., Rastogi L. Biomimetic synthesis of selenium nanoparticles by Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853: an approach for conversion of selenite. Journal of environmental management. 2016. 181. P. 231–236. DOI:10.1016/j.jenv man.2016.06.029

34. Kora A. J. Gram+ ve bacterium Staphylococcus aureus: a potential source for the green biosynthesis of monodispersed, smaller selenium nanoparticles. Micro & Nano Letters. 2018. 13(8). P. 1155–1158. DOI:10.1049/mnl.2017.0822

35. Kora A. J., Rastogi L. Bacteriogenic synthesis of selenium nanoparticles by Escherichia coli ATCC 35218 and its structural characterisation. IET nanobiotechnology. 2016. 11(2). P. 179–184. DOI:10.1049/iet-nbt.2016.0011

36. Kumar K. V. Green Chemistry Approach of Metal Nanoparticles Synthesis. 2018. URL:http://www.ijrti.org/papers/IJRTI1805006.pdf

37. Synergistic antifungal effect of chitosan-stabilized selenium nanoparticles synthesized by pulsed laser ablation in liquids against Candida albicans biofilms/H. H. Lara et al. International journal of nanomedicine. 2018. 13. 2697 p. DOI:10.2147/IJN.S151285

38. Lee M. R., Fleming H. R., Hodgson C., Davies D. Selenium enrichment of laboratory scale silos using lactic acid bacteria inoculum. 2020. URL:https://uknowledge.uky.edu/igc/23/2-1-2/14/

39. Inhibitory activity of selenium nanoparticles functionalized with oseltamivir on H1N1 influenza virus/ Y. Li et al. International journal of nanomedicine. 2017. 12. P. 5733–5743. DOI:10.2147/IJN.S140939

40. Multifunctional selenium nanoparticles as carriers of HSP70 siRNA to induce apoptosis of HepG2 cells/Y. Li et al. International journal of nanomedicine. 2016. 11. 3065 p. DOI:10.2147/ IJN.S109822

41. Laser-ablative synthesis of aggregation-induced enhanced emission luminophore dyes in aqueous solutions/C. K. Lim et al. In Synthesis and Photonics of Nanoscale Materials XVI (Vol. 10907, p. 109070U).

International Society for Optics and Photonics. 2019. DOI:10.1117/ 12.2513821

42. Delivery of sesamol using polyethylene-glycol-functionalized selenium nanoparticles in human liver cells in culture/F. Liu et al. Journal of agricultural and food chemistry. 2019. 67(10). P. 2991–2998. URL:https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jafc.8b06924

43. Synthesis and antidiabetic activity of selenium nanoparticles in the presence of polysaccharides from Catathelasma ventricosum/Y. Liu et al. International journal of biological macromolecules. 2018. 114. P. 632–639. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2018.03.161

44. Luesakul U., Puthong S., Neamati N., Muangsin N. pH-responsive selenium nanoparticles stabilized by folate-chitosan delivering doxorubicin for overcoming drug-resistant cancer cells. Carbohydrate polymers. 2018. 181. P. 841–850. DOI:10.1016/j.carbpol.2017.11.068

45. Maiyo, F., Singh, M. Selenium nanoparticles: potential in cancer gene and drug delivery. Nanomedicine. 2017. 12(9). P. 1075–1089. DOI:10.2217/nnm-2017-0024

46. A comparison of fate and toxicity of selenite, biogenically, and chemically synthesized selenium nanoparticles to zebrafish (Danio rerio) embryogenesis/ J. Mal et al. Nanotoxicology. 2017. 11(1). P. 87–97. DOI:10.1080/17435390.2016.1275866

47. Mulliniks J. T., Adams D. C. Evaluation of Level of Milk Potential on Nutrient Balance in 2-and 4-Year-Old May-Calving Range Cows Grazing Sandhills Upland Range. 2020. URL:https://digitalcommons.unl.edu/animalscinbcr/1063/

48. Food-grade nanoemulsions and their fabrication methods to increase shelf life/M. Nasiri et al. Food and Health. 2019. 2(2). P. 37–45. URL:http://fh.srbiau.ac.ir/article_15200_f3ddc1a 73391a80be 6f4b1b6b535165e.pdf

49. Peyer's Patch: Targeted Drug Delivery for Therapeutics Benefits/R. P. Patel et al. In Novel Drug Delivery Technologies Springer, Singapore. 2019. P. 121–149. DOI:10.1007/978-981-13-3642-3_5

50. Antimicrobial activity of biogenically produced spherical Se-nanomaterials embedded in organic material against Pseudomonas aeruginosa and Staphylococcus aureus strains on hydroxyapatite-coated surfaces/E. Piacenza et al. Microbial biotechnology. 2017. 10(4). P. 804–818. DOI:10.1111/1751-7915.12700

51. Rajeshkumar S., Ganesh L., Santhoshkumar J. Selenium Nanoparticles as Therapeutic Agents in Neurodegenerative Diseases. In Nanobiotechnology in Neurodegenerative Diseases Springer, Cham. 2019. P. 209–224. DOI:10.1007/978-3-030-30930-5_8

52. Rajpoot K., Jain S. K. Oral delivery of pH-responsive alginate microbeads incorporating folic acid-grafted solid lipid nanoparticles exhibits enhanced targeting effect against colorectal cancer: A dual-targeted approach. International Journal of Biological Macromolecules. 2020. 151. P. 830–844. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2020.02.132

53. Ramos D. L., Rech V. C. The interaction between physical exercise and nanoscience: a systematic review. Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas. 2020. 20(3). P. 313–323. URL:https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/discip linarumNT/article/view/2978

54. Ramya S., Shanmugasundaram T., Balagurunathan R. Actinobacterial enzyme mediated synthesis of selenium nanoparticles for antibacterial, mosquito larvicidal and anthelminthic applications. Particulate Science and Technology. 2020. 38(1). P. 63–72. DOI:10.1080/ 02726351.2018.1508098

55. Saadi A., Dalir-Naghadeh B., Asri-Rezaei S., Anassori E. Platelet Selenium Indices as Useful Diagnostic Surrogate for Assessment of Selenium Status in Lambs: an Experimental Comparative Study on the Efficacy of Sodium Selenite vs. Selenium Nanoparticles. Biological Trace Element Research. 2020. 194(2). P. 401–409. DOI:10.1007/s12011-019-01784-6

56. Saranya K., Kalaiyarasan M., Rajendran N. Selenium conversion coating on AZ31 Mg alloy: A solution for improved corrosion rate and enhanced bio-adaptability. Surface and Coatings Technology. 2019. 378. 124902. DOI:10.1016/j.surfcoat.2019.124902

57. Modulation of intestinal transport and absorption of topotecan, a BCRP substrate, by various pharmaceutical excipients and their inhibitory mechanisms of BCRP transporter/K. Sawangrat et al. Journal of pharmaceutical sciences. 2019. 108(3). P. 1315–1325. DOI:10.1016/ j.xphs.2018.10.043

58. Biosynthesis and Physicochemical Characterization, and Cytotoxic Evaluation of Selenium Nanoparticles Produced by Streptomyces Lavendulae FSHJ9 Against MCF-7 Cell Line/M. Shakibaie et al. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 2018. 17(7). P. 625–638. URL:http://journal.rums.ac.ir/article-1-4075-en.html

59. Assessment of toxicity of selenium and cadmium selenium quantum dots: A review/V. K. Sharma et al. Chemosphere. 2017. 188. P. 403–413. DOI:10.1016/j.chemosphere.2017.08.130

60. Shoeibi S., Mashreghi M. Biosynthesis of selenium nanoparticles using Enterococcus faecalis and evaluation of their antibacterial activities. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2017. 39. P. 135–139. DOI:10.1016/j.jtemb.2016.09.003

61. Singh V. K., Chaudhary S. S., Manat T. D., Singh R. R. Effect of supplementation of different yeast forms on rumen fermentation characteristics and microbial profile in postpartum Surti buffaloes. IJCS, 2019. 7(5). P. 189–193. Corpus ID:207820971

62. Aerobic biogenesis of selenium nanoparticles by Enterobacter cloacae Z0206 as a consequence of fumarate reductase mediated selenite reduction/D. Song et al. Scientific reports. 2017. 7(1). P. 1–10. URL:https://www.nature.com/articles/s41598-017-03558-3

63. Sonkusre P. Specificity of Biogenic Selenium Nanoparticles for Prostate Cancer Therapy With Reduced Risk of Toxicity: An in vitro and in vivo Study. Frontiers in Oncology. 2020. 9. 1541 p. DOI:10.3389/fonc.2019.01541

64. Sonkusre P., Cameotra S. S. Biogenic selenium nanoparticles induce ROS-mediated necroptosis in

PC-3 cancer cells through TNF activation. Journal of nanobiotechnology. 2017. 15(1). 43 p. DOI:10.1186/s12951-017-0276-3

65. Sowndarya P., Ramkumar G., Shivakumar M. S. Green synthesis of selenium nanoparticles conjugated Clausena dentata plant leaf extract and their insecticidal potential against mosquito vectors. Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology. 2017. 45(8). P. 1490–1495. DOI:10.1080/21691401.2016.1252383

66. Reduction of selenite to Se (0) nanoparticles by filamentous bacterium Streptomyces sp. ES2-5 isolated from a selenium mining soil/Y. Tan et al. Microbial cell factories. 2016. 15(1). 157. DOI:10.1186/s12934-016-0554-z

67. Perspectives of cerium nanoparticles use in agriculture/O.S. Tsekhmistrenko et al. The Animal Biology. Lviv, 2017. Vol. 19. no. 3. P. 9–18.

68. Bacterial synthesis of nanoparticles: A green approach/S. I. Tsekhmistrenko et al. Biosystems Diversity. 2020. 28(1). P. 9–17. URL:https://ecology.dp.ua/index.php/ECO/article/ view/1017

69. Enzyme-like activity of nanomaterials/S. I. Tsekhmistrenko et al. Regulatory Mechanisms in Biosystems. 2018. 9(3). P. 469–476. DOI:10.15421/021870

70. Evaluation of effects of selenium nanoparticles on Bacillus subtilis/N. O. Tymoshok et al. Regulatory Mechanisms in Biosystems. 2019. 10(4). P. 544–552. DOI:10.154 21/021980

71. Fabrication and characterization of carboxymethyl chitosan and tea polyphenols coating on zein nanoparticles to encapsulate β-carotene by anti-solvent precipitation method/M. Wang et al. Food hydrocolloids. 2018. 77. P. 577–587. DOI:10.1016/j.foodhyd.2017.10.036

72. White S. H., Warren L. K. Submaximal exercise training, more than dietary selenium supplementation, improves antioxidant status and ameliorates exercise-induced oxidative damage to skeletal muscle in young equine athletes. Journal of animal science. 2017. 95(2). P. 657–670. DOI:10.2527/jas.2016.1130

73. Woo J., Lim W. Anticancer effect of selenium. The Ewha Medical Journal. 2017. 40(1). P. 17–21. DOI:10.12771/emj.2017.40.1.17

74. Melatonin promotes secondary hair follicle development of early postnatal cashmere goat and improves cashmere quantity and quality by enhancing antioxidant capacity and suppressing apoptosis/C. H. Yang et al. Journal of pineal research. 2019. 67(1). e12569. DOI:10.1111/jpi.12569

75. Poly-γ-glutamic acid/chitosan nanogel greatly enhances the efficacy and heterosubtypic cross-reactivity of H1N1 pandemic influenza vaccine/J. Yang et al. Scientific reports. 2017. 7. 44839. DOI:10.1038/srep44839

76. Quercetin loading CdSe/ZnS nanoparticles as efficient antibacterial and anticancer materials/ X. Yang et al. Journal of inorganic biochemistry. 2017. 167. P. 36–48. DOI:10.1016/ j.jinorgbio.2016.11.023

77. Yin J., Hou Y., Yin Y., Song X. Selenium-coated nanostructured lipid carriers used for oral delivery of berberine to accomplish a synergic hypoglycemic effect. International journal of nanomedicine. 2017. 12. 8671 p. DOI:10.2147/IJN.S144615

78. Zakharia Y., Bhattacharya A., Rustum Y. M. Selenium targets resistance biomarkers enhancing efficacy while reducing toxicity of anti-cancer drugs: Preclinical and clinical development. Oncotarget. 2018. 9(12). DOI:10.18632/oncotarget.24297

79. Biosynthesis of selenium nanoparticles mediated by fungus Mariannaea sp. HJ and their characterization/H. Zhang et al. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2019. 571. P. 9–16. DOI:10.1016/j.colsurfa.2019.02.070

80. Synthesis and antioxidant properties of Lycium barbarum polysaccharides capped selenium nanoparticles using tea extract/W. Zhang et al. Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology. 2018. 46(7). P. 1463–1470. DOI:10.1080/21691401.2017.1373657.

81. Selenium uptake and assessment of the biochemical changes in Arthrospira (Spirulina) platensis biomass during the synthesis of selenium nanoparticles/I. Zinicovscaia et al. Canadian journal of microbiology. 2017. 63(1). P. 27–34. URL:https://www.nrcresearchpress.com/doi/full/ 10.1139/cjm-2016-0339

82. Використання наночастинок металів та неметалів у птахівництві/О.С. Цехмістренко та ін. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2019. (2). С. 113–130. URL:http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/3838

83. Біоміметична та антиоксидантна активність наносполук діоксиду церію/О.С. Цехмістренко та ін. Світ медицини та біології. 2018. 1 (63). С. 196–201. URL:http://rep.btsau. edu.ua/handle/BNAU/1240

REFERENCES

1. Agüero, L., Zaldivar-Silva, D., Peña, L., Dias, M. L. (2017). Alginate microparticles as oral colon drug delivery device: A review. Carbohydrate polymers. 168, pp. 32–43. DOI:10.1016/j.carbpol.2017.03.033

2. Alla, D. (2018). Selenium-enriched bacterial protein as a source of organic selenium in broiler chickens. Available at:http://psasir.upm.edu.my/id/eprint/76179/1/FP%202018%2078% 20IR.pdf

3. Anık, Ü., Timur, S., Dursun, Z. (2019). Recent pros and cons of nanomaterials in drug delivery systems. International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials. pp. 1–11. DOI:10.1080/00914037.2019.1655753

4. Anzinger, J. J., Jin, X., Palmer, C. S., Dagur, P., Barthwal, M. K., Kruth, H. S. (2017). Measurement of aortic cell fluid-phase pinocytosis in vivo by flow cytometry. Journal of vascular research. 54(4), pp. 195–199. DOI:10.1159/00047 5934

5. Athmouni, K., Mkadmini Hammi, K., El Feki, A., Ayadi, H. (2020). Development of catechin–phospholipid complex to enhance the bioavailability and modulatory potential against cadmium-induced oxidative stress in rats liver. Archives of Physiology and Biochemistry. 126(1), pp. 82–88. DOI:10.1080/13813455.2018.1493608

6. Atteia, H. H., Arafa, M. H., Prabahar, K. (2018). Selenium nanoparticles prevents lead acetate-induced hypothyroidism and oxidative damage of thyroid tissues in male rats through modulation of selen-

oenzymes and suppression of miR-224. Biomedicine & Pharmacotherapy. 99, pp. 486–491. DOI:10.1016/j.biopha.2018.01.083

7. Avenatti, R. C., McKeever, K. H., Horohov, D. W., Malinowski, K. (2018). Effects of age and exercise on inflammatory cytokines, HSP70 and HSP90 gene expression and protein content in Standardbred horses. Comparative Exercise Physiology. 14(1), pp. 27–46. DOI:10.3920/CEP1 70020

8. Bai, K., Hong, B., He, J., Hong, Z., Tan, R. (2017). Preparation and antioxidant properties of selenium nanoparticles-loaded chitosan microspheres. International journal of nanomedicine. 12, 4527 p. DOI:10.2147/IJN.S129958

9. Bao, P., Li, G. X., He, Y. Q., Ren, H. Y. (2020). Selenium nanovirus and its cytotoxicity in selenite-exposed higher living organisms. Biochemistry and biophysics reports. 21, 100733. DOI:10.1016/j.bbrep.2020.100733

10. Bazi, A., Shahramian, I., Yaghoobi, H., Naderi, M., Azizi, H. (2017). The role of immune system in thalassemia major: a narrative review. Journal of Pediatrics Review. Available at:http://eprints.skums.ac.ir/6230/

11. Belyaeva, E. A. (2019). Toxic Effects of Zn2+ and Selenite on Rat Ascites Hepatoma AS-30D Cells and Isolated Liver Mitochondria: Molecular Mechanism (s) of the Metal/Metalloid Action. Available at:https://avidscience.com/wp-content/uploads/2017/10/

12. Bisht, S., Faiq, M., Tolahunase, M., Dada, R. (2017). Oxidative stress and male infertility. Nature Reviews Urology. 14(8), 470 p. Available at:https://www.nature.com/ articles/nrurol.2017.69

13. Bityutskyy, V., Tsekhmistrenko, S., Tsekhmistrenko, O., Melnychenko, O., Kharchyshyn, V. (2019). Effects of Different Dietary Selenium Sources Including Probiotics Mixture on Growth Performance, Feed Utilization and Serum Biochemical Profile of Quails. In Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer, Cham. pp. 623–632. DOI:10.1007/978-3-030-14918-5_61

14. Bribiesca, J. E. R., Casas, R. L., Monterrosa, R. G. C., Pérez, A. R. (2017). Supplementing selenium and zinc nanoparticles in ruminants for improving their bioavailability meat. In Nutrient Delivery. Academic Press. pp. 713–747 DOI:10.1016/B978-0-12-804304-2.00019-6

15. Chan, L., He, L., Zhou, B., Guan, S., Bo, M., Yang, Y., Chen, T. (2017). Cancer-targeted selenium nanoparticles sensitize Cancer cells to continuous γ radiation to achieve synergetic chemo-radiotherapy. Chemistry–An Asian Journal. 12(23), pp. 3053–3060. DOI:10.1002/asia. 201701227

16. Chao, Y., Yu, B., He, J., Huang, Z., Mao, X., Luo, J., Chen, D. (2019). Effects of different levels of dietary hydroxy-analogue of selenomethionine on growth performance, selenium deposition and antioxidant status of weaned piglets. Archives of animal nutrition. 73(5), pp. 374–383. DOI:10.1080/1745039X.2019.1641368

17. Cumming, K. T., Raastad, T., Sørstrøm, A., Paronetto, M. P., Mercatelli, N., Ugelstad, I., Paulsen, G. (2017). Vitamin C and E supplementation does not affect heat shock proteins or endogenous antioxidants in trained skeletal muscles during 12 weeks of strength training. BMC Nutrition. 3(1), 70 p. DOI:10.1186/s40795-017-0185-8

18. Elahian, F., Reiisi, S., Shahidi, A., Mirzaei, S. A. (2017). High-throughput bioaccumulation, biotransformation, and production of silver and selenium nanoparticles using genetically engineered Pichia pastoris. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine. 13(3), pp. 853–861. DOI:10.1016/j.nano.2016.10.009

19. Esim, O., Sarper, M., Ozkan, C. K., Oren, S., Baykal, B., Savaser, A., Ozkan, Y. (2020). Effect simultaneous delivery with P-glycoprotein inhibitor and nanoparticle administration of doxorubicin on cellular uptake and in vitro anticancer activity. Saudi Pharmaceutical Journal. DOI:10.1016/j.jsps.2020.02.008

20. Estevam, E. C., Griffin, S., Nasim, M. J., Denezhkin, P., Schneider, R., Lilischkis, R., Schäfer, K. H. (2017). Natural selenium particles from Staphylococcus carnosus: Hazards or particles with particular promise?. Journal of hazardous materials. 324, pp. 22–30. DOI:10.1016/j.jhazmat.2016.02.001

21. Ezhuthupurakkal, P. B., Polaki, L. R., Suyavaran, A., Subastri, A., Sujatha, V., Thirunavukkarasu, C. (2017). Selenium nanoparticles synthesized in aqueous extract of Allium sativum perturbs the structural integrity of Calf thymus DNA through intercalation and groove binding. Materials Science and Engineering: C, 74, pp. 597–608. DOI:10.1016/j.msec.2017.02.003

22. Fernández-Llamosas, H., Castro, L., Blázquez, M. L., Díaz, E., Carmona, M. (2016). Biosynthesis of selenium nanoparticles by Azoarcus sp. CIB. Microbial cell factories. 15(1), 109 p. Available at:https://microbialcellfactories.biomedcentral. com/articles/10.1186/s12934-016-0510-y

23. Gao, X., Li, X., Mu, J., Ho, C. T., Su, J., Zhang, Y., Xie, Y. (2020). Preparation, physicochemical characterization, and anti-proliferation of selenium nanoparticles stabilized by Polyporus umbellatus polysaccharide. International Journal of Biological Macromolecules. 152, pp. 605–615. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2020.02.199

24. Guisbiers, G., Lara, H. H., Mendoza-Cruz, R., Naranjo, G., Vincent, B. A., Peralta, X. G., Nash, K. L. (2017). Inhibition of Candida albicans biofilm by pure selenium nanoparticles synthesized by pulsed laser ablation in liquids. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine. 13(3), pp. 1095–1103. DOI:10.1016/j.nano.2016.10.011

25. Hadrup, N., Loeschner, K., Mandrup, K., Ravn-Haren, G., Frandsen, H. L., Larsen, E. H., Mortensen, A. (2019). Subacute oral toxicity investigation of selenium nanoparticles and selenite in rats. Drug and chemical toxicology. 42(1), pp. 76–83. DOI:10.1080/01480545.2018.1491589

26. Hosseini, S., Mamouei, M. (2019). Assessment of Glutathione peroxidase activity in blood plasma and semen Following Nutrition by Nano-selenium supplementation in Khuzestan Arabian rams. DOI:10.22055/ivj.2019.75044.1869

27. Joselin, J. M., Kumar, V. G., Suganya, K. S., Govindaraju, K. (2018). Biological Synthesis of Gold Nanospheres and Nanotriangles. Micro and Nanosystems. 10(1), pp. 35–39. DOI:10.2174/1876402910666180430142436

28. Kachuee, R., Abdi-Benemar, H., Mansoori, Y., Sánchez-Aparicio, P., Seifdavati, J., Elghandour, M. M., Salem, A. Z. (2019). Effects of sodium selenite, L-selenomethionine, and selenium nanoparticles during late pregnancy on selenium, zinc, copper, and iron concentrations in Khalkhali Goats and their kids. Biological trace element research. 191(2), pp. 389–402. DOI:10.1007/s12011-018-1618-1

29. Kaur, M., Singh, G., Kaur, A., Sharma, P. K., Kang, T. S. (2019). Thermally Stable Ionic Liquid-Based Microemulsions for High-Temperature Stabilization of Lysozyme at Nanointerfaces. Langmuir, 35(11), pp. 4085–4093. DOI:10.1021/acs.langmuir.9b00106

30. Khoei, N. S., Lampis, S., Zonaro, E., Yrjälä, K., Bernardi, P., Vallini, G. (2017). Insights into selenite reduction and biogenesis of elemental selenium nanoparticles by two environmental isolates of Burkholderia fungorum. New biotechnology. 34, pp. 1–11. DOI:10.1016/j.nbt.2016. 10.002

31. Khurana, A., Tekula, S., Saifi, M. A., Venkatesh, P., Godugu, C. (2019). Therapeutic applications of selenium nanoparticles. Biomedicine & Pharmacotherapy. 111, pp. 802–812. DOI:10.1016/j.biopha.2018.12.146

32. Kim, E. B., Seo, J. M., Kim, G. W., Lee, S. Y., Park, T. J. (2016). In vivo synthesis of europium selenide nanoparticles and related cytotoxicity evaluation of human cells. Enzyme and microbial technology. 95, pp. 201–208. DOI:10.1016/j.enzmictec.2016.08.012

33. Kora, A. J., Rastogi, L. (2016). Biomimetic synthesis of selenium nanoparticles by Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853: an approach for conversion of selenite. Journal of environmental management. 181, pp. 231–236. DOI:10.1016/j.jenvman.2016.06.029

34. Kora, A. J. (2018). Gram+ ve bacterium Staphylococcus aureus: a potential source for the green biosynthesis of monodispersed, smaller selenium nanoparticles. Micro & Nano Letters. 13(8), pp. 1155–1158. DOI:10.1049/mnl.2017.0822

35. Kora, A. J., Rastogi, L. (2016). Bacteriogenic synthesis of selenium nanoparticles by Escherichia coli ATCC 35218 and its structural characterisation. IET nanobiotechnology. 11(2), pp. 179–184. DOI:10.1049/iet-nbt.2016.0011

36. Kumar, K. V. (2018). Green Chemistry Approach of Metal Nanoparticles Synthesis. Available at:http://www.ijrti.org/papers/IJRTI1805006.pdf

37. Lara, H. H., Guisbiers, G., Mendoza, J., Mimun, L. C., Vincent, B. A., Lopez-Ribot, J. L., Nash, K. L. (2018). Synergistic antifungal effect of chitosan-stabilized selenium nanoparticles synthesized by pulsed laser ablation in liquids against Candida albicans biofilms. International journal of nanomedicine. 13, 2697 p. DOI:10.2147/IJN.S151285

38. Lee, M. R., Fleming, H. R., Hodgson, C., Davies, D. (2020). Selenium enrichment of laboratory scale silos using lactic acid bacteria inoculum. Available at:https://uknow ledge.uky.edu/igc/23/2-1-2/14/

39. Li, Y., Lin, Z., Guo, M., Xia, Y., Zhao, M., Wang, C., Zhu, B. (2017). Inhibitory activity of selenium nanoparticles functionalized with oseltamivir on H1N1 influenza virus. International journal of nanomedicine. 12, pp. 5733–5743. DOI:10.2147/IJN.S140939

40. Li, Y., Lin, Z., Zhao, M., Xu, T., Wang, C., Xia, H., Zhu, B. (2016). Multifunctional selenium nanoparticles as carriers of HSP70 siRNA to induce apoptosis of HepG2 cells. International journal of nanomedicine. 11, 3065 p. DOI:10.2147/IJN.S109822

41. Lim, C. K., Popov, A. A., Tselikov, G., Heo, J., Pliss, A., Kim, S., Prasad, P. N. (2019). Laser-ablative synthesis of aggregation-induced enhanced emission luminophore dyes in aqueous solutions. In Synthesis and Photonics of Nanoscale Materials XVI (Vol. 10907, p. 109070U). International Society for Optics and Photonics. DOI:10.1117/12.2513821

42. Liu, F., Liu, H., Liu, R., Xiao, C., Duan, X., McClements, D. J., Liu, X. (2019). Delivery of sesamol using polyethylene-glycol-functionalized selenium nanoparticles in human liver cells in culture. Journal of agricultural and food chemistry. 67(10), pp. 2991–2998. Available at:https:// pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs. jafc.8b06924

43. Liu, Y., Zeng, S., Liu, Y., Wu, W., Shen, Y., Zhang, L., Hu, B. (2018). Synthesis and antidiabetic activity of selenium nanoparticles in the presence of polysaccharides from Catathelasma ventricosum. International journal of biological macromolecules. 114, pp. 632–639. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2018.03.161

44. Luesakul, U., Puthong, S., Neamati, N., Muangsin, N. (2018). pH-responsive selenium nanoparticles stabilized by folate-chitosan delivering doxorubicin for overcoming drug-resistant cancer cells. Carbohydrate polymers. 181, pp. 841–850. DOI:10.1016/j.carbpol.2017.11.068

45. Maiyo, F., Singh, M. (2017). Selenium nanoparticles: potential in cancer gene and drug delivery. Nanomedicine. 12(9), pp. 1075–1089. DOI:10.2217/nnm-2017-0024

46. Mal, J., Veneman, W. J., Nancharaiah, Y. V., van Hullebusch, E. D., Peijnenburg, W. J., Vijver, M. G., Lens, P. N. (2017). A comparison of fate and toxicity of selenite, biogenically, and chemically synthesized selenium nanoparticles to zebrafish (Danio rerio) embryogenesis. Nanotoxicology. 11(1), pp. 87–97. DOI:10.1080/17435390.2016.1275866

47. Mulliniks, J. T., Adams, D. C. (2020). Evaluation of Level of Milk Potential on Nutrient Balance in 2-and 4-Year-Old May-Calving Range Cows Grazing Sandhills Upland Range. Available at:https://digitalcommons.unl.edu/animalscinbcr/1063/

48. Nasiri, M., Sharifan, A., Ahari, H., Anvar, A. A., Kakoolaki, S. (2019). Food-grade nanoemulsions and their fabrication methods to increase shelf life. Food and Health, 2(2), 37–45. Available at:http://fh.srbiau.ac.ir/article_15200_f3ddc1a73391a80be6f4b1b6b535165e.pdf

49. Patel, R. P., Shah, P., Barve, K., Patel, N., Gandhi, J. (2019). Peyer's Patch: Targeted Drug De-

livery for Therapeutics Benefits. In Novel Drug Delivery Technologies Springer, Singapore. pp. 121–149. DOI:10.1007/978-981-13-3642-3_5

50. Piacenza, E., Presentato, A., Zonaro, E., Lemire, J. A., Demeter, M., Vallini, G., Lampis, S. (2017). Antimicrobial activity of biogenically produced spherical Se-nanomaterials embedded in organic material against Pseudomonas aeruginosa and Staphylococcus aureus strains on hydroxyapatite-coated surfaces. Microbial biotechnology. 10(4), pp. 804–818. DOI:10.1111/1751-7915.12700

51. Rajeshkumar, S., Ganesh, L., Santhoshkumar, J. (2019). Selenium Nanoparticles as Therapeutic Agents in Neurodegenerative Diseases. In Nanobiotechnology in Neurodegenerative Diseases. Springer, Cham. pp. 209–224. DOI:10.1007/978-3-030-30930-5_8

52. Rajpoot, K., Jain, S. K. (2020). Oral delivery of pH-responsive alginate microbeads incorporating folic acid-grafted solid lipid nanoparticles exhibits enhanced targeting effect against colorectal cancer: A dual-targeted approach. International Journal of Biological Macromolecules. 151, pp. 830–844. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2020.02.132

53. Ramos, D. L., Rech, V. C. (2020). The interaction between physical exercise and nanoscience: a systematic review. Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas. 20(3), pp. 313–323. Available at:https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/2978

54. Ramya, S., Shanmugasundaram, T., Balagurunathan, R. (2020). Actinobacterial enzyme mediated synthesis of selenium nanoparticles for antibacterial, mosquito larvicidal and anthelminthic applications. Particulate Science and Technology. 38(1), pp. 63–72. DOI:10.1080/ 02726351.2018.1508098

55. Saadi, A., Dalir-Naghadeh, B., Asri-Rezaei, S., Anassori, E. (2020). Platelet Selenium Indices as Useful Diagnostic Surrogate for Assessment of Selenium Status in Lambs: an Experimental Comparative Study on the Efficacy of Sodium Selenite vs. Selenium Nanoparticles. Biological Trace Element Research. 194(2), pp. 401–409. DOI:10.1007/s12011-019-01784-6

56. Saranya, K., Kalaiyarasan, M., Rajendran, N. (2019). Selenium conversion coating on AZ31 Mg alloy: A solution for improved corrosion rate and enhanced bio-adaptability. Surface and Coatings Technology. 378, 124902. DOI:10.1016/j.surfcoat.2019.124902

57. Sawangrat, K., Yamashita, S., Tanaka, A., Morishita, M., Kusamori, K., Katsumi, H., Yamamoto, A. (2019). Modulation of intestinal transport and absorption of topotecan, a BCRP substrate, by various pharmaceutical excipients and their inhibitory mechanisms of BCRP transporter. Journal of pharmaceutical sciences. 108(3), pp. 1315–1325. DOI:10.1016/j.xphs.2018.10.043

58. Shakibaie, M., Jafari, M., Ameri, A., Rahimi, H. R., Forootanfar, H. (2018). Biosynthesis and Physicochemical Characterization, and Cytotoxic Evaluation of Selenium Nanoparticles Produced by Streptomyces Lavendulae FSHJ9 Against MCF-7 Cell Line. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 17(7), pp. 625–638. Available at:http://journal.rums.ac.ir/article-1-4075-en.html

59. Sharma, V. K., McDonald, T. J., Sohn, M., Anquandah, G. A., Pettine, M., Zboril, R. (2017). Assessment of toxicity of selenium and cadmium selenium quantum dots: A review. Chemosphere. 188, pp. 403-413. DOI:10.1016/j.chemosphere.2017.08.130

60. Shoeibi, S., Mashreghi, M. (2017). Biosynthesis of selenium nanoparticles using Enterococcus faecalis and evaluation of their antibacterial activities. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 39, pp. 135–139. DOI:10.1016/j.jtemb.2016.09.003

61. Singh, V. K., Chaudhary, S. S., Manat, T. D., Singh, R. R. (2019). Effect of supplementation of different yeast forms on rumen fermentation characteristics and microbial profile in postpartum Surti buffaloes. IJCS, 7(5), pp. 189–193. Corpus ID:207820971

62. Song, D., Li, X., Cheng, Y., Xiao, X., Lu, Z., Wang, Y., Wang, F. (2017). Aerobic biogenesis of selenium nanoparticles by Enterobacter cloacae Z0206 as a consequence of fumarate reductase mediated selenite reduction. Scientific reports. 7(1), pp. 1–10. Available at:https://www. nature.com/articles/s41598-017-03558-3

63. Sonkusre, P. (2020). Specificity of Biogenic Selenium Nanoparticles for Prostate Cancer Therapy With Reduced Risk of Toxicity: An in vitro and in vivo Study. Frontiers in Oncology. 9, 1541 p. DOI:10.3389/fonc.2019.01541

64. Sonkusre, P., Cameotra, S. S. (2017). Biogenic selenium nanoparticles induce ROS-mediated necroptosis in PC-3 cancer cells through TNF activation. Journal of nanobiotechnology. 15(1), 43 p. DOI:10.1186/s12951-017-0276-3

65. Sowndarya, P., Ramkumar, G., Shivakumar, M. S. (2017). Green synthesis of selenium nanoparticles conjugated Clausena dentata plant leaf extract and their insecticidal potential against mosquito vectors. Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology. 45(8), pp. 1490–1495. DOI:10.1080/21691401.2016.1252383

66. Tan, Y., Yao, R., Wang, R., Wang, D., Wang, G., Zheng, S. (2016). Reduction of selenite to Se (0) nanoparticles by filamentous bacterium Streptomyces sp. ES2-5 isolated from a selenium mining soil. Microbial cell factories. 15(1), 157 p. DOI:10.1186/s12934-016-0554-z

67. Tsekhmistrenko O.S., BityutskyV.S., SpyvacM.Y., TsekhmistrenkoS.I., Shadura U.M. Perspectives of cerium nanoparticles use in agriculture. – The Animal Biology. Lviv, 2017, Vol. 19, no. 3, pp. 9–18.

68. Tsekhmistrenko, S. I., Bityutskyy, V. S., Tsekhmistrenko, O. S., Horalskyi, L. P., Tymoshok, N. O.,Spivak, M. Y. (2020). Bacterial synthesis of nanoparticles: A green approach. Biosystems Diversity. 28(1), pp. 9–17. Available at:https://ecology.dp.ua/index.php/ ECO/article/view/1017

69. Tsekhmistrenko, S. I., Bityutskyy, V. S., Tsekhmistrenko, O. S., Polishchuk, V. M., Polishchuk, S. A., Ponomarenko, N. V., Spivak, M. Y. (2018). Enzyme-like activity of nanomaterials. Regu-

latory Mechanisms in Biosystems. 9(3), pp. 469–476. DOI:10.15421/021870

70. Tymoshok, N. O., Kharchuk, M. S., Kaplunenko, V. G., Bityutskyy, V. S., Tsekhmistrenko, S. I., Tsekhmistrenko, O. S., Spivak, M. Y., MelnichenkoO. M. (2019a). Evaluation of effects of selenium nanoparticles on Bacillus subtilis. Regulatory Mechanisms in Biosystems. 10(4), pp. 544–552. DOI:10.15421/021980

71. Wang, M., Fu, Y., Chen, G., Shi, Y., Li, X., Zhang, H., Shen, Y. (2018). Fabrication and characterization of carboxymethyl chitosan and tea polyphenols coating on zein nanoparticles to encapsulate β-carotene by anti-solvent precipitation method. Food hydrocolloids. 77, pp. 577–587. DOI:10.1016/j.foodhyd.2017.10.036

72. White, S. H., Warren, L. K. (2017). Submaximal exercise training, more than dietary selenium supplementation, improves antioxidant status and ameliorates exercise-induced oxidative damage to skeletal muscle in young equine athletes. Journal of animal science. 95(2), pp. 657–670. DOI:10.2527/jas.2016.1130

73. Woo, J., Lim, W. (2017). Anticancer effect of selenium. The Ewha Medical Journal. 40(1), pp. 17–21. DOI:10.12771/emj.2017.40.1.17

74. Yang, C. H., Xu, J. H., Ren, Q. C., Duan, T., Mo, F., Zhang, W. (2019). Melatonin promotes secondary hair follicle development of early postnatal cashmere goat and improves cashmere quantity and quality by enhancing antioxidant capacity and suppressing apoptosis. Journal of pineal research. 67(1), e12569. DOI:10.1111/jpi.12569

75. Yang, J., Shim, S. M., Nguyen, T. Q., Kim, E. H., Kim, K., Lim, Y. T., Poo, H. (2017). Poly-γ-glutamic acid/chitosan nanogel greatly enhances the efficacy and heterosubtypic cross-reactivity of H1N1 pandemic influenza vaccine. Scientific reports. 7, 44839. DOI:10.1038/ srep44839

76. Yang, X., Zhang, W., Zhao, Z., Li, N., Mou, Z., Sun, D., Lin, Y. (2017). Quercetin loading CdSe/ZnS nanoparticles as efficient antibacterial and anticancer materials. Journal of inorganic biochemistry. 167, pp. 36–48. DOI:10.1016/j.jinorgbio.2016.11.023

77. Yin, J., Hou, Y., Yin, Y., Song, X. (2017). Selenium-coated nanostructured lipid carriers used for oral delivery of berberine to accomplish a synergic hypoglycemic effect. International journal of nanomedicine. 12, 8671 p. DOI:10.2147/IJN.S144615

78. Zakharia, Y., Bhattacharya, A., Rustum, Y. M. (2018). Selenium targets resistance biomarkers enhancing efficacy while reducing toxicity of anti-cancer drugs: Preclinical and clinical development. Oncotarget, 9(12), 10765. DOI:10.18632/oncotarget.24297

79. Zhang, H., Zhou, H., Bai, J., Li, Y., Yang, J., Ma, Q., Qu, Y. (2019). Biosynthesis of selenium nanoparticles mediated by fungus Mariannaea sp. HJ and their characterization. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 571, pp. 9–16. DOI:10.1016/j. colsurfa.2019.02.070

80. Zhang, W., Zhang, J., Ding, D., Zhang, L., Muehlmann, L. A., Deng, S. E., Zhang, W. (2018). Synthesis and antioxidant properties of Lycium barbarum polysaccharides capped selenium nanoparticles using tea extract. Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology. 46(7), pp. 1463–1470. DOI:10.1080/21691401.2017.1373657.

81. Zinicovscaia, I., Chiriac, T., Cepoi, L., Rudi, L., Culicov, O., Frontasyeva, M., Rudic, V. (2017). Selenium uptake and assessment of the biochemical changes in Arthrospira (Spirulina) platensis biomass during the synthesis of selenium nanoparticles. Canadian journal of microbiology. 63(1), pp. 27–34. Available at: https://www.nrcresearchpress.com/doi/full/10.1139/cjm-2016-0339

82. Tsekhmistrenko, O.S., Bityutskyy, V.S., Tsekhmistrenko, S.I., Melnichenko, O.M., Tymoshok, N.O., Spyvak, M.Ya. (2019). Vikoristannya nanochastinok metaliv ta nemetaliv u ptahivnitstvi [The use of nanoparticles of metals and nonmetals in poultry]. Tehnologiya virobnitstva i pererobki produktsiyi tvarinnitstva [Technology of production and processing of livestock products]. (2), pp. 113–130. Available at:http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/3838

83. Tsekhmistrenko, O.S., Tsekmistrenko, S.I., Bityutskyy, V.S., Melnichenko, O.M., Oleshko, O.A. (2018). Biomimetichna ta antioksidantna aktivnist nanospoluk dioksidu tseriyu [Biomimetic and antioxidant activity of cerium dioxide nanocompounds]. Svit meditsini ta biologiyi [The world of medicine and biology]. 1 (63), pp. 196–201. Available at:http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1240

Synthesis of selenium nanoparticles with the use of "green" technologies

Tsekhmistrenko O., Bityutskyy V., Tsekhmistrenko S., Spivak M., Tymoshok N., Demchenko O.

Traditional selenium supplements are usually highly toxic and have low levels of absorption, so developing systems that are using selenium compounds as a carrier to increase the bioavailability of the element and control its release in the body is extremely important. Nano-sized selenium is of great interest as a dietary supplement, especially in selenium-deficient states, as well as as a therapeutic agent without significant adverse effects. Emphasis is placed on the incorporation of nanotechnological applications, the study of an effective route of administration, and generalized knowledge about selenium nanoparticles, their biological effects and advantages, and mechanisms of absorption.

Nanotechnical modifications of nanoparticles, the use of SeNPs as a nutritional supplement, and the effects they exert on the body are considered. Various methods for the synthesis of SeNPs are considered. The study focuses on the problems of traditional forms of dietary selenium and the benefits of SeNPs. The mechanisms of nanoparticles passage through the intestinal mucosa and the features of their oral administration are elucidated. The presented materials

prove that the importance of Selenium lays on regulation in the composition of selenoproteins of many physiological processes, influence on the productive and reproductive properties. Correction of selenium content in the diet prevents a number of selenium deficiency diseases, and selenium in nano form is most appropriate for use because of its high bioavailability and low toxicity, which is especially relevant for ruminants. Further preclinical and clinical studies in vitro and in vivo will enable the development of novel nanopreparative systems for transport in selenium, alter the physicochemical properties of SeNPs, increase their stability in the gastrointestinal tract for controlled release of the element to provide dietary and therapeutic benefits.

Key words: nanoparticles, selenium, biomedicine, oxidative stress, biomedical application of nanoparticles.

Copyright: Цехмістренко О.С. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Цехмістренко О.С. https://orcid.org/0000-0003-0509-4627
Бітюцький В.С. https://orcid.org/0000-0002-2699-3974
Цехмістренко С.І. https://orcid.org/0000-0002-7813-6798
Демченко О.А. https://orcid.org/0000-0003-1457-143X

БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ

УДК: 636.4.053.087.8:612.1

Продуктивність та забійні показники свиней за дії пробіотичного препарату

Царук Л.Л.

Вінницький національний аграрний університет

E-mail: kafedratvpt@ukr.net

OPEN ACCESS

Царук Л.Л.Продуктивність та забійні показники свиней за дії пробіотичного препарату. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 114–123.

Tsaruk L.L. Productivity and slaughter rates of pigs when using a probiotic preparation«-Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 114–123.

Рукопис отримано: 22.02.2022 р.
Прийнято: 07.03.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-114-123

Пробіотичні кормові добавки до раціонів свиней можуть стати альтернативним та високоефективним способом розв'язання низки проблем у промисловому свинарстві.

Встановлено, що різні умови використання пробіотичного препарату підсисним поросятам зумовлюють зміни продуктивності молодняку. Пробіотичний препарат «Пробіол ENZIM Feeds» досліджували за двох способів згодовування поросятам-сисунам: розчинному (125 г/м^3) та розсипному (250 г/т) у літній та зимовий періоди.

У літній період кращі показники приросту були у тварин, які одержували пробіотичний препарат «Пробіол ENZIM Feeds» у розчинному в електроліті вигляді, а в зимовий – із кормом у кількості 0,25 кг/т. Кращі відгодівельні властивості за період вирощування було виявлено у свиней, які в підсисний період одержували пробіотичний препарат у розсипному вигляді.

За використання нового чинника годівлі в розчинному вигляді у літній період можна досягти збільшення живої маси поросят за відлучення на 6,8 %, валового приросту – на 7,4 %, а середньодобового – на 10,6 %. У зимовий період кращі результати отримано за використання пробіотика в розсипному вигляді, де збільшення живої маси відбулося на 11,1 %, валового приросту – на 12,6 %, та середньодобового – на 17,7 %.

У період дорощування тварини першої дослідної групи мали на 6,8 г більші середньодобові прирости, у зимовий період свині, які у підсисний період одержували пробіотичний препарат із кормом, на 3 доби швидше досягли забійних кондицій.

Туші свиней, які одержували у підсисний період пробіотичний препарат із кормом, були на 2,07 % важчі, забійний вихід був вищим на 1,3 %, а товщина шпику – більша на 3,37 мм. За використання розсипного методу згодовування нового чинника годівлі для поросят-сисунів можна збільшити вихід жиру з туші і підвищити м'ясність туші на 2,41 %.

Доведено, що за використання з кормом для підсисних поросят «Пробіол ENZIM Feeds» можна досягти збільшення прибутковості виробництва свинини на 2,86 грн/грн витрат.

Ключові слова: пробіотичний препарат, годівля, молодняк свиней, велика біла порода, продуктивність, економічна ефективність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Світові тенденції до створення екопродукції тваринництва, зокрема свинарства, передбачають зниження використання будь-яких ветеринарних препаратів з метою одержання чистої продукції. Одним із способів розв'язання проблеми є оптимізація утримання, а також балансування раціонів живлення тварин. Після обрання певного препарату науковці рекомендують провести аналіз умов його використання, розробити детальний план його та встановити контрольні параметри для визначен-

ня ефективності застосування. Доцільно з'ясувати мету використання препарату: введення чи заміна певного кормового чинника [1, 2].

Особливо чутливими до стресових чинників є поросята-сисуни та відлучники, які через недосконалість анатомо-фізіологічних структур організму не здатні протидіяти агресивному середовищу. Крім того, агресія патогенних організмів через недотримання санітарних норм, надходження токсинів із кормом та водою, дефіцит основних елементів живлення призводять до зниження імунітету, розвитку хвороб, зменшення продуктивності і, навіть, летальних випадків [3].

Отже, пошук способів протидії цим чинникам є актуальним. Серед прогресивних методів зміцнення імунітету, сорбції токсинів та формування сапрофітної мікрофлори у ранньому онтогенезі свиней чільне місце займає використання симбіотичних препаратів.

Вміло підібраний пробіотик ефективно пригнічує патогенну й умовно патогенну мікрофлору кишківника у свиней, сприяє швидкості росту, формує та стабілізує нормальну здорову мікрофлору травного тракту у свиней і поросят за м'ясної, беконної або сальної відгодівлі, нормалізує обмін речовин, виробляє біологічно активні речовини – вітаміни, амінокислоти й молочну кислоту, протидіє шлунково-кишковим захворюванням без застосування антибіотиків, підвищує збереженість поголів'я будь-яких порід свиней [1, 2, 4].

Пробіотики стимулюють функціональну активність імунної системи незалежно від причини імунодефіциту. Вони нормалізують різні функції імунної системи – як місцевий імунітет слизових шлунково-кишкового тракту, так і клітинний та гуморальний, що позитивно впливає на продуктивність тварин [3, 5, 6, 7].

У науковій літературі накопичено багатий досвід використання пробіотичних препаратів у свинарстві. У дослідженнях [3, 8, 9, 10] повідомляють про ефективність використання пробіотику Протекто-актив у свинарстві, зокрема, його позитивний вплив на мікробіоценоз кишечнику, морфологічні, біохімічні та імунологічні показники крові молодняку свиней і на перетравність поживних речовин корму, обмін речовин, продуктивність, забійні та м'ясні якості молодняку свиней. Для підвищення продуктивності свиней за вирощування на м'ясо та підвищення рентабельності виробництва свинини і зниження затрат кормів для відлучених поросят рекомендується вводити до складу сухих кормових сумішей (комбікормів) пробіотик Протекто-актив у кількості 1,5 г на 10 кг живої маси, з першої доби відлучення (вік 30–45 діб) і упродовж 90 діб у поєднанні з ферментним препаратом мацераза (з розрахунку 0,5 кг на 1 т корму) із 60-ї доби (вік 90–105 діб) і згодовувати упродовж всього періоду відгодівлі.

Встановлено, що згодовування нової БВМД «Мінактивіт» молодняку свиней за вирощування на м'ясо зумовлює збільшення середньодобових приростів на 95 г, або на 15,68 %, за їх рівня 701 г – у дослідній групі; зменшення витрат корму на 1 кг приросту на 13,5 %; збільшення забійної маси на 15,5 кг (19,12 %), маси туші – на 14,2 кг (21,7 %), середньої товщини шпику – на 2,5 мм (8,33 %) [11,12].

О.С. Мачула зі співавторами [13] вивчали вплив імуностимулювального регенеруючого біостимулятора та препарату «Імунолак» (добавка з гідролізованої клітинної стінки *Lactobacillus*, яка підсилює гемопоез, активізує клітинні та гуморальні чинники неспецифічної резистентності на імунологічний стан і продуктивні показники поросят). Поросятам контрольної групи вводили 0,9 % розчин хлориду натрію в дозі 1 мл/ голову, 1-ї дослідної – імунолак в дозі 0,05 мл/кг маси тіла, 2-ї дослідної – РБС в дозі 0,05 мл/кг живої маси на 3, 7, 15 добу життя. Дослідження показали, що найінтенсивніше росли підсвинки з 2-ї дослідної групи, а найменше – контрольної. Це спричинено диспепсією та бронхопневмонією в них. За середньодобовими приростами поросята дослідної групи на 20 добу досліджень переважали аналогів з контролю на 24,3 %, на 30 добу – на 14,4 %. Водночас життєздатність свиней дослідних груп була вищою, про що свідчить частка хворих у 2-й дослідній групі – 5 %, у 1-й – 10 %, контролі – 60 %. Відмічено, що тривалість хвороб теж була різною: 2,0±0,1 до 3,5±0,5 і 7,2±0,5 доби відповідно.

Інша група науковців проводила дослідження з вивчення профілактичної та терапевтичної ефективності пробіотиків «Спас», «Ентеросорин», які було розроблено на основі *Bacillus subtilis* та *Lactobacillus plantarum,* та кормової добавки – сорбенту «Фітосорб» за Т-2-токсикозу та афлатоксикозі у поросят. Під час аналізу в комбікормі для поросят виявлено Т-2 токсин у концентрації 180,0 та 210,0 мкг/кг. Ефективність «Фітосорбу» і пробіотиків «Ентероспорин» і «Спас» визначали за клінічними показниками, темпами росту, результатами морфо-гемато-біохімічного та бактеріологічного дослідження вмісту товстого кишечнику. Встановлено, що у підсвинків контрольної групи було зниження апетиту, на 5–7 добу спостерігалося пригнічення загального стану, розлади шлунково-кишкового тракту, з десяти

контрольних поросят у чотирьох відзначали кашель та жорстке дихання. Маса тіла в контрольних групах поросят виявилася на 10,8 % нижчою, ніж у дослідній [14].

Іще один інноваційний пробіотичний препарат «Біомос» було вивчено нещодавно науковцями. Це багатокомпонентний препарат, який поєднує у собі антибактеріальні властивості та якості імуномодулятора. Свині дослідної групи додатково до основного раціону отримували препарат «Біомос» у кількості: свиноматки – за 20 діб до опоросу та до відлучення поросят у 35-добовому віці у кількості 0,2 %, а поросята – з початку споживання корму до 2-місячного віку у кількості 0,25 % за масою комбікорму. За показниками живої маси у два місяці життя та середньодобовими приростами за другий період тварини дослідної групи переважали контрольних відповідно на 17,0 і 24,7 %. Загалом за період досліду приріст поросят дослідної групи за добу виявився більшим, ніж у контрольних майже на 18 % [15].

Враховуючи позитивну дію пробіотичної кормової добавки «ПРОПІГплв» на функціональний стан організму свиней, показники обміну поживних речовин кормів, відтворні показники, енергію росту ремонтного молодняку та інтенсивність росту тварин на відгодівлі й якісні показники продуктів забою, а також покращення рентабельності галузі свинарства, рекомендовано: забезпечувати використання пробіокормодобавки в складі раціону концентратного типу годівлі свиней для поросних свиноматок 5 г/гол/добу, ремонтного молодняку – 4 г/гол/добу, тваринам на відгодівлі – 5 г/гол/доб [16].

За даними літератури, покращення стану здоров'я, підвищення приростів та збереженості поросят-сисунів та свиней на дорощуванні та відгодівлі спостерігали вчені за використання таких пробіотичних препаратів як Емпробіо, Споровіт, Ветом 1, ПДК, «Біотек» та багатьох інших [17, 18, 19, 20].

Мета дослідження. Попри достатню вивченість характеру дії про- та пребіотичних препаратів для свиней не вивченими залишаються умови згодовування їх, тому метою дослідження було провести порівняльний аналіз різних способів згодовування нового пробіотичного препарату «Пробіол ENZIM Feeds» підсисним поросятам та дослідити його вплив на подальшу їх продуктивність і забійні показники.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у ВСП «Чернятинський фаховий коледж ВНАУ» (Вінницька обл.) методом груп-періодів, адже синхронізації опоросів у господарстві не проводиться. Під час опоросу свиноматок з приплоду поросят формували групу (не враховуючи поросят із відхиленням живої маси за проведення досліду більше 5 %), якій згодовували симбіотичний препарат відповідно до схеми, представленої у таблиці 1.

Отже, було відібрано дві групи підсисних поросят. Поросятам першої групи препарат «Пробіол ENZIM Feeds» давали у розчинному вигляді із переносної напувалки Selvan на 5 л. Молодняку другої групи препарат вводили у престартер у розсипному вигляді і згодовували із групової годівниці. Дозування препарату було відповідно до рекомендованих норм, однаковим для двох груп. Перший період досліджень випав на літній період, а другий – на зимовий. У зв'язку з цим одержані від двох періодів досліджень дані усереднювали.

Таблиця 1– **Схема досліду**

Група	Кількість тварин у групі, гол.	Періоди досліду			Особливості проведення досліду*
		зрівняльний	основний	підсумковий	
1-а дослідна	15	14	28	до досягнення забійних кондицій (живої маси 100 кг)	У основний період пробіотичний препарат згодовували у розчинному вигляді** із переносної напувалки Selvan (125 г/м^3 води)
2-а дослідна	15	14	28	до досягнення забійних кондицій (живої маси 100 кг)	У основний період пробіотичний препарат згодовували із групової годівниці (250 г/тонну корму)

Примітки: *Умови утримання і годівля свиней обох груп були однаковими та відповідали встановленим нормам.

** Розчином для препарату є водний розчин з концентрацією натрію хлориду 5 г/л та глюкози 50 г/л.

«Пробіол ENZIM Feeds» – високоефективний пробіотик на основі спеціально підібраних штамів життєздатних клітин молочнокислих бактерій, є альтернативою антибіотиків та стимуляторів росту.

«Пробіол ENZIM Feeds» має високу біологічну активність, пригнічує зростання патогенних мікроорганізмів, продукує амінокислоти та вітаміни групи В. За його застосування нормалізується обмін речовин, підвищується резистентність організму, збільшується продуктивність, збереження поголів'я, зменшуються витрати кормів на одиницю продукції.

Відповідно до завдань проводили дослідження динаміки росту та розвитку тварин за загальноприйнятими методиками. Поросят-сисунів зважували на початку і в кінці підсисного періоду. Надалі із них формували окремі групи і спостерігали за динамікою росту, проводячи щомісячні зважування. Після завершення періоду вирощування визначали відгодівельні і забійні якості свиней.

Із зміною живої маси поросят змінювали давання корму. Таку зміну проводили після щомісячного індивідуального зважування. Добове давання корму перед роздачею зважували з точністю до 0,05 кг.

Відгодівельні якості дослідного поголів'я досліджували з урахуванням віку, коли вони досягнуть живої маси 100 кг, приросту за добу і абсолютного, витрат кормів на формування приросту.

Одержані дані обробляли біометрично за допомогою програми MS EXEL.

Результати дослідження та обговорення. Під час дослідження динаміки росту поросят-сисунів за різних умов згодовування пробіотичного препарату «Пробіол ENZIM Feeds» отримано неоднозначні результати (табл. 2).

За даними таблиці продуктивна дія досліджуваного кормового чинника у літній та зимовий періоди застосування дещо різнилась. Так, у літній період, коли поросята інтенсивніше порівняно із зимовим споживали воду, а відтак і розчинений у ній препарат, спостерігали збільшення живої маси тварин 1-їдослідної групи за відлучення на 0,74 кг (6,8 %), валового приросту за період спостереження – на 0,74 кг (7,4 %) та середньодобового – на 26,2 г (10,6 %).

У зимовий період, коли поросята інтенсивніше споживали корми, спостерігали домінування тварин 2-ї дослідної групи за живою масою наприкінці основного періоду досліду – на 1,15 кг (11,1 %), а також за показниками валового приросту – на 1,18 кг (12,6 %), та середньодобовими – 40 г (17,7 %).

Отже, продуктивна дія нового пробіотичного препарату «Пробіол ENZIM Feeds» є неоднаковою. Під час вибору способу застосування такого кормового чинника необхідно враховувати умови вирощування (сезон року).

У завершальному періоді досліду пробіотичний препарат у годівлі свиней не використовували, однак продовжували вивчати продуктивність тварин. Результати досліджень динаміки росту відлучених поросят подано у таблиці 3.

Таблиця 2 – **Показники живої маси та приростів підсисних поросят за різних умов згодовування пробіотичного препарату,** $M \pm m$

Показник	Літній період		Зимовий період	
	1-а дослідна група (n=7)	2-а дослідна група (n=6)	1-а дослідна група (n=8)	2-а дослідна група (n=9)
Жива маса на початок зрівняльного періоду, кг	0,95 ± 0,03	0,95 ± 0,05	0,98 ± 0,01	0,95 ± 0,05
Жива маса на початок основного періоду, кг	4,03 ± 0,05	4,02 ± 0,03	4,06 ± 0,08	4,09 ± 0,06
Жива маса наприкінці підсисного періоду, кг	11,66 ± 1,25	10,92 ± 1,00	10,37 ± 0,85	11,52 ±1,05
+/-	0,74		1,15	
Валовий приріст, кг	10,71	9,97	9,39	10,57
+/-	0,74		1,18	
Середньодобовий приріст за період, г	272,5	246,3	225,5	265,5
+/-	26,2		40,0	

Таблиця 3 – **Жива маса та прирости відлучених поросят у період дорощування,** $M \pm m$

Показник	Літній період		Зимовий період	
	1-а дослідна група (n=7)	2-а дослідна група (n=5)	1-а дослідна група (n=7)	2-а дослідна група (n=8)
Жива маса на початок періоду дорощування , кг	11,66 ± 1,25	10,92 ± 1,00	10,37 ± 0,85	11,52 ± 1,05
Жива маса наприкінці періоду дорощування, кг	39,38 ± 1,83	38,42 ± 2,50	36,62± 3,03	39,27 ± 1,35
Валовий приріст за період дорощування, кг	27,72	27,50	26,25	27,75
Середньодобовий приріст за період дорощування, г	396,4	392,9	375,0	396,4

За період дорощування (табл. 3) із 20 до 40 кг який тривав у межах 70 діб, установлено, що у літній період підсвинки 1-дослідної групи переважали аналогів із 2-ї за живою масою в кінці технологічного періоду, а також за валовим та середньодобовим приростами відповідно на 2,5, 0,8 та 0,9 %.

У зимовий період спостерігали зворотну тенденцію – продуктивність відлучених поросят 1-дослідної групи була дещо нижчою за другу. Установлено, що поросята, які у підсисний період одержували пробіотичний препарат з водою мали наприкінці чергового виробничого періоду меншу живу масу – на 2,65 кг, валовий приріст – на 1,5 кг та середньодобовий приріст – на 21,4 г.

Можливо, подібні відмінності пов'язані з меншим надходженням препарату в організм поросят у зимовий період через менше споживання води. Отже, симбіотична мікрофлора розвивалась менш активно, що спричинило гіршу адаптацію до умов у підсисний період, нестійкість до можливих агресій ззовні (наприклад, токсинів, хвороботворних бактерій), слабо розвинену сапрофітну мікрофлору власного кишечнику, а тому слабший імунітет та сповільнення росту.

У таблиці 4 наведено живу масу та прирости підсвинків на відгодівлі.

Дещо інші результати одержали під час вивчення інтенсивності росту свиней у періоді відгодівлі до забійних кондицій. Так, у літній період тварини 1-ї дослідної групи мали на 6,8 г більші середньодобові прирости, що дало змогу їм досягти маси 100 кг швидше (на 2 доби), однак валовий приріст був вищий у тварин 2-ї дослідної групи (табл. 4).

У зимовий період тварини 1-ї дослідної групи мали більший на 2,65 кг валовий приріст і на 32,3 г – середньодобовий приріст. Однак у зимовий період свині, які у підсисний одержували пробіотичний препарат із кормом, на 3 доби швидше досягли забійних кондицій.

Для визначення оптимальних умов згодовування препарату «Пробіол ENZIM Feeds» поросятам у підсисний період та вплив на їх подальшу продуктивність було усереднено результати вивчення динаміки росту за літній і зимовий періоди (табл. 5).

Таблиця 4 – **Жива маса та прирости підсвинків на відгодівлі,** $M \pm m$

Показник	Літній період		Зимовий період	
	1-а дослідна група (n=7)	2-а дослідна група (n=5)	1-а дослідна група (n=7)	2-а дослідна група (n=8)
Жива маса на початок періоду вирощування, кг	39,38 ± 1,83	38,42 ± 2,50	36,62± 3,03	39,27 ± 1,35
Жива маса наприкінці періоду, кг	100	100	100	100
Валовий приріст за період вирощування, кг	60,62	61,58	63,38	60,73
Середньодобовий приріст за період вирощування, г	757,8	751,0	772,9	740,6

Таблиця 5 – **Динаміка росту свиней за періодами вирощування за різних умов згодовування пробіотичного препарату**

Показник	Групи:	
	1-а дослідна	2-а дослідна
Жива маса на початок основного періоду, кг	0,965	0,95
Жива маса в кінці основного періоду (підсисний період вирощування) (0-20 кг), кг	10,2	11,22
Жива маса в кінці періоду дорощування (20-40 кг), кг	38,0	38,85
Жива маса в кінці періоду вирощування, кг	100	100
Валовий приріст за період відгодівлі до забійних кондицій, кг	99,04	99,05
Середньодобовий приріст за період вирощування, г	536,8	538,3

За даними таблиці 5 кращі результати були у тварин 2-ї дослідної групи: за згодовування нового пробіотичного препарату поросятам-сисунам разом із кормами можна досягти збільшення їх живої маси не лише у підсисний, а і в подальші технологічні періоди.

Під час вивчення відгодівельних властивостей свиней було встановлено такі закономірності. Тварини, яким вводили препарат у воду, показали кращі відгодівельні властивості у літній період. Навпаки, у зимовий період, коли споживання води поросятами менше, а корму дещо зростає, використання пробіотичного препарату виявилося ефективним. У зв'язку з цим відгодівельні властивості свиней у цей сезон року виявилися кращі порівняно із тваринами, які одержували препарат у розчинному вигляді (табл. 6).

Для вивчення забійних та м'ясо-сальних показників було проведено контрольний забій, по 4 голови із кожної групи. Результати вивчення забійних властивостей свиней за різних умов згодовування пробіотичного препарату наведено у табл. 7.

Таблиця 6 – **Відгодівельні якості свиней, вирощених за різних умов згодовування пробіотичного препарату,** $M \pm m$

Показник	Літній період		Зимовий період	
	1-а дослідна група (n=7)	2-а дослідна група (n=5)	1-а дослідна група (n=7)	2-а дослідна група (n=8)
Вік досягнення живої маси 100 кг, діб	192	194	197	194
Валовий приріст за період досліду, кг	99,05	99,05	99,02	99,05
Середньодобовий приріст за період досліду, г	544,2	538,3	529,5	538,3
Витрати кормів на 1 ц приросту свиней, ц корм. од.	5,06 ± 0,20	5,31 ± 0,50	5,73 ± 0,20	5,30 ± 0,95
Оплата корму приростом, ц приросту/ц корм. од.	1,38	1,30	1,18	1,30
Збереженість, %	93		87	

Таблиця 7 – **Забійні якості свиней за різних умов згодовування пробіотичного препарату,** $M \pm m$ *(n=4)*

Показник	Літній період	
	1-а дослідна група	2-а дослідна група
Передзабійна маса, кг	100,55 ± 0,25	101,5 ± 1,11
Маса туші, кг	76,23 ± 5,33	78,3 ±10,55
Забійний вихід, %	75,8	77,1
Товщина шпику на рівні 6-7 грудного хребця, мм	20,03 ± 3,53	23,40 ± 0,95

За даними таблиці 7, за майже ідентичної маси тварин до забою, туші свиней, які одержували у підсисний період пробіотичний препарат із кормом, були на 2,07 % важчі. Це зумовило перевищення показника забійного виходу у 2-й дослідній групі на 1,3 %. Під час визначення товщини шпику на рівні 6-7 грудного хребця у туші свиней, які одержували в молочний період пробіотичний препарат у розчинній формі, цей показник виявився на 3,37 мм меншим. Це доводить значення згодовування пробіотичного препарату підсисним поросятам у формуванні їх забійних властивостей.

Більший вихід їстівної частини з туш свиней, які у молочний період одержували пробіотик з кормом, доводять і результати досліджень їх м'ясо-сальних властивостей (табл. 8).

За даними таблиці 8, за вибору умов згодовування пробіотику підсисним поросятам – згодовування з кормом, надалі можна досягти кращих м'ясо-сальних властивостей туші.

Зокрема, збільшити вихід жиру на 0,05 кг, або 0,03 %, а також підвищити м'ясність туші на 2,41 %.

Отже, доведено, що вибір умов згодовування нового пробіотичного препарату «Пробіол ENZIM Feeds» впливає не лише на продуктивні ознаки свиней, а і визначає відгодівельні, забійні та м'ясо-сальні властивості туші, під час забою.

Порівняльний аналіз економічної ефективності різних умов згодовування пробіотику поросятам-сисунам наведено у таблиці 9.

За даними таблиці 9, за вибору розсипного способу використання нового пробіотичного препарату у підгодівлі поросят- сисунів, надалі можна одержати рентабельність виробництва у межах 8,53 %. Отже, досягти збільшення прибутковості виробництва свинини на 2,86 грн у перерахунку на одну вкладену гривню витрат.

Таблиця 8 – **М'ясо-сальні показники свиней за різних умов згодовування пробіотику,** *M ± m (n=4)*

Показник	Групи:	
	1-а дослідна	2-а дослідна
Внутрішній жир, кг	1,59 ± 0,250	1,64 ± 0,152
+/-	0,05	
Вихід жиру, % до передзабійної маси	1,58	1,61
+/-	0,03	
Кістки,кг	18,98 ± 5,01	17,61 ± 3,25
+/-	1,37	
Вихід кісток, % до маси туші	24,9	22,49
+/-	2,41	
М'ясо, кг	57,25 ± 7,15	60,69 ± 9,53
+/-	3,44	
Коефіцієнт м'ясності туші, %	75,1	77,51
+/-	2,41	

Таблиця 9 – **Порівняльний аналіз ефективності вирощування свиней за різних умов згодовування пробіотичного препарату у підсисний період**

Показник	Група:		Відхилення
	1-а дослідна	2-а дослідна	
Одержано приросту за період вирощування, кг/гол.	99,04	99,05	+0,01
Валовий приріст, ц	13,87	12,88	-0,99
Витрати кормів, ц к.од./ц приросту	5,4	5,31	-0,09
Валові витрати кормів, ц к.од.	74,90	68,39	-6,51
Вартість кормів, тис. грн	35,95	32,83	-3,1
Загальновиробничі витрати, тис. грн	59,92	54,71	-5,21
в т.ч. додаткові витрати на препарат, тис. грн	0,1	0,3	+0,2
Реалізовано на забій, гол.	14	13	-1
Ціна реалізації свиней у живій масі, тис. грн	45	45	0
Виручка від реалізації, тис. грн	63,32	59,38	-3,94
Дохід, тис. грн	3,40	4,67	+1,27
Рентабельність, %	5,67	8,53	+2,86

Висновки. 1. Продуктивна дія нового пробіотичного препарату «Пробіол ENZIM Feeds» є неоднаковою. Під час вибору способу застосування такого кормового чинника необхідно враховувати умови вирощування (сезон року).

2. За використання пробіотичного препарату «Пробіол ENZIM Feeds» у годівлі підсисних поросят у розчинному вигляді (125 г/м^3) у літній період можна досягти збільшення живої маси поросят за відлучення на 6,8 %, валового приросту – на 7,4 % та середньодобового – на 10,6 %.

3. У зимовий період, коли поросята інтенсивніше споживали корми, спостерігалася перевага тварин 2-ї дослідної групи, які споживали пробіотик у розсипному вигляді (250 г на тонну корму), за живою масою на 11,1 %, за показниками валового приросту – 12,6 %, середньодобового – 17,7 %.

4. Підсвинки на дорощуванні, які у літній період одержували новий препарат у розчинному вигляді, переважали аналогів за живою масою, валовими та середньодобовим приростами відповідно на 2,5, 0,8 та 0,9 %. У зимовий період, навпаки, тварини 2-ї дослідної групи мали кращі продуктивні показники.

5. Загалом за весь період вирощування і відгодівлі поросята, які у підсисний період одержували пробіотичний препарат із водою, мали наприкінці періоду відгодівлі меншу живу масу – на 2,65 кг, валовий приріст – на 1,5 кг та середньодобовий приріст – на 21,4 г. Свині, які одержували у підсисний період пробіотичний препарат із кормом, на 3 доби швидше досягли забійних кондицій, були на 2,07 % важчі, забійний вихід був вищим на 1,3 %, а товщина шпику – більша на 3,37 мм.

6. За використання розсипного методу згодовування нового чинника годівлі для поросят-сисунів можна збільшити вихід жиру з туші і підвищити м'ясність туші на 2,41 %.

7. Розсипний спосіб застосування пробіотичного препарату «Пробіол ENZIM Feeds» у підсисний період поросят дає змогу збільшити дохід від вирощування на 4,67 тис. грн. та збільшити рентабельність на 2,86 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чудак Р. А., Побережець Ю.М., Ушаков В.М., Бабков Я.І. Вплив кормових добавок та комбікормів на продуктивність та якість м'яса у свиней: Монографія. Вінниця: ВНАУ, 2021. 202 с.

2. Чудак Р. А., Огороднічук Г. М., Балух Н. М. Ефективність використання комбінованих ферментно-пробіотичних добавок у годівлі сільськогосподарських тварин: монографія. Вінниця: ВНАУ, 2016. 143 с.

3. Бондаренко Л.В. Клітинний захист організму відлучених поросят за дії пробіотика. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Біла Церква: БНАУ, 2020. № 2. С. 111–119. DOI:10.33245/2310-9289-2020-158-2-111-119

4. Бірюкова І. Ефективний пробіотик може стати успішною альтернативою антибіотикам і не тільки. The Ukrainian Farmer, вересень 2019 року.

5. Batista A., Silva M., Raices R. Quality parameters of probiotic yogurt added to glucose oxidase compared to commercial products through microbiological, physical-chemical and metabolic activity analyses. Food Res. Int. 2015. Vol. 77. P. 627–635.

6. Широбоков В. П., Янковський Д. С., Димент Г. С. Нові стратегії в області створення і клінічного використання пробіотиків. Вісн. фармакології та фармації. 2010. № 2. С. 18–30.

7. Kanmani P., Satish Kumar R., Yuvaraj N. Probiotics and its functionally valuable products. A review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2013. Vol. 53. N 6. P. 641–658

8. Перспективи застосування пробіотичних та ферментних препаратів у свинарстві: монографія/В.В. Малина та ін. Біла Церква, 2017. 243 с.

9. Influence of chelates on pigs productivity and quality/O. Kuzmenko et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2021. 11 (2). P. 268–273. URL:https://www.ujecology.com/ articles/influence-of-chelates-on-pigs-productivity-andquality.pdf 15.

10. Застосування пробіотика Протекто-актив у процесі вирощування молодняку свиней/ В.А. Болоховська та ін. Біла Церква, 2010. 37 с.

11. Бондаренко В.В., Гуцол А.В. Показники якості свинини при згодовуванні БВМД «Мінактивіт». Аграрна наука та харчові технології: збірник наукових праць. Годівля тварин та технологія кормів. Вінниця: ВНАУ, 2016. Вип. 2(92). С. 16–21.

12. Бондаренко В.В. Вплив згодовування БВМД «Мінактивіт» на структуру шлунково-кишкового тракту молодняку свиней. Науковий збірник ЛНУВМіБ ім. С.З. Гжицького. 2017. В. 2 (67). С.12–19.

13. Мачула О.С. Резистентність і продуктивні якості поросят при використанні препаратів РБС та імунолак. Біологічні аспекти технологій тваринництва і виробництва продукції: матеріали IV між нар. науково-практичної конференції. м. Миколаїв, 26-27 жовтня 2017. С. 5–15.

14. Коростелева В.П. Сорбент «Фитосорб», пробиотики «Спас» и «Энтероспорин» для профилактики микотоксикозов животных. Ветеринарный врач. 2016. № 5. С. 3–8.

15. Пентилюк Р.С. Статеві відмінності продуктивності поросят при згодовуванні препарату Біомос: матер. науково-практ. конф., Організація с.-г. виробництва. Херсонський державний аграрний університет. 2020. С. 34–35.

16. Блайда І.М. Використання пробіотичної кормової добавки «ПРОПІГплв» у годівлі свиноматок, ремонтного та відгодівельного молодняку свиней: дис. … канд. с.-г. наук. ЛНУВМіБ ім.С.З. Гжицького. Львів, 2018. 140 с.

17. Білявцева В.В. Якість свинини при згодовуванні БМВД «Енервік» з карнітином. Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького. Львів, 2016. Т. 18. № 2(67). С. 8–13.

18. Про-пребиотические препараты ПДК, «Биотек» в системе выращивания и откорма молодняка свиней/И.И. Мошкутело и др. Свиноводство. 2012. № 2. С. 64–67.

19. Жила М. І., Левицький Т. Р., Кушнір І. М. Фармакологічні властивості пробіотичних кормових добавок та їх вплив на продуктивність поросят при відгодівлі. Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин, ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. Львів, 2014. Вип. 15. № 1. С. 158–163.

20. Стояновський В.Г. Пробіотики та імунна система. Ветеринарія. 2011. № 4 (101). С. 21–25.

REFERENCES

1. Chudak, R. A., Poberezhets, Yu.M., Ushakov, V.M., Babkov, Ya.I. (2021). Vplyv kormovykh dobavok ta kombikormiv na produktyvnist ta yakist miasa u svynei: monohrafiia [The impact of feed additives and animal feed on the productivity and quality of meat in pigs: monograph]. Vinnytsia: VNAU, 202 p.

2. Chudak, R.A., Ohorodnichuk, H. M., Balukh, N. M. (2016). Efektyvnist vykorystannia kombinovanykh fermentno-probiotychnykh dobavok u hodivli silskohospodarskykh tvaryn: monohrafiia [The effectiveness of the use of combined enzyme-probiotic supplements in the feeding of farm animals: monograph]. Vinnytsia: VNAU, 143 p.

3. Bondarenko L.V. (2020). Klitynnyi zakhyst orhanizmu vidluchenykh porosiat za dii probiotyka. [Klitinny zahist to the organism of irradiated piglets for di probiotics]. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva [Technology of production and processing of products]. Bila Tserkva: BNAU, no. 2. pp. 111–119. DOI:10.33245/2310-9289-2020-158-2-111-119

4. Biriukova, I. (2019). Efektyvnyi probiotyk mozhe staty uspishnoiu alternatyvoiu antybiotykam i ne tilky [An effective probiotic can be a successful alternative to antibiotics and more]. The Ukrainian Farmer.

5. Batista, A., Silva, M., Raices, R. (2015). Quality parameters of probiotic yogurt added to glucose oxidase compared to commercial products through microbiological, physical–chemical and metabolic activity analyses. Food Res. Int. Vol. 77, pp. 627–635.

6. Shirobokov, V. P., Jankovs'kij, D. S., Diment, G. S. (2010). Novi strategii v oblasti stvorennja i klinichnogo vikoristannja probiotikiv [New strategies in the field of creation and clinical use of probiotics]. Visn. farmakologii ta farmacii [Bulletin of Pharmacology and Pharmacy]. no. 2, pp. 18–30.

7. Kanmani, P., Satish, Kumar R., Yuvaraj, N. (2013). Probiotics and its functionally valuable products – A review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. Vol. 53, no. 6, pp. 641–658.

8. Malyna, V.V., Bondarenko, L.V., Liasota, V.P., Hryshko, V.A., Balatskyi, Yu.O. (2017). Perspektyvy zastosuvannia probiotychnykh ta fermentnykh preparativ u svynarstvi: monohrafiia [Prospects for the use of probiotic and enzyme preparations in pig breeding: monograph]. Bila Tserkva, 243 p.

9. Kuzmenko, O., Bomko, V., Horchanok, A., Cherniavskyi, O., Malina, V., Lytvyshchenko, L., Umanets, R., Zlamaniuk, L., Umanets, D., Porotikova, I. (2021). Influence of chelates on pigs productivity and quality. Ukrainian Journal of Ecology. 11 (2), pp. 268–273. Available at: https://www. ujecology.com/articles/influence-of-chelates-on-pigs-productivity-and-quality.pdf

10. Bolokhovska, V.A., Bolokhovskyi, V.V., Bondarenko, L.V., Malyna, V.V., Liasota, V.P., Nikitenko, A.M., Naumchuk, V.V., Horbatiuk, O.I. (2010). Zastosuvannia probiotyka Protekto-aktyv u protsesi vyroshchuvannia molodniaku svynei [Probiotic infusion Protecto-active in the process of growing young pigs]. Bila Tserkva, 37 p.

11. Bondarenko, V.V., Hutsol, A.V. (2016). Pokaznyky yakosti svynyny pry zghodovuvanni BVMD «Minaktyvit» [Indicators of pork quality during feeding BVMD "Minaktivit"]. Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii: zbirnyk naukovykh prats [Agricultural science and food technology: a collection of scientific papers]. Hodivlia tvaryn ta tekhnolohiia kormiv [Animal feeding and feed technology]. Vinnytsia: VNAU, Issue 2(92), pp. 16–21.

12. Bondarenko, V.V. (2017). Vplyv zghodovuvannia BVMD «Minaktyvit» na strukturu shlunkovo-kyshkovoho traktu molodniaku svynei [Influence of feeding BVMD "Minactivit" on the structure of the gastrointestinal tract of young pigs]. Naukovyi zbirnyk LNUVMiB im. S.Z. Hzhytskoho [Scientific collection LNUVMiB named after S.Z. Gzhitsky]. Issue 2 (67). pp. 12–19.

13. Machula, O.S. (2017). Rezystentnist i produktyvni yakosti porosiat pry vykorystanni preparativ RBS ta imunolak [Resistance and productive capacity of piglets with vicarious preparations of RBS and imunolak`1]. Biolohichni aspekty tekhnolohii tvarynnytstva i vyrobnytstva produktsii: materialy IV mizh nar. naukovo-praktychnoi konferentsii. [Biological aspects of livestock breeding and production technologies: materials IV between Nar. scientific and practical conference]. Mykolaiv, pp. 5–15.

14. Korosteleva6 V.P. (2016). Sorbent «Fytosorb», probyotyky «Spas» y «Эnterosporyn» dlia profylaktyky mykotoksykozov zhyvotnыkh [Sorbent "Fitosorb", probiotics "Spas" and "Enterosporin" for the prevention of animal mycotoxicosis»/ Veterynarnyi vrach [Veterinarian]. no. 5, pp. 3–8.

15. Pentyliuk, R.S. (2020). Statevi vidminnosti produktyvnosti porosiat pry zghodovuvanni preparatu Biomos: mater. naukovo-prakt. konf., Orhanizatsiia s.-h. Vyrobnytstva [Gender differences in the productivity of piglets when feeding Biomos: mater. scientific and practical. conf., Organization of agricultural-x. production]. Kherson State Agrarian University. pp. 34–35.

16. Blaida, I.M. (2018). Vykorystannia probiotychnoi kormovoi dobavky «PROPIHplv» u hodivli

svynomatok, remontnoho ta vidhodivelnoho molodniaku svynei: dys. … kand. s.-h. nauk [The use of probiotic feed additive "PROPIGplv" in the feeding of sows, rearing and fattening pigs: dis. … cand. s.-g. sciences]. LNUVMiB named after S.Z. Gzhitsky. Lviv, 140 p.

17. Biliavtseva, V.V. (2016). Yakist svynyny pry zghodovuvanni BMVD «Enervik» z karnitynom [The quality of pork when feeding BMVD "Enervik" with punitive mud]. Naukovyi visnyk LNUVMBT im. S.Z. Hzhytskoho [Scientific Bulletin of LNUVMBT named after S.Z. Gzyckyi]. Lviv, Vol. 18, no. 2(67), pp. 8–13.

18. Moshkutelo Y.Y., Aleksandrov P.V., Severyn V.P y dr. (2012). Pro-prebyotycheskye preparatы PDK, «Byotek» v systeme vыrashchyvanyia y otkorma molodniaka svynei [Pro-prebiotic preparations PDK, "Biotek" in the system of rearing and fattening young pigs]. Svynovodstvo. [Pig breeding]. no. 2. pp. 64–67.

19. Zhila, M. I., Levic'kij, T. R., Kushnir, I. M. (2014). Farmakologichni vlastivosti probiotichnih kormovih dobavok ta ïh vpliv na produktivnist' porosjat pri vidgodivli [Pharmacological properties of probiotic feed additives and their effect on the productivity of piglets during fattening]. Naukovo-tehnichnij bjuleten' Institutu biologiï tvarin, DNDKI vetpreparativ ta kormovih dobavok [Scientific and technical bulletin of the Institute of Animal Biology, DNDKI veterinary drugs and feed additives]. Lviv, Issue 15, no. 1, pp. 158–163.

20. Stojanovs'kij, V.G. (2011). Probiotiki ta imunna sistema [Probiotics and the immune system]. Veterinarija [Veterinary medicine]. no. 4 (101), pp. 21–25.

Productivity and slaughter rates of pigs when using a probiotic preparation

Tsaruk L.L.

Probiotic feed additives in pig diets can be an alternative and highly effective way to solve a number of problems in industrial pig production.

In the course of the studies, it was revealed that different conditions for the use of a probiotic preparation for suckling piglets cause changes in the productivity of young animals in their further cultivation.The probiotic preparation "Probiol ENZIM Feeds" was studied in two ways of feeding suckling piglets: soluble (125 g/m3) and loose (250 g/t) in summer and winter periods.

It was found that in the summer period the best growth rates were in animals treated with the probiotic preparation "Probiol ENZIM Feeds" in electrolyte-soluble form, and in winter - with feed in the amount of 0,25 kg/t. The best fattening properties during the growing period were found in pigs that received a probiotic preparation in loose form during the suckling period.

In particular, when using a new feeding factor in a soluble form in the summer period, it is possible to achieve an increase in the live weight of piglets at weaning by 6,8%, gross gain - by 7,4%, average daily - by 10,6%. In winter, the best results were obtained when using a probiotic in loose form, where an increase in live weight occurred by 11,1%, gross growth - by 12,6% and average daily growth - by 17,7%.

During the growing period, young pigs of the first experimental group had 6,8 g greater average daily gains; in the winter period of our research, pigs that received a probiotic preparation with feed during the suckling period reached slaughter conditions 3 days faster.

The carcasses of pigs that received a probiotic preparation with feed during the lactation period were 2,07% heavier, the slaughter yield was 1,3% higher, and the fat thickness was 3,37 mm more.

When using the loose method of feeding a new feeding factor for suckling piglets, it is possible to increase the yield of fat from the carcass and increase the meatiness of the carcass by 2,41%.

Calculations have proved that when using Probiol ENZIM Feeds with feeding for suckling piglets, it is possible to achieve an increase in the profitability of pork production by 2,86 hryvnia / hryvnia. expenses.

Key words: probiotic preparation, feeding, young pigs, large white breed, productivity, economic efficiency.

Copyright: Царук Л.Л. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Царук Л.Л. https://orcid.org/0000-0002-6218-2546

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 664.8.035.76

Антимікробний ефект етерних олій у складі їстівних плівок *(огляд)*

Димань Т.М.

Білоцерківський національний аграрний університет

Димань Т.М. E-mail: tetyana.dyman@btsau.edu.ua

Димань Т. М. Антимікробний ефект етерних олій у складі їстівних плівок (*огляд*). Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 124–134.

Dyman T. Antimicrobial effect of essential oils in content of edible films (*review*). «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 124–134.

Рукопис отримано: 18.03.2022 р.
Прийнято: 31.03.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-124-134

Глобалізація торгівлі харчовими продуктами, щораз вищий попит на мінімально оброблені, прості в приготуванні, готові для споживання харчові продукти, а також поширення централізованого перероблення продовольчої сировини створюють серйозні проблеми для харчової безпеки. Спалахи інфекційних захворювань аліментарного походження стимулюють пошук інноваційних способів підвищення безпеки і терміну придатності готових для споживання харчових продуктів. Не менш актуальною є проблема утилізації твердих побутових відходів, значну частку яких становить упаковка харчових продуктів, тому в останню декаду значно підвищився інтерес до їстівних плівок і упаковок.

Етерні олії належать до природних антибактеріальних агентів, які можуть успішно використовуватись у їстівних плівках як заміна синтетичним сполукам. Численні дослідження довели, що антимікробні плівки і покриття з додаванням етерних олій ефективні для зниження рівня таких патогенних мікроорганізмів як *Listeria monocytogenes, Salmonella Typhi, Staphilococcus aureus, Escherichia coli O157:H7* та ін. Етерні олії мають зареєстрований Європейською комісією і США статус GRAS (*Generally Recognized as Safe* – загальновизнані як безпечні). Вони містять широкий спектр вторинних метаболітів, які здатні пригнічувати або сповільнювати ріст бактерій, дріжджів і плісняви. Крім зовнішнього застосування на поверхні харчових систем, складники етерних олій можуть дифундувати в їжу для знешкодження цільових мікроорганізмів. У статті узагальнено поточну інформацію про джерела, властивості, обмеження та перспективи використання летких етерних олій та їх компонентів у складі їстівних плівок і упаковки для забезпечення безпеки харчових продуктів. Попри численні переваги, додавання цих сполук до складу їстівних плівок потребує додаткових досліджень, зокрема з визначення оптимальних інгібувальних концентрацій, механічних та функціональних властивостей плівок тощо.

Ключові слова: етерні олії, їстівні плівки, антибактеріальні добавки, біодеструкція, харчова безпека.

Вступ

Глобалізація торгівлі харчовими продуктами, щораз вищий попит на мінімально оброблені, прості в приготуванні, готові для споживання харчові продукти, а також поширення централізованого перероблення продовольчої сировини створюють значні проблеми для харчової безпеки. За даними ВООЗ, щороку інфекційними захворюваннями аліментарного походження у світі хворіють понад 550 млн осіб, а 230 тис. осіб помирають. Сьогодні розбірливі споживачі висловлюють занепокоєння щодо самої природи як харчових продуктів, так і їх упаковки, яка безпосередньо контактує з продуктом.

Не менш актуальними є проблеми утилізації твердих побутових відходів, значну частку яких становить упаковка харчових продуктів, поліпшення екосередовищного стану в Україні, зменшення економічних видатків на облашту-

вання дедалі нових полігонів для складування побутових відходів. Використання пластмас у системах пакування харчових продуктів призвело до безпрецедентного зростання забруднення навколишнього природного середовища пластиком. Прогнозують, що до 2050 року воно зросте у світі вдвічі [17, 25].

У зв'язку з наведеним вище в останню декаду значно підвищився інтерес до їстівних плівок і упаковок. Технологи харчової галузі нині розвивають ідею антимікробних плівок, які мають вирішити проблеми мікробної контамінації продуктів, стійкості до антимікробних препаратів та забруднення довкілля пластиком. Необхідно розробити їстівні плівки і пакувальні матеріали, які зберігатимуть якість і гарантуватимуть безпеку харчових продуктів завдяки різним інкорпорованим добавкам, утримуючи кількість мікроорганізмів у допустимих межах [1, 15].

Мета огляду – узагальнення наявної інформації про джерела, властивості і перспективи використання летких етерних олій у складі їстівних плівок і упаковки для забезпечення безпеки харчових продуктів.

Їстівні плівки

Їстівні плівки – це тонкі плівки, виготовлені із їстівного матеріалу, які діють бар'єром для зовнішніх чинників (волога, гази, пари), захищаючи продукт, подовжуючи термін його зберігання і поліпшуючи якість [12]. Їстівні плівки використовують як обгортки чи упаковки для харчових продуктів. Для їх виробництва використовують різноманітні харчові інгредієнти, вилучені із м'яса, овочів і фруктів, зернових, горіхів. Плівки спроможні гальмувати вивільнення із продукту активних сполук, зокрема антиоксидантів, ароматизаторів та антимікробних речовин. Їх товщина зазвичай менш як 0,3 мм [29].

За хімічним складом компоненти їстівних плівок розділяють на три основні категорії: гідроколоїди, ліпіди та композити. До гідроколоїдів належать білки і полісахариди, зокрема крохмаль, альгінат, похідні целюлози, хітозан та агар. Ліпіди охоплюють ацилгліцерини, жирні кислоти та воски. Композити містять як гідроколоїдні компоненти, так і ліпіди [10].

Завдяки добрим плівкотвірним властивостям найчастіше використовуваними макромолекулами для створення їстівних плівок є білки (сироваткові білки молока, пшеничний білок глютен, соєвий білок, білок тритикале, білок гороху, білок риби), полісахариди (хітозан, крохмаль, альгінат, гідроксипропілметилцелюлоза, карбоксиметилцелюлоза) та їх суміші [36].

Рецептуру їстівної плівки визначають залежно від її бажаних функцій, передусім бар'єрних властивостей проти кисню, вологонепроникності, біодеструкції, естетичного зовнішнього вигляду [6, 12, 19]. З огляду на те, що кожний компонент композитної матриці характеризується різними властивостями, функціональність їстівних плівок може значно варіювати. Наприклад, плівки із білків чи полісахаридів зазвичай мають добру механічну стійкість і газобар'єрні якості, однак погано захищають від водяної пари. На відміну від них плівки із ліпідів характеризуються високими пароізоляційними властивостями, тимчасом механічна міцність низька, а киснева проникність висока [29].

У разі поєднання різних компонентів вони можуть взаємодіяти і сприяти утворенню плівок з поліпшеними властивостями. Так, поєднання фруктових пюре з різними желювальними агентами на кшталт альгінатів може поліпшити вологозахисні і розтягувальні властивості плівок на основі фруктів [12].

Приготування їстівних плівок передбачає щонайменше один компонент, здатний утворювати відповідну суцільну, когезійну та адгезивну матрицю. Така рецептура містить плівкоутворювач (макромолекула), розчинник (вода, етанол та ін.), пластифікатори (гліцерин, сорбіт та ін.), агент, що регулює pH (кислота, гідроксид натрію та ін.) та, за необхідності, антимікробний агент [30].

Потенційні переваги використання їстівних плівок в індустрії свіжих продуктів полягають у наступному:

– забезпечення бар'єру вологи на поверхні продуктів і запобігання втратам вологи;

– забезпечення достатнього газового бар'єру для контролю газообміну та обміну леткими сполуками між свіжими продуктами і навколишнім середовищем (створення модифікованої атмосфери, запобігання втратам летких ароматичних сполук і колірних компонентів із свіжих продуктів і набуттю сторонніх запахів);

– захист продуктів від фізичних пошкоджень, спричинених механічним впливом, тиском, вібраціями та іншими чинниками;

– використання як носія для інших функціональних інгредієнтів, таких як антимікробні та антиоксидантні агенти, нутріцевтики, колірні та ароматичні інгредієнти для зниження мікробного навантаження, сповільнення окиснення і знебарвлення, поліпшення якості і подовження терміну зберігання продуктів;

– здатність до самодеструкції та екобезпека [3, 7, 21, 36].

Антибактеріальні плівки

На поверхні свіжих чи перероблених харчових продуктів інтенсивно розвиваються мікроорганізми. Розроблення антимікробних їстівних плівок для захисту свіжих і оброблених харчових продуктів від патогенних для людини бактерій і подовження терміну зберігання продукту – нова тенденція в дослідженнях безпеки харчових продуктів. Антимікробні їстівні плівки можуть стати ефективним засобом боротьби з патогенами і мікроорганізмами, які передаються через їжу, що уможливить підвищення безпеки харчових продуктів і запобігатиме їх швидкому псуванню.

Безпосереднє внесення антимікробних засобів у харчові продукти не завжди ефективне, оскільки різні компоненти цих продуктів можуть пригнічувати антимікробну дію добавок. У зв'язку з цим для інгібування чи припинення росту харчових патогенів та інших мікроорганізмів на поверхні продуктів застосовують антибактеріальні плівки [19]. Останні бувають двох видів: у першій антибактеріальний агент мігрує лише на поверхню продукту, у другій – має здатність проникати всередину продукту.

Внесення синтетичних мікробних препаратів у їстівні плівки зумовлює низку проблем, пов'язаних з потенційними негативними наслідками для здоров'я людини. Через це перевагу надають натуральним і нешкідливим консервантам, отриманим із різноманітних природних джерел. Існує декілька категорій антимікробних засобів, які додають у їстівні плівки.

Хітозан – полісахарид, який отримують у результаті деацетилювання біополімеру хітину, що міститься в панцирах ракоподібних, а також у клітинних стінках грибів. Він має антимікробну дію завдяки аміногрупі ($-NH_2$) у своєму складі, яка може бути протонована до NH_3^+ і утворювати електростатичні взаємодії з аніонними групами мембран мікробних клітин, руйнуючи останні. Доведено антимікробну дію хітозану проти *Escherichia coli, Bacillus cereus, Salmonella typhimurium, Listeria monocytogenes, Staphilicoccus aureus, Botrytis cinerea, Candida lambica, Fusarium oxysporum, Rhizoctonia solani*. Крім того, хітозан має добрі плівкотвірні властивості, зумовлені його полікатіонною природою [11, 13, 30].

Хітоолігосахарид – це фракція олігосахаридів, яку отримують методом хімічного чи ферментативного гідролізу хітозану. Ця сполука має протигрибкову та антибактеріальну дію. Позитивно заряджені молекули хітоолігосахаридів взаємодіють з негативно зарядженими бактеріями, спричиняючи порушення в клітині. Доведено антимікробну активність плівок з хітоолігосахаридом щодо *S. aureus, E. coli, Yarrowia lipolytica* [30].

Сироватковий протеїн отримують як побічний продукт у молочній промисловості. Він має високу біологічну активність, а також проявляє антимікробну дію, однак механізм дії біоактивних пептидів, отриманих із сироватки, остаточно не з'ясовано [11, 28].

Лактопероксидаза – це білок (глікопротеїновий фермент), присутній у молоці, молозиві, слині та інших виділеннях. Має бактерицидні та бактеріостатичні властивості. Додавання цієї речовини до розчину хітозану, яким покривали філе форелі, сприяло значному зниженню кількості психротрофних та мезофільних бактерій, а також *Shewanella putrifaciens, Pseudomonas fluorescens* [28].

Лактоферин – залізозв'язувальний глікопротеїн, що належить до родини трансферинів і присутній у молоці та інших рідинах ссавців. Він проявляє бактерицидну та бактеріостатичну активність проти широкого спектра бактерій. Його залізозв'язувальна здатність позбавляє деякі бактерії (*Salmonella spp, L. monocytogenes, Bacillus stearothermophilus, E. coli, B. subtilis, Shigella dysenteriae*) поживних речовин, необхідних для розмноження [5].

Лізоцим – фермент, присутній у яєчному білку, крові, молоці, має активність проти грампозитивних та грамнегативних бактерій. Біокомпозитні їстівні плівки із гідроксипропілметилцелюлози з різними концентраціями хітозану і біоактивного препарату цистатину/лізоциму продемонстрували антагоністичну дію проти *Micrococcus flavus, B. cereus, E. coli, P. fluorescens, Candida famata* [5, 28].

Нізин – це антимікробний пептид (бактеріоцин), що виробляється штамами *Lactococus lactis* subsp. *Lactis*. Він проявляє антимікробну дію щодо широкого спектра грампозитивних бактерій, однак виявляє незначну активність або зовсім не має активності щодо грамнегативних бактерій. Нізин використовують у харчовій промисловості як безпечний природний консервант. Його успішно інкорпорують в ізолят сироваткового білка, ізолят соєвого білка, хітозан та інші плівки. Плівка з нізином ефективна проти таких патогенних бактерій як *L. monocytogenes, S. aureus* та *B. cereus* [30].

Як харчові консерванти широко відомі численні органічні кислоти та їх солі. У різних композитних матрицях їстівних плівок застосовують сорбат калію, сорбінову, парааміно-бензойну, яблучну, молочну, пропіонову та інші кислоти. Ці речовини можуть бути ефективними проти *E. coli O157:H7, L. monocytogenes, S. typhimurium, S. aureus, B. cereus* та деяких

грибів, зокрема *Aspergillus niger, A. flavus, A. parasiticus ma Fusarium incarnatum* [16, 30].

Особливе значення як антимікробний засіб у їстівних плівках мають етерні олії та рослинні екстракти. Інкапсуляцію цих біологічно активних речовин за допомогою різних методів, зокрема нанокапсулювання, розпилювального сушіння, полімеризації та інших, було визначено провідними стратегіями поліпшення характеристик їстівних плівок [28].

Антибактеріальні властивості етерних олій

Етерні олії – це багатокомпонентні суміші летких речовин, що утворюються в різних органах рослин, та випаровуються за звичайної температури. До їх складу входять вуглеводні, а також оксигеновмісні сполуки, зокрема спирти, кетони, альдегіди, кислоти аліфатичні та циклічні, етери та естери [33].

Одержують етерні олії перегонкою з водяною парою, екстракцією, пресуванням. Вибір того чи іншого способу залежить передусім від кількості та хімічного складу олій, морфолого-анатомічних властивостей сировини та галузі застосування [4, 33].

Рослинні екстракти і етерні олії здавна використовують для поліпшення смаку і створення характерних ароматів, а також для подовження термінів зберігання харчових продуктів запобіганням розмноженню патогенної мікрофлори та мікроорганізмів псування [7, 22].

Етерні олії мають зареєстрований Європейською комісією і США статус GRAS (*Generally Recognized as Safe* – загальновизнані як безпечні). Численні етерні олії було випробувано як антимікробні агенти у складі їстівних плівок. Вони багаті на монотерпени, сесквитерпени, ефіри, альдегіди, кетони, кислоти, флавоноїди і поліфеноли – речовини, які добре відомі своїми антимікробними властивостями (табл. 1).

Терпени – це вуглеводні, що утворюються в результаті об'єднання кількох ізопренових одиниць (C_5H_8). Вони синтезуються в цитоплазмі рослинної клітини. Найвідоміші серед терпенів – р-цимен, лимонен, терпінен, сабінен і пінен. Тести *in vitro* показали, що за використання терпенів як окремих сполук високої антибактеріальної активності досягати не вдається [24].

Терпеноїди – це терпени з доданими молекулами кисню чи метильними групами, які було переміщено чи видалено специфічними ферментами. Найпоширеніші представники – тимол, карвакрол, ліналоол, ментол, гераніол, ліналілацетат, цитронелал та піперитон. Антимікробна активність більшості терпеноїдів пов'язана з їх функціональними групами. Зокрема, важливими чинниками забезпечення антимікробної дії є наявність і розташування в молекулі гідроксидної групи, а також делокалізованих електронів. Наприклад, тимол і карвакрол структурно аналогічні, однак розташування гідроксидних груп у їх молекулах різне. Хоча сполуки проявляють подібні антимікробні властивості, механізми їх дії проти грампозитивних та грамнегативних мікроорганізмів різняться [24].

Фенілпропени називають так тому, що вони містять шестивуглецеву ароматичну фенольну групу і трьохвуглецевий пропеновий «хвіст» із коричної кислоти, що утворюється на першому етапі біосинтезу фенілпропаноїдів. Евгенол, ізоевгенол, ванілін, сапрол і цінамальдегід – найбільш вивчені фенілпропени. Антимікробна активність цих молекул забезпечується здебільшого їх вільними гідроксидними групами. Антимікробну дію евгенолу пояснюють наявністю подвійного зв'язку в α, β-положеннях бокового ланцюга і метильної групи, розташованої в γ-положенні. Антимікробна активність фенілпропенів також залежить від типу і кількості замін в ароматичному кільці і, як у більшості етерних олій, від штаму мікроорганізмів та умов, в яких тестується етерна олія [18, 24].

Загалом фенілпропени проявляють різну антибактеріальну активність. Наприклад, ізоевгенол активніший проти бактерій, ніж евгенол, а також ефективний проти дріжджів і плісняви. Ці дві сполуки проявляють більшу активність проти грамнегативних бактерій, ніж проти грампозитивних [21].

Терпени і фенольні сполуки здатні пошкоджувати клітинні стінки бактерій, руйнувати цитоплазматичну мембрану, призводити до втрати клітинних компонентів. За зниження pH, яке відбувається через порушення клітинної мембрани, клітинні процеси (транскрипція ДНК, синтез білка та активація ферментів) також порушуються. Зрештою, ці ефекти призводять до гибелі мікроорганізмів [34]. Остаточно механізм дії зазначених речовин проти бактерій не з'ясовано, оскільки кожна сполука в різних етерних оліях проявляє унікальну антимікробну дію, специфічну для певного спектра харчових продуктів [6]. Крім зовнішнього застосування на поверхні харчових систем, складники етерних олій можуть дифундувати в їжу для знешкодження цільових мікроорганізмів [4, 18].

Friedman M. et al. [14] дослідили антибактеріальну активність 120 рослинних олій і їх сполук проти чотирьох видів патогенів, які найчастіше зустрічаються в харчових продуктах, і довели, що карвакрол, цинамальдегід, орегано є ефективними антибактеріальними засобами проти стійких до антибіотиків харчових патогенів (табл. 2).

Таблиця 1 – **Антимікробні компоненти деяких етерних олій**

Джерело етерної олії	Латинська назва	Антимікробний компонент
Апельсин	*Citrus sinensis*	Лімонен (~90 %), деканаль (0,9–3,2 %)
Васильки справжні	*Ocimum basilicum*	Евгенол (52–82 %), *цис*-β-О-оцимен (10–16 %), ліналоол (10–16 %), кадинени (10–12%), санталени (6–8 %), метилхавікол (до 6 %)
Бергамот	*Citrus bergamia*	Ліналілацетат (32–44 %), лімонен (18–30 %), ліналоол (12–15 %), фурокумарин бергаптен (5–6 %)
Гвоздика Гвоздичне дерево	*Syzygium aromaticum*	Евгенол (60–95 %), евгенолу ацетат (2–27 %), каріофілен (5–15 %)
Імбир лікарський	*Zingiber officinale*	Зингіберен, β-бісаболен, β-сесквіфеландрен, монотерпенові альдегіди і спирти.
Кориця (цинамон)	*Cinnamomum verum*	Евгенол (70–85 %), ліналоол (1,5–3,5 %), β-каріофілен (1,5–7 %), сафрол – менше 3 %, цинеол – менше 1 %, кумарин – менше 1 %
Коріандр (насіння)	*Coriandrum sativum*	Ліналоол (26-65 %) Е-2-деканаль (0-20 %), деканол, ліналілацетат, пінен, борнеол, терпінен, мірцен
Материнка (орегано)	*Origanum vulgare*	Карвакрол (68 %), тимол, α-пінен (3 %), камфен, мірцен (2 %), γ -терпінен, р-цимен (16 %)
Розмарин	*Rosmarinus officinalis*	1,8-цинеол (15–30 %), камфора (10–25%), α-пінен (10–25 %), борнеол (10–15 %), камфен (до 8%), каріофілен, борнілацетат, лимонен, смоли
Фенхель	*Foeniculum vulgare*	Транс-анетол (до 60 %), фенхон, метилхавікол, α-пінен, α-феландрен та ін.
Цитронела	*Pelargonium citrosum*	Гераніол (20–25 %), цитронелаль (30–45 %), цитронелол (9–15%), геранілацетат (3–8 %), лімонен
Часник	*Allium sativum*	Аліцин (70 %)
Чебрець (тим'ян)	*Thymus vulgaris*	Тимол (10–64 %), р-цимен (10–56 %), ліналоол (4–6,5 %), γ-терпінен (2–31 %), карвакрол (1–11 %)
Шавлія	*Salvia officinalis (Salvia sclarea)*	Камфора (6–15 %), α-пінен (4– 5 %), β-пінен 2–10 %), 1,8-цинеол (6–14 %), α-туйон (20–42 %), Ліналілацетат (до 75 %), ліналоол (до 20 %)

Джерело: складено автором за [8, 18, 33].

Таблиця 2 – **Антибактеріальна активність природних джерел рослинного походження**

Бактерія	Джерело антибактеріального агента	Антибактеріальна активність BA_{50}*, %
Campilobacter jejuni	гарденія, гіркий апельсин, жасмин, календула, корінь імбиру, кедрове дерево, насіння моркви, насіння селери, пачулі, полин, спікенард	0,003–0,009
Escherichia coli O157:H7	гвоздика, кориця, лавровий лист, лимонна трава і пряність, материнка, чебрець	0,046–0,14
Listeria monocytogenes	гарденія, гвоздика, кедрове дерево, кориця, лавровий лист, чебрець, пачулі	0,057–0,092
Salmonella enterica	гвоздика, майоран, лавровий лист, кориця, орегано, чебрець	0,045–0,14

Примітка: *BA_{50} – відсоток олії у фосфатному буфері, за якого загинуло 50 % бактерій.

Джерело: складено автором за [14].

На антимікробну активність етерних олій впливають різні чинники, серед яких найзначущим є температура зберігання продукту. Підвищення температури зазвичай прискорює міграцію активних агентів у плівці, тимчасом охолодження сповільнює швидкість міграції [12].

Крім антибактеріального ефекту, етерні олії здатні впливати на фізико-хімічні властивості їстівних плівок. Основні бажані характеристики останніх – проникність водяної пари і висока механічна міцність. Важливо, щоб плівки інгібували втрати вологи та окиснювальне прогіркання продукту, а також щоб вони істотно не впливали на зовнішній вигляд кінцевого продукту. Додавання деяких етерних олій у їстівні плівки може змінювати їх природне забарвлення. Колір плівки може навіть визначати прийнятність продукту для споживача. Ступінь змін залежить від концентрації добавки. Темні відтінки плівок отримують за використання у яблучних плівкотвірних розчинах олій кориці та гвоздики [12].

У повідомленні [9] зазначається, що присутність етерної олії орегано як антимікробного агента у плівці на основі полібутиленадіпат-котерефталату (PBAT) поліпшувала проникність водяної пари. В іншому дослідженні додавання етерної олії естрагону в їстівні плівки на основі ізоляту сироваткового білка поліпшувало вологозахисні властивості, водорозчинність, забарвлення та прозорість плівки, а також знижувало її опір проколюванню і деформацію під час проколювання [31]. Їстівні покриття на основі крохмалю солодкої картоплі з різними концентраціями (2–6 %) етерної олії чебрецю значно поліпшували різні характеристики продукту (твердість, пружність та ін.) упродовж всього терміну зберігання порівняно зі зразками без покриття [2]. Дослідження фізико-хімічних властивостей хітозанових плівок з додаванням етерної олії орегано показали, що вони мають більш прийнятну товщину, підвищену еластичність і водночас знижену міцність щодо проколювання і розтягування, а також нижчі вологобар'єрні властивості, ніж хітозанові плівки без добавок [34].

Використання етерних олій у плівках для різних харчових продуктів

Застосування систем активної протимікробної упаковки на основі біополімерів у поєднанні з різними біологічно активними речовинами мають великий потенціал щодо поліпшення якості і підвищення безпеки різних груп харчових продуктів, а також подовження терміну їх придатності [32].

Застосування їстівних плівок, що містять суміш етерних олій чи рослинних екстрактів, для покриття м'яса, птиці, риби, свіжих фруктів, овочів та горіхів зумовлює дедалі більший інтерес у харчовому виробництві. У таблицях 3 і 4 узагальнено дані численних публікацій, присвячених застосуванню етерних олій та їх компонентів у складі антимікробних плівок для різних харчових систем.

Обмеження у використанні етерних олій у їстівних плівках

Попри низку переваг етерних олій і поліфенольних сполук, вони мають недоліки, що обмежують їх застосування в харчових продуктах. Зокрема, здатність мігрувати в упаковані/обгорнуті харчові продукти, спричиняючи небажані зміни їх сенсорних характеристик. У процесі змішування летких і нелетких компонентів продукт набуває стороннього смаку і запаху. Інтенсивний аромат етерних олій, навіть за низьких концентрацій, може спричиняти негативні органолептичні ефекти, які перевищують пороги, прийнятні для споживача [20].

Через високу леткість, гідрофобність, швидку окиснюваність, фототермічну деградацію їх слушно використовувати саме у складі їстівних плівок, а не способом прямого додавання до складу харчових продуктів [28]. Перевага внесення летких компонентів етерних олій у харчові плівки чи покриття полягає в тому, що швидкість дифузії агентів із харчового продукту може бути зменшена, що уможливлює збереження активних сполук у складі самого продукту і на його поверхні впродовж тривалого часу [24]. Спосіб мінімізації органолептичних ефектів етерних олій, доданих до матриці харчового продукту, полягає в інкапсуляції етерних олій в наноемульсії. Такий підхід підвищує стабільність летких компонентів, захищаючи їх від взаємодії з харчовою матрицею, і підвищує антимікробну активність завдяки збільшенню пасивного поглинання клітинами [10, 20]. Зниження концентрації етерних олій без втрат для антимікробної активності може бути також досягнуто їх поєднанням з іншими антимікробними сполуками, що забезпечує синергетичний ефект [18]. Застосування мікро- та нанокапсуляційних технологій у галузі харчових покриттів та плівок дає змогу підвищити сумісність різних функціональних добавок і надалі розширити можливості їх використання для зберігання харчових продуктів [23, 26]. Комбінування етерних олій, які дають синергетичний ефект, відкриває широкі можливості для формування антимікробних сумішей з метою використання для консервування харчових продуктів без істотних змін їх органолептичних характеристик.

Таблиця 3 – **Приклади використання етерних олій як антимікробних агентів у їстівних плівках**

Назва рослини-джерела етерної олії	Базовий компонент їстівної плівки (матриця)	Цільові мікроорганізми	Харчовий продукт
1	2	3	4
Апельсин	желатин	психротрофні бактерії *Enterobacteriaceae*	креветки
Гвоздичне дерево	желатин-хітозан	*Enterobacteriaceae*	охолоджена тріска
	Gelatin	загальна кількість бактерій молочнокислі бактерії *Pseudomonas spp.* *Enterobacteriaceae*	риба
Гвоздика+ койєва кислота	хітозан	аеробні бактерії	білі креветки
Імбир	сорбітол, протеїновий ізолят, альгінат	*E. coli O157:H7* *S. aureus*	сири касері (із овечого молока)
	казеїнат натрію	аеробні психрофільні бактерії	куряче філе
Лемонграс	альгінат	психротрофні бактерії дріжджі і пліснява *E.coli*	яблука
Материнка (орегано)	сорбітол-пластифікований сироватковий протеїн	молочнокислі бактерії *Pseudomonads spp.*	свіжа яловичина
	молочний білок	*E. coli O157:H7*	яловичина
	хітозан	*L. monocytogenes* *E. coli O157:H7*	м’ясо болонья
	соєвий протеїн	*Коліформні бактерії* *Pseudomonas spp.*	яловичні котлети
	желатин	загальні бактерії псування	сардина холодного копчення
	мандаринова клітковина	*S. aureus*	знежирений сир
	ізолят сироваткових білків	бактерії псування, пліснява	полуниця
	камедь насіння васильків	аеробні мезофільні мікроорганізми дріжджі і пліснява	абрикоси
Материнка+ чебрець	соєвий протеїн	*E. coli O157:H7* *S. aureus* *P. aeruginosa* *Lactobacillus plantarum*	котлети з яловичного фаршу
Материнка+ часник	ізолят сироваткового протеїну	бактерії псування *E. coli* *Salmonella enteritidis* *L. monocytogenes* *S. aureus* *Penicillium spp.*	сири касері
Павловнія повстяна	хітозан	бактерії псування	свинячі відбивні
Розмарин	желатин	бактерії псування	сардина холодного копчення
Розмарин+лавр благородний	нановолокна зеїну	*L. monocytogenes* *S. aureus*	тверді сири
Цинамон (кориця)	хітозан	*Alternaria alternata*	інжир
	альгінат натрію і карбоксиметил-целюлоза	*S. aureus* *E. coli*	банани

Продовження табл. 3

1	2	3	4
Цинамон + материнка+ чебрець	яблучне пюре томатне пюре	*Aspergillus flavus*	мигдаль
Цинамон+соєва олія	альгінат натрію	*L. monocytogenes* *S. enterica* *E. coli O157:H7*	диня
Цинамон+нанодіоксид титану	крохмаль саго	*E. coli* *S. typhimurium* *S. aureus*	фісташки
Часник	хітозан і сироватковий протеїн	бактерії псування *E. coli* *Salmonella enteritidis* *L. monocytogenes* *S. aureus* *Penicillium spp.*	ковбаса у вакуумній упаковці
Чебрець	соєвий протеїн	коліформи *Pseudomonas spp.*	яловичні котлети
Чебрець+ β-циклодекстрин+ ε-полілізин	нановолокна желатину	*Campylobacter jejuni*	м'ясо птиці

Джерело: узагальнено автором за [8, 10, 12, 28, 34].

Таблиця 4 – **Приклади використання компонентів етерних олій як антимікробних агентів у їстівних плівках**

Компонент етерної олії	Базовий компонент їстівної плівки (матриця)	Цільові мікроорганізми	Харчовий продукт
Карвакрол	яблучне пюре	*Clostridia perfringens*	охолоджений варений яловичний фарш
	яблучна плівка	*E. coli O157:H7*	смажені яловичні котлети для гамбургерів, куряча грудка (сира і варена)
	яблучне пюре томатне пюре	*E. coli O157:H7*	шпинат
	хітозан/ циклодекстрин	мезофільні, психрофільні мікроорганізми молочнокислі бактерії дріжджі і пліснява *Pseudomonas spp.* *Enterobacteriaceae*	свіжа курятина
Карвакрол+ цинамальдегід	високометоксильний пектин і пюре з яблука, моркви чи гібіскуса	*L. monocytogenes*	шинка і м'ясо больнья
Наноемульсія поліфенолів (орегано, галова кислота і кверцетин)	композит желатину і карагінану	*E. coli* *Salmonella typhimurium*	м’ясо птиці
Тимол	хітозан	*Botrytis cinerea*	помідори чері
Цинамальдегід (кориця)	хітозан	*Enterobacteriaceae* *S. liquefaciens*	м’ясо болонья
	яблучне пюре томатне пюре	*E. coli O157:H7*	шпинат
Цитраль+евгенол	альгінат і пектин	аеробні мезофільні мікроорганізми дріжджі і пліснява	малина

Джерело: узагальнено автором за [8, 10, 12, 28, 34].

Важливі характеристики, які необхідно враховувати у разі застосування етерних олій як інгредієнта їстівних плівок, – токсичність і алергенність. Низка етерних олій, які часто використовують у їстівних покриттях як антибактеріальні агенти, і які мають статус GRAS, можуть спричиняти алергічні реакції і пероральну токсичність. Отже, необхідно дотримуватися балансу між ефективністю дози етерної олії чи рослинного екстракту та ризиком їх токсичності [26, 27].

З огляду на те, що їстівні плівки і покриття стають частиною споживаної їжі, всі матеріали, використовувані в продуктах, мають бути належним чином заявлені на етикетці [29].

Широкому застосуванню етерних олій як природних антибактеріальних агентів у складі їстівних плівок перешкоджає також висока вартість їх виробництва.

Їстівні плівки з додаванням етерних олій – перспективний об'єкт досліджень, однак у виробничій сфері вони наразі не набули популярності, вочевидь, через низький комерційний інтерес. Відтак, необхідні подальші дослідження, щоб адаптувати розроблену технологію до складних потреб індустрії пакування харчових продуктів. Як зазначалося вище, великі перспективи мають нанотехнології, зокрема для розроблення інкапсульованих їстівних плівок з незмінною ультраструктурою й поліпшеними бар'єрними властивостями [1, 10, 26]. Наявні моделі попиту дають змогу припустити, що для активної упаковки, яка має низький вуглецевий слід і підтримує стале споживання, наявне широке поле для впровадження [17, 35].

Висновки. Отже, використання в харчовій промисловості їстівних плівок, що містять леткі етерні олії рослинного походження як антимікробний компонент, є інноваційним підходом до підвищення харчової безпеки і терміну зберігання харчових продуктів. З погляду корисних фізичних і хімічних властивостей, етерні олії можуть істотно поліпшити якість харчових продуктів, у яких вони містяться, щодо біологічної дії – позитивно впливати на організм людини. Їстівні плівки, збагачені етерними оліями чи їх компонентами, можуть бути ефективною, нетоксичною і стійкою альтернативою проблемній упаковці на основі пластику.

REFERENCES

1. Abdollahzadeh, E., Nematollahi, A., Hosseini, H. (2021). Composition of antimicrobial edible films and methods for assessing their antimicrobial activity: A review. Trends Food Sci. Technol. (110), pp. 291–303.

2. Alotaibi, M.A., Tayel, A.A., Zidan, N.S., El Rabey, H.A. (2019). Bioactive coatings from nano-biopolymers/plant extract composites for complete protection from mycotoxigenic fungi in dates. J. Sci. Food Agric. 99, pp. 4338–4343.

3. Ataei S., Azari, P., Hassan, A., Pingguan-Murphy, B., Yahya, R., Muhamad, F. (2020). Essential oils-loaded electrospun biopolymers: A future perspective for active food packaging. Adv. Polym. Technol. 2020, Article ID 9040535. DOI:10.1155/ 2020/9040535

4. Atarés, L., Chiralt, A. (2016). Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging. Trends Food Sci. Technol. (48), pp. 51–62.

5. Barbiroli, A., Bonomi, F., Capretti, G., Iametti, S., Manzoni, M., Piergiovanni, L. (2012). Antimicrobial activity of lysozyme and lactoferrin incorporated in cellulosebased food packaging. Food Control. Vol. 26(2), pp. 387–392. DOI:10.1016/j. foodcont.2012.01.046.

6. Bastarrachea, L., Dhawan, S., Sablani, S. (2011). Engineering properties of polymeric-based antimicrobial films for food packaging: A review. Food Eng. Rev. no. 3, pp. 79–93.

7. Bizymis, A.P., Tzia, C. (2021). Edible films and coatings: Properties for the selection of the components, evolution through composites and nanomaterials, and safety issues. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2021. pp. 1–16.

8. Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. International Journal of Food Microbiology. Vol. 94, pp. 223– 253.

9. Cardoso, L.G., Pereira Santos, J.C., Camilloto, G.P., Miranda, A., Druzian, L.J.I., Guimaraes, A.G. (2017). Development of active films poly (butylene adipate co-terephthalate)–PBAT incorporated with oregano essential oil and application in fish fillet preservation. Ind. Crops Prod. (108), pp. 388–397.

10. Chawla, R., Sivakumar, S., Kaur, H. (2021). Antimicrobial edible films in food packaging: Current scenario and recent nanotechnological advancements-a review. Carbohydrate Polymer Technologies and Applications. (2). DOI:10.1016/j.carpta.2020.100024

11. Chen, H., Wang, J., Cheng, Y., Wang, C., Liu, H., Bian, H. (2019). Application of protein-based films and coatings for food packaging: a review. Polymers. Vol. 11(12), 2039 p. DOI:10.3390/polym11122039

12. Du, W.X., Avena-Bustillos, R.J., Hua, S.S.T., McHugh, T.H. (2011). Antimicrobial volatile essential oils in edible films for food safety. In. Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances. Ed. A. Méndez-Vilas. pp. 1124–1134.

13. Dutta, P. K., Tripathi, S., Mehrotra, G. K., Dutta, J. (2009). Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications. Food Chem. Vol. 114(4), pp. 1173–1182. DOI:10.1016/j.foodchem.2008.11.047.

14. Friedman, M., Henika, P.R., Mandrell, R.E. (2002). Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against Campylobacter jejuni, Escherichia coli O157:H7, Listeria monocytogenes, and Salmonella enterica. Journal of Food Protection. Vol. 65, pp. 1545–1560.

15. Future Markets Insights. Food Coating Ingredients Market: Global Industry Analysis and Opportu-

nity Assessment 2015–2025. Available at: http://www.futuremarketinsights.com/reports/food-coatingingredients-market/

16. Gan, I., Chow, W. S. (2018). Antimicrobial poly (lactic acid)/cellulose bionanocomposite for food packaging application: A review. Food Packag. Shelf Life. Vol. 17, pp. 150–161. DOI:10.1016/j.fpsl.2018.06.012

17. Guillard, V., Gaucel, S., Fornaciari, C., Angellier-Coussy, H., Buche, P., Gontard, N. (2018). The next generation of sustainable food packaging to preserve our environment in a circular economy context. Front. Nutr. (5), 121 p.

18. Hyldgaard, M., Mygind, T., Meyer, R. L. (2012). Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix component. Frontiers in microbiology. (3), Article 12. 24 p. DOI: 10.3389/fmicb.2012.00012

19. Ibarra, V. G., Sendón, R., de Quirós, A. R. B. (2016). Antimicrobial food packaging based on biodegradable materials. In J. Barros-Velázquez (Ed.), Antimicrobial food packaging. San diego, CA: Academic Press, pp. 363–384. DOI:10.1016/ B978-0-12-800723-5.00029-2.

20. Joshi, K., Sparks, P., Friedman, M., Olsen, C., McHugh, T., Ravishankar, S. (2021). Effect of Antimicrobial Edible Films on the Sensory and Physical Properties of Organic Spinach in Salad Bags. Nutr. Food Sci. (12), pp. 176–193.

21. Khaneghah, A. M., Hashemi, S. M. B., Limbo, S. (2018). Antimicrobial agents and packaging systems in antimicrobial active food packaging: an overview ofapproaches and interactions. Food Bioprod. Process. (111), pp. 1–19. DOI:10.1016/j.fbp.2018. 05.001

22. LaLonde, T., Bowser, T., Jadeja, R. (2019). Essential Oils as Antimicrobials. Madridge J. Food Technol. Vol. 4, pp. 163–169.

23. Nair, M.S., Tomar, M., Punia, S., Kukula-Koch, W., Kumar, M. (2020). Enhancing the functionality of chitosan and alginate-based active edible coatings/films for the preservation of fruits and vegetables: A review. Int. J. Biol. Macromol. (164), pp. 304–332.

24. Nazzaro, F., Fratianni, F., De Martino, L, Coppola, R., Incenzo De Feo, V. (2013). Effect of Essential Oils on Pathogenic Bacteria. Pharmaceuticals. Vol. 6, pp.1451–1474. DOI:10.3390/ph6121451.

25. Ncube, L.K., Ude, A.U., Ogunmuyiw, E.N., Zulkifli, R., Beas, I.N. (2021). An Overview of Plastic Waste Generation and Management in Food Packaging Industries. Recycling. (6), 12 p.

26. Nile, S.H., Baskar, V., Selvaraj, D., Nile, A., Xiao, J., Kai, G. (2020). Nanotechnologies in food science: Applications, recent trends, and future perspectives. Nano-Micro Lett. 12 (1), 45 p. DOI:10.1007/s40820-020-0383-9

27. Pereda, M., Marcovich, N. E., Ansorena, M. R. (2019). Nanotechnology in food packaging applications: Barrier materials, antimicrobial agents, sensors, and safety assessment. In L. Martínez, O. Kharissova, B. Kharisov (Eds.), Handbook of ecomaterials. pp. 1–22. Cham: Springer. DOI:10.1007/978-3-319-68255-6_30.

28. Punia, S., Chaudhary, V., Thakur, N., Kajla, P., Kumar, M., Trif, M. (2021). Natural Antimicrobials as Additives for Edible Food Packaging Applications: A Review. Foods. Vol. 10, 2282 p. DOI:10.3390/foods10102282

29. Ribeiro, A.M., Estevinho, B.N., Rocha, F. (2021). Preparation and incorporation of functional ingredients in edible films and coatings. Food Bioproc. Technol. Vol. 14, pp. 209–231.

30. Rocha, M., Ferreira, F. A., Souza, M. M., Prentice, C. (2013). Antimicrobial films: a review. In. Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and education. Ed. A. Méndez-Vilas. pp. 23–31.

31. Socaciu, M.I., Fogarasi, M., Semeniuc, C.A., Socaci, S.A., Rotar, M.A., Muresan, V., Pop, O.L., Vodnar, D.C. (2020). Formulation and Characterization of Antimicrobial Edible Films Based on Whey Protein Isolate and Tarragon Essential Oil. Polymers. Vol. 12, 1748 p.

32. Sofi, S. A., Singh, J., Rafiq, S., Ashraf, U., Dar, B. N., Nayik, G. A. (2018). A comprehensive review on antimicrobial packaging and its use in food packaging. Curr. Nutr. Food Sci. Vol. 14(4), pp. 305–312. DOI:10.2174/ 1573401313666170609095732

33. Swamy, M.K., Akhtar, M.S., Sinniah, U.R. (2016). Antimicrobial Properties of Plant Essential Oils against Human Pathogens and Their Mode of Action: An Updated Review. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 21 p. DOI:10.1155/2016/3012462

34. Valdés, A., Ramos, M., Beltrán, A., Jiménez, A. Garrigós, M.C. (2017). State of the Art of Antimicrobial Edible Coatings for Food Packaging Applications. Coatings Vol. 7(56), 23 p. DOI:10.3390/coatings7040056

35. Vila-Lopez, N., Küster-Boluda, I. (2020). A Bibliometric analysis on packaging research: Towards sustainable and healthy packages. Br. Food J. Vol. 123, pp. 684–701.

36. Zhong, Y., Godwin, P., Jin, Y., Xiao, H. (2020). Biodegradable polymers and greenbased antimicrobial packaging materials: a mini-review. Adv. Ind. Eng. Polym. Res. Vol. 3(1), pp. 27–35. DOI:10.1016/j.aiepr.2019.11.002

Antimicrobial effect of essential oils in content of edible films (review)

Dyman T.

The globalization of food trade, the growing demand for minimally processed, easy-to-prepare, ready-to-eat food, and the proliferation of centralized food processing pose serious problems for food safety. Outbreaks of infectious diseases of alimentary origin stimulate the search for innovative ways to increase the safety and shelf life of ready-to-eat foods. No less important is the problem of solid waste disposal, a significant share of which is food packaging. Therefore, in the last decade, interest in edible films and packaging has increased significantly. Essential oils are natural antibacterial agents that can be successfully used in edible films as a substitute for synthetic compounds. Numerous studies

have shown that antimicrobial films and coatings with the inclusion of essential oils are effective in reducing the level of pathogenic microorganisms such as *Listeria monocytogenes, Salmonella Typhi, Staphylococcus aureus, Escherichia coli O157: H7* and others.

Essential oils have the status of GRAS (Generally Recognized as Safe) registered by the European Commission and the United States. They contain a wide variety of secondary metabolites that are capable of inhibiting or slowing the growth of bacteria, yeasts and moulds.In addition to external application on the surface of food systems, the components of essential oils can diffuse into food to neutralize the target microorganisms. The article summarizes current information on the sources, properties, limitations and potential application of volatile essential oils and their compounds in edible films and packaging to ensure food safety. Despite the many advantages, the inclusion of these compounds in the composition of edible films requires additional research, in particular to determine the optimal inhibitory concentrations, mechanical and functional properties of the films and so on.

Key words: essential oils, edible films, antibacterial additives, biodegradation, food safety.

Copyright: Димань Т.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Димань Т.М. https://orcid.org/0000-0002-6428-1476

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 615.014

Метабіотики – розвиток пробіотичної концепції

Крижак Л. М.[1], Калініна Г. П.[2]

[1] *Вінницький торговельно-економічний інститут КНТЕУ*
[2] *Білоцерківський національний аграрний університет*

Крижак Л. М. E-mail: liliakrizhak44@gmail.com; Калініна Г. П. E-mail: halyna.kalinina@btsau.edu.ua

OPEN ACCESS

Крижак Л. М., Калініна Г. П. Метабіотики – розвиток пробіотичної концепції. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 135–142.

Kryzhak L., Kalinina H. Metabiotics - development of probiotic concept. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 135–142.

Рукопис отримано: 23.02.2022 р.
Прийнято: 09.03.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-135-142

У статті обґрунтовано актуальність розроблення технології синбіотичних молочних продуктів з метабіотиками на основі мікробних консорціумів пробіотичних бактерій, а також вибір заквашувальних культур з високим біотехнологічним потенціалом, виробник компанія «BIOPROX». Як енергобіотики залучено пребіотичні компоненти рослинного походження з вітамінно-мінеральними комплексами – «Олія насіння льону», «Синій йод» та «Селен». Досліджено оптимальне співвідношення заквашувальних культур і екзополісахаридів; динаміку накопичення бактерій за регульованих температур; тривалість ферментації; фізико-хімічні показники отриманих продуктів. Обґрунтовано співвідношення заквашувальних композицій, які містять мікробні консорціуми для виробництва кисломолочних продуктів:

– «Біольон»: *Lactococcus lactis. subsp lactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris, Lactococcus lactis ssp. lactis biovar diacetylactis, Streptococcus thermophiles, Lactobacillus bulgaricus* у співвідношенні *0,8:1:1,2 (БАД «Льон»)* за вихідної концентрації всіх культур у молочних сумішах $1 \cdot 10^8$ КУО/см^3;

– «Біойод»: *Streptococcus thermophiles, Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei, Bifidobacterium animalis ssp. lactis, Lactococcus lactis ssp lactis biovar diacetylactis* у співвідношенні *1:2,5:2 (БАД «Йод»)* за вихідної концентрації всіх культур у молочних сумішах $1 \cdot 10^8$ КУО/см^3;

– *«Біоселен»: Lactococcus lactis subsp lactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris, Streptococcus thermophiles, Lactobacillus helveticus* у співвідношенні *2:1:1 (БАД «Селен»)* за вихідної концентрації всіх культур у молочних сумішах $1 \cdot 10^8$ КУО/см^3. *Встановлено доцільність* збагачення молочних сумішей біологічно активними добавками: олією з насіння льону – 1,2 %; синім йодом – 2,0 % та селеном – 1,0 %; для отримання найвищих концентрацій пробіотичних клітин у створених нових синбіотичних молочних продуктах.

Ключові слова: пробіотики, пребіотики, метабіотики, мікробні консорціуми, екзополісахаридні потенціали, біологічно активна добавка, кисломолочний продукт.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Сучасний період розвитку людства характеризується впливом негативних техногенних чинників, прогресуванням «хвороб цивілізації – пандемії COVID-19», що призводять до зниження продуктивності праці та життя загалом. Особливо це стосується людей похилого віку, у яких кишкова флора менш різноманітна, зменшується кількість корисних її представників, що призводить до більшої чутливості до COVID-19. Розроблення різноманітних підходів до профілактики, лікування та

полегшення перебігу хвороби, що спричинила світову пандемію – COVID-19 – є першочерговим питанням для вирішення [1].

У зв'язку з цим розроблення та впровадження у виробництво продуктів функціонального харчування є пріоритетною державною політикою у сфері охорони здоров'я.

Численні дослідження [2, 3] доводять позитивне значення пробіотиків у комплексній терапії багатьох захворювань шлунково-кишкового тракту, а також захворювань, не пов'язаних безпосередньо з органами травлення. Однак молекулярні механізми, що лежать в основі ефекту пробіотиків, значною мірою невідомі та погано вивчені. Дотепер немає єдиної класифікації засобів, що застосовують для корекції дисбіозу кишківника, тому відбувається концептуальний перегляд уявлень про пробіотики. На їх зміну приходить концепція метабіотиків, найважливішою складовою яких є клітинні компоненти, метаболіти та сигнальні молекули пробіотичних культур.

Пробіотики можуть містити як монокультуру, так і комбінацію з кількох видів мікроорганізмів (симбіоти). Однак часто ці різні групи – пробіотики, симбіотики, метабіотики – розглядають під загальною назвою «пробіотик» [4].

Пробіотики – це живі мікроорганізми, які за природного способу введення здійснюють сприятливу дію на фізіологічні функції, біохімічні та поведінкові реакції організму через оптимізацію його мікроекологічного статусу [5].

Для відновлення та підтримання мікробної екології людини використовують різні мікроекологічні лікарські препарати, біологічні харчові добавки та продукти функціонального харчування. Такі препарати та продукти призначені для регулярного вживання усіма верствами здорового населення. Вони підтримують і покращують стан здоров'я людини, знижують ризик виникнення найпростіших захворювань завдяки наявності функціональних нутрієнтів, здатних позитивно впливати на фізіологічні функції, поведінкові та/або метаболічні реакції організму людини [6].

Для відновлення і збагачення кишкової мікробіоти використовують різні за складом та механізмом дії пробіотики, зокрема аутопробіотики, гетеропробіотики, комплексні пробіотики, пребіотики різної природи, синбіотики (пробіотики + пребіотики), комбіотики (синбіотики + вітамінно-мінеральні премікси) та метабіотики (активні метаболіти, продукти життєдіяльності пробіотиків) [7].

Метабіотики – продукти метаболізму і структурні компоненти пробіотичних мікроорганізмів. Це нове покоління препаратів, що сприяють нормалізації роботи мікрофлори кишківника. На відміну від пробіотиків (живих бактерій), метабіотики не містять живих бактерій. Вони не руйнуються під впливом шлункового соку, прийому антибіотиків і травних ферментів, а також не вступають у конфлікт з мікробіотою організму – тобто не мають недоліків пробіотиків. Завдяки своїм властивостям метабіотики покращують травлення і підсилюють імунний статус організму, не порушуючи його корисної мікрофлори [8–10].

Метабіотики можна споживати у вигляді ліків і біологічних добавок. Їх застосовують у разі запальних захворювань кишківника, дисбактеріозу та інших розладів травлення. Метабіотики також входять до складу деяких ферментованих продуктів: кисломолочних і квашених, вина, пива і сиру тофу [11 - 13].

Отже у метабіотиках не самі пробіотичні бактерії, а продукти їх життєдіяльності, які здійснюють взаємодію з мікрофлорою та клітинами ШКТ людини, що супроводжується покращенням колонізації слизової оболонки з утворенням додаткових рецепторів для прилипання, виробництвом кворуму мікроорганізмів, здатних зчитувати сигнальні молекули загальні з індигенною мікрофлорою, виробництвом низькомолекулярних білків, подібних до білків індигенної мікрофлори. Під час метаболічних реакцій відбувається активна взаємодія через обмін сигнальними молекулами, ензимами, поживними речовинами тощо [14, 15].

Поєднання мікробних консорціумів пробіотичних бактерій з вираженою активністю, активним синтезом вітамінів та інших метаболітів, забезпечує максимальну ефективність впливу на організм людини пребіотичних сполук і метабіотиків, стимулюючих зростання пробіотиків, що є новим підходом у створенні синбіотичних молочних продуктів з метабіотиками і відкриває широкі перспективи для створенню молочних продуктів нового покоління [16–19].

Можливо персоніфіковані функціональні харчові продукти на молочній основі, що містять один або кілька біологічно активних сполук (оліго- і полісахариди, селен, йод, кальцій, магній, калій, каротиноїди, вітаміни С, Е, групи В, білки, пептиди, фосфоліпіди та ін.) найближчим часом посядуть вагоме місце у профілактиці та лікуванні певних «хвороб цивілізації».

Нині одним із головних напрямів розвитку корекції мікробіоти людини є розвиток традиційних пробіотиків та покращення цього покоління шляхом застосуванням мета-

біотиків. Нова концепція метабіотиків, найважливішою складовою якої є метаболіти, сигнальні молекули пробіотичних культур та клітинні компоненти, має великий практичний потенціал.

Розроблення синбіотичних молочних продуктів з метабіотиками, що зберігають і стимулюють природні механізми захисту організму людини зсередини, має важливе значення у реалізації цього напряму. На технологічній платформі «Здорове харчування» пріоритетним напрямом передбачено розроблення саме таких продуктів.

Зважаючи на це, актуальним є застосування метабіотиків з високою біодоступністю, адже до товстої кишки у незмінному вигляді доходить 95–97 % метабіотичних речовин (пробіотики – менше $1 \cdot 10^{-4}$%). Ці речовини не вступають у конфлікт (антагоністичні взаємини) з мікробіотою людини на відміну від пробіотиків, перебувають в активній формі і, потрапляючи в шлунково-кишковий тракт, одразу починають працювати. Отже, створення нових біотехнологій персоніфікованих синбіотичних молочних продуктів з метабіотиками на основі мікробних консорціумів пробіотичних бактерій, пребіотичних сполук рослинного та мікробного походження та вітамінно-мінеральних комплексів є пріоритетним напрямом наукових досліджень.

Мета дослідження – обґрунтувати та сформулювати теоретичні передумови і методологічні принципи створення персоніфікованих синбіотичних молочних продуктів з метабіотиками.

Матеріал і методи дослідження: штами мікроорганізмів компанії «BIOPROX» (Франція), які відповідають вимогам ISO 9001, ISO 22000:2005 і HACCP; дієтична добавка «Олія насіння льону» виробник Україна, «Аптека природи @» ПП «Компанія «Дана, Я», м. Київ; дієтична добавка «Синій йод» ТУ У 15.8-24362995-003:2009, виробник Україна, «Аптека природи@» ПП «Компанія «Дана, Я», м. Київ; добавка дієтична «Селен» К&Здоров'Я» ТУ У 10.8-36226540-016:2013.

Під час дослідження використано наступні методи [20–24]:

– аналізу та синтезу – під час вивчення джерел наукової літератури з тематики дослідження;

– лабораторних (органолептичних, фізико-хімічних, біохімічних та мікробіологічних) досліджень – під час проведення визначень якісних і кількісних показників сировини та готової продукції;

– математично-статистичного оброблення результатів дослідження.

Результатидослідженнятаїхобговорення. Для досліджень було відібрано штами молочнокислих культур «BIOPROX» (табл. 1), які характеризуються високим біотехнологічним потенціалом, технологічними властивостями, активно синтезують екзополісахариди і належать до панівних видів мікрофлори ШКТ здорової людини.

Таблиця 1 – **Біотехнологічний потенціал заквашувальних культур**

Заквашувальні культури	Видовий склад мікрофлори	Оптимальна температура,°С	Активність ферментації, год	Кількість клітин, КУО в см^3
DI-PROX MT 243 BIOPROX	*Lactococcus lactis subsp lactis* *Lactococcus lactis subsp. cremoris* *Lactococcus lactis ssp lactis biovar diacetylactis* *Streptococcus thermophilus*	33±1	9±1	10^{11}
DI- PROX MTTX 6 BIOPROX	*Lactococcus lactis subsp lactis* *Lactococcus lactis subsp. cremoris* *Streptococcus thermophilus*	33±1	9±1	10^{11}
DI-PROX MA 315 BIOPROX	*Lactococcus lactis ssp lactis biovar diacetylactis*	33±1	9±1	10^{11}
DI-PROX LH1 BIOPROX	*Lactobacillus helveticus* *Lactobacillus lactis*	37±1	10±1	10^{9}
PRODALACT TS 04 BIOVITEC	*Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*	33±1	9±1	10^{11}
PRODALACT TSY BIO6 BIOVITEC	*Streptococcus thermophilus* *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* *Lactobacillus acidophilus* *Lactobacillus casei* *Bifidobacterium animalis ssp. lactis*	38±1	7±1	10^{9}

Відомо, що для створення енерго-метабіотиків необхідні вітаміни, мінеральні речовини, зокрема селен і йод, амінокислоти й інші органічні речовини, які є модуляторами енергетичного обміну в мітохондріях і кишкової мікробіоти. Як біологічно активні добавки обрали: олію насіння льону, синій йод та селен (табл. 2).

Було створено мікробні консорціуми з високим екзополісахаридним (ЕПС) потенціалом і функціональними інгредієнтами для різних кисломолочних продуктів, визначено оптимальні умови ферментації (табл. 3). Вибір оптимального співвідношення заквашувальних культур у мікробних консорціумах проводили за оптимальних температур з урахуванням активної швидкості росту бактерій, тривалості ферментації, кислотності, вологоутримувальної здатності і за органолептичними показниками.

Таблиця 2 – **Біологічно активні добавки – модулятори для створення енерго-метабіотиків у досліджуваних композиціях**

Біологічно активна добавка	Склад	Характеристика
Олія з насіння льону – БАД «Льон»	Нерафінована олія (*Oleum lini*), що виготовляється з насіння льону звичайного (*Linum usitatissimum*)	Найважливішими компонентами льняної олії є жирні кислоти: альфа-ліноленова кислота – 30 % (Омега-3); лінолева кислота – 20 % (Омега-6); олеїнова кислота – 10 % (Омега-9); інші насичені жирні кислоти – 10 %. Вміст насичених кислот 9–11 %. Містить вітаміни А, Е, мінеральні сполуки, каротиноїди і лігнани
Синій йод – БАД «Йод»	Йод, калію йодид; допоміжні речовини: вода підготовлена, крохмаль кукурудзяний	Синій йод – високоефективний препарат широкого спектру дії. Це дієтична добавка до раціону, отримана шляхом включення йоду в молекули високополімерів. Йод вбудований в молекулу високополімера і знаходиться в стані окиснення, має максимальну активність як мікроелемент і антисептик. Крім того, йод у стані окиснення абсолютно втрачає токсичні і подразнювальні властивості
Селен – БАД «Селен»	Селен, допоміжні речовини: лактоза, крохмаль, аеросил, кальцію стеарат	Сприяє нормалізації обмінних процесів та підвищенню імунітету. Має м'які загальнозміцнювальні та антиоксидантні властивості

Таблиця 3 – **Характеристика і оптимальні умови отримання мікробних консорціумів**

Мікробні консорціуми для:	Співвідношення заквашувальних культур	Мікрофлора консорціумів	Оптимальна температура, °С	Кількість життєздатних клітин, КУО/см^3
Кисломолочний продукт «Біольон»	MT 243 + TS 04 + БАД «Льон» 0,8 : 1 : 1,2	*Lactococcus lactis subsp lactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris, Lactococcus lactis ssp lactis biovar diacetylactis, Streptococcus thermophiles, Lactobacillus bulgaricus*	38±1	$1 \cdot 10^8$
Кисломолочний продукт «Біойод»	TSY BIO6 + MA 315 + БАД «Йод» 1 : 2,5 : 2	*Streptococcus thermophiles, Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei, Bifidobacterium animalis ssp. lactis, Lactococcus lactis ssp lactis biovar diacetylactis*	38±1	$1 \cdot 10^8$
Кисломолочний продукт «Біоселен»	MTTX 6 + LH1 + БАД «Селен» 2 : 1 : 1	*Lactococcus lactis subsp lactis Lactococcus lactis subsp. cremoris Streptococcus thermophilus Lactobacillus helveticus*	38±1	$1 \cdot 10^8$

Результати досліджень доводять перспективність використання мікробних консорціумів для виробництва кисломолочних продуктів функціонального призначення:

- кисломолочний продукт «Біольон» за співвідношення 0,8 : 1 : 1,2 (MT 243 + TS 04 + БАД «Льон»);
- кисломолочний продукт «Біойод» за співвідношення 1 : 2,5 : 2 (TSY BIO6 + MA 315 + БАД «Йод»);
- кисломолочний продукт «Біоселен» 2 : 1 : 1 (MTTX 6 + LH1 + БАД «Селен»).

За такого співвідношення обраних компонентів з використанням зазначених мікробних консорціумів в отриманих згустках виявлено найвищу концентрацію пробіотичних клітин.

заквашувальних культур для виробництва кисломолочних продуктів, які містять мікробні консорціуми культур у співвідношенні:

 Lactococcus lactis subsp lactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris, Lactococcus lactis ssp lactis biovar diacetylactis, Streptococcus thermophiles, Lactobacillus bulgaricus – 0,8:1:1,2 (БАД «Льон») за вихідної концентрації всіх культур у молочних сумішах $1 \cdot 10^8$КУО/см^3*;*

 Streptococcus thermophiles, Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei, Bifidobacterium animalis ssp. lactis, Lactococcus lactis ssp lactis biovar diacetylactis – 1:2,5:2 (БАД «Йод») за вихідної концентрації всіх культур у молочних сумішах $1 \cdot 10^8$КУО/см^3*;*

Таблиця 4 – **Органолептичні властивості згустків, отриманих ферментацією молочних сумішей з мікробними консорціумами**

Найменування показника	Характеристики показників у згустку, отриманому ферментацією молочної суміші з застосуванням мікробних консорціумів		
	Кисломолочний продукт «Біольон»	Кисломолочний продукт «Біойод»	Кисломолочний продукт «Біоселен»
Смак і запах	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна, в'язка, щільна, без синерезису	Однорідна, в'язка, без синерезису	Однорідна, в'язка, щільна, без синерезису
Колір	Молочний, рівномірний по всій масі продукту	Молочний, рівномірний по всій масі продукту	Молочний, рівномірний по всій масі продукту

Відомо, що ЕПС, які синтезуються пробіотичними бактеріями, здатні інтенсифікувати процес ферментації молока, стимулювати зростання кількості бактерій і синтезу ними амінокислот, летких жирних кислот, вітамінів, бути активними антагоністами ракових клітин, знижувати вміст холестеролу в крові, проявляти противиразкову активність та здатність нормалізувати артеріальний тиск. Слід зазначити, що основною біологічною функцією мікробних ЕПС є захисна, ймовірно, що ЕПС захищають клітини мікроорганізмів від різних шкідливих впливів, наприклад підвищення та зниження температури, низькі значення pH тощо. Отже, синтез ЕПС залежить від умов культивування та складу бактерій мікробних консорціумів.

Висновки. За результатами досліджень доведено доцільність розроблення нових кисломолочних продуктів за використання мікробних консорціумів. Обґрунтовано склад

 Lactococcus lactis subsp lactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris, Streptococcus thermophiles, Lactobacillus helveticus – 2:1:1 (БАД «Селен») за вихідної концентрації всіх культур у молочних сумішах $1 \cdot 10^8$КУО/см^3.

Досліджено органолептичні та фізико-хімічні показники кисломолочних продуктів «Біольон», «Біойод», «Біоселен», отриманих ферментацією молочних сумішей заквашувальними мікробними консорціумами.

Експериментально встановлено та доведено перспективність комбінування мікробних консорціумів, які входять до складу зазначених заквашувальних культур, а також необхідність збагачення молочних сумішей, зокрема, олією з насіння льону (БАД «Льон») – 1,2 %; синім йодом (БАД «Йод») – 2,0 % та селен (БАД «Селен») – 1,0 %.

Споживання розроблених синбіотичних молочних продуктів з метабіотиками корисно впливатиме на стимулювання природних меха-

нізмів захисту організму людини від дії негативних техногенних чинників, що має важливе значення у реалізації цього напряму.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Старовойтова С. О. Взаємозв'язок сучасних бактеріотерапевтичних препаратів на основі пробіотичних мікроорганізмів та COVID-19 *in vivo*. 2021. P. 1–16.

2. Старовойтова С. О. Бактеріотерапевтичні препарати та функціональні продукти харчування на основі рослинної сировини. PLANTA+. Наука, практика та освіта: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 19 лютого 2021 р. Київ: ПАЛИВОДА А. В., 2021. С. 352–356.

3. Metabiotics: the functional metabolic signatures of probiotics: current state-of-art and future research priorities – metabiotics: probiotics effector molecules/ Singh A. et al. Advances in Bioscience and Biotechnology. 2018. Т. 9. №. 04. 147 с.

4. Старовойтова С. А. Метабиотики – эволюционно новое поколение пробиотиков. Фундаментальная наука в современной медицине 2020: материалы сателитной научно-практической конференции студентов и молодых ученых / под редакцией А.В. Сикорского, В. Я. Хрыщановича, Т. В. Горлачевой, Ф. И. Висмонта. Минск: БГМУ, 2020. С. 331–335.

5. Pandey K.R., Naik S.R., Vakil B.V. Probiotics, prebiotics and synbiotics – a review. J. Food Sci Technol. 2015. 52 (12). P. 7577–7587. DOI:10.1007/s13197-015-1921-1.

6. Stavropoulou E., Bezirtzoglou E. Probiotics in medicine: a long debate. Front Immunol. 2020. 11. Art. 2192. DOI:10.3389/fimmu.2020.02192.

7. Организация обезолитической активности микробиома: метабиотики в центре внимания/ Капур Б. и др. Текущий метаболизм лекарств. 2022.

8. Алыбаева А. Ж., Елубаева М.Е., Олейникова Е.А., Елубаева А.Е. Синбиотические молочные продукты в питании человека. Достижения науки и образования. 2019. №. 8-1 (49).

9. Mituniewicz-Malek A., Zelinskaya D., Ziarno M. Probiotic monoculturel in fermented goat's milk drinks-sensory quality of the final product. International J. Dairy Technology. 2019 72.2. P. 240–247.

10. Bastionnoy K., Shleifer D. Probiotics work even in the presence of antibiotics. Mixed fodder. 2020. 1. P. 109–110.

11. Старовойтова С.А. Психобиотики – лекарственные средства при расстройствах центральной нервной системы. Сучасні досягнення фармацевтичної технології та біотехнології. Випуск 5. Х.: Вид-во НФаУ, 2018. С. 364–367.

12. Метабиотики при колоректальном раке: взаимосвязь между кишечной микробиотой и патологией хозяина/Гулати М. и соавт. Исследования пробиотиков в терапии. Спрингер, Сингапур, 2021. С. 95–112.

13. Старовойтова С.А. Немолочные функциональные продукты питания обогащенные пробиотическими микроорганизмами. Сучасні досягнення фармацевтичної науки в створенні та стандартизації лікарських засобів і дієтичних добавок, що містять компоненти природного походження: матеріали II Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (11 березня 2020 р., м. Харків). Електрон. дані. Х.: НФаУ, 2020. С. 162–163.

14. Ардатская М.Д., Столярова Л.Г., Архипова Е.В., Филимонова О.Ю. Метабиотики как естественное развитие пробиотической концепции. Трудный пациент. 2017. (№ 6-7. Том 15). С. 35–39.

15. Singh A., Vishwakarma V., Singhal B. Metabiotics: the functional metabolic signatures of probiotics: current state-of-art and future research priorities — Metabiotics: probiotics effector molecules. Advances in Bioscience and Biotechnology. 2018. 9. P. 147–189. DOI:10.4236/abb.2018.94012.

16. Shaikh A.M., Sreeja V. Metabiotics and their health benefits. Intl J Food Ferment. 2017. 6(1). P. 11–23. DOI:10.5958/2321-712X.2017.00002.3.

17. Novel Insights for Metabiotics Production by Using Artisanal Probiotic Cultures/Pihurov M. et al. Microorganisms. 2021. T. 9. №. 11. 2184 c.

18. Singhal B., Chaudhary N. Metabiotics as functional metabolites of probiotics: An emerging concept and its potential application in food and health. Biotechnical Processing in the Food Industry. Apple Academic Press. 2021. С. 207–236.

19. Крижак Л. М. Удосконалення технології йогурту функціонального призначення з використанням ехінацеї пурпурової: дис. … канд. тех. наук:. 05.15.04. Одеса, 2016. 283 с.

20. Продукти харчові. Методи визначення молочнокислих бактерій: ДСТУ 7999:2015. Національний стандарт України, 2017. 48 с.

21. Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб: ДСТУ 4834:2007. Національний стандарт України, 2008. 17 с.

22. Молоко та молочні продукти. Методи визначення кислотності: ДСТУ 2661:2010. Київ: Держспоживстандарт України, 2011. 14 с.

23. Молоко, молочні продукти та закваски. Метод визначення кількості біфідобактерій: ДСТУ 7355:2013. Національний стандарт України, 2013. 18 с.

REFERENCES

1. Starovoitova, S. O. (2021). Vzaemozvjazok suchasnih bakterioterapevtichnih preparativ na osnovi probiotichnih mikroorganizmiv ta COVID-19 *in vivo*. [The relationship between modern bacteriotherapeutic drugs based on probiotic microorganisms and COVID-19 *in vivo*]. pp. 1–16.

2. Starovoitova, S.O. (2021). Bakterioterapevtichni preparati ta funkcionalni produkti harchuvannja na osnovi roslinnoii sirovini PLANTA + [Bacteriotherapeutic drugs and functional foods based on plant materials. PLANTA +]. Nauka, praktika ta osvita: materiali Mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii [Science, practice and education: materials of the International scientific-practical conference]. Kyiv, pp. 352–356.

3. Singh, A. (2018). Metabiotics: the functional metabolic signatures of probiotics: current state-of-art

and future research priorities – metabiotics: probiotics effector molecules. Advances in Bioscience and Biotechnology. Vol. 9, no. 04, 147 p.

4. Starovoitova, S.A. (2020). Metabiotiki – jevoljucionno novoe pokolenie probiotikov [Metabiotics – an evolutionarily new generation of probiotics]. Fundamentalnaja nauka v sovremennoj medicine 2020: materialy satelitnoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov i molodyh uchenyh / pod redakciej A. V. Sikorskogo, V. Ja. Hryshhanovicha, T. V. Gorlachevoj, F. I. Vismonta [Fundamental science in modern medicine 2020: materials of the satellite scientific-practical conference of students and young scientists / edited by AV Sikorsky, V. Ya. Khryshchanovich, T.V. Gorlacheva, F.I. Vismont]. Minsk: BSMU, pp. 331–335.

5. Pandey, K. R., Naik, S. R., Vakil, B. V. (2015). Probiotics, prebiotics and synbiotics – a review. J. Food Sci Technol. 52 (12), pp. 7577–7587. DOI: 10.1007/s13197-015-1921-1.

6. Stavropoulou, E., Bezirtzoglou, E. (2020). Probiotics in medicine: a long debate. Front Immunol. 11, Art. 2192. DOI:10.3389/fimmu.2020.02192.

7. Kapoor, B. (2022). Organizacija obezoliticheskoj aktivnosti mikrobioma: metabiotiki v centre vnimanija [The organization of non-analytic activity of the microbiome: metabolics in the spotlight]. Tekushhij metabolizm lekarstv [Current drug metabolism].

8. Alybaeva, A. Zh., Elubaeva, M.E., Oleynikova, E.A., Elubaeva, A.E. (2019). Sinbioticheskie molochnye produkty v pitanii cheloveka [Synbiotic dairy products in human nutrition]. Dostizhenija nauki i obrazovanija [Achievements of science and education]. no. 8-1 (49).

9. Mituniewicz-Malek, A., Zelinskaya, D., Ziarno, M. (2019). Probiotic monoculturel in fermented goat's milk drinks-sensory quality of the final product. International J. Dairy Technology. 72.2, pp. 240–247.

10. Bastionnoy, K., Shleifer, D. (2020). Probiotics work even in the presence of antibiotics. Mixed fodder. 1, pp. 109–110.

11. Starovoitova, S.A. (2018). Psihobiotiki – lekarstvennye sredstva pri rasstrojstvah central'noj nervnoj sistemy [Psychobiotics - drugs for disorders of the central nervous system]. Suchasni dosjagnennja farmacevtichnoї tehnologiї ta biotehnologiї: zbirnik naukovih prac' [Modern achievements of pharmaceutical technology and biotechnology: a collection of scientific papers]. Issue 5, Kh.: NUPh Publishing House, pp. 364–367.

12. Gulati, M. (2021). Metabiotiki pri kolorektal'nom rake: vzaimosvjaz' mezhdu kishechnoj mikrobiotoj i patologiej hozjaina [Metabiotics in colorectal cancer: the relationship between intestinal microbiota and host pathology]. Issledovanija probiotikov v terapii [Studies of probiotics in therapy]. Springer, Singapore, pp. 95–112.

13. Starovoitova, S.A. (2020). Nemolochnye funkcional'nye produkty pitanija obogashhennye probioticheskimi mikroorganizmami [Non-dairy functional foods enriched with probiotic microorganisms]. Suchasni dosjagnennja farmacevtichnoї nauki v stvorenni ta standartizacії likars'kih zasobiv i dієtichnih dobavok, shho mistjat' komponenti prirodnogo pohodzhennja: materiali II Mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf. (11 bereznja 2020 r., m. Harkiv). [Modern achievements of pharmaceutical science in the creation and standardization of drugs and dietary supplements containing components of natural origin: materials II International. scientific-practical internet conference (March 11, 2020, Kharkiv)]. Electron. data. H.: NUPh, pp. 162–163.

14. Ardatskaya, M.D., Stolyarova, L.G., Arkhipova, E.V., Filimonova, O.Y. (2017). Metabiotiki kak estestvennoe razvitie probioticheskoj koncepcii [Metabiotics as a natural development of the probiotic concept]. Trudnyj pacient [Difficult patient]. no. 6-7, Vol. 15, pp. 35–39.

15. Singh, A., Vishwakarma, V., Singhal, B. (2018). Metabiotics: the functional metabolic signatures of probiotics: current state-of-art and future research priorities – Metabiotics: probiotics effector molecules. Advances in Bioscience and Biotechnology. 9, pp. 147–189. DOI:10.4236/abb.2018.94012.

16. Shaikh, A.M., Sreeja, V. (2017). Metabiotics and their health benefits. Intl J Food Ferment. 6(1), pp. 11–23. DOI:10.5958/2321-712X.2017.00002.3.

17. Pihurov, M. (2021). Novel Insights for Metabiotics Production by Using Artisanal Probiotic Cultures. Microorganisms. Vol. 9, no. 11, 2184 p.

18. Singhal, B., Chaudhary, N. (2021). Metabiotics as functional metabolites of probiotics: An emerging concept and its potential application in food and health. Biotechnical Processing in the Food Industry. Apple Academic Press. pp. 207–236.

19. Kryzhak, L. H. (2016). Udoskonalennya tehnologiyi jogurtu funkcionalnogo priznachennya z vikoristanny amehinaceyi purpurovoyi: dys. … kand. teh. nauk:. 05.15.04. [Improving the technology of functional yogurt using Echinacea purpurea: dissertation of the candidate of technical sciences:. 05/05/04]. Odesa, 283 p.

20. Produkti harchovi. Metodiviznachennyamolochnokislihbakterij: DSTU 7999:2015. Nacionalnij standart Ukrayini [Food products. Methods for determination of lactic acid bacteria: DSTU 7999: 2015. National Standard of Ukraine]. 2017, 48 p.

21. Moloko ta molochni produkti. Nastanovi z vidbirannya prob: DSTU 4834:2007. Nacionalnij standart Ukrayini [Milk and dairy products. Guidelines for sampling: DSTU 4834:2007. National Standard of Ukraine]. 2008, 17 p.

22. Moloko ta molochni produkti. Metodi viznachennya kislotnosti: DSTU 2661:2010. Kiyiv: Derzhspozhivstandart Ukrayini [Milk and dairy products. Methods for determining the acidity: DSTU 2661:2010.]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2011, 14 p.

23. Moloko, molochni produkti ta zakvaski. Metod viznachennya kilkosti bifidobakterij: DSTU 7355:2013. Nacionalnij standart Ukrayini [Milk, dairy products and leavens. Method for determination of individual bifidobacteria: DSTU 7355: 2013]. National Standard of Ukraine, 2013, 18 p.

Metabiotics - development of probiotic concept
Kryzhak L., Kalinina H.

The urgency of development of technology of synbiotic dairy products with metabolites on the basis of microbial consortia of probiotic bacteria is substantiated in the article. The choice of fermentation crops with high biotechnological potential, manufactured by «BIOPROX», is substantiated. Prebiotic components of plant origin with vitamin-mineral complexes – «Flaxseed oil», «Blue iodine» and «Selenium» are involved as energy-biotics. The optimal ratio of fermentation cultures and exopolysaccharides was studied; dynamics of accumulation of bacteria at regulated temperatures; duration of fermentation; physico-chemical parameters of the obtained products. The ratio of fermentation compositions containing microbial consortia for the production of fermented milk products is substantiated:

- «Biolon»: Lactococcus lactis subsp lactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris, Lactococcus lactis ssp lactis biovar diacetylactis, Streptococcus thermophiles, Lactobacillus bulgaricus in the ratio 0.8: 1: 1.2 (dietary supplement «Flax») at the initial concentration of all cultures in milk formulas $1 \cdot 10^8$ CFU / cm^3; - «Bioiod» : Streptococcus thermophiles, Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei, Bifidobacterium animalis ssp. lactis, Lactococcus lactis ssp lactis biovar diacetylactis in the ratio 1: 2.5: 2 (BAA "Iodine") at the initial concentration of all cultures in milk formulas $1 \cdot 10^8$ CFU / cm^3; - «Bioselen»: Lactococcus lactis subsp lactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris, Streptococcus thermophiles, Lactobacillus helveticus in the ratio 2: 1: 1 (BAA «Selenium») at the initial concentration of all cultures in milk formulas $1 \cdot 10^8$ CFU / cm^3 are substantiated. The expediency of enriching milk formulas with biologically active additives has been established:flaxseed oil - 1.2%; blue iodine - 2.0% and selenium - 1.0%; for obtaining the highest concentrations of probiotic cells in the created new synbiotic dairy products.

Key words: probiotics, prebiotics, metabolites, microbial consortia, exopolysaccharide potentials, biologically active additive, fermented milk product.

Copyright: Крижак Л.М., Калініна Г.П. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Крижак Л.М. https://orcid.org/0000-0002-4882-897X
Калініна Г.П. https://orcid.org/0000-0002-6178-7885

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 637. 658.562

Обґрунтування рецептури та дослідження комплексного показника якості фаршу для виробництва кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатів спеціального дієтичного споживання (для спортсменів)

Гойко І.Ю., Стеценко Н.О.

Національний університет харчових технологій

Гойко І.Ю. E-mail: irina_goyko@ukr.net; Стеценко Н.О. E-mail: stetsenkono_nuft@ukr.net

OPEN ACCESS

Гойко І.Ю., Стеценко Н.О. Обґрунтування рецептури та дослідження комплексного показника якості фаршу для виробництва кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатів спеціального дієтичного споживання (для спортсменів). Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 143–154.

Goyko I., Stetsenko N. Substantiation of the recipe and study of a complex indicator of the quality of mincemeat for the production of culinary meat and vegetable semi-finished products for special dietary consumption (for athletes). «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 143–154.

Рукопис отримано: 22.02.2022 р.
Прийнято: 11.03.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-143-154

Обґрунтовано рецептуру фаршу для виробництва кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатів спеціального дієтичного призначення для спортсменів. На підставі моніторингу ринку харчової продукції було зроблено висновок про перспективність розширення асортименту спортивного харчування комбінуванням м'ясного фаршу із рослинною сировиною. Розроблення функціональних харчових продуктів спеціального дієтичного харчування з підвищеною харчовою та біологічною цінністю дасть змогу розширити асортимент харчових продуктів.

Обґрунтовано вибір рослинної сировини, зокрема порошків із білих грибів, моркви, шпинату та насіння кунжуту. Розроблено рецептуру фаршу на основі м'яса курячого з додаванням порошків білих грибів, моркви, шпинату та насіння кунжуту, досліджено органолептичні, функціонально-технологічні показники, розраховано енергетичну і біологічну цінність отриманого м'ясо-рослинного напівфабрикату.

За результатами досліджень запропоновано технологію виробництва кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатів спеціального дієтичного споживання (для спортсменів). Показано, що розроблений фарш за вмістом білка, вітамінів B_1 та PP, а також кальцію, калію, магнію, фосфору, заліза, β-каротину належить до функціональних продуктів.

Методом кваліметрії розраховували комплексний показник якості. Для визначення характеристик якості готового фаршу обрано такі показники: органолептичні властивості (зовнішній вигляд, смак, запах, колір, консистенція), фізико-хімічні показники (м.ч. вологи, м.ч. жиру, вологозв'язувальна здатність), харчова та біологічна цінність (вміст білка, жирів, вуглеводів, кальцію, калію, вітаміну B_1, енергетична цінність).

Комплексний показник якості становив 0,942, що за шкалою функції бажаності Харрингтона «дуже добре» (відмінно).

Розроблений фарш може бути рекомендований для харчування спортсменів, а також для задоволення попиту споживачів на функціональні харчові продукти.

Ключові слова: фарш, рослинна сировина, білі гриби, морква, шпинат, м'ясо-рослинний напівфабрикат, комплексний показник якості.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Сучасне спортивне харчування характеризується новими підходами не лише як раціональне харчування спортсменів, а і як елемент, що необхідний для існування людини. Головною його особливістю є енергетична спрямованість з метою досягнення високих спортивних результатів за умови збереження і поліпшення стану здоров'я спортсмена.

Останнім часом спортивне харчування почали виділяти як окремий вид спеціального харчування, основні принципи якого – адекватність, індивідуалізація (індивідуальні раціони і дієти), повноцінність та збалансованість. У сучасній системі спортивної підготовки харчування розглядається як один із провідних чинників, що забезпечує високі результати [1, 2]. Отже, забезпечення спортсменів раціональним харчуванням є актуальним завданням.

Розроблено великий асортимент продуктів спеціалізованого харчування, збагаченого білками, мінеральними сполуками, вітамінами. Однак ці продукти вирізняються одноманітністю асортименту та представлені переважно сухими сумішами для коктейлів. Продукти спортивного та функціонального харчування класифікують за різними категоріями: білкові, вуглеводні, комбіновані продукти або білково-вуглеводні; спортивні напої; харчові добавки для спортсменів та ін. Серед розроблених продуктів для спортсменів – вуглеводний батончик функціонального призначення [3], вуглеводно-білковий кисломолочний напій [4], спеціальний білково-вуглеводний продукт – паштет [5], печінково-рослинний продукт із модифікованим білковим та вуглеводним складом [6], кисломолочний напій для харчування спортсменів з обґрунтованим рецептурним складом [7] та ін.

Для оптимізації режиму харчування спортсменів необхідно розробляти рецептури спеціалізованих харчових продуктів, адекватних особливостям потреб їх організму у харчових речовинах та енергії. Такими можуть стати спеціалізовані білково-вуглеводні продукти.

У раціоні людини, що займається спортом, мають бути у достатній кількості білки, жири та вуглеводи. Білки мають становити не менше 15 %, жири – 28–29 %, вуглеводи – більше 55 % енергоцінності добового раціону.

Спорт вимагає посиленого вживання вітамінів, однак не завжди під час змагань організм людини може повністю забезпечуватися вітамінами, які надходять із їжею.

Під час занять спортом зростає потреба у деяких мінеральних речовинах. У звичайному харчуванні добова потреба у кальції становить 800 мг, фосфорі – 1200 мг, калії – 3 г, солі – 10–15 г, залізі – 5–10 мг для чоловіків та 15 мг для жінок. Під час занять спортом добова норма у кальції зростає до 1200 мг, у фосфорі – 2000 мг, магнії – 300 – 400 мг, залізі – 20–35 мг, у калії і натрії на 20–25 % [8].

В екстремальних ситуаціях за зміни енергетичного обміну, підвищених фізичних навантажень відбувається перебудова білкового обміну організму. Відзначають загальну закономірність синтезу білка в м'язах людини за адаптації до фізичних навантажень. У цьому разі інтенсивність білкового синтезу, яка досить висока у спокої, знижується за фізичних навантажень і різко активізується у відновлювальний період.

Білок потрібен для утворення імунних клітин, зміцнення м'язів, загоєння ран, відновлення організму. Ускладнення обміну протеїнів за тривалого напруження позначається на всьому організмі: виснажуються функціональні резерви, порушується формування структурного потенціалу організму, знижується загальна резистентність та імунітет, активується пероксидне окиснення ліпідів, потенціюється вітамінний дисбаланс. Зниження частки білка нижче 10 % калорійності призводить до білкової недостатності.

В організмі людини майже відсутній резерв білка. Єдиним джерелом його є білки їжі, тому вони є незамінними компонентами раціону. Процеси відновлення тканин, які відбуваються в організмі безперервно, хоч і з різною інтенсивністю у різних тканинах, потребують усіх 20 амінокислот. Одним із рішень цієї проблеми є використання культивованих грибів, які містять понад 35 % білка (у перерахунку на сухі речовини), всі незамінні амінокислоти, ненасичені жирні кислоти, вітаміни, макро- та мікроелементи [9, 10].

Тому актуальним є розроблення спеціалізованих харчових продуктів, які найбільшою мірою будуть відповідати особливостям потреб організму людини, що займається спортом, в енергії, харчових речовинах, біологічно активних речовинах (БАР), та застосування методів і принципів кваліметрії для розрахунку комплексного показника якості таких продуктів.

Останнім часом зростає попит населення на продукцію швидкого приготування. Особливо це стосується м'ясних та м'ясо-рослинних напівфабрикатів. Одним із перспективних напрямів є комбінування м'ясної сировини, зокрема фаршу для виробництва кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатів спеціального дієтичного споживання, із сировиною рослинного походження.

Використанню сировини рослинного походження у виробництві м'ясних напівфабрикатів присвячено багато робіт. Досліджували застосування рослинних добавок з плодів обліпихи та вільхи як антиоксидантів у виробництві м'ясних рубаних напівфабрикатів [11]. Встановлено, що із внесенням добавок у модельні фарші котлет покращується соковитість завдяки збільшенню зв'язування води, що пов'язано з хімічним складом рослин. Зберігання зразків упродовж 6 діб призвело до збільшення пероксидного числа контрольного зразка на 15,4 % порівняно з дослідним. Показник кислотного числа модельних зразків з добавкою був на 10,8 % менше, ніж у контролі. Отже, автори довели пригнічення ліполітичних та окиснювальних процесів речовинами, які входять до складу плодів обліпихи і вільхи.

Для підвищення якості та збільшення термінів зберігання ковбасних виробів і харчових жирів було проведено дослідження ефективності використання розторопші у виробництві сосисок, виготовлених з м'яса птиці [12–14], що дало змогу уповільнити небажані процеси – значення пероксидного числа у дослідних сосисках досягло критичного рівня лише через 10 діб. Антиоксидантний ефект зумовлений наявністю у складі екстракту розторопші фенольних сполук, зокрема флавоноїдів і фенолокислот.

Досліджували використання дигідрокверцетину (ДКВ) для збільшення термінів придатності м'ясних напівфабрикатів. Ця сполука належить до групи вітаміну Р, сировиною для отримання якого можуть бути деревина сибірської модрини, виноград, евкаліпт, пелюстки троянди та інші види рослин. Встановлено, що препарат ДКВ сприяє гальмуванню процесів окиснення жирової фракції м'ясних зразків, що підтверджується меншими значеннями пероксидного числа у період окиснення і майже повною відсутністю приросту вторинних продуктів окиснення у перші дні зберігання зразків [15,16].

Розроблено рецептури консервів м'ясних стерилізованих «М'ясо качки у власному соку з грибами» з частковою заміною качиного м'яса відвареними плодовими тілами гливи звичайної у кількості 10…30 %. Розроблені консерви характеризуються високою харчовою цінністю та сприяють оптимізації хімічного складу раціону харчування (завдяки вмісту вітамінів, білків, мікроелементів) [17].

Під час розроблення харчових продуктів для спортсменів, крім харчової та енергетичної цінності, важливим є оцінювання їх якості.

Оцінка якості харчової продукції для спортсменів з використанням дієтичних добавок та фізіологічно активної сировини характеризується узагальненим показником, який знаходять комплексним методом. Розрахунок комплексного показника якості дає змогу здійснювати обґрунтований вибір найкращої продукції, тому цей показник набуває дедалі ширшого застосування [18–26].

Метою дослідження є наукове обґрунтування рецептури та дослідження комплексного показника якості фаршу для виробництва кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатів спеціального дієтичного споживання із сировиною рослинного походження.

Для досягнення поставленої мети виконували наступні завдання:

– розробити рецептуру м'ясо-рослинного фаршу;

– дослідити функціонально-технологічні показники;

– дослідити харчову та біологічну цінність отриманого фаршу;

– провести комплексне оцінювання нового продукту.

Матеріал і методи дослідження. У роботі застосовано сучасні стандартні фізико-хімічні, біохімічні та органолептичні методи аналізу сировини.

Предмети досліджень: м'ясо куряче, порошки моркви, шпинату та білих грибів, насіння кунжуту.

Комплексний показник якості розраховували на основі одиничних показників і коефіцієнтів вагомості, які перераховують за допомогою функціональних залежностей між абсолютними та еталонними значеннями.

Визначення комплексного показника якості розробленого та контрольного зразків здійснювали у такому порядку:

– вибір групових та одиничних властивостей для характеристики фаршу, побудова «дерева властивостей»;

– визначення коефіцієнтів вагомості кожного з одиничних і групових показників якості;

– вибір значень базових показників якості;

– розрахунок відносних показників якості одиничних властивостей;

– визначення групових показників якості;

– розрахунок комплексного показника якості.

Для розрахунку комплексної оцінки якості використовували найбільш поширену у кваліметрії середньозважену арифметичну величину:

$$K_o = \sum_{i=1}^{n} m_i \times K_i,$$

де K_0 – значення комплексного показника якості для окремих груп властивостей продукту (K_A, K_B, K_C);
m_i – значення відносних показників якості продуктів;
k_i – коефіцієнти вагомості окремих показників якості для кожної групи властивостей.

Під час розподілу коефіцієнтів вагомості одиничних показників якості враховували важливості їх впливу на якість фаршу та готової продукції.

Найбільш вагомою є група харчової та енергетичної цінності РС з оцінкою k_i = 0,4, органолептичні та фізико-хімічні показники РА та РВ мають оцінку k_i = 0,3.

Враховували також:

- для групи А (органолептичні показники) – розроблена шкала органолептичної оцінки якості фаршів;
- для групи В (фізико-хімічні показники) – вимоги нормативних документів до якості фаршів – визначали стандартними методами [28].
- для групи С (харчова цінність) – рекомендована добова потреба білків, жирів та вуглеводів для спортсменів.

Визначали абсолютні значення одиничних показників якості контрольного та дослідних зразків фаршу і переводили їх у відносні безрозмірні величини.

Переведення отриманих абсолютних значень у відносні безрозмірні величини здійснено за допомогою диференційного методу, що заснований на розрахунку відношення абсолютних значень одиничних показників якості продукції до їх базових значень.

Визначення відносних показників m_i проводили за формулою:

$$m_i = P_i / P_{ібаз},$$

де P_i – значення і-го показника (i = 1, 2, 3... n) якості продукції, що оцінюється;
$P_{ібаз}$ – базове значення і-го показника;

Результати дослідження та обговорення. Перспективним розв'язуванням проблеми білкової недостатності є створення продукту, у якому збагачувачем фаршу використовують гриби, що є повноцінним джерелом білків. Це дає змогу подолати білковий дефіцит за створення широкого асортименту харчових продуктів функціональної дії з оптимальним вмістом замінних та есенціальних амінокислот.

Гриби цінують як низькокалорійний продукт із малим умістом жирів, натрію та відсутністю нітратів і нітритів, а також як сировину для виробництва функціональних продуктів із широким спектром дії. Біокомпоненти грибів позитивно впливають на організм людини: гепатопротекторна, протипухлинна, антидіабетична, кардіологічна дії, підвищення імунітету, зниження рівня «шкідливого» холестерину, покращення функціонального стану певних органів та систем організму (зокрема, нервової, статевої) [28].

За вживання їстівних грибів людина отримує комплекс органічних сполук, зокрема тих, що мають фармакологічні властивості, однак вони впливають на організм значно м'якше, ніж синтетичні засоби, краще переносяться і зазвичай не мають кумулятивної здатності.

Гриби використовували у вигляді порошку, який отримували подрібненням та термічним обробленням.

Для поліпшення біологічної цінності м'ясо-рослинного фаршу як дешеву вітчизняну рослинну сировину з порівняно стійким хімічним складом було обрано моркву та шпинат. Шпинат містить білки, жири, вітаміни А (5 мг / 100 г), B_1 (0,24 мг / 100 г), B_2, B_6, С (50 мг / 100 г), К, Р, РР, D, Е, Н, мінеральні солі, органічні сполуки заліза, калію, кальцію, фосфору, магнію, натрію, багато йоду, сапоніни, флавоноїди, екстрактивні речовини, органічні кислоти (лимонну, серотинову, щавлеву), вуглеводи (глюкозу, фруктозу, сахарозу). У складі білків є всі незамінні амінокислоти.

Порошок моркви вирізняється високим умістом каротиноїдів – 211,85 мг/100 г. Морква є цінним харчовим продуктом, бо містить великий комплекс БАР, насамперед каротиноїди і β-каротин. У ній міститься 11–12 % сухих речовин, зокрема 6 – 7 % цукрів, які легко засвоюються, органічні кислоти, флавоноїди, ефірні олії, що зумовлюють специфічний аромат моркви, 1–3 % білків, 0,8 – 1,2 % клітковини, також вона містить всі необхідні організму мінеральні речовини. Цінність моркви визначається комплексом вітамінів: С, B_1, B_2, B_6, B_{12}, Е, К, Р, РР, пантотенової і фолієвої кислот, а також БАР – фітонцидів, мінеральних речовин (кобальт, калій, залізо, мідь, фосфор, кальцій, йод, бром та ін.), ферментів, полісахаридів (пектини, клітковина).

Завдяки наявності у складі фаршу порошків моркви та шпинату в організм спортсмена буде надходити необхідна кількість вітамінів, які беруть участь у процесах виділення енергії, росту м'язів, синтезу білка, підвищують працездатність і швидкість реакції, збільшують захисні сили організму, що особливо важливо для спортсменів.

β-каротин у раціоні харчування має важливе значення через рекомендації медичних установ щодо його добового споживання з їжею, яке становить 5...6 мг. Добова доза додатково споживаного β-каротину з метою профілактики ракових захворювань має становити 15...25 мг. Нестача β-каротину у харчуванні населення України становить у середньому приблизно 39 % для дорослих і 28 % для дітей. Збагачення харчових продуктів β-каротином можливе завдяки збільшенню споживання місцевої каротиновмісної овочевої сировини.

Під час спортивного тренування збільшується потреба у ліпідах, особливо у поліненасичених жирних кислотах, недостатність яких у харчовому раціоні затримує ріст, порушує обмін холестерину, сприяє розвитку атеросклерозу. Як джерело поліненасичених жирних кислот у складі фаршу використано насіння кунжуту.

Вміст основних нутрієнтів у зрілих зернах (насінні) кунжуту, %: розчинні вуглеводи – 16–20, білок – 19–27, кунжутна олія – 53–65, зола – 5, містяться також фіто- та ситостерини, фітин, амінокислоти, токоферол, холін. Насіння кунжуту має тонізуючу, загальнозміцнювальну, протизапальну, знеболювальну дію. Кунжутна олія підвищує кількість тромбоцитів, прискорює процес згортання крові.

Використання грибних і овочевих порошків дає змогу досягти оптимальних органолептичних показників якості м'ясних напівфабрикатів, отримати продукт, збалансований за хімічним складом, збагатити продукт такими нутрієнтами як білок, К, Са, Mg, Р, вітаміни B_1, B_2 та інші.

Технологічний процес виробництва кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатів спеціального дієтичного споживання (для спортсменів) полягає у підготовці курячого філе, а саме: після приймання заморожені тушки розкладають на столах для розморожування (за потреби), після розморожування проводять обпалювання для видалення волосоподібного пера, тушки оглядають, зачищають, видаляють намини, крововиливи, залишки оперення і внутрішніх органів. Легені та нирки промивають у проточній водопровідній воді. З підготовлених тушок птиці відділяють шкіру, тушку обвалюють вручну або за допомогою машини для обвалювання. Отримане за ручного обвалювання біле та червоне м'ясо, тобто м'язову тканину відповідно з грудної і стегнової частини, використовують для виготовлення кулінарних м'ясних виробів, а решту частин тушок (спинно-лопаткову, крила) направляють на механічне дообвалювання. Заморожені блоки м'яса механічного дообвалювання розпаковують та попередньо подрібнюють на блокорізальній машині, після чого направляють на тонке подрібнення на вовчку з діаметром отворів 2–3 мм.

З білих грибів, моркви та шпинату отримують порошки за допомогою низькотемпературного конвективного сушіння.

Сіль, яка надійшла на підприємство без упаковки, перед використанням просіюють через сито з магнітовловлювачем.

Чорний перець подрібнюють і просіюють через сито з отворами діаметром до 0,95 мм.

Внесення насіння кунжуту, грибного та овочевих порошків відбувається на стадії приготування фаршу, оскільки саме на цій стадії технологічного процесу виробництва напівфабрикатів будуть мінімальні втрати біологічно активних речовин збагачувачів та буде забезпечений їх рівномірний розподіл за об'ємом харчової основи.

У фаршмішалку завантажують спочатку м'ясну сировину, сіль, яйця, перець, порошки рослинної сировини (згідно з рецептурною) і перемішують 4–6 хв до утворення зв'язаної однорідної маси, далі проводиться формування виробів, заморожування, пакування та зберігання.

У результаті аналізу новітніх принципів харчової комбінаторики, обґрунтовано та розроблено рецептуру фаршу на основі м'яса курячого з додаванням порошку білих грибів, насіння кунжуту, порошків моркви та шпинату. Для дослідження виготовляли модельні зразки м'ясо-рослинних напівфабрикатів з різним відсотковим вмістом сировини. Органолептичну характеристику отриманих напівфабрикатів наведено у таблиці 1.

Аналізуючи дані таблиці, можна дійти висновку, що до складу розроблених кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатів введення грибної сировини більше 7 % та порошків моркви і шпинату більше 7 і 6 % відповідно, призводить до суттєвого погіршення органолептичних показників та консистенції продукту.

Введення яєць більш як 5 % призводить до того, що маса стає надмірно в'язкою, погіршуються її формувальні властивості, а введення менше 3 % не забезпечує достатнього зв'язування фаршу, внаслідок чого готові вироби розпадаються на частини.

Додавання солі та перцю менше 1,0 і 0,2 % відповідно, та більше 1,5 та 0,6 % відповідно, погіршує смакові властивості.

Отже, доцільно використовувати рецептуру у наступному співвідношенні, %: м'ясо куряче механічного дообвалювання 70…77; яйця курячі 3…5; грибна сировина 4…7; насіння кунжуту 3…5; порошок моркви 5…7; порошок шпинату 4…6; сіль 1…1,5; перець 0,2…0,6.

Таблиця 1 – **Органолептична характеристика кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатів**

Сировина	Відсотковий вміст сировини у кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатах,%				
	Приклад 1	Приклад 2	Приклад 3	Приклад 4	Приклад 5
м'ясо куряче механічного дообвалювання	69,0	70,0	72,0	77,0	78,0
яйця курячі	6,0	5,0	4,0	3,0	2,0
порошок білих грибів	8,0	7,0	6,0	4,0	3,5
насіння кунжуту	6,0	5,0	4,0	3,0	2,5
порошок моркви	5,0	7,0	6,0	6,6	7,5
порошок шпинату	4,0	4,0	6,0	5,0	5,5
сіль	1,8	1,5	1,4	1,0	0,9
чорний перець	0,2	0,5	0,6	0,4	0,1
Органолептична оцінка	Консистенція надмірно в'язка, погіршуються формувальні властивості через введення великої кількості яєць, занадто відчувається сіль	Консистенція соковита, високі органолептичні показники	Консистенція соковита, добрі органолептичні показники	Консистенція соковита, добрі органолептичні показники	Консистенція рихла, не достатньо зв'язаний фарш, через введення малої кількості яєць, низькі органолептичні показники

Заміна м'ясної сировини на рослинну зумовлює зміну функціонально-технологічних характеристик продукту. У зв'язку з цим досліджували фізико-хімічні та функціонально-технологічні показники отриманих напівфабрикатів (табл. 2).

Встановлено, що значення pH змінилося на 0,10–0,20 од. в лужну сторону. Вологозв'язувальна здатність модельних зразків знизилася, оскільки зменшилась кількість білків порівняно з контролем. Однак помірне зростання кількості незв'язаної вологи пом'якшує консистенцію фаршу. Слід зазначити, що розроблений фарш мав кращу пластичність, що поліпшило здатність до подальшого механічного оброблення.

Продукти функціонального призначення мають забезпечувати вміст у них корисних функціональних інгредієнтів до рівня, співвідносного з фізіологічними нормами їх вживання (10…50 % від їх добової потреби). Тому проводили розрахунки харчової та біологічної цінності отриманого фаршу (табл. 3 та 4).

Добова потреба (ДП) спортсменів у білках становить 107 г. З отриманих результатів видно, що ступінь забезпечення добової потреби у них за вживання 150 г фаршу становить 30,1 %, тобто продукт є функціональним за вмістом цих речовин.

Серед мінеральних речовин важливим для спортсменів є кальцій, оскільки він є основним структурним елементом кісток. Добова потреба спортсменів у кальції становить 1200 мг. Ступінь забезпечення добової потреби за вживання 150 г фаршу становить 14,0 %.

Таблиця 2 – **Фізико-хімічні та функціонально-технологічні показники кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатів**

Показник	Зразки				
	Контроль	Приклад 1	Приклад 2	Приклад 3	Приклад 4
pH	6,3	6,4	6,4	6,45	6,5
Вологозв'язувальна здатність, %	61,4	71,2	68,3	69,7	67,6

Таблиця 3 – **Харчова цінність фаршу**

Назва нутрієнту	Вміст у 100 г продукту, г	Інтегральний скор, %	
		100 г	150 г
Білок	21,5	20,1	30,1
Жир	5,3	5,0	7,5
Вуглеводи	4,3	0,7	1,1

Таблиця 4 – **Біологічна цінність фаршу для виробництва кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатів**

Назва нутрієнту	Вміст у 100 г продукту, мг	Інтегральний скор, %	
		100 г	150 г
Натрій	63,0	3,6	5,4
Калій	503,4	14,4	21,6
Кальцій	112,2	9,4	14,0
Магній	110,0	27,5	41,2
Фосфор	223,7	18,7	28,0
Залізо	2,6	17,4	26,0
β-каротин	0,10	10,3	15,4
Вітамін B_1	0,15	9,6	14,3
Вітамін B_2	0,21	10,7	16,1
Вітамін PP	7,65	34,8	52,1
Вітамін Е	0,87	5,8	8,7

Спортивна діяльність також потребує великої кількості вітамінів. Наприклад, вітамін B_1 сприяє підвищенню спортивної працездатності і покращенню витривалості під час виконання фізичних навантажень. Ступінь забезпечення добової потреби у цьому вітаміні за вживання 150 г фаршу становить 14,3 %.

Отже, за кількістю білка, вітамінів B_1 та PP, а також калію, кальцію, магнію, фосфору, заліза, β-каротину отриманий фарш для виробництва кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатів спеціального дієтичного призначення (для спортсменів) належить до функціональних продуктів.

Розроблено функціональний фарш для виробництва кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатів спеціального дієтичного призначення (для спортсменів) підвищеної харчової та біологічної цінності, який збагачує організм спортсмена повноцінним білком, вітамінами B_1, PP, β-каротином та мінеральними речовинами K, Ca, Mg, P, Fe.

Проводили комплексне оцінювання якості розробленого і контрольного зразків фаршу з використанням принципів кваліметрії за допомогою узагальненого показника, що враховує одиничні та групові показники якості.

Вибір групових та одиничних властивостей, необхідних і достатніх для побудови ієрархічної структури показників якості фаршу, – «дерева властивостей» – наведено у таблиці 5.

Результати визначення оцінки якості контрольного зразка та розробленого фаршу наведено у таблиці 6.

Отже, розроблений фарш – це продукт високої якості. Комплексний показник якості 0,942, а це за шкалою функції бажаності Харрингтона «дуже добре».

Таблиця 5 – **«Дерево властивостей» (ієрархічна схема) для оцінювання комплексного показника якості фаршу**

	Групові показники якості (1 рівень)	Одиничні показники якості (2 рівень)	
Комплексний показник якості P0 (1,0)	Органолептичні показники PA (0,3)	P^{a_1}	Зовнішній вигляд (0,2)
		P^{a_2}	Смак (0,2)
		P^{a_3}	Запах (0,2)
		P^{a_4}	Колір (0,2)
		P^{a_5}	Консистенція (0,2)
	Фізико-хімічні показники PB (0,3)	P^{b_1}	М.ч. вологи (0,4)
		P^{b_2}	М.ч. жиру (0,3)
		P^{b_3}	Вологозв'язувальна здатність, % (0,15)
	Харчова та енергетична цінність PC (0,4)	P^{c_1}	Вміст білка (0,30)
		P^{c_2}	Вміст вуглеводів (0,20)
		P^{c_3}	Вміст жиру (0,10)
		P^{c_4}	Вміст кальцію (0,10)
		P^{c_5}	Вміст калію (0,10)
		P^{c_6}	Вміст вітаміну B_1 (0,10)
		P^{c_7}	Енергетична цінність (0,10)

Таблиця 6 – **Комплексна оцінка якості фаршу**

Зразок	Оцінка якості за властивостями			
	Органолептичні	Фізико-хімічні	Харчова та енер-гетична цінність	Комплексний показник
Контроль	0,3*0,98	0,3*0,84	0,4 *0,70	0,826
Фарш	0,3*0,99	0,3*0,91	0,4 *0,93	0,942

Висновки. За результатами досліджень розроблено технологію та обґрунтовано рецептуру фаршу для виробництва кулінарних м'ясо-рослинних напівфабрикатів спеціального дієтичного призначення (для спортсменів) підвищеної харчової та біологічної цінності, що дає змогу збагатити організм спортсмена повноцінним білком, вітамінами B_1, B_2, PP, E, β-каротином, а також мінеральними речовинами K, Ca, Mg, P, Fe.

За шкалою бажаності Харрингтона загальна комплексна оцінка якості контрольного зразка становить 0,826, проти 0,942 для розробленого фаршу. Отримані значення відповідають показнику «дуже добре» (відмінно), переважно завдяки поліпшенню фізико-хімічних показників, харчової та біологічної цінності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Райко О.М., Арсеньєва Л.Ю., Паламарчук О.П. Теоретичні передумови створення харчових продуктів спрямованої фізіологічної дії для спортсменів. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Технічні науки. Том 29 (68). Ч. 3. № 1. 2018. С. 67–72.

2. Притульська Н.В., Мотузка Ю.М., Антюшко Д.П. Сучасні підходи до розробки продуктів для спортсменів. Товарознавчий вісник. 2012. № 5. С. 327–333.

3. Яркова Т.А., Якунина Е.С., Колобов С.В., Евдокимова О.В. Разработка продукта для спортивного питания. Индустрия питания Food Industry. 2021. Т. 6. № 2. С. 75–83. DOI:10.29141/2500-1922-2021-6-2-9

4. Мазуренко Е. А., Касьянов Г.И., Ольховатов Е.А. Разработка продуктов питания для спортсменов. Научный журнал КубГАУ, 2016. № 123(09). DOI: 10.21515/1990-4665-123-106

5. Забодалова Л. А., Сучкова Е. П., Петров Д. А., Критченков А. С. Разработка комплексных кисломолочных напитков для спортивного питания. Вестник Международной академии холода. Ч. 1. 2019. № 2. С. 55–61. DOI:10.17586/1606-4313-2019-18-2-55-61

6. Стеценко Н.О., Сімахіна Г.О., Гойко І.Ю. Обґрунтування складу кисломолочного напою для харчування спортсменів Almanahul SWorld (Молдова). Issue № 4. 2020. P. 38–42. DOI:10.30888/2663-5720.2020-04-01-044

7. Стеценко Н.О., Сімахіна Г.О., Гойко І.Ю. Розроблення технології та оцінка якості печінково-рослинного паштету для харчування спортсменів "Global science and education in the modern realities '2020 Conference proceedings August 26-27, 2020. Seattle, Washington, USA. No 1. on August 27. 2020. С. 30–34. CID: US03-088 DOI:10.26693/jmbs03.03.247

8. Винничук Ю. Д. Минералы как иммунонутриенты в практике подготовки спортсменов. Український журнал медицини, біології та спорту. 2018. Том 3. № 3 (12). С. 247–256.

9. Дятлов В. В., Попова Н. А., Медведкова И. И. Качество и безвредность шампиньонов при хранении. Товарознавчий вісник. 2011. № 3. С. 95–103.

10. Akram K., Kwon J. H. Food irradiation for mushrooms: A review. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry. 2010. № 53(3). P. 257–265.

11. Самозвон О. Н., Пивовар О. К., Бондаренко Н. Г. Изучение возможностей применения добавки из плодов ольхи в качестве антиоксиданта при производстве мясных фаршей. Луганськ НАУ. 2008. № 7. С. 194–203.

12. Эффективный способ замедления окислительных процессов/Кочиева И. В. и др. Мясная индустрия. 2008. № 8. С. 62–63.

13. Перспективный антиоксидант растительного происхождения/Кочиева И. В. и др. Мясная индустрия. 2008. № 7. С. 60–62.

14. Растительные антиоксиданты в производстве мясных изделий/ Плотников Е. Е. и др. Мясная индустрия. 2010. № 7. С. 26–28.

15. Гуринович Г. В., Лисин К. В., Потипаева Н. Н. Препарат для продления срока годности мясных полуфабрикатов. Мясная индустрия. 2005. № 2. С. 31–33.

16. Гуринович Г. В., Потипаева Н. Н. Натуральный антиокислитель для мясных продуктов. World meat technologies. 2009. № 2-3. С. 36–39.

17. Розробка рецептури м'ясних консервів з грибами/Кулик А. С. та ін. Науковий вісник ТДАТУ. 2019. Вип. 9. том 1. DOI:10.31388/2220-8674-2019-1-60

18. Азгальдов Г.Г., Костин А.В., Садовов В.В. Квалиметрия для всех: учеб. пособие. М.: ИнформЗнание, 2012. 165 с.

19. Кузьмін О. В., Ільчук Н. В., Салтан Б. А., Сасник С. С. Комплексна оцінка якості харчування. Міжнародний науковий журнал «Інтернаука» № 11(51). Т. 1. 2018. С. 69–72. DOI:10.25313/2520-2057-2018-11-3899

20. Степанькова Г.В., Олійник С.Г., Шидакова-Каменюка О.Г. Кваліметрична оцінка якості хліба пшеничного з використанням шроту зародків вівса та макухи зародків кукурудзи. Наукові праці НУХТ. 2019. Том 25. № 1. С. 233–242. DOI:10.24263/2225-2924-2019-25-1-24

21. Крайнюк Л.М., Крутовий Ж.А., Касілова Л.О. Застосування методики комплексної органолептичної оцінки якості кулінарної продукції. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. Харків: ХДУХТ, 2015. Вип. 1 (11). С. 266–272.

22. Свідло К. В., Жулінська О. В. Дослідження комплексного показника якості десертної продукції та напоїв функціонального призначення. Технологический аудит и резервы производства. № 6/3(26). 2015. С. 28–34. DOI:10.15587/2312-8372.2015.57162

23. Вершинина А.Г., Ившина А.И. Квалиметрическая модель управления качеством натуральных овощных консервов. Азимут научных исследований: экономика и управление. 2018. Т. 7. № 1 (22). С. 122–124.

24. Дубініна А.А., Попова Т.М., Ленерт С.О., Гершун В.С. Комплексна оцінка якості пшона із проса різних сортів. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. Т. 31 (70). Ч. 2. № 2. 2020. С. 105–110. DOI:10.32838/2663-5941/2020.2-2/18

25. Стрижевская В.М., Симакова И.В., Павленкова И.В. Разработка квалиметрической модели комбинированных снековых изделий. Новые технологии. 2019. Вып. 1 (47). С. 178–188.

26. Олійник С.Г., Степанькова Г.В., Шидакова-Каменюка О.Г. Кваліметрична оцінка якості хліба пшеничного з використанням шроту зародків вівса та макухи зародків кукурудзи. Наукові праці НУХТ. 2019. Т. 25. № 1. С. 233–242.

27. Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. Москва: КолосС, 2004. 571 с.

28. Сімахіна Г.О., Гойко І.Ю., Стеценко Н.О. Перспективи використання їстівних грибів як джерела білку. Товари і ринки. № 2(18). 2014. С. 70–86.

REFERENCES

1. Rayko, O.M., Arsen′yeva, L.YU., Palamarchuk, O.P. (2018). Teoretychni peredumovy stvorennya kharchovykh produktiv spryamovanoyi fiziolohichnoyi diyi dlya sport·smeniv [Theoretical prerequisites for the creation of food products of targeted physiological action for athletes]. Vcheni zapysky TNU im. V.I. Vernads′koho [Scientific notes of TNU named after V.I. Vernadsky]. Tekhnichni nauki [Technical sciences]. Vol. 29 (68), no. 1, pp. 67–72.

2. Prytul′s′ka, N.V., Motuzka, YU.M., Antyushko, D.P. (2012). Suchasni pidkhody do rozrobky produktiv dlya sport·smeniv. [Modern approaches to product development for athletes]. Tovaroznavchyy visnyk [Commodity Bulletin]. no 5, pp. 327–333.

3. Yarkova, T.A., Yakunina, Ye.S., Kolobov, S.V., Yevdokimova, Ye.V. (2021). Razrabotka produkta dlya sportivnogo pitaniya [Product development for sports nutrition]. Industriya pitaniya [Food Industry]. Vol. 6, no. 2, pp. 75–83. DOI:10.29141/2500-1922-2021-6-2-9

4. Mazurenko, Ye. A., Kas'yanov, G.I., Ol'khovatov, E.A. (2016). Razrabotka tovarov pitaniya dlya sportsmenov [Food development for athletes]. Nauchnyy zhurnal KubGAU [Scientific journal of KubSAU]. no. 123(09), pp. 33–38. DOI:10.21515/1990-4665-123-106

5. Zabodalova, L. A., Suchkova, Ye. P., Petrov, D. A., Kritchenkov, A. S. (2019). Razrabotka kompleksnykh kislomolochnykh napitkov dlya sportivnogo pitaniya. [Development of complex sour milk drinks for sports nutrition]. Chast' 1. Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda. [Part 1. Bulletin of the International Cold Academy]. no. 2, pp. 55–61. DOI:10.17586/1606 4313 2019 18 2-55-61

6. Stetsenko, N.O., Simakhina, H.O., Hoyko, I.Yu. (2020). Obgruntuvannya skladu kyslomolochnoho napoyu dlya kharchuvannya sport·smeniv [Justification of the fermented milk drink composition for athletes nutrition]. Almanahul SWorld (Moldova). Issue no. 4, pp. 38–42. DOI:10.30888/2663-5720.2020-04-01-044

7. Stetsenko, N.O., Simakhina, H.O., Hoyko, I.YU. (2020). Rozroblennya tekhnolohiyi ta otsinka yakosti pechinkovo-roslynnoho pashtetu dlya kharchuvannya sport·smeniv [Development of technology and quality control of liver-vegetable pate for athletes nutrition]. International scientific conference "Global science and education in the modern realities ‘2020. Conference proceedings August 26-27, 2020. Seattle, Washington, USA. no. 1, on August 27, pp. 30–34. CID:US03-088 DOI:10.26693/jmbs03.03.247

8. Vynnychuk, Yu. D. (2018). Myneraly kak ymmunonutryenty v praktyke podhotovky sport·smenov [Minerals as immunonutrients in the practice of training athletes]. Ukrayins′kyy zhurnal medytsyny, biolohiyi ta sportu [Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports]. Vol. 3, no. 3 (12), pp. 247–256.

9. Dyatlov, V. V., Popova, N. A., Medvedkova, I. I. (2011). Kachestvo i bezvrednost' shampin'onov pri khranenii [Quality and safety of champignons during storage]. Tovarovedcheskiy vestnik [Commodity Bulletin]. no. 3, pp. 95–103.

10. Akram, K., Kwon, J. H. (2010). Food irradiation for mushrooms: A review. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry. no. 53(3), pp. 257–265.

11. Samozvon, O. N., Pivovar, O. K., Bondarenko, N. G. (2008). Issledovaniye vozmozhnostey primeneniya dobavki iz plodov ol'khi v kachestve antioksidanta pri proizvodstve myasnykh farshey [Study of possible use the additive from the fruit of alder as an antioxidant in the production of minced meat]. Lugansk NAU. [Luhansk NAU]. no. 7, pp. 194–203.

12. Kochiyeva, I. V., Plotnikov, Ye. (2008). Effektivnyy sposob zamedleniya okislitel'nykh protsessov [An effective way to slow the oxidative processes]. Myasnaya promyshlennost' [J. Meat Industry]. no. 8, pp. 62–63.

13. Kochiyeva, I.V., Plotnikov, Ye.Ye. (2008). Perspektivnyy antioksidant rastitel'nogo proiskhozhdeniya [Prospective antioxidant plant origin] Myasnaya promyshlennost' [J. Meat Industry]. no. 7, pp. 60–62.

14. Plotnikov, Ye. Ye., Glazova, G. V. (2010). Rastitel'nyye antioksidanty v proizvodstve myasnykh izdeliy [Plant antioxidants in the production of meat products]. Myasnaya promyshlennost' [J. Meat Industry]. no. 7, pp. 26–28.

15. Gurinovich, G.V., Lysin, K.V., Potipayeva, N.N. (2005). Preparat dlya prodleniya sroka godnosti myasnykh polufabrikatov [The drug to prolong the shelf life of meat semi-finished]. Myasnaya promyshlennost' [J. Meat Industry]. no. 2, pp. 31–33.

16. Gurinovich, G.V., Potipayeva, N.N. (2009). Natural'nyy antiokislitel' dlya myasnykh produktov [Natural antioxidant for meat products]. World meat technologies [World meat technologies]. no. 2-3, pp. 36–39.

17. Kulyk, A. S., Bandura, I. I., Serdyuk, M. Ye., Sevast′yanovych, O. S., Bulhakov, I. V., Haprindashvili, N. A. (2019). Rozrobka retseptury m″yasnykh konserviv z hrybamy [Development of recipes canned meat products with mushrooms]. Naukovyy visnyk TDATU [Scientific Works of TSAU]. Vol. 9, no. 1. DOI:10.31388/2220-8674-2019-1-60

18. Azgal'dov, G.G., Kostin, A.V., Sadovov, V.V. (2012). Kvalimetriya dlya vsekh: ucheb. posobiye [Qualimetry for all: textbook. allowance]. Moscow.: InformZnaniye, 165 p.

19. Kuz′min, O. V., Il′chuk, N. V., Saltan, B. A., Sasnyk, S. S. (2018). Kompleksna otsinka yakosti kharchuvannya [Comprehensive assessment of food quality]. Mizhnarodnyy naukovyy zhurnal «Internauka» [International Scientific Journal"Internauka"]. no. 11(51), pp. 69–72. DOI:10.25313/2520-2057-2018-11-3899

20. Stepan′kova, H.V., Oliynyk, S.H., Shydakova-Kamenyuka, O.H. (2019). Kvalimetrychna otsinka yakosti khliba pshenychnoho z vykorystannyam shrotu zarodkiv vivsa ta makukhy zarodkiv kukurudzy [Qualimetric assessment of wheat bread quality using oat germ meal and corn germ meal]. Naukovi pratsi NUKHT [Scientific Works of NUFT]. Vol. 25, no. 1, pp. 233–242. DOI:10.24263/2225-2924-2019-25-1-24

21. Kraynyuk, L.M., Krutovyy, ZH.A., Kasilova, L.O. (2015). Zastosuvannya metodyky kompleksnoyi orhanoleptychnoyi otsinky yakosti kulinarnoyi produktsiyi [Application of the method of complex organoleptic assessment of the quality of culinary products]. Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli [Advanced techniques and technologies of food production, restaurant business and trade]. Kharkiv: KHDUKHT, Vol. 1 (11), pp. 266–272.

22. Svidlo, K. V., Zhulins′ka, O. V. (2015). Doslidzhennya kompleksnoho pokaznyka yakosti desertnoyi produktsiyi ta napoyiv funktsional′noho pryznachennya [Research of a complex indicator of quality of dessert products and functional drinks]. Tekhnolohycheskyy audyt y rezervy proyzvodstva [Technology audit and production reserves]. Vol. 6/3(26), pp. 28–34. DOI:10.15587/2312-8372.2015.57162

23. Vershinina, A.G., Ivshina, A.I. (2018). Kvalimetricheskaya model' upravleniya kachestvom natural'nykh ovoshchnykh konservov [Qualimetric model of quality management of natural canned vegetables]. Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravleniye [Azimuth of research: economics and management]. Vol. 7, no. 1(22), pp. 122–124.

24. Dubinina, A.A., Popova, T.M., Lenert, S.O., Hershun, V.S. (2020). Kompleksna otsinka yakosti pshona iz prosa riznykh sortiv [Complex assessment of quality of fruits of mills of different varieties]. Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernads′koho [Scientific notes of TNU named after V.I. Vernadsky]. Tekhnichni nauki [Technical sciences]. Vol. 31 (70), no. 2, pp. 105–110. DOI:10.32838/2663-5941/2020.2-2/18

25. Strizhevskaya, V.M., Simakova, I.V., Pavlenkova, I.V. (2019). Razrabotka kvalimetricheskoy modeli kombinirovannykh snekovykh izdeliy [Development of a qualimetric model of combined snack products]. Noveyshiye tekhnologii [New technologies]. Vol. 1 (47), pp. 178–188.

26. Oliynyk, S.H., Stepan′kova, H.V., Shydakova-Kamenyuka, O.H. (2019). Kvalimetrychna otsinka yakosti khliba pshenychnoho z vykorystannyam shrotu zarodkiv vivsa ta makukhy zarodkiv kukurudzy [Qualimetric assessment of wheat bread quality using oat germ meal and corn germ meal]. Naukovi pratsi NUKHT [Scientific Works of NUFT]. Vol. 25, no. 1, pp. 233–242.

27. Antipova, L.V., Glotova, I.A., Rogov, I.A. (2004). Metody issledovaniya myasa i myasnykh produktov [Research methods of meat and meat products]. Moscow: KolosS, 571 p.

28. Simakhina, H.O., Hoyko, I.Yu., Stetsenko, N.O. (2014). Perspektyvy vykorystannya yistivnykh hrybiv yak dzherela bilku [Prospects for the use of edible mushrooms as a source of protein]. Tovary i rynky [Goods and markets]. Vol. 2 (18), pp. 70–86.

Substantiation of the recipe and study of a complex indicator of the quality of mincemeat for the production of culinary meat and vegetable semi-finished products for special dietary consumption (for athletes)

Goyko I., Stetsenko N.

The article substantiates the mincemeat recipe for the production of culinary meat and vegetable semi-finished products for special dietary purposes for athletes. Based on the monitoring of the food market, it was concluded that it is promising to expand the range of sports nutrition by combining mincemeat with vegetable raw materials. The development of functional food products for special dietary nutrition with increased nutritional and biological value will expand the range of new food products.

The choice of vegetable raw materials, namely powders from porcini mushrooms, carrots, spinach and sesame seeds, is substantiated. A recipe for mincemeat based on chicken meat with the addition of powders of porcini mushrooms, carrots, spinach and sesame seeds has been developed, organoleptic, functional and technological indicators have been studied, energy and biological value of meat and vegetable semi-finished product has been calculated.

Based on the results of the researches, a technology for the production of culinary meat and vegetable semi-finished products for special dietary consumption (for athletes) is proposed. It is shown that the mincemeat can be classified to functional products in terms of protein content, vitamins B_1 and PP, calcium, potassium, magnesium, phosphorus, iron and β-carotene.

The qualimetry method was used to calculate a complex quality index. To determine the characteristics of meat and vegetable mincemeat, the following indicators were chosen: organoleptic properties (appearance, taste, smell, color, texture), physico-chemical indicators (moisture content, fat content, moisture-binding capacity), nutritional and biological value (protein content, fats, carbohydrates, calcium, potassium, vitamin B_1, energy value)

The comprehensive quality indicator was 0.942, which is "very good" (excellent) on the Harrington desirability function scale.

The developed mincemeat can be recommended for nutrition of athletes, as well as to meet consumer demand for functional food products.

Key words: mincemeat, vegetable raw materials, porcini mushrooms, carrots, spinach, semi-finished meat and vegetable products, a comprehensive quality indicator.

Copyright: Гойко І.Ю., Стеценко Н.О. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Гойко І.Ю. https://orcid.org/0000-0000-1680-5087
Стеценко Н.О. https://orcid.org/0000-0001-6710-024X

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 664.788

Нетрадиційні види сухого молока у технології продуктів дитячого харчування

Белінська К.О.

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Белінська К.О. E-mail: kristina0612@ukr.net

OPEN ACCESS

Белінська К.О. Нетрадиційні види сухого молока у технології продуктів дитячого харчування. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 155–161.

Belinska K. Non-traditional types of milk powder in baby food technology. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 155–161.

Рукопис отримано: 14.11.2021 р.
Прийнято: 28.11.2021 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-155-161

Потреба розроблення харчових продуктів для дітей грудного віку є актуальною.

Коров'яче молоко є основою для виготовлення каш. Кількість дітей, що страждають на алергію до білків коров'ячого молока становить 2–7,5 %.

Мета роботи – дослідження кінетики набухання екструдату у різних видах молока, їх вплив на реологічні властивості каш та здатність їх до перетравлювання.

Ступінь набухання екструдату у кобилячому молоці на 12,5 % вищий, ніж у коров'ячому, а в козячому та овечому молоці – на 4 та 19 % нижчий відповідно. В'язкість каші на основі кобилячого молока на 50 % нижча, ніж в'язкість каші «Малишка». В'язкість каші на основі козячого молока також нижча за в'язкість каші «Малишка» на 40 %. Найнижчу перетравлюваність білків спостерігаємо у каші «Малишка», в якій за 3 години гідролізу на 31 % менше накопичується амінокислот порівняно з кашею на основі козячого молока. У кашах на основі кобилячого та овечого молока вивільняється на 51 та 78 % більше амінокислот порівняно з контролем.

Доведено, що розроблення нових молочно-борошняних каш для харчування дітей віком від 6 місяців до 1 року є актуальним. Встановлено, що ступінь набухання кукурудзяного екструдату залежить від хімічного складу молока. Каша на основі овечого молока зберігає високу в'язкість, що зумовлено також хімічним складом молока, а саме високим вмістом жиру та білка. Дослідження процесу перетравлення вказують на те, що розроблені каші перетравлюються з подібною інтенсивністю, яка є вищою, ніж перетравлювання каші «Малишка».

Ключові слова: дитяче харчування, екструдат, кобиляче сухе молоко, овече сухе молоко, козяче сухе молоко.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Потреба створення адаптованих харчових продуктів для дітей першого року життя наразі є нагальною. Як відомо, найкращою їжею для дітей грудного віку (від народження до 1 року) є материнське молоко. Вводити прикорм педіатри рекомендують лише у віці 6 місяців. Першим прикормом зазвичай є злакові молочні каші. Оскільки в Україні та у багатьох країнах світу молочні дитячі кухні не функціонують, то найкращим харчування є сухі молочні каші, що не потребують варіння, а лише відновлюються теплою водою.

Згідно з нормативними документами [1] для харчування дітей віком від 6 місяців слід застосовувати каші, в яких вміст зернової сировини становить не менше 25 %. В Україні працює лише одне підприємство – Хорольський молококонсервний комбінат дитячих продуктів, який виготовляє дитяче харчування для дітей віком до 1 року. Однак продукція цього підприємства, зокрема та, що містить зернову сировину, не відповідає вимогам щодо обов'язкового складу продуктів дитячого харчування. Оскільки підприємство випускає продукт, який містить 12 % зернової сировини і рекомендує його до споживання з 4-х місяців.

За традиційними технологіями як зернову сировину використовують сухі відвари круп та дієтичне борошно. Нині прогресивною технологією є використання екструдованого борошна, що дає змогу отримати високозасвоюваний та швидкорозчинний продукт [2].

Для харчування дітей грудного віку в Україні виготовляють продукти лише на основі коров'ячого молока. За різними оцінками, кількість дітей, які страждають на алергію до білків коров'ячого молока становить 2–7,5 % [3]. Появу харчової алергії у 65 % дітей спостерігають у віці до 1 року. [4]

Коров'яче молоко як основа продуктів дитячого харчування має суттєві недоліки порівняно з жіночим молоком, яке є ідеальним харчуванням для дітей грудного віку.

У коров'ячому молоці переважає казеїн (майже 80 %), у жіночому молоці, що належить до альбумінового типу, – сироваткові білки (приблизно 65 %). Основним сироватковим білком коров'ячого молока є β-лактоглобулін, жіночого молока – α-лактальбумін та імуноглобуліни [5]. Казеїн та β-лактоглобулін є основними алергенами молока, тимчасом імуноглобуліни виконують захисну функцію в організмі дитини.

Авторами [4] з'ясовано, що алергія на білок коров'ячого молока стала проблемою охорони здоров'я в усьому світі та впливає на здоров'я 8 % дітей.

У зв'язку з цим актуальним є розроблення нових харчових продуктів для дітей грудного віку, які знизять чи взагалі виключать ризик виникнення алергії.

Численні автори зазначають про користь кобилячого молока для дітей віком до 1 року і відсутність алергічної реакції за його вживання [6, 7].

Дослідженнями екструдатів, зокрема в технології продуктів дитячого харчування, займалися українські науковці Ромашко О.В., Ковбаса В.М., Махинько Л.В., Кобилінська О.В. [8]. Властивості екструдатів також досліджували закордоні вчені [9–18].

Незважаючи на численні дослідження, низка питань залишаються невирішеними. Відсутні дослідження сухих молочних каш для дитячого харчування на основі кобилячого молока, а також дані щодо екструдатів з молочною основою.

Мета дослідження. Необхідним є проведення досліджень щодо поведінки екструдату у різних відновниках. За відновлення молочно-борошняних каш водою насамперед розчиняється сухе молоко, після чого починається набухання екструдатів. Отже, набухання екструдатів переважно відбувається у відновленому молоці, а не у воді [9]. У зв'язку з цим необхідно дослідити кінетику набухання екструдатів у кобилячому та коров'ячому молоці.

Оскільки хімічний склад молока кобилячого та молока коров'ячого різниться, а також є відмінності хімічного складу екструдатів, то необхідним є проведення дослідження з визначення в'язкості готових каш.

Зважаючи на те, що розроблені продукти призначені для дитячого харчування, необхідним є проведення досліджень здатності молочно-борошняних каш до перетравлювання в умовах in vitro.

Матеріал і методи дослідження. У дослідженнях використовували сухе кобиляче молоко, сухе овече молоко, сухе козяче молоко та сухе коров'яче молоко, отримане на напівпромисловій розпилювальній сушарці «Ниро-Атомайзер» робочим об'ємом камери 0,9 м^3 і продуктивністю за випареною вологою до 5,0 кг/год. Сушіння відбувалося за таких параметрів: швидкість руху сушильного агента – 0,5 м/с, відносна вологість сушильного агента – 25 %, розмір крапель розпиленого продуту – 40…50 мкм, масова частка сухих речовин у продукті – 40–43 %. Сушіння кобилячого молока проводили за температури сушильного агента 140–150 ^{0}С, овечого – 180–190 ^{0}С, коров'ячого та козячого молока – 160–170 ^{0}С. Борошно екструдоване використовували виробництва Вінницької харчосмакової фабрики. Хімічний склад сухого молока наведено у таблиці 1.

Для відновлення молока використовували воду рекомендованої температури – 37 ^{0}С.

Основні реологічні параметри каш досліджували на ротаційному віскозиметрі «Реотест-2» з системою коаксіальних циліндрів S/S_2 у діапазоні швидкості деформації 3–1312 с$^{-1}$. Досліджували кукурудзяні каші на основі сухого кобилячого, козячого та овечого молока. Як контроль використовували кашу «Малишка» кукурудзяну, виготовлену на основі сухого коров'ячого молока ТОВ «Хорольським заводом дитячих продуктів харчування».

Результати дослідження та обговорення. Результати досліджень залежності ступеня набухання кукурудзяного екструдату від тривалості взаємодії з відновником наведено на рисунку 1.

Процес набухання екструзійних продуктів характеризується складною капілярною конденсацією, обумовленою наявністю у адсорбента дрібних пор, характерних для продуктів екструзії. Розчинник, проникаючи в пори продукту, збільшує його об'єм; потім відбувається безпосередньо процес набухання полімерів, який супроводжується збільшенням об'єму молекул білка та крохмалю.

Таблиця 1 – **Хімічний склад екструдованого борошна**

Сухе молоко	Масова частка білків, %	Масова частка жирів, %	Масова частка вуглеводів, %
Кобиляче	16,1	12,0	66,0
Козяче	29,6	22,0	44,4
Овече	25,2	32,0	32,0
Коров'яче	23,0	26,0	45,8

Таблиця 2 – **Рецептурний склад молочно-борошняних каш**

Найменування сировини	Каша на основі овечого молока	Каша на основі козячого молока	Каша на основі кобилячого молока
Молоко овече сухе, %	72,00	–	–
Молоко козяче сухе, %	–	72,00	–
Молоко кобиляче сухе, %	–	–	72,0
Олія соняшникова, %	2,99	2,99	2,99
Борошно екструдоване, %	25,00	25,00	25,00
Ретинілу ацетат, мкг	34,1	34,1	34,1
Вітамін D_2, мкг	0,64	0,64	0,64
Всього:	100,00	100,00	100,00

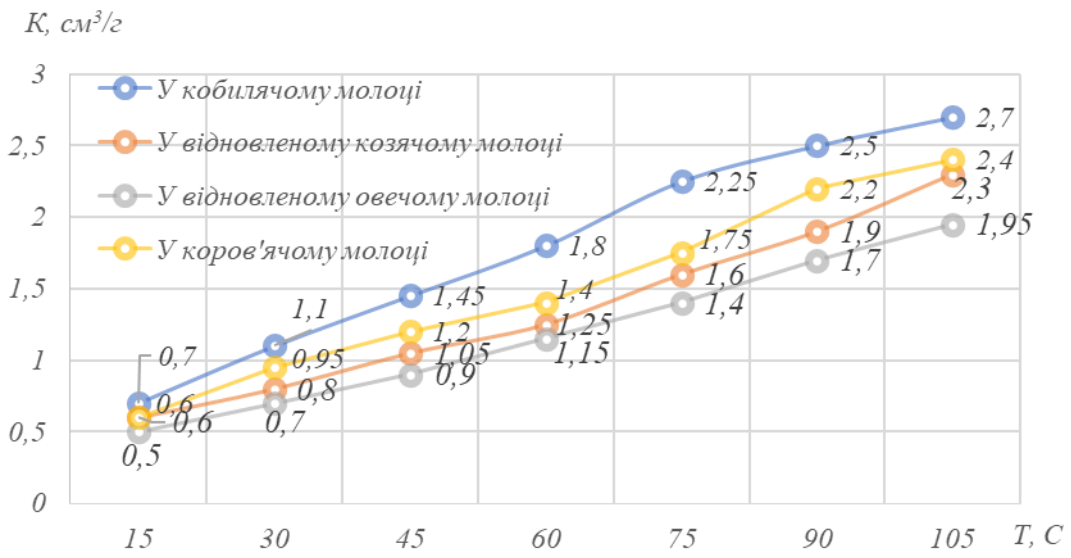

Рис.1. **Криві кінетики набухання екструдованого кукурудзяного борошна у різних відновниках, (t=37 ⁰C).**

Ступінь набухання залежить від внутрішньої будови продукту та його хімічного складу. Екструдати являють собою суцільну масу губчатої будови, у якій молекули крохмалю всією поверхнею прилягають до маси коагульованого білка, у зв'язку з чим чітко видимої межі між ними не спостерігається [2].

З рисунка 1 видно, що ступінь набухання екструдованого кукурудзяного борошна у кобилячому молоці найвищий. Порівняно з коров'ячим ступінь набухання у кобилячому молоці на 12,5 % вищий, а в козячому та овечому молоці – на 4 та 19 % нижчий відповідно. Це пов'язано із вмістом у молоці по-

верхнево-активних речовин (білків, жирів), що адсорбуються на поверхні продукту, утворюючи захисний шар, і перешкоджають доступу розчинника до продукту, у такий спосіб сповільнюючи процес набухання. Однак, чим більше цих поверхнево-активних речовин, тим повільніший процес набухання [2]. Оскільки в кобилячому молоці міститься менша кількість білків і жирів порівняно з коров'ячим, козячим та овечим молоком, ступінь набухання в ньому екструдатів найвищий.

Отже, проведені дослідження дають змогу передбачити процес відновлення молочно-борошняних каш на основі різних видів молока з кукурудзяним екструдованим борошном.

Результати зміни в'язкості дослідних зразків наведено на рисунку 2.

Як видно з кривих руйнування структури дисперсій, структурно-механічні властивості залежать від кількісного та якісного складу продукту [20]. Для всіх зразків спостерігали подібний характер кривих в'язкості.

Результати дослідження довели, що каша на основі овечого молока порівняно з кашами на основі інших видів молока та контролем зберігає високу в'язкість, що зумовлено високим умістом жиру та білка в овечому молоці.

Найнижчу в'язкість спостерігали у каші на основі кобилячого молока – на 50 % нижча, ніж в'язкість контролю. В'язкість каші на основі козячого молока також нижча за в'язкість контролю на 40 %. Така різниця зумовлена ущільненням структури каші «Малишка», оскільки в її складі міститься вдвічі більше борошна.

Отже, встановлено, що з підвищенням напруги зсуву в'язкість дослідних систем знижується. Руйнування структури відбувається за відносно низької напруги зсуву (700…750 Па), зростання якої призводить до утворення майже зруйнованої структури дослідних систем, що характеризується сталим значенням ефективної в'язкості.

Результати дослідження швидкості перетравлення білкових речовин у молочно-борошняних кашах наведено на рисунку 3.

Особливістю дитячого організму є те, що за шлункового травлення, окрім ферментів пепсину і трипсину, виділяється фермент ренін.

За результатами дослідження встановлено, що найвищим ступенем перетравлювання характеризується каша на основі козячого молока. Найнижчу перетравлюваність білків спостерігали у каші «Малишка», в якій за 3 години гідролізу на 31 % менше накопичується амінокислот порівняно з кашею на основі козячого молока. У кашах на основі кобилячого та овечого молока вивільняється на 51 та 78 % більше амінокислот порівняно з контролем.

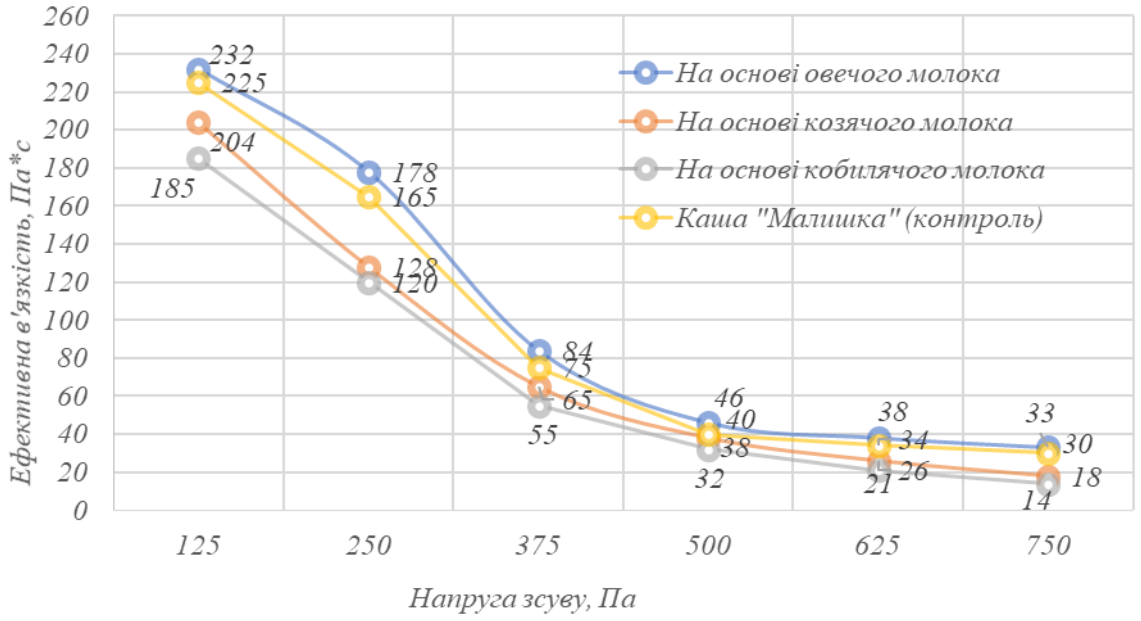

Рис. 2. **Залежність в'язкості відновлених молочно-борошняних каш з кукурудзяним борошном від напруги зсуву.**

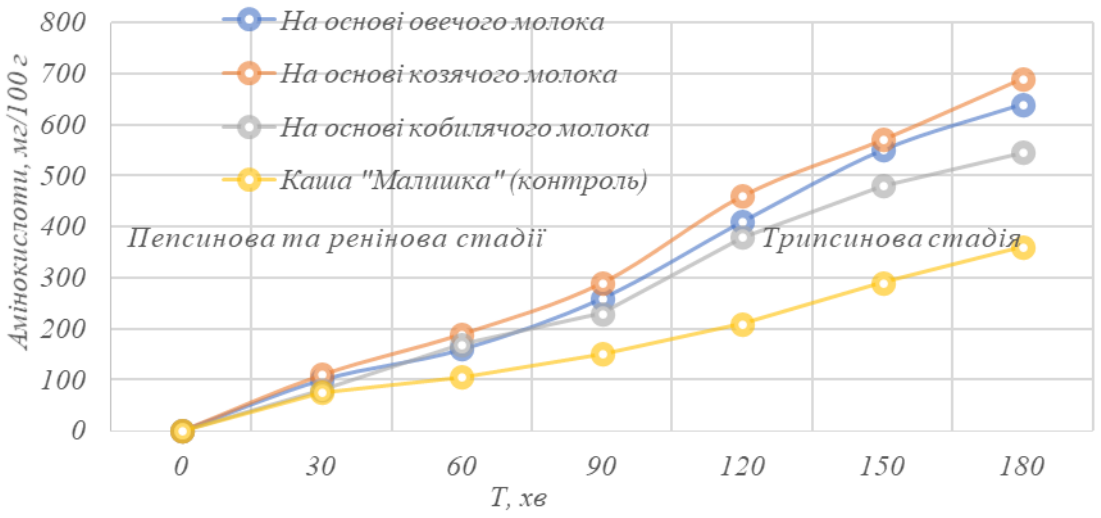

Рис. 3. **Здатність білкових речовин молочно-борошняних каш до перетравлення в умовах *in vitro***

Процес перетравлювання білків у кашах відбувається з подібною інтенсивністю. Відмінність полягає лише у кількості вивільнених амінокислот, що зумовлено різним вмістом білка у продукті. У розроблених кашах як молочну основу використовують нетрадиційні види молока, а у каші «Малишка» – коров'яче молоко. Крім того, до складу каші «Малишка» входить майже 50 % зернової сировини, а у розроблених кашах – 25 % борошна згідно з вимогами [1]. Отже, інтенсивність перетравлювання каш зумовлена різницею у кількісному та якісному складі продуктів.

Висновки. Доведено актуальність розроблення нових харчових продуктів для дітей віком від 6 місяців до 1 року. Запропоновано використання сухого кобилячого, овечого та козячого молока для виготовлення продуктів дитячого харчування.

Досліджено кінетику набухання кукурудзяного екструдату у відновленому кобилячому, козячому та овечому молоці. Встановлено, що ступінь набухання кукурудзяного екструдату залежить від хімічного складу молока.

Встановлено, що каша на основі овечого молока зберігає високу в'язкість, що зумовлено хімічним складом молока, а саме високим умістом жиру та білка.

Дослідження процесу перетравлення вказують на те, що розроблені каші перетравлюються з подібною інтенсивністю, яка є вищою, ніж перетравлювання каші «Малишка».

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про затвердження Гігієнічних вимог до продуктів дитячого харчування, параметрів безпечності та окремих показників їх якості: Наказ від 6 серпня 2013 р. № 696. URL:http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1380-13/page (дата звернення:16.03.2021).

2. Васильева Т. В. Экструзионные продукты. Пищевая промышленность. 2003. Вип.12. С. 6–9.

3. Mousan G., Kamat D. Cow's milk protein allergy. Clinical Pediatrics. 2016. Vol. 55.P. 1054–1063. DOI:10.1177/0009922816664512

4. Zeng Y., Zhang J. Assessment of Cow's milk-related symptom scores in early identification of cow's milk protein allergy in Chinese infants. BMC Pediatrics. 2019. Vol. 191. P. 1–7. DOI:10.1186/s12887-019-1563-y

5. Barreto L., Marcell I. Equinemilk and itspotential use in the human diet. Food science and technology. 2019.Vol. 39. P. 1–7.

6. Mazhitova A., Kulmyrzaev A. Amino Acid and Fatty Acid Profile of the Mare's Milk Produced on Suusamyr Pastures of the Kyrgyz Republic During Lactation Period. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2015. Vol. 195. P. 2683–2688. DOI:10.1016/j.sbspro.2015.06.479

7. Markevich-Kenshycka M., Vujtovskii J. Chemical composition and whey protein fraction of latelactationmares' milk. International Dairy Journal. 2013. Vol. 31. P. 62–64. DOI:10.1016/j.idairyj.2013.02.006

8. Ромашко О.В., Кобилінська О.В., Лазаренко М.В., Ковбаса В.М. Застосування ультразвуку для

дослідження процессу набухання екструдатів. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2003. Вип. 14. С. 57–58.

9. Kaur N., Singh B., Sharma S. Comparison of quality proteinmaize (QPM) and normalmaize with respect to properties of instant porridge. Lwt. 2019. 99. P. 291–298. DOI:10.1016/j.lwt.2018.09.070

10. Bravo-Núñez Á., Gómez M. Physicochemical properties of native and extrudedmaize flours in the presence of animal proteins. Journal of Food Engineering. 2019. 243. P. 49–56. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2018.09.005

11. Physicochemical properties and microstructure of cornflour – cellulose fiber extrudates/Y. Zhao et al. Food Science & Nutrition. 2021. 9(5). P. 2497–2507. DOI:10.1002/fsn3.2195

12. Descriptive sensory analysis of instant porridge from stored who legrain and decorticated pearlmillet flour cooked, stabilized and improved by using a low-cost extruder/I.O. Onyeoziri et al. Journal of Food Science. 2021. 86(9). P. 3824–3838. DOI:10.1111/1750-3841.15862

13. Akande O. A., Nakimbugwe D., Mukisa I. M. Optimization of extrusion conditions for the production of instant grain amaranth-based porridge flour. Food science & nutrition. 2017. 5(6). P. 1205–1214. DOI:10.1002/fsn3.513

14. Emmaculate S., Wandayi O. M., Ooko A. G., Kadenyeka M. V. Consumers acceptability of extruded maize-sorghum composite flours fortified with grain amaranth, baobab and orange fleshed sweet potatoes. African Journal of Food Science. 2020. 14(9). P. 274–284.

15. Velásquez-Barreto F., Ramirez-Tixe E., Salazar-Irrazabal M., Salazar-Silvestre E. Physicochemical properties and acceptability of three formulations containing favabean, quinoa and cornflour extrudates. Revista De CienciasAgrícolas. 2020. 37(2). P. 40–48. DOI:10.22267/rcia.203702.136

16. Mandge Harshad M., Sharma S., Goswami D. Effect of extrusion operating conditions on the functional and sensory properties of instant multigrain porridge. 2019. P. 99–104. DOI:10.5958/2394-4471.2019.00019.4

17. Kaur N., Singh B., Sharma S. Development of breakfast cereal based on quality protein maize by twin screw extrusion process for improved nutrition. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2018. 7(4). P. 38–48.

18. Impact of Extrusion Temperature on *In Vitro* Digestibility and Pasting Properties of Pea Flour/M. Qi et al. Plant Foods for Human Nutrition. 2021. 76(1). P. 26–30.

19. Ордакова А.И., Щербинин А.А., Засыпкин Д.В. Физические свойства экструдированных продуктов с использованием молочного сырья. Хранение и переработка сельхозсырья. 1997. Вип. 4. С. 14–15.

20. Остриков А.Н., Смирных А.А., Дорохин С.В. Исследование характера изменения динамической вязкости молочно-фруктовых продуктов. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. Вып. 2. С. 47–52.

REFERENCES

1. Pro zatverdzhennja Gigijenichnyh vymog do produktiv dytjachogo harchuvannja, parametriv bezpechnosti ta okremyh pokaznykiv i'h jakosti: Nakaz vid 6 serpnja 2013 r. № 696. [On approval of Hygienic requirements for baby food, safety parameters and certain indicators of their quality: Order of August 6, 2013 № 696]. URL:http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1380-13/page (date of application: 16.03.2021).

2. Vasil'eva, T. V. (2003). Jekstruzionnye produkty [Extrusion products]. Pishhevaja promyshlennost' [Food industry]. Issue 12, pp. 6–9.

3. Mousan, G., Kamat, D. (2016). Cow's milk protein allergy. Clinical Pediatrics. Vol. 55, pp. 1054–1063. DOI:10.1177/0009922816664512

4. Zeng, Y., Zhang, J. (2019). Assessment of Cow's milk-related symptom scores in early identification of cow's milk protein allergy in Chinese infants. BMC Pediatrics. Vol. 191, pp. 1–7. DOI:10.1186/s12887-019-1563-y

5. Barreto, L., Marcell, I. (2019). Equinemilk and itspotential use in the human diet. Food science and technology. Vol. 39, pp. 1–7.

6. Mazhitova, A., Kulmyrzaev, A. (2015). Amino Acid and Fatty Acid Profile of the Mare's Milk Produced on Suusamyr Pastures of the Kyrgyz Republic During Lactation Period. Procedia - Social and Behavioral Sciences. Vol. 195, pp. 2683–2688. DOI:10.1016/j.sbspro.2015.06.479

7. Markevich-Kenshycka, M., Vujtovskii, J. (2013). Chemical composition and whey protein fraction of latelactationmares' milk. International Dairy Journal. Vol. 31, pp. 62–64. DOI:10.1016/j.idairyj.2013.02.006

8. Romashko, O.V., Kobylins'ka, O.V., Lazarenko, M.V., Kovbasa, V.M. (2003). Zastosuvannja ul'trazvuku dlja doslidzhennja processu nabuhannja ekstrudativ [The use of ultrasound to study the swelling of extrudates]. Naukovi praci Nacional'nogo universytetu harchovyh tehnologij [Scientific works of the National University of Food Technologies]. Issue 14, pp. 57–58.

9. Kaur, N., Singh, B., Sharma, S. (2019). Comparison of quality proteinmaize (QPM) and normalmaize with respect to properties of instant porridge. Lwt. 99, pp. 291–298. DOI:10.1016/j.lwt.2018.09.070

10. Bravo-Núñez, Á., Gómez, M. (2019). Physicochemical properties of native and extrudedmaize flours in the presence of animal proteins. Journal of Food Engineering. 243, pp. 49–56. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2018.09.005

11. Zhao, Y., Zhao, C., Tang, X., Zhou, J., Li, H., Zhang, H., Liu, J. (2021). Physicochemical properties and microstructure of cornflour – cellulose fiber extrudates. Food Science & Nutrition. 9(5), pp. 2497–2507. DOI:10.1002/fsn3.2195

12. Onyeoziri, I. O., Torres-Aguilar, P., Hamaker, B. R., Taylor, J. R., deKock, H. L. (2021). Descriptive sensory analysis of instant porridge from stored who legrain and decorticated pearlmillet flour cooked, stabilized and improved by using a low-cost extruder. Journal of Food Science. 86(9), pp. 3824–3838. DOI:10.1111/1750-3841.15862

13. Akande, O. A., Nakimbugwe, D., Mukisa, I. M. (2017). Optimization of extrusion conditions for the production of instant grain amaranth-based porridge flour. Food science & nutrition. 5(6), pp. 1205–1214. DOI:10.1002/fsn3.513

14. Emmaculate, S., Wandayi, O. M., Ooko, A. G., Kadenyeka, M. V. (2020). Consumers acceptability of extruded maize-sorghum composite flours fortified with grain amaranth, baobab and orange fleshed sweet potatoes. African Journal of Food Science. 14(9), pp. 274–284.

15. Velásquez-Barreto, F., Ramirez-Tixe, E., Salazar-Irrazabal, M., Salazar-Silvestre, E. (2020). Physicochemical properties and acceptability of three formulations containing favabean, quinoa and cornflour extrudates. Revista De CienciasAgrícolas. 37(2), pp. 40–48. DOI:10.22267/rcia.203702.136

16. Mandge, Harshad M., Sharma, S., Goswami, D. (2019). Effect of extrusion operating conditions on the functional and sensory properties of instant multigrain porridge. pp. 99–104. DOI:10.5958/2394-4471.2019.00019.4

17. Kaur, N., Singh, B., Sharma, S. (2018). Development of breakfast cereal based on quality protein maize by twin screw extrusion process for improved nutrition. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 7(4), pp. 38–48.

18. Qi, M., Zhang, G., Ren, Z., He, Z., Peng, H., Zhang, D., Ma, C. (2021). Impact of Extrusion Temperature on *In Vitro* Digestibility and Pasting Properties of Pea Flour. Plant Foods for Human Nutrition. 76(1), pp. 26–30.

19. Ordakova, A.I., Shherbinin, A.A., Zasypkin, D.V. (1997). Fizicheskie svojstva jekstrudirovannyh produktov s ispol'zovaniem molochnogo syr'ja [Physical properties of extruded products using dairy raw materials]. Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja [Storage and processing of agricultural raw materials]. Issue 4, pp. 14–15.

20. Ostrikov, A.N., Smirnyh, A.A., Dorohin, S.V. (2013). Issledovanie haraktera izmenenija dinamicheskoj vjazkosti molochno-fruktovyh produktov [Study of the nature of the change in the dynamic viscosity of dairy and fruit products]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tehnologij [Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. Issue 2, pp. 47–52.

Non-traditional types of milk powder in baby food technology

Belinska K.

The need to develop products for infant nutrition is urgent. Cow's milk is the basis for making porridge. The number of children suffering from allergies to cow's milk protein is 2-7.5%.

The aim of the work is to study the kinetics of extrudate swelling in different types of milk, their influence on the rheological properties of porridges and their ability to digest.

The degree of swelling of the extrudate in mares' milk is 12.5% higher than in cow's milk, and in goat's and sheep's milk - 4% and 19% lower, respectively. The viscosity of mares' milk porridge is 50% lower than the viscosity of «Malyshka» porridge. The viscosity of goat's milk porridge is also 40% lower than the viscosity of «Malyshka» porridge. The lowest digestibility of proteins is observed in «Malyshka» porridge, in which 31% less amino acids accumulate in 3 hours of hydrolysis compared to goat milk porridge. In porridge based on mare and sheep milk, 51% and 78% more amino acids are released compared to the control.

It is proved that the development of new milk-flour porridges for feeding children aged 6 months to 1 year is relevant. It is established that the degree of swelling of corn extrudate depends on the chemical composition of milk. It has been found that goat's and sheep's' milk porridge retains a high viscosity, which is also explained by the chemical composition of milk, namely the high content of fat and protein. Studies of the digestion process indicate that the developed cereals are digested with a similar intensity, which is higher than the digestion of porridge «Malyshka».

Key words: baby food, extrudates, mares' milk, milk powder, goat's and sheep's milk.

Copyright: Белінська К.О. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Белінська К.О. https://orcid.org/0000-0001-8765-5998

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

UDC 006.013; 338.439.02

Food security and food safety issues of the long-term storage of meat and milk products

Kuts O.M., Verbytskyi S., Bokova S., Kozachenko O., Patsera N.

Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv

Serhii Verbytskyi E-mail: tk140@hotmail.com

OPEN ACCESS

Куць О., Вербицький С., Бокова С., Козаченко О., Пацера Н. Питання продовольчої та харчової безпечності за тривалого зберігання м'ясних і молочних продуктів. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 162–167.

Kuts O., Verbytskyi S., Bokova S., Kozachenko O., Patsera N. Food security and food safety issues of the long-term storage of meat and milk products. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 162–167.

Рукопис отримано: 22.02.2022 р.
Прийнято: 11.03.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-162-167

The state when all people at any time have physical and economic access to safe and wholesome food sufficient to satisfy their physiological needs and benefits necessary for an active and healthy lifestyle is denominated as food security its principal components being: availability as the degree of actual or potential affordability of food in a certain group of the population during a certain period; accessibility, as the degree of the population's ability to receive food at its disposal during a certain period of time; consumption, as the ability of the population to provide enough nutritious food for a certain period of time. The concept of food security, along with economic aspects, incorporates a number of technical components: alimentary and nutritional value of food, other physical and chemical characteristics, suitability for transportation and short-term and long-term storage. The technical regulation is the legal regulation of relations in the field of determining and fulfilling mandatory requirements for product characteristics or related processes and production methods. The principal directions for taking into account food security requirements in technical regulation are rational consumption norms, state food resources, food safety and certain indicators of their quality. Principal directions of implying food security fundamentals in the frames of technical regulation and standardization are specified as well as the algorithm of expedient involvement of the basics of food safety in regulatory norms. The consideration of the principles of food security in technical regulation can be fulfilled by developing normative documents that contain norms concerning long-term storage, amending existing regulatory documents, the scope of which are certain foods, with relevant sections as well as the development of documents that will normalize, if necessary, special methods for research of long-term storage products, such as butter and frozen meats. It is stated that specialized refrigerators and storage facilities, can carry out long-term storage of butter and meats for periods exceeding those specified in the national standards. It is possible to develop standards defining the terms and conditions of long-term storage of foods in the conditions of enterprises of the state reserve system. Another possible solution to the existing problem is the introduction of provisions regarding special requirements for long-term storage of foods in the state reserve, these involved in solving the issues of the food security, to the norms in force.

Key words: food security, long-term storage, food safety, standards, butter, frozen meat, technical regulation.

All the humans seek proper wellbeing and the human security as its important constituent. The said problem is multifaceted, it embraces the protection against such chronic threats as hunger or disease, as well as protection from sudden and undesirable changes in everyday life. The threats to human security can be specified as seven main categories: economic, food, medical, environmental, personal, public and political [1]. Food security is both a complex and challenging issue to

resolve, currently about one billion people (16 % of global population) suffer from chronic hunger when there is more than enough food for every human on the planet. The food security challenge is thus implementing an ability to deal with increasing food shortages, caused by a combination of waste and an ever expanding world population. At current levels, prediction state that we must increase global food production by 70 % on already over exploited finite infrastructures before 2050 [2]. Food security is now a global problem, the solution of which depends on providing consumers with an adequate supply on a global scale with safe, affordable and nutritious food products – both fresh and properly processed. The task of providing healthy nutrition to 9 billion people by 2050 will be partly solved by increasing the production of food products. Only partly – as other measures in this direction should be taken to reduce food losses throughout the supply chain from production to consumption, to increase the content and improve nutrient preservation, to ensure food safety and proper storage of food by appropriate technological processing [2-5]. The food security is reached when all people at any time have physical and economic access to safe and wholesome food sufficient to satisfy their physiological needs and benefits necessary for an active and healthy lifestyle [2]. There are three principal components of food security: availability as the degree of actual or potential affordability of food in a certain group of the population during a certain period; accessibility, as the degree of the population's ability to receive food at its disposal during a certain period of time; consumption, as the ability of the population to provide enough nutritious food for a certain period of time. Thus, the concept of food security, along with economic aspects, incorporates a number of technical components, such as: alimentary and nutritional value of food, other physical and chemical characteristics, suitability for transportation and short-term and long-term storage [5].

The analysis made in [6,7] shows that the economic aspects of food security are widely characterized in scientific sources, but its technical and technological problems have not yet been widely reflected in the works of scholars, and the information in them is quite rare. Thus, among the factors ensuring the effective functioning of the food safety system, the promotion of the use of advanced technologies in the production, storage and processing of raw materials for food production are recalled [8]. Not only the compliance with the food safety criteria in terms of the amount of food products shall be achieved, but also their proper compliance with good nutritional standards, safety and quality requirements through proper coordination of agriculture and the industry for processing agricultural raw materials and production of foods are necessary [9]. So, the safety and quality of food products are fundamental components of the overall structure of the food security of a state; therefore, their provision is prompted by consolidated targeted actions in areas such as food safety and technical regulation. Accordingly, the proper involvement of technical regulation is necessary in the field of food safety and quality to form an integrated structure of food security of state, ensure regulatory support for this system and its full and accelerated implementation as an important component of the security of state in general [5,7].

The technical regulation is the legal regulation of relations in the field of determining and fulfilling mandatory requirements for product characteristics or related processes and production methods. The principal directions for taking into account food security requirements in technical regulation are rational consumption norms, state food resources, food safety and certain indicators of their quality, this also applying to standardization as part of technical regulation.

First of all, the food security is understood as a set of indicators some of them relating to the safety and quality of raw food materials as well as processed foods in the assortment acceptable for the rational nutrition of the consumers. The said is desirable to be reflected in the national system of technical regulation. The directions of the consideration of the principles of food security and safety in the framework of the development of technical regulation and standardization are illustrated by Figure 1. The algorithm for implementing the principles of food safety in the regulatory documents of the level of national standards is presented in Figure 2.

It shall be noted that physical and chemical characteristics of food products used for state reservation often do not fully correspond to the typical conditions of their market turnover, reflected in standards of different levels, normalizing the specifications for the said products. So, it is expedient to develop special standards, standardizing the specifications for food products intended for reservation or to complete existing standards with provisions that contain special requirements to food products which are probable to be used for the purpose of reserving and to develop, if necessary, the standards for methods for determining different indicators of food produces, which are important in terms of their processing, preparation and practical implementation of the said reservation [6].

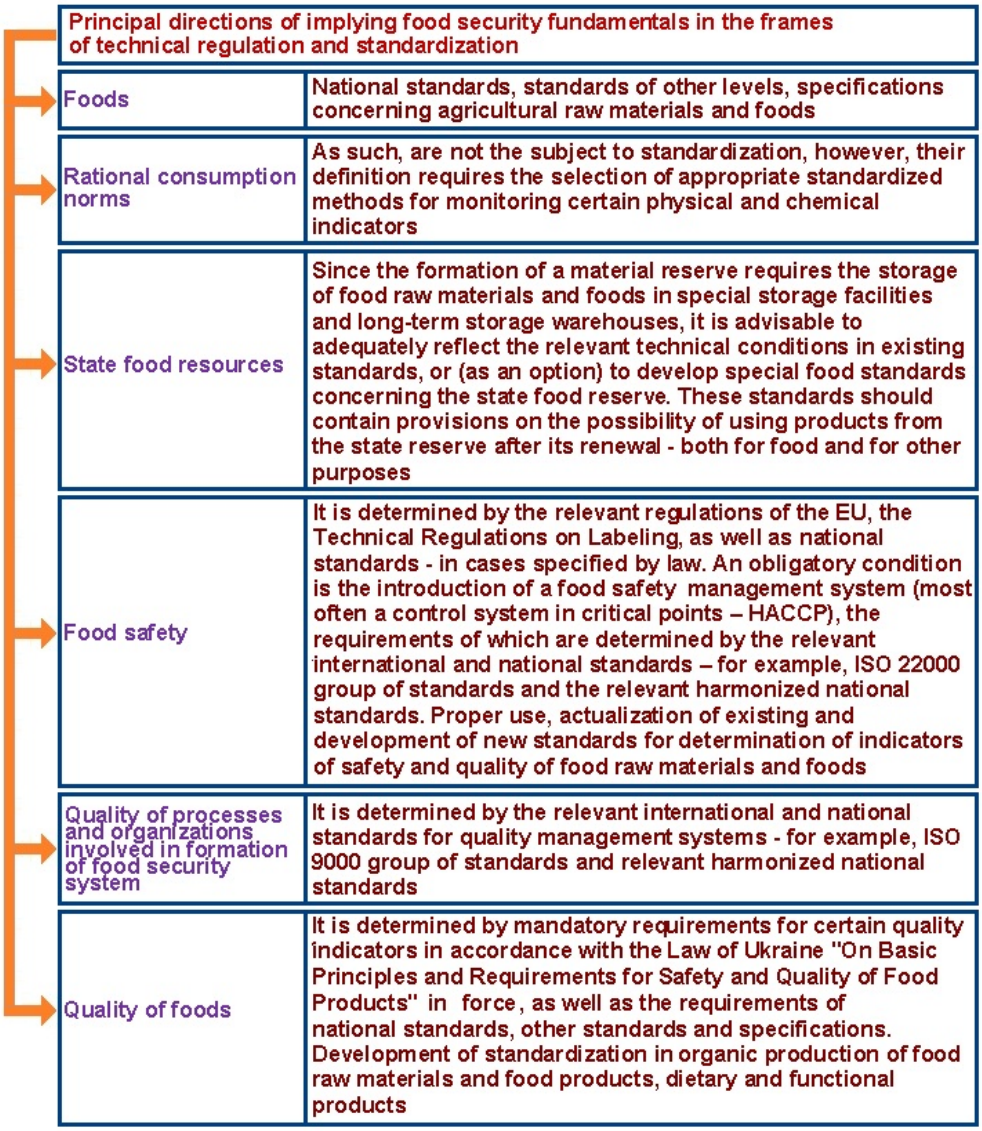

Figure 1. **Principal directions of implying food security fundamentals in the frames of technical regulation and standardization.**

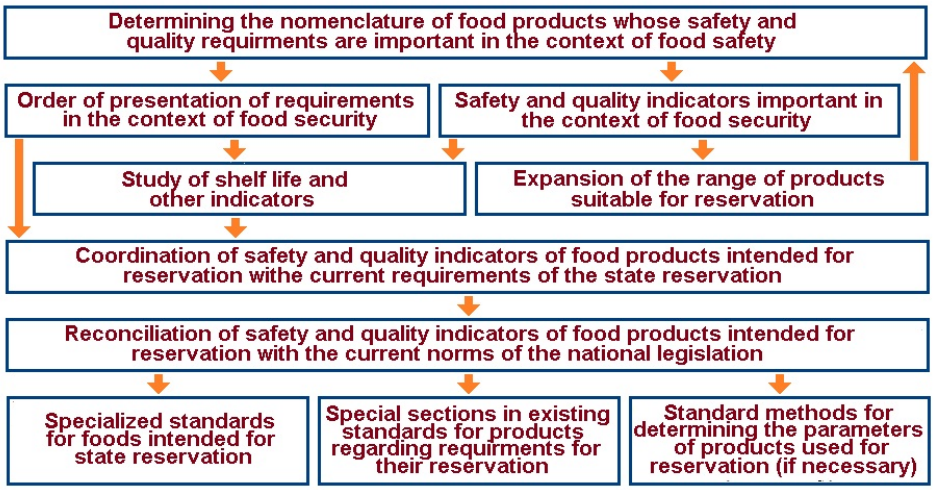

Figure 2. **The scheme of the algorithm of expedient involvement of the basics of food safety in regulatory documents of the national standard level.**

The appropriate consideration of the principles of food security in technical regulation can be fulfilled by developing normative documents that contain norms concerning long-term storage, amending existing regulatory documents, the scope of which are certain foods, with relevant sections as well as the development of documents that will normalize, if necessary, special methods for research of long-term storage products [10]. Foods which can be stored for a long time at negative temperatures are, among others, butter and frozen meats.

According to the national norms of Ukraine, butter shall be stored at temperatures from 0 ºC to –18 ºC in freezers for a period of 3 to 12 months. There is the possibility of long-term storage of butter in a monolith in cardboard boxes lined with parchment at a temperature of –25 ± 3 °C for 24 months [11]. The above said packing was used in studies of long-term storage of 20 tons batch of butter at a temperature of –25 ± 3 ° C for 30 months [12]. After long-term (24 and 30 months) storage, the titrated acidity and acidity of the fat phase increased by 1.26 times and by 1.32 times (Table 1), which corresponds to the norms of the National Standard of Ukraine DSTU 4399:2005 "Butter. Specifications", therefore, there is every reason to assert the acceptability of the temperature regime –25 ± 3 °C for proper retention of biochemical processes in butter.

Research results and discussion. The results of experiments [11] show that the mathematical modeling allows predicting the shelf-life of food products based on the study of the mechanism and kinetics of processes that determine the deterioration in the quality (set of relevant indicators) of butter during storage. The predicting the shelf life of this on the basis of a complete factorial experiment makes it possible to evaluate their storage capacity with sufficient reliability. The titratable acidity, acidity of the fat phase, degree of dispersion and distribution of moisture, and also the peroxide number were determined as basic storage factors of butter.

Together with cooling, the freezing of meat, as a preservation method, has many advantages in terms of preserving the properties of meat, whose chemical composition is characterized by high-quality proteins, minerals and B-complex vitamins, valuable meat ingredients are also best preserved. The quality of preserved meat primarily depends on the speed and temperature of cooling and freezing process, and on ice crystals that form during freezing, their position and size. The hygienic quality of chilled and frozen meat depends, above all, on microflora in raw meat, but also on the manner and time of storage, the method of transport and the proper storage of meat [13].

When storing frozen meat, there is no delay of hydrolytic changes in the protein system, and even at a temperature of (–18) ° C there are signs of deep hydrolysis of proteins. Quite intensive hydrolytic decomposition of fats also occurs at relatively low storage temperatures. In the case of long-term storage products, which include frozen products, the deterioration in quality is caused by slow chemical reactions, and the result is, for example, a decrease in nutritional value [14].

The practice of long-term reserving of meat shows that for beef the shelf life is 18 months at a temperature of (–18) ° C and 24 months at a temperature of (-25) ° C, for pork – 12 months both at a temperature of (–18) ° C and at a temperature (-25) ° C. For the most part, the given expiration dates of these meats coincide with the norms of the national standards of Ukraine, but the said norms do not provide for the possibility of storing meat for 24 months. At the same time, the above parameter is confirmed by the long-term practice of storing frozen meat in long-term storage freezers and the data given in [15] (Table 2).

Table 1 – **Biochemical parameters of butter after storage at a temperature of –25 ± 3 °C [12]**

Parameters	Storage time, months			
	Control	3	24.	30
Titrated acidity, ºT	15,9±0,8	15,9±0,7	16,7±0,8	20,00±0,9
Acid fat phase, ºK	1,79±0,08	1,80±0,09	2,00±0,1	2,37±0,1

Table 2 – **Shelf life of the frozen meat, months [15]**

Kind of meat	Temperature (–12) °C	Temperature (–18) °C	Temperature (–24) °C
Beef carcasses*	8	15	24
Veal carcasses*	6	12	15
Pork carcasses*	6	10	15

* Carcasses are unwrapped or wrapped with the sackcloth

Concluded. So it can be concluded that specialized organizations of the state reserve system, which are equipped with properly equipped refrigerators and storage facilities, can carry out long-term storage of butter and meats for periods exceeding those specified in the national standards. It is possible to develop of standards defining the terms and conditions of long-term storage of foods in the conditions of enterprises of the state reserve system, equipped with appropriate refrigerating chambers and warehouses. Another possible solution to the existing problem is the introduction to the current standards of provisions regarding special requirements for long-term storage of foods in the state reserve, these involved in solving the issues of the food security.

REFERENCES

1. Bonfiglio, J. M. I. (2016). La ideología política al servicio de la seguridad y la seguridad en la teoría política. Trabalhos Completos ALED Puebla. 1(1), pp. 1–13. Available at:http://www.anaisaled.ufscar.br/index.php/aledpuebla/article/view/31

2. Mc Carthy, U., Uysal, I., Badia-Melis, R., Mercier, S., O'Donnell, C., Ktenioudaki, A. (2018). Global food security–Issues, challenges and technological solutions. Trends in Food Science & Technology. 77, pp. 11–20. DOI:10.1016/j.tifs.2018.05.002

3. Augustin, M. A., Riley, M., Stockmann, R., Bennett, L., Kahl, A., Lockett, T., Cobiac, L. (2016). Role of food processing in food and nutrition security. Trends in Food Science & Technology. 56, pp. 115–125. DOI:10.1016/j.tifs.2016.08.005.

4. King, T., Cole, M., Farber, J. M., Eisenbrand, G., Zabaras, D., Fox, E. M., Hill, J. P. (2017). Food safety for food security: Relationship between global megatrends and developments in food safety. Trends in Food Science & Technology. 68, pp. 160–175. DOI:10.1016/j.tifs.2017.08.014

5. Verbytskyi, S. B., Kopylova, K. V., Kozachenko, O. B., & Verbova, O. V. (2020). Food security and technical regulation of requirements to food products. Yessenov Science Journal. 37(1), pp. 59–65. Available at:https://www.researchgate. net/publication/348714755_FOOD_SECURITY_AND_TECHNICAL_REGULATION_OF_REQUIREMENTS_TO_FOOD_PRODUCTS

6. Kopylova, K. V., Verbytskyi, S. B., Verbova, O. V. (2017). Summarizing demands to safety and quality of foods in normative documents important for regulation of food security issues. Prodovolchi Resursy. [Food Resources]. 9, pp. 203–210. Available at:http://iprkyiv.com/index.php/39-fakhovyi-zbirnyk/arkhiv-nomeriv/pr-2017-09/277-prodovol-chi-resursi-2017-rik-vipusk-9-stattya-25

7. Verbytskyi, S. B., Cherniak, O. V., Patsera, N. M. (2016). Prodovolcha bezpeka ta ahropromyslovyi kompleks: zasadnychi pryntsypy ta mozhlyvist yikhnoi realizatsii u praktytsi tekhnichnoho rehuliuvannia. [Food security and agro-food sector: basic principles and possibilities of their implementation in the practice of technical regulation]. Prodovolchi Resursy. [Food Resources]. 7, pp. 79–86. Available at:http://iprkyiv.com/index.php/41-fakhovyi-zbirnyk/arkhiv-nomeriv/pr-2016-07/324-prodovol-chi-resursi-2016-rik-vipusk-7-stattya-11.

8. Ilyina, Z. M. (2007). Food security system: regularities of forming and factors of development. Minsk: Institute of economy of the NAS of Belarus, Centre of Agrarian Economy.

9. García, A. C. (2004). Figuras, normas y protocolos de calidad como herramienta de mejora de la seguridad alimentaria. Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía. 17(1), pp. 229–245. Available at:http://hdl.handle.net/10396/3911.

10. Verbytskyi, S. B. (2016). Technical aspects of guaranteeing food security: role of technical regulation. Prodovolchi Resursy. [Food Resources]. 6, pp. 140–146. Available at:http://iprkyiv.com/index.php/42-fakhovyi-zbirnyk/arkhiv-nomeriv/pr-2016-06/367-prodovol-chi-resursi-2016-rik-vipusk-6-stattya-15

11. Bocharova-Leskina, A., Verbytskyi, S. (2019). Theoretic approaches to substantiate shelf life capacity of butter and spreads. Journal of Engineering Science. XXVI(3), pp. 78–88. DOI:10.5281/zenodo.3444117.

12. Zaptalov, B. Y., Grytsun, V. M., Mukovoz, V. M., Obshtat, S. V., Karpulenko, M. S., Koshovyi V. M. (2015). Changes of butter quality during prolonged storage in industrial cold store. Science and Technology Bulletin SRC for Biosafety and Environmental Control of Agro-Industrial Complex. 2, pp. 91–95. DOI:10.21608/ijds.2017.8069

13. Cvrtila, Ž., Dobranić, V. (2019). Utjecaj hlađenja i zamrzavanja na kakvoću i mikrofloru mesa. MESO. 21(1), pp. 79–87. DOI:10.31727/m.21.1.2

14. Kopylova, K. V., Verbytskyi, S. B. (2017). Substantiation of the necessity to enhance technical conditions of raw meats storage when they are used to guarantee food security of the state. Prodovolchi Resursy. [Food Resources]. 8, pp. 9–16. Available at:http://iprkyiv.com/index.php/40-fakhovyi-zbirnyk/arkhiv-nomeriv/pr-2017-08/287-prodovol-chi-resursi-2017-rik-vipusk-8-stattya-01

15. Shelf life of Australian red meat. Second edition. (2016). Meat & Livestock Australia. Available at:https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/research-and-development/ program-areas/food-safety/pdfs/shelf-life-of-australian-red-meat-2nd-edition.pdf

Питання продовольчої та харчової безпечності за тривалого зберігання м'ясних і молочних продуктів

Куць О., Вербицький С., Бокова С., Козаченко О., Пацера Н.

Стан, коли всі люди в будь-який час мають фізичний та економічний доступ до безпечної та корисної їжі, достатньої для задоволення їх фізіологічних потреб і необхідних для активного та здорового способу життя, називається продовольчою безпекою. Основними її складовими є: доступність як ступінь фактичної або потенційної доступності продовольства для певної групи населення впродовж певного періоду; доступність, як ступінь

спроможності населення впродовж певного періоду отримувати харчові продукти у своє розпорядження; споживання, як забезпечення населення достатньою кількістю поживних продуктів харчування впродовж певного періоду. Поняття продовольчої безпеки, поряд з економічними аспектами, охоплює низку технічних компонентів: харчову та поживну цінність продуктів, інші фізико-хімічні характеристики, придатність до транспортування та короткочасного або тривалого зберігання. Технічне регулювання – це правове регулювання відносин у сфері визначення та виконання обов'язкових вимог до характеристик продукції або суміжних процесів і методів виробництва. Основними напрямами врахування вимог продовольчої безпеки в технічному регулюванні є норми раціонального споживання, державні продовольчі ресурси, безпечність харчових продуктів та окремі показники їх якості. Визначено основні напрями основ продовольчої безпеки в межах технічного регулювання та стандартизації, а також алгоритм доцільного залучення основ продовольчої безпеки до нормативних норм. Врахування принципів продовольчої безпеки в технічному регулюванні може бути здійснено розробленням нормативних документів, які містять норми щодо тривалого зберігання, внесення змін до чинних нормативних документів, до сфери дії яких належать окремі харчові продукти, з відповідними розділами, а також розробленням документів, що нормалізує, за необхідності, спеціальні методи дослідження продуктів тривалого зберігання, наприклад, вершкового масла та замороженого м’яса. Зазначається, що спеціалізовані холодильні та складські приміщення можуть здійснювати довготривале зберігання вершкового масла та м’яса на терміни, що перевищують встановлені національними стандартами. Можливим є розроблення стандартів, що визначають терміни та умови тривалого зберігання харчових продуктів в умовах підприємств системи державного резерву. Іншим способом розв’язання проблеми є долучення до чинних норм положень про особливі вимоги щодо тривалого зберігання харчових продуктів у державному резерві, які пов'язані з вирішенням питань продовольчої безпеки.

Ключові слова: продовольча безпека, тривале зберігання, безпечність харчових продуктів, стандарти, масло, заморожене м'ясо, технічне регулювання.

Copyright: Kuts O.M.et al. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Kuts O. https://orcid.org/0000-0002-2855-0659
Verbytskyi S. https://orcid.org/0000-0002-4211-3789
Bokova S. https://orcid.org/0000-0002-2092-3705
Kozachenko O. https://orcid.org/0000-0002-2189-9583
Patsera N. https://orcid.org/0000-0001-8737-9997

ЕКОЛОГІЯ

УДК 637.5'64.04/.05:636.087.72

Вплив різних доз важких металів на показники якості та безпеки м'яса і сала свиней

Чалая О.С., Чалий О.І., Нагорний С.А.

Державний біотехнологічний університет

E-mail: chaliolisobol@gmail.com

Чалая О.С., Чалий О.І., Нагорний С.А. Вплив різних доз важких металів на показники якості та безпеки м'яса і сала свиней. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С.168–177.

Chalaya O., Chaly O., Nahorny S. Effect of different doses of heavy metals on quality and safety indices of meat and pig fat. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 168–177.

Рукопис отримано: 16.01.2022 р.
Прийнято: 31.01.2022 р.
Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-168-177

Наведено результати досліджень щодо впливу токсичних доз важких металів, а саме Кадмію та Свинцю (сумісно та окремо) в дозі 10 і 20 гранично допустимих концентрацій на хімічний склад, якості м'язової і жирової тканин свиней. Оцінено застосування експериментальної рослинної добавки як захисного засобу за хронічної інтоксикації важкими металами. За споживання тваринами раціонів з високим рівнем важких металів, як сумісно, так і окремо, відбувалися зміни у хімічному складі та технологічних властивостях м'язової тканини і сала. Вміст у м'ясі сухої речовини, жиру, білка зменшувався, істотнішими ці зміни були в організмі тварин, що отримували підвищені дози Кадмію у І серії, та за сумісного згодовування важких металів у ІІ серії, де їх утримання у раціонах становило 20 гранично допустимих концентрацій. Водночас у м'ясі тварин дослідних груп порівняно із контролем знижувалась калорійність та білково-якісний показник. Активна кислотність м'яса та її вологоутримувальна здатність у тварин усіх груп знаходились у межах норми. Однак у тварин, які отримували з раціоном підвищені дози важких металів, pH м'яса дещо змінювалось у бік нейтрального середовища (pH – 5,3 – 5,5, за контролю pH – 5,1–5,2), вологоутримувальна здатність м'яса дослідних тварин коливалась від 55,24 до 56,5 % (контроль – 55,0–55,1 %). Дослідження якісних показників сала свиней довели, що за дії Кадмію та Свинцю відбувалося зменшення кількості сухої речовин (до 2,84 %) і жиру (до 2,7 %) у салі та збільшення вологи і % клітинних оболонок порівняно із тваринами контрольної групи. Із збільшенням дози важких металів негативні зміни у хімічному складі, технологічних властивостях м'яса і сала дослідних тварин були відчутнішими. Надходження важких металів в організм тварин призвело до накопичення цих токсикантів у м'ясі, водночас із збільшенням дози важких металів зростало і їх накопичення. Так, вміст Кадмію і Свинцю у м'ясі тварин дослідних груп в обох серіях дослідів перевищував встановлені ГДК цих токсикантів, водночас перевищення Свинцю максимально становило у 1,9 раза (ІІ група), а Кадмію – 4,0 раза (IV група). Згодовування експериментальної кормової добавки сприяло поліпшенню хімічного складу та технологічних властивостей м'яса і сала свиней на відгодівлі, зменшенню накопичення токсинів у м'язовій тканині.

Ключові слова: Кадмій, Свинець, м'язова та жирова тканини, хімічний склад, калорійність, вологоутримувальна здатність, активна кислотність, експериментальна рослинна добавка.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Основним завданням галузі тваринництва є забезпечення населення як достатньою кількістю, так і високою якістю виробленої продукції. Нині вимоги споживачів до вибору продукції зростають, особлива увага приділяється не лише якості, а й безпеці харчових продуктів [1].

Якість тваринницької продукції обумовлюється багатьма чинниками, зокрема генетичними особливостями тварин, умовами утримання, віком, а здебільшого якістю та повноцінністю кормів [2, 3]. Безпечна та якісна продукція повинна не лише мати високу поживність та енергетичну цінність, а й відповідати гігієнічним нормативам безпеки щодо вмісту в ній токсичних та інших несприятливих для організму людини речовин [4]. Однак з кожним роком досягти цього стає дедалі важче на тлі загострення екологічних проблем у всьому світі та суттєвого зростання антропогенного впливу на біосферу [5, 6]. Інтенсивний розвиток сільського господарства, промисловості, що супроводжуються використанням різних хімічних сполук, мінеральних добрив, пестицидів, призводить до міграції та накопичення в компонентах біосфери (повітря, вода, ґрунт) різних токсинів, що ускладнює виробництво якісної сільськогосподарської продукції [7–9]. Серед численних забруднювачів довкілля одними з найбільш небезпечних є важкі метали, які мають виражені токсикологічні властивості.

У зв'язку з цим актуальним стає вивчення зміни якості і безпечності продукції свинарства за дії різних доз важких металів та пошук можливостей збереження цих показників в умовах надмірного техногенного навантаження.

Нині досить гостро стає питання забруднення біосфери важкими металами. Важкі метали – це умовна назва металів, які мають щільність понад 6 г/см^3, відносну атомну масу понад 50 а.о.м., більшість з яких токсичні (Цинк, Кадмій, Меркурій, Хром, Свинець та інші) [10, 11]. Існує також думка, що це метали з атомним номером 20 а.о.м. і більше [12]. Згідно з Харчовим кодексом, розробленим комісією ФАО та ВООЗ, найбільш шкідливими з них є Кадмій і Свинець. Ці елементи, навіть за низьких концентрацій, мають виражені токсикологічні властивості і призводять до росту захворювань людей [13–16].

Найінтенсивнішими джерелами надходження цих металів у довкілля є підприємства металургійної та хімічної промисловості, згорання твердого та рідкого палива, пестициди, промислові відходи. Надходження важких металів у довкілля з кожним роком зростає. Так, через антропогенні джерела у середовище надходить 94–97 % Свинцю, 84–89 % Кадмію [17].

У світі є зони, в яких вміст важких металів у ґрунті, воді, рослинах перевищує встановлені норми, а підвищений вміст Кадмію і Свинцю в м'ясних та молочних продуктах було виявлено багатьма дослідженнями [19, 20]. Важкі метали, надходячи в організм тварин, не лише знижують їх продуктивність [21, 22], а й впливають на хімічний склад, показники біологічної цінності і санітарної якості продукції тваринництва [23].

Встановлено, що за ендемічних захворювань м'ясо тварин переважно буває забруднене мікрофлорою, у зв'язку з чим швидше піддається псуванню порівняно з м'ясом, одержаним від здорових тварин. Крім того, виявлено зміни у показниках якості і біологічної цінності м'яса: зменшується вміст білків м'язової тканини і збільшується сполучнотканинних – колагену та еластину [24].

Дослідження впливу важких металів на якість продукції тваринництва здебільшого зводиться до вивчення рівня накопичення токсинів у м'ясі та внутрішніх органах тварин. Тимчасом технологічні властивості, харчову цінність та біологічну повноцінність м'яса не вивчають [25, 26]. Крім того, продукцію відбирають з місць реалізації, що не дає змоги знати, яка кількість токсинів надходила за весь період відгодівлі тварин з кормами [27].

Отже, залишаються не вирішеними питання, пов'язані із вивченням впливу раціонів з різним вмістом важких металів на якість м'ясної продукції. Це спричинено складнощами у проведенні подібних досліджень у виробничих умовах, зокрема наявністю необхідної кількості кормів, що містять у своєму складі надмірну кількість важких металів, і в необхідному співвідношенні. Вирішити ці проблеми можливо створенням штучної моделі екоцидного впливу, тобто введенням у корми додатково необхідної кількості та співвідношення важких металів, що і було використано у дослідженнях.

Для зменшення негативної дії важких металів на організм тварин розробляють ефективні та економічно вигідні засоби. Особливо перспективним у цьому напрямі є використання речовин природного походження і препаратів на їх основі [28].

Мета дослідження – встановити вплив різних доз Кадмію і Свинцю на хімічний склад, технологічні якості м´яса і сала свиней, а також ефективність експериментальної кормової добавки з метою відновлення якості продукції свинарства, отриманої у несприятливих екологічних умовах.

Матеріал і методи дослідження. Для досягнення зазначеної мети було штучно створено модель екоцидного впливу. Для цього за принципом пар-аналогів було сформовано 5 груп по 10 голів кнурців-кастратів великої білої породи в кожній віком 4 місяці. Основний раціон тварин за рівнем енергетичного живлення та поживних речовин відповідав нормам годівлі для свиней [29]. Солі важких металів додавали вручну до основного корму у дозах, встановлених схемою досліду (табл. 1). Дослід проводили у 2 серії, у кожному вносили різні дози важких металів.

Тваринам V дослідної групи разом із забрудненими кормами згодовували експериментальну рослинну добавку впродовж усього періоду відгодівлі, з метою попередження всмоктування та прискорення елімінації важких металів з організму тварин.

Експериментальна добавка містила борошно лікарських рослин, екстракт дубу, вітаміни A, C, D_3 та E, метіонати Цинку, Міді, Кобальту і Марганцю [31].

Усіх тварин утримували в однакових технологічних умовах (кількість тварин у групі, порідний та статево-віковий склад, режими утримання і годівлі), відмінність за групами полягала у виді токсиканту, що давали з раціоном, виді їх дії (сукупної та окремої) та наявності експериментальної добавки, а між серіями — дозі важких металів.

Наприкінці експерименту з кожної групи було відібрано по 3 голови тварин і проведено контрольний забій. Під час забою від кожної тварини відбирали середню пробу м'язової тканини з найдовшого м'яза спини (700 г) і сала (200 г) на рівні 9–12 грудних хребців. Параметри хімічного складу і фізико-хімічні властивості м'яса, сала оцінювали за кожною твариною окремо (3 показники у групі), а порівняння показників між групами було за середніми показниками у групі. Дослідження проводили в аналітичній лабораторії Інституту тваринництва НААН (м. Харків).

Концентрацію Свинцю і Кадмію у біологічному матеріалі встановлювали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі типу AAS-30 (Німеччина). Матеріали досліджень обробляли математико-статистичними методами із застосуванням пакетів прикладних програм "Excel-2010" фірми Microsoft [30, 31].

Таблиця 1 – **Схема досліду з вивчення впливу важких металів на продукцію свинарства**

Група	Кількість голів у групі	Умови досліду
Підготовчий період (15 діб)		
I–V	10	ОР (основний раціон) (вміст у кормах Pb<5 мг/кг, Cd<0,4 мг/кг)
I серія		
Основний період (138 діб)		
I (контроль)	10	ОР (вміст у кормах Pb<5 мг/кг, Cd<0,4 мг/кг)
II		ОР + Pb у дозі 10×ГДК* (50 мг/кг корму)
III		ОР + Cd у дозі 10×ГДК (4 мг/кг корму)
IV		ОР + Pb у дозі 10×ГДК (50 мг/кг) + Cd у дозі 10×ГДК (4 мг/кг)
V		ОР + Pb у дозі 10×ГДК (50 мг/кг) + Cd у дозі 10×ГДК (4 мг/кг) + експериментальна добавка (30 г/на голову/на добу)
II серія		
Основний період (139 діб)		
I (контроль)	10	ОР (вміст у кормах Pb<5 мг/кг, Cd<0,4 мг/кг)
II		ОР + Pb у дозі 20×ГДК* (100 мг/кг корму)
III		ОР + Cd у дозі 20×ГДК (8 мг/кг корму)
IV		ОР + Pb у дозі 20×ГДК (100 мг/кг) + Cd у дозі 20×ГДК (8 мг/кг)
V		ОР + Pb у дозі 20×ГДК (100 мг/кг) + Cd у дозі 20×ГДК (8 мг/кг) + експериментальна добавка (30 г/на голову/на добу)

Примітка: * ГДК – гранично допустима концентрація.

Результати дослідження та обговорення. Результати аналізу показників хімічного складу найдовшого м'яза спини дослідних свиней свідчать, що надходження важких металів з кормом негативно позначилось на вмісті сухої речовини, жиру, білка, істотнішими ці зміни були у тварин IV групи (Свинець+Кадмій) як у I, так і у II серії дослідів (P>0,95) (табл. 2). Вміст сухої речовини у м'ясі тварин цих груп зменшувався за 2-ма серіями від 1,37 (P>0,95) до 2,72 % (P>0,99), жиру і білка – відповідно на 0,35 і 1,44 % (P>0,99) та 0,92 % і 1,5 % (P>0,95). Зменшення цих показників здебільшого відбулося через зростання кількості вологи у м'ясі у I серії, а також кількості золи у II серії дослідів через збільшення накопиченням Свинцю і Кадмію у м'ясі тварин.

За дії експериментальної добавки на тлі інтоксикації важкими металами показники хімічного складу м´яса (вміст сухої речовини, білка, жиру), калорійність, білково-якісний показник покращувались порівняно із тваринами IV групи і наближались до рівня контролю як у I, так і у II серії дослідів.

Технологічні якості м'яса дослідних свиней визначали за вологоутримувальною здатністю та активною кислотністю (pH). Вологоутримувальна здатність м'яса визначається кількістю у ньому зв'язаної води та впливає на вихід готової продукції, соковитість і ніжність м'яса. Свинина доброї якості має вологоутримувальну здатність на рівні 53–66 %. За даними досліджень цей показник у м'ясі дослідних тварин коливався від 55,24 до 56,46 % і був у межах норми в усіх групах (табл. 3).

Таблиця 2 – **Хімічний склад м'яса свиней (**M±m, (n=3)

Показники	Група тварин				
	I (контроль)	II	III	IV	V
Волога, %	73,42±0,26[1] 73,33±0,11	75,03±0,60 75,28±0,57*	75,48±0,49* 75,44±0,27**	74,73±0,22* 76,05±0,41**	73,6 ±0,08 73,8 ±0,16
Суха речовина, %, у т. ч.:	26,58±0,26 26,67±0,11	24,97±0,60 24,72±0,57*	24,52±0,49* 24,56±0,27**	25,27±0,22* 23,95±0,41**	26,36±0,08 26,21±0,16
жир	3,81±0,20 3,80±0,25	3,12±0,60 3,02±0,58	2,87±0,57 2,71±0,38	3,46±0,22 2,36±0,08**	3,85±0 ,36 3,73±0,22
білок	22,07±0,29 22,21±0,19	21,21±0,34 21,00±0,15**	21,07±0,29 21,05±0,26*	21,15±0,30 20,71±0,14**	21,78±0,24 21,74±0,24
зола	0,70±0,05 0,66±0,06	0,64±0,08 0,70±0,03	0,58±0,04 0,80±0,08	0,66±0,11 0,86±0,19	0,73±0,07 0,74±0,08
Калорійність 1 кг м'яса, ккал	1350,96±22,9 1357,40±17,3	1170,6±77,8 1152,28±8,5 ***	1124,5±47,2* 1109,70±35,8 ***	1132,9±54,1* 1067,60±14,8**	1290,6±16,39 1274,5±18,13*
Відношення триптофану до оксипроліну	6,70±0,11 6,64±0,09	6,70±0,19 6,41±0,02	6,41±0,09 6,36±0,10	6,65±0,04 6,09±0,09	6,8 ±0,08 6,45 ±0,17

Примітка: достовірність відмінності від контролю за ***P>0,999, ** P>0,99, *P>0,95.
[1] – у числівнику наведено дані I, а у займеннику – II серії досліджень.

Зменшення жиру і білка у м'ясі за дії важких металів позначилося на його калорійності. Так, калорійність м'яса тварин II–IV дослідних груп достовірно зменшувалася порівняно із контролем у межах від 180,4 (II група) до 226,46 ккал (III група) у I серії та від 205,12 (II група) до 289,8 ккал (IV група) у II серії. Вміст триптофану у м'ясі тварин цих груп також зменшувався, що мало вплив на білково-якісний показник – найменшим він був у тварин III групи у I серії та IV у II серії і становив відповідно 6,41 та 6,09.

Одним з важливих чинників, що визначає якість свинини, є кислотність (pH). Цей показник залежить від вмісту глікогену у м'язах на момент забою і є ознакою фізіологічного стану тварин перед забоєм, а також відображає перебіг післязабійних процесів у тушах. Вона визначає стадію зрілості м'яса, його збереження і придатність до оброблення. У живих м'язах реакція близька до нейтральної (pH – 7,0–7,2). Через 48 годин після забою дозріле м'ясо здорових тварин має pH 5,2–5,98. З підвищенням pH (вище норми) склад мікрофлори м'яса змі-

нюється, і воно швидко псується. За результатами досліджень активна кислотність м'яса у тварин усіх груп знаходилася в межах норми, однак у тварин, які отримували з раціоном підвищені дози важких металів, pH м´яса дещо змінювалось у бік нейтрального середовища, і ці зміни були достовірними у м´ясі тварин III та IV дослідних груп (P>0,95, P>0,99). Це може свідчити про зміни складу мікрофлори м'яса і стати причиною його швидкого псування.

Дослідження якісних показників сала свиней, отриманого в умовах двох дослідів, довели, що за дії важких металів відбувалось зниження кількості сухої речовини (від 0,04 до 2,04 % у I серії та від 0,96 до 2,84 % у II серії) і жиру (від 0,12 до 2,3 % у I серії та від 0,6 до 2,7 % у II серії) у салі порівняно з тваринами контрольної групи. Це зменшення відбувалось через збільшення вологи і % клітинних оболонок (табл. 4).

Застосування експериментальної рослинної добавки на тлі вживання тваринами надмірних доз важких металів, дало змогу покращити показники хімічного складу сала (% сухої речовини, жиру, % клітинних оболонок), водночас вміст сухої речовини, жиру зростав, а % клітинних оболонок зменшувався, що свідчить про позитивні зміни у якості сала.

Введення в раціон молодняку свиней підвищених доз Свинцю і Кадмію мало вплив на характер накопичення цих токсикантів у м'ясі тварин (рис. 1, 2). Так, Свинець найбільше накопичувався у м'ясі тварин II та IV дослідних груп, водночас перевищення за ГДК становило у I серії відповідно на 0,13 мг/кг в обох групах, а у II серії – відповідно у 1,9 та 1,5 раза.

Кадмій у м'ясі найбільше накопичувався у тварин II та IV груп, з перевагою у IV групі, водночас перевищення за ГДК в обох серіях становило у 2–2,5 раза в III групі та у 2,25 – 4 раза у IV групі. Із збільшенням дози важких металів зростав і вміст їх у м'ясі тварин.

Згодовування експериментальної рослинної добавки на тлі інтоксикації важкими металами сприяло зменшенню кумуляції і підвищенню елімінації Свинцю та Кадмію з організму, що позитивно позначилось на їх умісті в м'ясі тварин. Так, у I серії дослідів, за дії добавки, спостерігали зменшення їх умісту в м'ясі тварин V групи порівняно з тваринами інших дослідних груп. Водночас ці показники наближались до показників контролю та не перевищували ГДК за цими токсикантами. У II серії дослідів уміст Свинцю і Кадмію у м'ясі тварин V групи порівняно з цими самими показниками інших дослідних груп також

Таблиця 3 – **Технологічні якості найдовшого м'яза свиней (**M±m, (n=3)

Показники	Група тварин				
	I (контроль)	II	III	IV	V
Вологоутримувальна здатність, %	55,0±1,1 55,1±7,6	55,3±2,3 55,5±0,2	55,80±2,16 55,93±0,1	55,24±2,6 56,46±0,1	54,57±1,8 55,69±3,1
Активна кислотність (pH)	5,2±0,02 5,1±0,03	5,30±0,02* 5,27±0,06	5,45±0,06* 5,45±0,09*	5,33±0,04 5,53±0,04**	5,30±0,03 5,27±0,08

Примітка: достовірність відмінності від контролю за ***P>0,999, ** P>0,99, * P>0,95.

Таблиця 4 **– Хімічний склад сала дослідних тварин (M±m, (n=3)**

Показники	Група тварин				
	I (контроль)	II	III	IV	V
Суха речовина, %	94,44±0,2 94,41±0,3	94,4±0,5 93,45±0,4	92,4±0,3** 92,09±0,2**	92,7±0,2** 91,57±0,3**	94,11±0,07 93,83±0,4
Вологість, %	5,56±0,23 5,59±0,3	5,59±0,5 6,55±0,4	7,59±0,3** 7,91±0,2	7,23±0,2** 8,43±0,3	5,89±0,5 6,17±0,5
% клітинних оболонок	3,54±0,06 3,59±0,1	3,63±0,59 3,25±0,3	3,76±0,25 3,96±0,4	2,9±0,4 3,51±0,29	2,82±0,4 2,97±0,1*
% жиру	90,9±0,2 90,8±0,4	90,78±0,95 90,2±0,49	88,6±0,57* 88,1±0,45*	89,8±0,5 88,06±0,4**	91,29±0,76 90,86±0,5

Примітка: достовірність відмінності від контролю за ***P>0,999, **P>0,99, *P>0,95.

був меншим, однак перевищував показники контролю та встановлені для них ГДК. Позитивна дія добавки зумовлена фармакологічними якостями її складників. Добавка містить комплекс природних компонентів (лікарські рослини, вітаміни, метіонати мікроелементів), поєднання яких забезпечує зв'язування токсинів в організмі та їх швидке виведення, активізацію імунної та антиоксидантної систем, нормалізацію обміну речовин, а також зміцнення організму загалом [31].

Отже, додавання до основного раціону свиней комплексної добавки може бути захисним заходом, що покращує якість м'ясної сировини, за умови техногенного забруднення кормів важкими металами.

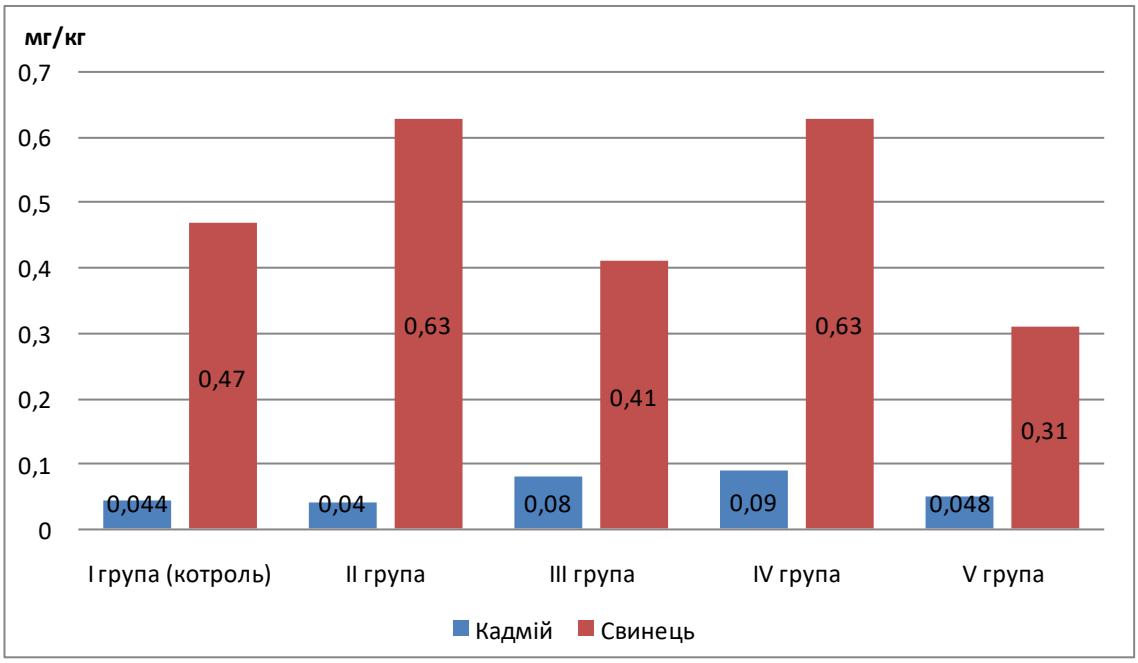

Рис. 1. **Вміст Кадмію та Свинцю у м'ясі дослідних тварин (I серія досліду), n = 3, мг/кг.**

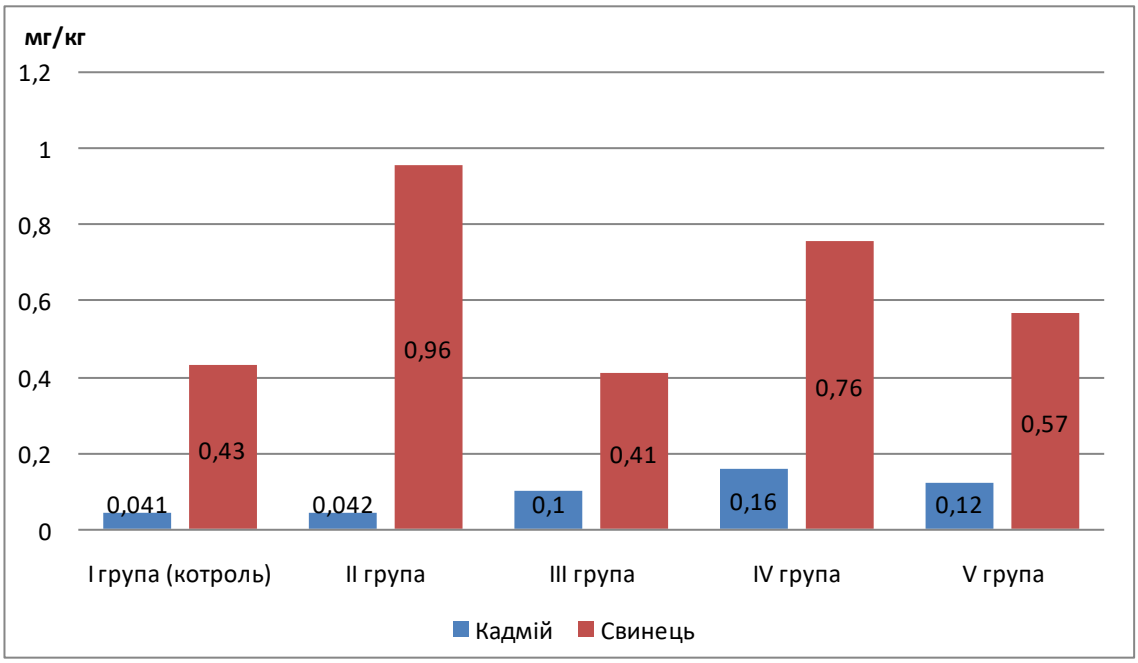

Рис. 2. **Вміст Кадмію та Свинцю у м'ясі дослідних тварин (II серія досліду), M±m, n = 3, мг/кг.**

Висновки. Встановлено, що за впливу кормів з підвищеним умістом важких металів відбувалися зміни якісних показників м'яса і сала свиней. Так, за дії Кадмію і Свинцю зменшувався вміст сухої речовини, жиру, білка у м'ясі тварин, істотнішими ці зміни були у тварин IV групи, як у I, так і у II серії дослідів. Вміст сухої речовини у м'ясі тварин цих груп зменшувався за 2-ма серіями від 1,37 (P>0,95) до 2,72 % (P>0,99), жиру і білка – відповідно на 0,35 і 1,44 % (P>0,99) та 0,92 і 1,5 % (P>0,95). Зміна якісних показників м'яса позначилась на його калорійності. Так, калорійність м'яса тварин II–IV дослідних груп знизилась порівняно з контролем у межах від 180,4 (II група) до 226,46 ккал (III група) у I серії та від 205,12 (II група) до 289,8 ккал (IV група) у II серії. Білково-якісний показник м´яса цих тварин також зменшувався і найменшим він був у тварин III групи у I серії та IV групи у II серії і становив відповідно 6,41 та 6,09.

2. Технологічні властивості м'яса свиней, зокрема вологоутримувальна здатність та рівень pH у м'ясі тварин дослідних груп в обох серіях досліджень знаходилися у межах норми. Однак за дії важких металів спостерігали незначне зміщення рівня pH у бік нейтрального середовища та збільшення вологоутримувальної здатності м'яса, показник якої коливався від 55,1 до 56,5 %.

3. Аналіз якісних показників сала свиней довів, що за дії важких металів відбувалось зниження кількості сухої речовини і жиру у салі та збільшення вологи і % клітинних оболонок порівняно із тваринами контрольної групи, водночас зі збільшенням дози важких металів відмінності у цих показниках порівняно з контролем були суттєвішими.

4. Введення в раціон молодняку свиней підвищених доз Свинцю і Кадмію призвело до накопичення цих токсикантів у м'ясі тварин, водночас із збільшенням дози важких металів зростало і їх накопичення. Концентрація Кадмію і Свинцю у м'ясі тварин дослідних груп в обох серіях дослідів перевищувала встановлені ГДК цих токсикантів, водночас перевищення Свинцю максимально становило у 1,9 раза (II група) та Кадмію – 4,0 раза (IV група).

5. Згодовування тваринам разом із важкими металами експериментальної добавка сприяло відновленню якісних показників м'яса, зокрема зростанню вмісту сухої речовини (до 2,3 %), білка (до 1,0 %) і жиру (до 1,4 %), калорійності м'яса (до 19,4 %), білково-якісного показника (до 5,9 %) порівняно із тваринами, що отримували з раціоном лище важкі метали. Позитивний вплив добавки позначився і на показниках хімічного складу сала, водночас вміст сухої речовини, жиру зростав, а % клітинних оболонок зменшувався. Крім того, рослинна добавка сприяла зменшенню кумуляції і підвищенню елімінації Свинцю і Кадмію з організму, що позитивно позначилось на їх концентрації у м'язовій тканині.

6. Перспективним є вивчення дегустаційних властивостей м'яса, вмісту ксенобіотиків і ступеня їх накопичення в салі, а також змін цих показників за дослідження на інших статево-вікових групах тварин за тих самих умов досліду.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Котелевич В. А. Якість та продовольча безпека тваринницької продукції в Житомирському регіоні. Органічне виробництво і продовольча безпека. Житомир: Видавець О. О. Євенок, 2018. С. 255–261.

2. Lebret B. Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. Published online by Cambridge University Press. 2008. Vol. 2. Issue 10. P. 1548–1558. DOI:10.1017/S175 1731108002796

3. Коваленко Б. П., Шевченко О. Б. Органолептическая оценка мяса разных генотипов свиней. Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування. 2021. № 7. С. 47–52. DOI:10.31890/vttp.2021.07.07

4. Обов'язковий мінімальний перелік досліджень сировини, продукції тваринного та рослинного походження, комбікормової сировини, комбікормів, вітамінних препаратів та інше, які слід проводити в державних лабораторіях ветеринарної медицини і за результатами яких видається ветеринарне свідоцтво (Ф - 2). Держ. деп. вет медицини. К., 1998. 32 с.

5. Басиладзе Г. В., Каландия Е. Г. Влияние загрязненного тяжёлыми металлами молока на безопасность молочных продуктов. Инновационные технологии в АПК: теория и практика: сборник статей V Международной научно-практической конференции. Пенза: РИО ПГАУ, 2017. С. 10–13.

6. Куранова А. П., Иванова Е. Б. Тяжёлые металлы как экотоксиканты. Прикладная токсикология. 2010. Т. 1. № 2. С. 14–17.

7. Димань Т.М., Гриневич Н.Є., Мазур Т.Г. Безпека харчових гідробіонтів: підручник; за наук. ред. Т. Димань. К.: ВЦ «Академія» (Серія «Альма-матер»), 2022. 256 с.

8. Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Харчування як основний чинник збереження стану здоров'я населення. Проблемы старения и долголетия. 2016. Т. 25. № 2. С. 204–214.

9. Молнар Д. І., Соскіда І. М. Безпека продуктів харчування. Економіка і суспільство. 2016. Вип. 6. С. 266–271.

10. Химия тяжелых металлов в окружающей среде. Загрязняющие вещества в окружающей

среде / под ред. А. Моцика, Д. Л.Пинского. Пушино-Братислава: Природа, 2001. С. 75–115.

11. Димань Т.М., Мазур Т.Г. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів. К.: ВЦ «Академія» (Серія «Альма-матер»), 2011. 520 с.

12. Barcelo I. Pochenrieder Ch. Plant water relations as affect ted by heavy metal stress a review. I. Plant Nutr. 1990.

13. Микроэлементы в питании человека: докл. комис. экспертов ВОЗ. М.: Медицина, 1975. 74 с.

14. Effect of heavy metals on, and handling by, the kidney/O. Barbier et al. Nephron Physiol. 2005. 99(4). P. 105–110.

15. admium In: Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants, Fifty Fifth Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), Geneva: WHO Food Additives Series, 46, World Health Organization, Geneva. 2011. P. 305–380.

16. Qiao Yi Chen, Thomas Des Marais, Max Costa. Metals and Mechanisms of Carcinogenesis. Annu Rev Pharmacol Toxicol. 2019. № 6 (59). P. 537–554. DOI:10.1146/annurev-pharmtox-010818-021031

17. Heavy Metal Pollution Delineation Based on Uncertainty in a Coastal Industrial City in the Yangtze River Delta, China/ Hu. Bifeng et al. Int Journal Environ Res Public Health. 2018. Vol. 15 (4). 710 p. DOI:10.3390/ijerph15040710

18. Food Safety Analysis of Milk and Beef in Southwestern Uganda/Keneth I. Kasozi et al. Journal Environ Public Health. 2018. 13. DOI:10.1155/2018/1627180

19. Засєкін Д. А. Моніторинг важких металів у довкіллі та способи зниження їх надлишку в організмі тварин: автор. дис. … д-ра вет. наук: 16.00.06. НАУ. К.: Б. в. 2002. 40 с.

20. Чалая О. С. Вплив різних рівнів кадмію та свинцю в раціоні молодняку свиней на продуктивності та забійні якості. Таврійський науковий вісник: науковий журнал. Херсон, 2013. Вип. 83. С. 196–202.

21. Булавкіна Т. П., Семенов С. О. Перехід важких металів з кормів у продукти забою свиней. Свинарство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. К., 1999. Вип. 54. С. 129–132.

22. Кособрюхов А. Н. Микроэлементы как ветеринарно-санитарная проблема. Тез. докл. Всесоюз. совещ. по микроэлементам. Рига, 1965. С. 66–68.

23. Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса и молока, при эндемических болезнях, возникающих у животных, в условиях биогеохимических провинций: проблемная лекция / под ред. А. Н. Кособрюхова. Троицк, 1982. 26 с.

24. Arsenic, cadmium, cobalt, copper, lead, mercury, molybdenum, selenium and zinc concentrations in liver, kidney and muscle in Australian sheep/D. J. Maclachlan et al. Journal of Food Composition and Analysis. 2016. Vol. 50. P. 97–107. DOI:10.1016/j.jfca.2016.05.015

25. Chen S. S., Lin Y. W., Kao Y. M., Shih Y. C. Trace elements and heavy metals in poultry and livestock meat in Taiwan. Food Additives & Contaminants. 2013. Part B. Vol. 6. P. 231–236. DOI:10.1080/19393210.2013.804884

26. Adzitey F., Kumah A., Mensah K. S. B. Assessment of the Presence of Selected Heavy Metals and their Concentration Levels in Fresh and Grilled Beef. Guinea Fowl Meat in the Tamale Metropolis, Ghana. Research Journal of Environmental Sciences. 2015. Vol. 9 (3). P. 152–158. DOI:10.3923/rjes.2015.152.158

27. Бокова Т. И. Экологические основы инновационного совершенствования пищевых продуктов: монография. Новосибирск: Изд-во НГАУ 2011. 284 с.

28. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников и др. М.: Агропромиздат. 1985. 352 с.

29. Барановський Д. І., Гетманець О. М., Хохлов А. М. Біометрія в програмному середовищі MS Excel: навчальний посібник. Харків: СПД ФО Бровін О. В., 2017. 90 с.

30. Лебедько Е. Я., Хохлов А. М., Барановский Д. И., Гетманец О. М. Биометрия в Excel. СпБ: ЭБС Лань, 2018. 172 с.

31. Чалая О. С. Рекомендації щодо застосування комплексної фітодобавки при відгодівлі свиней в умовах надмірного екоцидного впливу. Науково-технічний бюлетень № 115. ІТ НААНУ. Харків, 2016. С. 237–241.

REFERENCES

1. Kotelevich, V. A. (2018). Yakist ta prodovolcha bezpeka tvarinnitskoyi produktsiyi v Zhitomirskomu regioni [Quality and food safety of livestock products in the Zhytomyr region]. Organichne virobnitstvo i prodovolcha bezpeka [Organic production and food security]. Zhytomyr: Publisher O.O. Evenok, pp. 255–261.

2. Lebret, B. (2008). Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. Published online by Cambridge University Press. Vol. 2, Issue 10, pp. 1548–1558. DOI:10.1017/S1751731108002796

3. Kovalenko, B. P., Shevchenko, O. B. (2021). Organolepticheskaya otsenka myasa raznyih genotipov sviney [Organoleptic evaluation of meat of different genotypes of pigs]. Veterinariya, tehnologiyi tvarinnitstva ta prirodokoristuvannya [Veterinary medicine, animal husbandry technologies and nature management]. № 7 pp. 47–52. DOI:10.31890/vttp.2021.07.07

4. Obov'yazkoviy minimalniy perelik doslidzhen sirovini, produktsiyi tvarinnogo ta roslinnogo pohodzhennya, kombikormovoyi sirovini, kombikormiv, vitaminnih preparativ ta inshe, yaki slid provoditi v derzhavnih laboratoriyah veterinarnoyi meditsini i za rezultatami yakih vidaetsya veterinarne svidotstvo (F - 2) [Mandatory minimum list of studies of raw materials, products of animal and plant origin, feed materials, compound feeds, vitamin preparations, etc., which should be conducted in state laboratories of veterinary medicine and the results of which are issued veterinary certificate (F - 2)]. State dep. vet medicine. K., 1998, 32 p.

5. Basiladze, G. V., Kalandiya, E. G. (2017). Vlijanie zagrjaznennogo tjazhjolymi metallami moloka na bezopasnost' molochnyh produktov [Impact of milk

contaminated with heavy metals on the safety of dairy products]. Innovacionnye tehnologii v APK: teorija i praktika: sbornik statej V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Innovative technologies in the agro-industrial sector: theory and practice: collection of articles of the V International Scientific and Practical Conference]. Penza: RIO PSAU, pp. 10–13.

6. Kuranova, A. P., Ivanova, E. B. (2010). Tjazhjolye metally kak jekotoksikanty [Heavy metals as ecotoxicants]. Prikladnaja toksikologija [Applied Toxicology]. 1 (2), pp. 14–17.

7. Dyman' T.M., Hrynevych N.Ye., Mazur T.H. (2022). Bezpeka harchovyh gidrobiontiv: pidruchnyk za nauk. red. T. Dyman' [Safety of food aquatic organisms: Textbook For science. ed. T. Diman.]. K.: VC "Academy" (Series "Alma Mater"), 256 p.

8. Simahina, G. O., Naumenko, N. V. (2016). Harchuvannja jak osnovnyj chynnyk zberezhennja stanu zdorov'ja naselennja [Nutrition as the main factor in preserving the state of health of the population]. Problemy starenija i dolgoletija [Problems of aging and longevity]. 25 (2), pp. 204–214.

9. Molnar, D. I., Soskida, I. M. (2016). Bezpeka produktiv harchuvannja [Food safety]. Ekonomika i suspil'stvo [Economy and society]. 6, pp. 266–271.

10. Pinskiy, D. L., Motsik, A. (2001). Himiya tyazhelyih metallov v okruzhayuschey srede [Chemistry of heavy metals in the environment]. Zagryaznyayuschie veschestva v okruzhayuschey srede [Pollutants in the environment]. Nature in Pushino-Bratislava, pp. 75–115.

11. Dyman' T.M., Mazur T.H. (2011). Bezpeka prodovol'choi' syrovyny i harchovyh produktiv [Safety of food raw materials and food products]. K.: VC "Academy" (Series "Alma Mater"), 520 p.

12. Barcelo, I., Pochenrieder, Ch. (1990). Plant water relations as affect ted by heavy metal stress a review. I. Plant Nutr. pp. 1–37

13. Mikroelementyi v pitanii cheloveka: dokl. komis. ekspertov VOZ [Trace elements in human nutrition: report. comis. WHO experts]. 1975, M.: Medicine, 74 p.

14. Barbier, O., Jacquillet, G., Tauc, M. (2005). Effect of heavy metals on, and handling by, the kidney. Nephron Physiol. 99(4), pp. 105–110.

15. Cadmium In: Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants, Fifty Fifth Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). (2011). Geneva: WHO Food Additives Series, 46, World Health Organization, Geneva. pp. 305–380.

16. Qiao, Yi Chen., Thomas, Des Marais., Max, Costa. (2019). Metals and Mechanisms of Carcinogenesis. Annu Rev Pharmacol Toxicol. no. 6 (59), pp. 537–554. DOI:10.1146/annurev-pharmtox-010818-021031

17. Bifeng, Hu., Ruiying, Zhao., Songchao, Chen., Yue, Zhou., Bin, Jin., Yan, Li., Zhou, Shi. (2018). Heavy Metal Pollution Delineation Based on Uncertainty in a Coastal Industrial City in the Yangtze River Delta, China. Int Journal Environ Res Public Health.Vol. 15 (4), 710 p. DOI:10.3390/ijerph15040710

18. Keneth, I.K., Phyllis, C.N., Sarah, N., Dickson, S.T., Andrew, N., Pwaveno, H.B. (2018). Food Safety Analysis of Milk and Beef in Southwestern Uganda. Journal Environ Public Health. 13. DOI:10.1155/2018/1627180

19. Zasekin, D. A. (2002). Monitoring vazhkih metaliv u dovkilli ta sposobi znizhennya yih nadlishku v organizmi tvarin: avtor. dis. doktora vet. nauk: 16.00.06. [Monitoring of important metals in dovkilli and ways to reduce their excess in the organisms of creatures: abstract of the thesis of a doctor of veterinary sciences: 16.00.06.]. NAU. K. 40 p.

20. Chalaya, O. S. (2013). Vplyv riznyh rivniv kadmiju ta svyncju v racioni molodnjaku svynej na produktyvnosti ta zabijni jakosti [Influence of different levels of cadmium and lead in the diet of young pigs on productivity and slaughter quality]. Tavrijs'kyj naukovyj visnyk: naukovyj zhurnal [Tavriysky Scientific Bulletin: Scientific Journal]. Issue 83, pp. 196–202.

21. BulavkIna, T. P.(1999). Perehid vazhkih metaliv z kormiv u produkti zaboyu sviney [Transition of heavy metals from feed to pig slaughter products]. Svinarstvo: mizhvidomchiy tematichniy naukoviy zbirnik [Pig breeding: interdepartmental thematic scientific collection]. K., Issue 54, pp. 129–132.

22. Kosobryuhov, A. N. (1965). Mikrojelementy kak veterinarno-sanitarnaja problema [Microelements as a veterinary-sanitary problem]. Tez. dokl. Vsesojuz. soveshh. po mikrojelementam [Proc. report All-Union. meeting on trace elements]. Riga, pp. 66–68.

23. Kosobryuhova, A. N. (1982). Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza myasa i moloka, pri endemicheskih boleznyah, voznikayuschih u zhivotnyih, v usloviyah biogeohimicheskih provintsiy: problemnaya lektsiya [Veterinary and sanitary examination of meat and milk, with endemic diseases that occur in animals, in the conditions of biogeochemical provinces: a problematic lecture]. Troitsk, 26 p.

24. Maclachlan, D. J., Budd, K., Connolly, J., Derrick, J., Tobin, T. (2016). Arsenic, cadmium, cobalt, copper, lead, mercury, molybdenum, selenium and zinc concentrations in liver, kidney and muscle in Australian sheep. Journal of Food Composition and Analysis. Vol. 50, pp. 97–107. DOI:10.1016/j.jfca.2016.05.015

25. Chen, S. S., Lin, Y. W., Kao, Y. M., Shih, Y. C. (2013). Trace elements and heavy metals in poultry and livestock meat in Taiwan. Food Additives & Contaminants. Part B, Vol. 6, pp. 231–236. DOI:10.1080/19393210.2013.804884

26. Adzitey F., Kumah A., Mensah, S. B. K. (2015). Assessment of the Presence of Selected Heavy Metals and their Concentration Levels in Fresh and Grilled Beef. Guinea Fowl Meat in the Tamale Metropolis, Ghana. Research Journal of Environmental Sciences. Vol. 9 (3), pp. 152–158. DOI:10.3923/rjes.2015.152.158

27. Bokova, T. I. (2011). Jekologicheskie osnovy innovacionnogo sovershenstvovanija pishhevyh produktov: monografija [Ecological foundations of innovative improvement of food products: maonograph]. Novosibirsk: Publishing House of the NSAU, 284 p.

28. Kalashnikov, A. P., Kleymenov, N. I., Bakanov, V. N. (1985). Normyi i ratsionyi kormleniya selskohozyaystvennyih zhivotnyih [Norms and diets for feeding farm animals]. Moscow: Agropromizdat, 352 p.

29. Baranovsky, D. I., Hetmanets, O. M., Khokhlov, A. M. (2017). Biometrija v programnomu seredovyshhi MS Excel: navchal'nyj posibnyk [Biometrics in the MS Excel software environment: tutorial]. Harkiv: SPD FO Brovin O. V. [Kharkiv: State Enterprise of the Federal District Brovin O. V.]. 90 p.

30. Lebedko, E. Ya., Khokhlov, A. M., Baranovsky, D. I., Getmanets, O. M. (2018). Biometrija v Ehcel [Biometrics in Excel]. St. Petersburg: ELS Lan, 172 p.

31. Chalaya, O. S. (2016). Rekomendacii' shhodo zastosuvannja kompleksnoi' fitodobavky pry vidgodivli svynej v umovah nadmirnogo ekocydnogo vplyvu [Recommendations for the use of complex phytonutrients in fattening pigs in conditions of excessive ecocidal exposure]. Naukovo-tehnichnyj bjuleten' № 115 [Scientific and technical bulletin № 115]. IT NAASU. Kharkiv, pp. 237–241.

Effect of different doses of heavy metals on quality and safety indices of meat and pig fat

Chalaya O., Chaly O., Nahorny S.

The results of studies of the effect of toxic doses of heavy metals, namely Cadmium and Lead (jointly and separately) at the dose of 10 and 20 maximum allowable concentrations on the chemical composition and quality of the muscle and adipose tissues of pigs are presented. The assessment is given of the use of the experimental herbal supplement as protective agent for chronic intoxication with heavy metals. When animals consumed diets with the high level of heavy metals, both jointly and separately, there were changes in the chemical composition and technological properties of muscle tissue and bacon. The content of dry matter, fat, and protein in meat decreased, and these changes were more significant in the organisms of animals receiving increased doses of Cadmium in series I and when heavy metals were fed together in series II, where their content in diets was 20 maximum allowable concentrations. Along with this, in the meat of the animals of the experimental groups, compared with the control, the calorie content and protein-quality index decreased. The active acidity of meat and its water-retaining capacity in animals of all groups were within the normal range. However, in animals that received high doses of heavy metals with the diet, the pH of the meat slightly changed towards neutral environment (pH - 5.3 - 5.5, with pH control - 5.1 - 5.2), the water-holding capacity of the meat of experimental animals ranged from 55.24% to 56.5% (control - 55.0 - 55.1%). Studies of the qualitative indicators of pig bacon experimentally showed that under the influence of Cadmium and Lead there was the decrease in the amount of dry matter (up to 2.84%) and fat (up to 2.7%) in the bacon, the increase in moisture and % of cell membranes compared to control animal groups. With the increase in the dose of heavy metals, negative changes in the chemical composition and technological properties of the meat and bacon of experimental animals were more noticeable. The intake of heavy metals into the organism of animals led to the accumulation of these toxicants in meat, and with the increase in the dose of heavy metals, their accumulation also increased. Thus, the content of Cadmium and Lead in the meat of animals of the experimental groups in both series of experiments exceeded the established MPC for these toxicants, while the excess for Lead was maximum 1.9 times (Group II), and for Cadmium 4.0 times (Group IV). Feeding the experimental feed additive helped to improve the chemical composition and technological properties of meat and bacon of fattening pigs, and to reduce the accumulation of toxins in muscle tissue.

Key words: pork, bacon, quality, Cadmium, Lead, water-holding capacity, experimental herbal supplement.

Copyright: Чалая О.С., Чалий О.І., Нагорний С.А. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Чалая О.С. https://orcid.org/0000-0003-0189-6657
Чалий О.І. https://orcid.org/0000-0001-6159-9908
Нагорний С.А. https://orcid.org/0000-0001-7870-2342

Наукове видання

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва

Збірник наукових праць

№ 1 (170) 2022

Редактор – І.М. Вергелес
Комп'ютерне верстання: В.С. Мельник

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
КВ№15169-3741Р від 03.03.2009 р. №1-05/1
Формат $60^{1}/_{8}$. Ум.др.арк.20,7. Тираж 300.
Підписано до друку 24.06.2022 р.
Видавець і виготовлювач:
Білоцерківський національний аграрний університет,
09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1, тел. 33-11-01,
e-mail: redakciaviddil@ukr.net
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 3984 від 17.02.2011 р.