

**Зміст електронного журналу
«Наукові доповіді НУБіП України»**

№ 5 (87) (жовтень), 2020

**Рекомендований до видання Вченою Радою НУБіП України
протокол № 2 від 23 вересня 2020 р.**

Біологія, біотехнологія, екологія

- 1. Айдарханова Г. С., Сатаева Ж. І., Ебель А. В., Джаканова М., Волосянко О. В., Сейлханов Т. М.** Оцінка якості та харчової безпеки рослинних олій, отриманих на основі дикоростучих ягід лісових територій Казахстану
- 2. Борецька М. О., Шаванова К. Є., Рубан Ю. В., Паренюк О. Ю.** Вплив γ -опромінення на формування біоплівки корозійними- гетеротрофними бактеріями

Агрономія

- 3. Панцирева Г. В.** Вплив технологічних прийомів вирощування на зернову продуктивність зернобобових культур в умовах Правобережного Лісостепу України
- 4. Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., ЦИЗЬ О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М.** Технологічні засади впровадження опенька зимового *Flammulina velutipes (Curtis) Singer* у промислову культуру
- 5. Сєвідов В. П., Сєвідов І. В.** Вплив густоти рослин на ріст і урожайність гібриду помідору індетермінантного типу
- 6. Крестьянінов Є. В., Єрмакова Л. М., Антал Т. В.** Економічна та енергетична ефективність вирощування кукурудзи залежно від мінеральних добрив та позакореневого підживлення посівів
- 7. Кулик М. І., Онопрієнко О. В., Сиплива Н.О., Гайдай А.О.** Мінливість елементів структури врожаю та врожайність сортів пшениці озимої залежно від передпосівного калібрування насінневого матеріалу

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва

- 8. Кондратюк В. М.** Вплив енергетичного живлення на продуктивність цьоголітків райдужної форелі
- 9. Пелих В. Г., Ушакова С. В., Сахацька Є. А.** Використання харчової клітковини у технології січених м'ясних напівфабрикатів

Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва

- 10.Ташута С. Г., Кузьмич Г. С., Ватліцова О. С., Клестова З. С. Санація перещеплюваних ліній клітин від мікоплазменної інфекції
- 11.Левицька В. А. Біологічні та морфологічні особливості іксодових кліщів західного регіону України
- 12.Богатко Н. М., Меженський А. О., Ложкіна О. В., Купневська М. В. Мікроструктурна характеристика яловичини за оброблення мийно-дезінфікуючими засобами
- 13.Постой Р. В., Карповський В. І., Черепніна А. Д., Постой В. В. Кортико-вегетативна регуляція активності амінотрансфераз у сироватці крові холостих свиноматок за умови дії технологічного подразника
- 14.Журенко О. В., Карповський В. І., Журенко В. В. Взаємозв'язок тонусу автономної нервової системи у корів з вмістом купруму в крові залежно від пори року

Лісівництво і декоративне садівництво

- 15.Пономарьова О. А., Мильнікова О. О., Прокопенко Н. А. Аналіз життєвості вуличних насаджень після омолоджувальної обрізки (на прикладі м. Дніпро)

Техніка та енергетика АПК

- 16.Сірко З. С., Коренда В. А., Вишняков І. Ю., Протасов О. С., Охріменко С. М., Цірень Н. Л. Використання теплових насосів для опалення та гарячого водопостачання будівель підприємств на прикладі установок Helioterm

Biology, biotechnology, ecology

1. **Aidarkhanova G., Satayeva Z., Ebel A., Jakanova M., Volosianko O., Seilkhanov T.** Assessment of quality and food safety of vegetable oils produced on the base of wild berries of Kazakhstan`s forest areas
2. **Boretska M., Shavanova K., Ruban Yu., Pareniuk O.** Impact of γ -irradiation on biofilm-formation by corrosion-relevant heterotrophic bacteria

Agronomy

3. **Pantsyreva H.V.** The influence of technological methods of growing on grain productivity of leguminous crops in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine
4. **Bandura I., Bisko N., Kulik A., Tsyz O., Chausov S., Vasylenko O., Goncharov S.** Technological principles for the introduction of winter mushroom (*Flammulina velutipes (Curtis) Singer*) into the industrial culture
5. **Sievidov V., Sievidov I.** Influence of plant density on the growth and productivity of an indeterminate tomato hybrid
6. **Krestyaninov Ye., Ermakova L., Antal T.** Economic and energy efficiency of maize cultivation depending on mineral fertilizers and foliar fertilization
7. **Kyluk M., Onoprienko O., Syplyva N., Gaidai A.** Variability of elements of yield structure and yield of winter wheat varieties depending from pre-sowing calibration

Technology of production and processing of livestock products

8. **Kondratiuk V.** The influence of energy nutrition on the productivity of rainbow trouts
9. **Pelykh V., Ushakova S., Sakhatska E.** The use of dietary fiber in the technology of minced meat semi-finished products

Veterinary medicine, quality and safety of livestock products

10. **Tashuta S., Kuzmych G., Vatlitsova O., Klestova Z.** Rehabilitation of culture cell lines from mycoplasma infection
11. **Levytska V.** Biological and morphological features of ixode ticks of the western region of Ukraine
12. **Bogatko N., Mezhenyky A., Lozhkina O., Kupnevskaya M.** Microstructural characteristics of beef for treatment with detergent and disinfectants

13.Postoi R., Karpovskyi V., Cherepnina A., Postoi V. Cortical and vegetative regulation of aminotransferase activity in blood serum of dry sows under exposure to a technological stimulus

14.Zhurenko O., Karpovskyi V., Zhurenko V. Relationship between the tone of the autonomic nervous system in cows and copper content in blood depending on the seasons

Forestry and ornamental plants

15.Ponomaryova O., Mylnikova O., Prokopenko N. Analysis of street plantations vitality after the rejuvenation pruning (on the example of Dnipro city)

Engineering

16.Sirko Z., Korenda V., Vyshnyakov I., Protasov O., Ochrimenko S., Tsiren N. Prospect for the using of heat pumps for heating of buildings in enterprise

UDC 665.33

**ASSESSMENT OF QUALITY AND FOOD SAFETY OF VEGETABLE OILS
PRODUCED ON THE BASE OF WILD BERRIES OF
KAZAKHSTAN'S FOREST AREAS**

G.S. AIDARKHANOVA¹, Z. I. SATAYEVA¹, A. V. EBEL¹

M. T. JAKANOVA²

O. V. VOLOSIANKO³

T. M. SEILKHANOV⁴

¹S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University

*²Republic diagnostic center Corporate fund «University Medical Center»
Nazarbayev University*

³National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

⁴Sh.Ualikhanov Kokshetau State University

E-mail: lybenko55@gmail.com

<https://doi.org/https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.001>

Abstract. *Many species of forest plants in combination with vegetable oils are the sources of new types of functional products with increased biological efficiency. In respect that the high demand for vegetable oils among the population and industry, the growing anthropogenic pressure on various components of the natural environment, the goal of the research was to create oil mixtures based on sunflower oil and wild berries selected in the forest areas of Kazakhstan's regions, assess their quality and food safety. The base of the oil mixture was sunflower oil obtained from sunflower seeds by the "cold squeeze" method. Wild berries selected from forest areas of northern (*Elaeagnus rhamnoides* (L.) A. Nelson) and eastern (*Rosa majalis* Herrm., *Vaccinium myrtillis* L.) of Kazakhstan were used as bio-additives. In the obtained oil mixtures, the basic parameters of their qualitative and quantitative composition were studied. It was found that by density (917-918), refractive index (1,473), acid number (1,4 mg KOH/g), iodine number (130-132 g J2/100), saponification number (188 mg/g) of the tested oil mixtures they correspond to unrefined vegetable oil of higher grade.*

The content of heavy metals (Pb, As, Cd, Cu, Zn, Mg) and radionuclides (⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs) does not exceed the maximum permissible concentrations and meets the requirements of regulatory documents and standards. In samples of vegetable oils, the amount of oleic acid (52,21%), linoleic acid (28,97%) is determined, which are within the normal range, although they are adjacent to the levels of the upper limits. NMR spectroscopy confirmed that the optimal ratio of ω -6 and ω -3 polyunsaturated fatty acids in the composition of the studied vegetable oils correspond to their name in the ratio of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids.

Keywords: *wild berries, sunflower oil, unrefined oils, heavy metals, radionuclides, physicochemical parameters, fatty acid composition, NMR spectroscopy, spectra, proton signals*

Vegetable oils take a significant place among important food products in the human diet. They are a valuable multivitamin product for the food and pharmaceutical industry due to the content of effective biologically active organic components and mineral substances [1].

Some oils are raw materials for the creation of food additives, medicinal and cosmetic products based on the use of components of non-wood forest products.

In many regions of the world, forest products are the main source of wood, animal feed, additional components of food from forest berries, nuts, medicinal herbs and other food products that provide seasonal income [2].

The study of the plant resources in forest areas forms part of the broader field of the use of natural plant resources in various sectors of agriculture, food industry, medicine and pharmacology. Methods for rational and sustainable use of various types of non-wood forest resources are currently being developed in many countries: the regulatory and methodological framework for assessing their reserves is being improved and supplemented, the features of biology and ecology of various types of raw plants are being studied, new technologies for obtaining new products, introducing studied and poorly studied species, etc. are being developed [3].

In Kazakhstan, the total area of forests occupies about 10 % of the total land area of the republic. The timber

industry of the country is dominated by the woodworking industry. Harvesting of by-products (wild berries, edible fungi, medicinal plants, cones, spruce legs, hay forest edges, etc.) occurs spontaneously, without taking into account the scientific foundations of the state of forest ecosystems [4].

The oil and fat industry of Kazakhstan is currently demonstrating intensive development processes. In the period from 2009 to 2019, the area of oilseeds increased from 1,2 million hectares to 2,9 million hectares. Kazakhstan produces various species of oilseeds (sunflower, flax, safflower, rapeseed, mustard) and their processing products. There are about 52 enterprises for the processing of oilseeds with a total capacity 2 million tons per year [5]. It is common knowledge that many types of forest plants in combination with vegetable oils are sources of new types of functional products with increased biological efficiency [6].

Some authors noted that natural and climatic conditions essentially influence on the quality of vegetable oil [7]. Due to the anthropogenic disturbance of the natural environment in the places of natural phytocenoses' growth, representatives of which are used for the production of vegetable oils, there are data on accumulation in fruits and other organs of heavy metals and radionuclides. Therefore, it is relevant to assess the environmental safety of raw materials, which are harvested in forest areas and can be used in industrial

technologies for the production of vegetable oils [8, 9].

In the composition of vegetable oils, the main components are polyunsaturated fatty acids of the families ω -3, ω -6 and ω -9, and other biologically active components [10]. A very important problem is the accurate analysis of the biochemical, phytochemical and fatty acid composition of the obtained oils. Analytical studies of organic acids use chemical and physical methods that are time-consuming and raw materials, as they require multi-stage analyses and large volumes of samples. Among modern methods, methods of gas chromatography, thin-layer chromatography, ultra-violet (UV) -, infra-red (IR) - spectroscopy are used to analyze and identify the fatty acid composition of vegetable oils. Among specialists, there is an active search for methods of analyzing and identifying the fatty acid composition of vegetable oils for wide use. In some cases, when separating complex oil mixtures, it is possible to match the retention times of individual components, which requires the use of more sensitive methods [11]. The method of nuclear magnetic resonance spectroscopy (NMR spectroscopy) has been widely used among non-destructive methods for the study of vegetable oils. This method makes it possible to quickly determine the content of fatty acids and their ratio, including unsaturated fatty acids. NMR spectroscopy based on known chemical

shifts of carbon atoms of acid groups of fatty acids`glycerides enables to quantify the composition of unsaturated glycerides` fatty acids (oleic, linoleic and linolenic acids) and determine the type of vegetable oil without additional sample preparation [12-16]. Taking into account the high demand for vegetable oils among the population and industry, the growing anthropogenic pressure on various components of the natural environment, the goal of the research was to assess the quality and food safety of vegetable oils obtained from the use of wild berries selected in the forest territories of Kazakhstan`s regions.

Research materials and methods.

The material for the study was sunflower oil "Kazakhstan-5" breed, grown in the East Kazakhstan region, selected during ripening and mass harvests by the population. Cold oil squeezing was prepared under laboratory conditions for analysis according to "GOST 30418-96. Vegetable oils received unrefined sunflower and linseed oils according to standard requirements [17].

The collection of wild berries for compiling mixtures (rosehips, sea buckthorn, blueberries) was carried out during the organization of the expedition in 2019 in the forest territories of Akmola and East Kazakhstan regions. Figure 1 shows the location of field research and harvesting of forest berries. In the field, the geobotanical features of phytocenoses were studied using the route method, resource reserves for harvests were determined. When

Айдарханова Г. С., Сатаева Ж. І., Ебель А. В., Джаканова М., Волосянко О. В., Сейлханов Т. М.

describing plant communities with the participation of the research object, geobotanical methods were used with a visual assessment of the number of individuals on the scale of G. Drude [18]. In laboratory conditions, concentrations of heavy metals (cadmium, arsenic, mercury, lead, cobalt, copper, manganese) were determined by atomic absorption spectroscopy in berries in accordance with standard requirements

(ST RK GOST R 51301-05) [19]. The contents ^{90}Sr , ^{137}Cs in the fruits which were dried up to an air-dry state and incinerated at temperature up to 420°C were studied by gamma spectrometric method on the device “Progress” [20]. Based on the obtained results, a comparative analysis of compliance of fruits with sanitary and hygienic standards [21] was carried out and their food safety was evaluated.



Figure 1. Location of research sites

On the basis of sunflower oil, we obtained varieties of a mixture of vegetable oils using forest berries. Preparation of assortment of vegetable oils is carried out by the method of raw materials extraction. To do this, purified sunflower oil heated to a temperature $45\text{--}50^{\circ}\text{C}$ was mixed with berries in a volume of 30% of the total volume in glassware. The mixture was thoroughly mixed, placed on a water bath at a temperature 50°C , covered with a paper bag, then covered (the resulting condensate would be absorbed into the paper). The mixture was heated for 3 hours, shaking the mixture periodically. The macerate was

then stirred and completely cooled. The heating, mixing and extraction process was repeated once more. The period of complete extraction of wild berries` active substances lasted 10 days in a dark cool place. After settling, the raw materials were squeezed, filtered and the finished oil extract was poured into bottles from dark glass, with a tightly closing lid.

Quality characteristics of sunflower were determined by density [22], refractive index [23]. To determine the suitability of the oil for food purposes and characterized by the free fatty acid content in the oil, the acid number was

studied by titration of the oil sample with an alkali solution in the presence of the phenolphthalein indicator according to [24]. An iodine number according to [25] was determined to assess the degree of fat unfavorability, its ability to oxidize, dry, and hydrogen addition. The procedure described in [26] was used to analyze the saponification number.

The qualitative and quantitative composition of polyunsaturated fatty acids of vegetable oils with different content of ω -6 and ω -3 fatty acids was studied on an NMR spectrometer. Ranges of nuclear magnetic resonance ^1H and ^{13}C were removed on a spectrometer of JNM-ECA Jeol 400 (frequency 399,78 and 100,53 MHz respectively) with CDCl_3 solvent use. Spectra were taken in ampoules 5 mm wide, the total volume of the solution 0,6 ml, the concentration of the substance in the deuterated solvent was 5-10%. Chemical shifts are measured with respect to signals of residual protons or carbon atoms of deuterized chloroform. For quantitative analysis of the samples, 0,6 ml of vegetable oil was dissolved in 0,3 ml of CDCl_3 . Chemical shifts of proton signals of the compounds were determined by the chloroform signal (CHCl_3 , $\delta = 7,27$ p.p.m.) that was present in the deuterized solvent. Spectral recording was performed taking into account the relaxation of protons of all compounds. When recording spectra of ^{13}C , the solvent signal ($\delta = 77,7$ m.) was used as a reference. For quantitative analysis, spectra were recorded with

suppression of interaction with protons and using pulse sequences that excluded the manifestation of the Overhauser effect. To reduce the time of spin-lattice relaxation, chromium tris-acetylacetonate was added to the solutions. Since the relaxant slightly changes the chemical shifts of the nuclei ^{13}C components of essential oils, spectra of available individual acids present in these oils were recorded for control: oleic, linoleic, linolenic, palmitic and stearic. Signal assignment was performed using the Polarization Transfer Spectrum Recording (DEPT) technique. Statistical processing of the obtained results of laboratory-field experiments was carried out using Microsoft Excel. Taking into account the Fischer-Student test, recorded changes in indicators were considered reliable in $p \leq 0,05$.

Results and discussion. The surveyed forest territories of East Kazakhstan and Akmola regions are exclusively representative areas, distinguished by climate originality, geomorphological and botanical-geographical features. Kazakhstan Altai is a mountainous country represented by a system of ridges of the southern and southwestern part of Altai, extending from south to north and from west to east for about 400 km, which is a part of the southwestern periphery of the Altai-Sayan mountain system [27] with a rich composition of flora and fauna. The territory of the Burabay State National Natural Park is a combination of islands

of low-mountain pine forests with large lakes surrounded by steppe spaces as a part of the Kazakh shallow forest. Vegetation in the natural park is represented by forest, steppe, meadow, swamp and salt marsh types, the flora has about 800 plant species. The animal world is represented by an abundance of fish- and ornithofauna [28, 29]. During the period of field research, we selected rosehips and blueberries in the forest territories of East Kazakhstan. The examined community of rosehips (*Rosa majalis* Herrm.) is located in the East Kazakhstan region, at the foot of Sarymsakty range, in the valley of the Solonechnayariver, in the neighborhood of Topkain (49.185556° N, 85.503611° E) (Fig. 1), height - 622 m above sea level. The relief is presented in the form of ravine hollow on a leveled area, along the indigenous banks of the Solonechnayariver. The microrelief of the site is heterogeneous, formed by ledges and promontory of small gutters. Floodplain soils, meadow chernozems with a significant layer of nanoscale humus, the underlying layer is a river pebble. The projective coating of the soil cover is 85-90%, the thickness of the layer is 1,5-2 cm.

Blueberries (*Vaccinium myrtillis* L.) were picked up on the territory of the Pikhtovsky forestry (Butakovsky forestry, 38 quarter, 40 exiles) of the East Kazakhstan region ($50^{\circ}22'25''$ N $83^{\circ}53'54''$ E). The total area of the survey was 30 hectares. The terrain is mountainous. Berry glades are located at

an altitude in the range of 380-1171 m above sea level.

The fruits of sea buckthorn (*Elaeagnus rhamnoides* (L.) A. Nelson) were picked up on the northeastern shore of Lake Shchuchye (Shortankol), which is located northwest of Shchuchinsk city, in the Burabai district, Akmola region, Republic of Kazakhstan (53.00577° N, 70.19545° E). Height above sea level is 359 m. This territory belongs to the Kokshetau Upland of the Central Kazakhstan shallow settlement [29]. The lake is a part of the Kokshetau Lakes group and is located within the territory of the Burabay State National Natural Park, Barmashinsky Forestry. The terrain is heterogeneous, weakly wavy ceded. Soils of meadow and swamp chernozems, closer to the water area, narrow lake bands of fluvisoli form. Sea buckthorn is a part of thickened tree-bush formations with a fullness of plantations 09-1. The surveyed population covers an area of about 2,5 hectares and is placed in a narrow strip of 50-70 m along the coastline, where the degree of humidification increases significantly.

The ecological safety of forest berries has been assessed by the indicators of their contamination with heavy metals and radionuclides (Table 1). The results analysis of the accumulation of heavy metals in the fruits of wild berries showed that for all the studied elements Pb, As, Cd, Cu, Zn, Mg there were no exceedances of the maximum permissible concentrations. It

Айдарханова Г. С., Сатаева Ж. І., Ебель А. В., Джаканова М., Волосянко О. В., Сейлханов Т. М.

should be noted that only the contamination value Zn (8,7-9,0 mg/kg) is close to the upper limit of permissible levels (10,0 mg/kg).

In the region of eastern Kazakhstan, environmental monitoring of radionuclide contamination is relevant due to the fact that the territory of the former Semipalatinsk test site is located nearby. It was shown that the specific activity of forest berries is 5,4 times lower in ⁹⁰Sr than permissible levels, and

45,7 times lower in ¹³⁷Cs. Thus, wild berries used for the preparation of oil mixtures are environmentally safe for wide use due to the low concentration of heavy metals and radionuclides. The very low levels of accumulation of heavy metals and radionuclides in forest berries are due to the absence of anthropogenic sources of pollution. *Elaeagnus rhamnoides* (L.) A. Nelson grows in a specially protected area, where all types of pollution are excluded.

1. Average values of heavy metals and radionuclides content in berries

Berries` names	Heavy metals, (mg/kg)						Radionuclides, (Bq/kg)	
	Pb	As	Cd	Cu	Zn	Mg	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
<i>Rosamajalis</i> Herr m.	0,031	0,016	0,0035	4,0	8,7	30,7	8,8	1,9
<i>Vacciniummyrtill is</i> L.	0,032	0,016	0,030	3,4	9,0	35,8	3,99	1,41
<i>Elaeagnusrhamn oides</i> (L.) A.Nelson	0,031	0,0018	0,0044	3,8	8,8	36,1	11,3	3,5
MPC	0,4	0,2	0,03	5,0	10,0	-	60,0	160,0

MPC - Maximum permissible concentrations

Table 2 shows the research results of physical and chemical parameters of unrefined sunflower oil and obtained mixtures with addition of rosehips, blueberries, sea buckthorn. Performance

of quality assessment of production (technological) operations in the production of vegetable oils is estimated at the production stage according to physicochemical indicators.

2. Quality characteristics of unrefined sunflower oil and its mixtures from wild berries

Indicator name	Sunflower oil	Sunflower oil with rosehips	Sunflower oil with sea buckthorn	Sunflower oil with blueberries
Density		918	918	917
Refractive index	1,473	1,473	1,473	1,473
Acid number, mg KOH/g	1,4	1,4	1,4	1,4
Iodine number, r J ₂ /100	132	131	130	130
Saponification value, mg/g	188	188	188	188

As can be seen from the data of Table 2, physicochemical indices of the tested vegetable oils correspond to unrefined sunflower oil of higher grade, since they meet the requirements of regulatory documents [22-26]. The production of high-quality vegetable oils is due to the applied technology, which was based on the method of "cold" pressing. Thanks to the gentle processing of oil-containing raw materials, this method is effective for producing oils from sunflower seeds and mixtures from wild berries, which provide the release of high-quality oil with a minimum amount of related substances.

In order to study the resistance of oils to oxidation, we studied the composition of fatty acids of the main sunflower oil obtained by the "cold" pressing method, which is considered promising in terms of preserving the native properties of oils. The main initial criterion for the quality of food fats are fatty acids. Fatty acids of vegetable oils and fats significantly differ in length of carbon chain, number and position of double bonds in it, spatial configuration [26]. These parameters determine the physical, chemical and biological properties. The research results of fatty acid composition of vegetable oils are summarized in Table 3.

Table 3. Fatty acid composition in vegetable oils

Acids` name	Norms, %	Sun flower oil, %
C 4:0 Oleic	-	9,01
C 14:0 Myristic	to 0,1	0,05
C 10:0 Palmitic	4,0-5,5	5,25
C 16:1 Palmitoleic	to 0,1	0,03
C 17:0 Heptadecic	to 0,1	0,07
C 18:0 Stearic	2,1-5,0	4,04
C 18:1 Olein	43,1-71,8	52,21
C 18:2 Linoleic	18,7-45,3	28,97
C 18:3 Linolenic	-	0,1
C 20:0 Arachic	0,2-0,4	0,09
C 22:0 Behenic	0,6 – 1,1	0,1
C 24:0 Lignoceric	to 0,4	0,08

The data given in Table 3 showed that in sunflower oil samples, the amounts of palmitic, stearic acid were 5,2 % and 4,04 %, respectively. It should be noted that these types of acids are within normal limits, although they are adjacent to the levels of the upper limits.

By NMR spectrometry, we supplemented the characteristics of the

qualitative and quantitative composition of polyunsaturated fatty acids of vegetable oils with different contents of ω -6 and ω -3 fatty acids. The most characteristic signals had carbons at double bonds, which made it possible to easily identify chemical compounds. In more detail, the chemical shifts of the acyl chain double bond regions of fatty

acids of the combination of vegetable oils on carbon spectra are shown in Figures 2-5. The range of nuclear

magnetic resonance ^1H consisted of a number of multiplets.

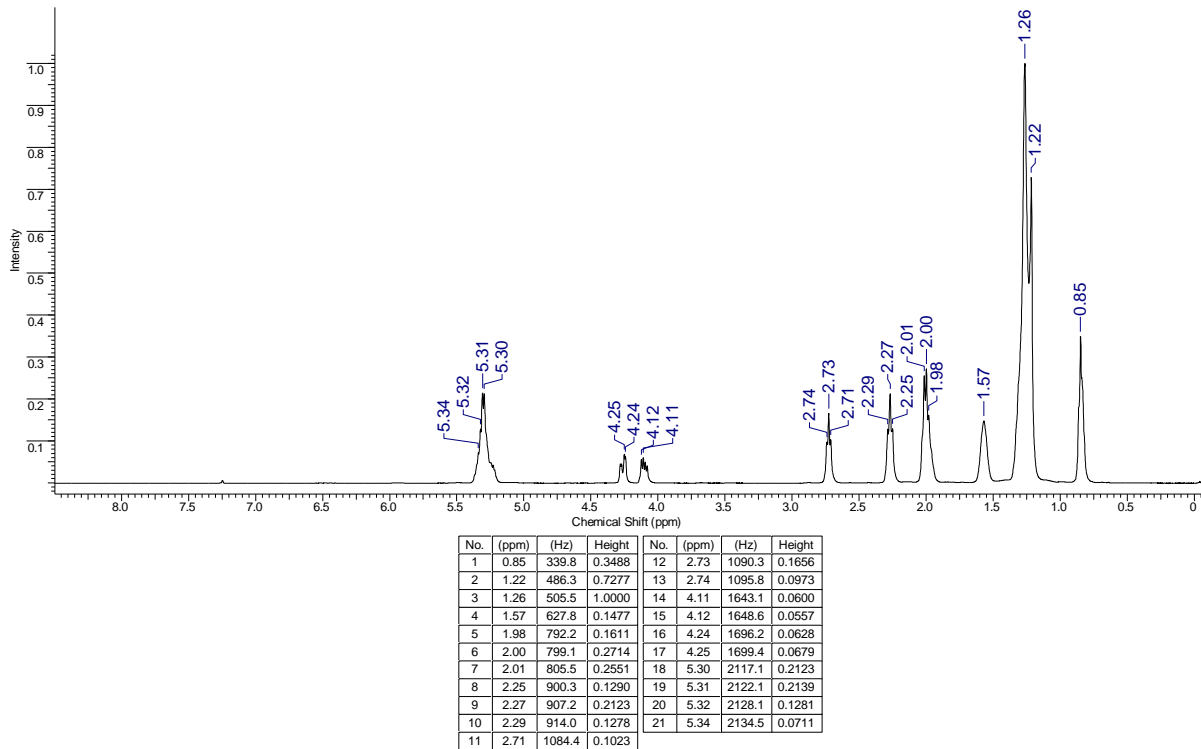


Figure 2 - ^1H NMR - spectra of sunflower oil

Chemical shifts of proton signals of the compounds were determined by the chloroform signal (CHCl_3 , $\delta = 7,26\text{p.p.m.}$), which was present as an impurity in the deuterized solvent. In the area of 5,2-5,4 p.p.m. signals of olefin protons and metine proton of glycerol residue were observed; 4,1-4,3 p.p.m. - range of chemical shifts of methylene protons of glycerin; 2,6-2,8 p.p.m. - methylene protons $\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}$ residues of linoleic and linolenic acids were absorbed; about 2,3 p.p.m. - all methylene protons located next to the carboxyl group; approximately 2,0 p.p.m. - all methylene protons near

double bonds; about 1,6 p.p.m. - the following methylene protons; 1,2-1,4 m. - range of chemical shifts of all remaining methylene protons; about 0,94 p.p.m. - methyl protons of linolenic acid, located next to a double bond; 0,8-0,9 m. - range of chemical shifts of all methyl protons, except linolenic. The NMR spectrum is ^{13}C much more informative.

Figures 3-5 show fragments of NMR spectra ^{13}C a combination of vegetable oils based on sunflower oil and forest berries proposed for use as the basis of a biologically active additive.

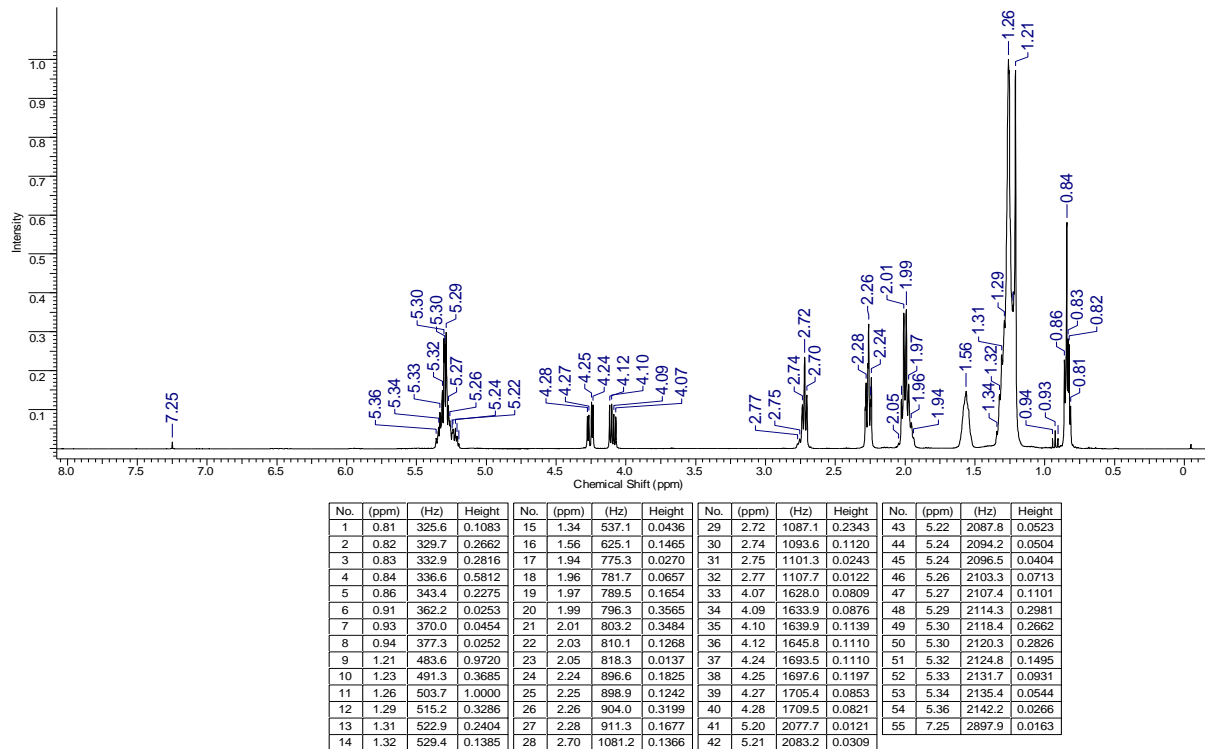


Figure3 - 1HNMR –spectra of sunflower oil with rosehips

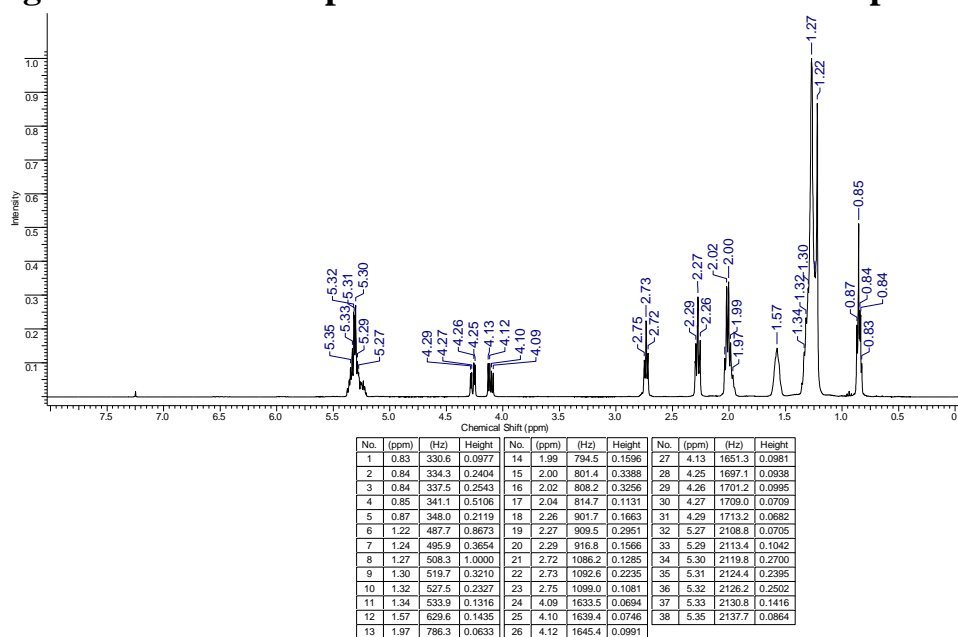


Figure 4 - 1HNMR –spectra of sunflower oil with blueberries

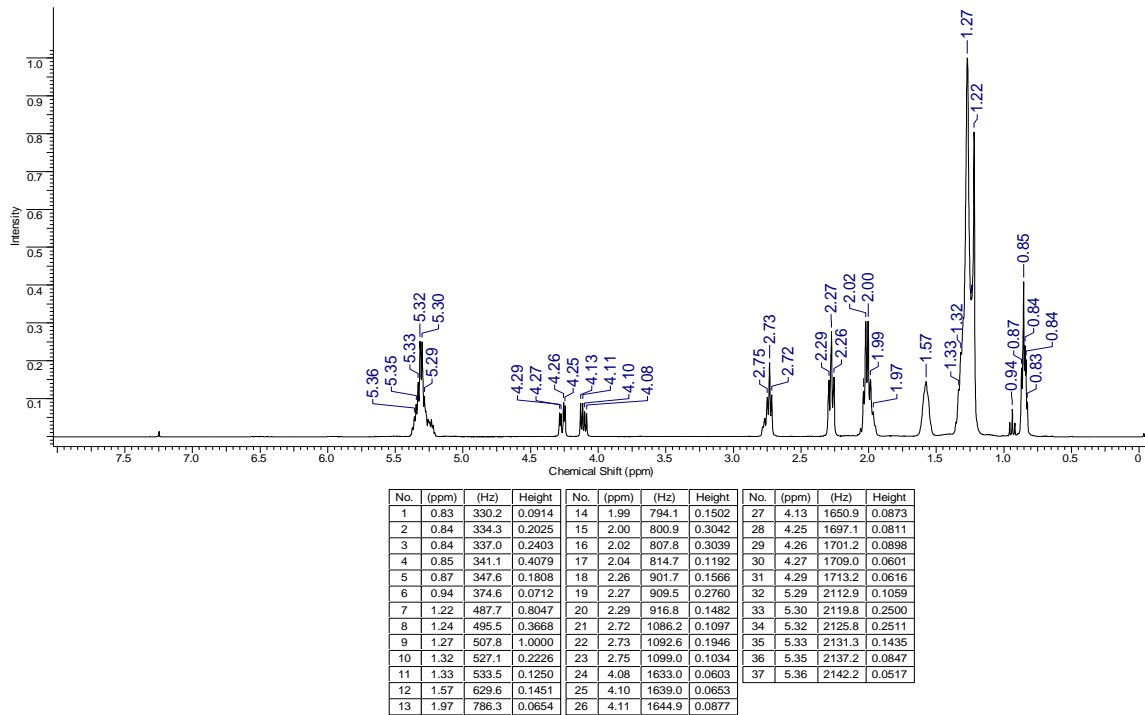


Figure 5 - 1HNMR-NMR –spectra of sunflower oil with sea buckthorn

As can be seen from the data obtained (Figures 2, 3, 4, 5), the signal ratio of all fatty acids changed significantly on the spectra. Changes are clearly visible on the spectra of linolenic acid, showing its intensity. As you see from sunflower oil spectrum fragments (Fig.2), the most intense are linolenic acid signals (127,7; 128,3; 128,8; 130,7; 132,4 p.p.m.) - the main ones in this form of oil. Linoleic signals (128,5; 130,6; 130,8 p.p.m.) and oleic (130,2; 130,6 p.p.m.) of acids are less intense.

Conclusion. Sunflower and linseed oils obtained from seeds by the "cold squeeze" method were studied to assess quality and food safety among vegetable oils.

Studies of the physicochemical indices of sunflower oil and oil mixtures with the addition of forest berries: density, refractive index, acid number, peroxide number, iodine number and saponification number also meet the

requirements of regulatory documents and characterize sunflower oil as a valuable food product. Wild berries (*Elaeagnu srhamnoides* (L.) A. Nelson, *Rosa majalis* Herrm., *Vaccinium myrtillis* L.), selected from the forest areas of northern and eastern Kazakhstan, are environmentally safe and can serve as a high-quality food additive in oil mixtures. In all berries samples, significant concentrations of heavy metals and radionuclides were not noted. The biological value of vegetable oils with additives is due to the content of polyunsaturated fatty acids in them. NMR spectroscopy confirmed that the optimal ratio of ω -6 and ω -3 polyunsaturated fatty acids in the composition of the studied vegetable oils correspond to their name in the ratio of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids.

Thus, the composition of sunflower oil and its derivatives with wild berries

was studied in detail by NMR spectroscopy. It was shown that the use of these methods allow to significantly detail the results of qualitative and quantitative analysis. NMR spectroscopy confirmed the optimal ratio of ω -6 and ω -3 polyunsaturated fatty acids in the obtained combinations of vegetable oils. The developed berry-sunflower combinations of vegetable

oils with optimized ratio ω -6 and ω -3 of polyunsaturated fatty acids can be used in creating biologically active additives based on vegetable oils.

Research carried out within the framework of the project on grant financing of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (project AR 05136154, 2018-2020)

Reference

1. Dolgolyuk I.V., Tereshyuk L.V., Trubnikova M.A., Starovoytova K.V. (2014) Vegetable oils – functional food stuff. Technique and technology of food production. №2. P.122-125.

2. FAO (2001). Global Forest Resources Assessment 2000. FAO Forestry Paper 140. Rome, Italy.

3. Forest Europe (2015) State of Europe's Forest 2015 Report. <http://foresteurope.org/state-europes-forests-2015-report/#1476293396492-81c05097-0e949acd-b805>

4. Explanatory note to the materials of the state accounting of the forest fund of the Republic of Kazakhstan by January 2018. RGKP "Kazakh Forestry Enterprise": Almaty. 2018. 109 p.

5. Zhandybaev K. Oil and fat industry of Kazakhstan: state support, development and risks.

<https://strategy2050.kz/ru/news/maslozhirovay-a-otrasl-rk-gospodderzhka-razvitie-i-riski/>

6. Kazakov E. Yu., Klindukhova Yu. O., Shmalko N. A., Roslyakov Yu. F. (2004) New types of vegetable oil compositions with increased biological efficiency//Modern knowledge-intensive technologies. №2. P. 152-153

7. Toropova E. Yu., Khovalyg N. A. (2014). Ecological assessment of habitats and fruits of sea-buckthorn in Republic Tyva. Fundamental research. №11. P.1732-1735.

8. Afanasyeva L. V., Kashin V. K. (2015). Accumulation of heavy metals in the fruits of *Hippophaerhamnoides* L. (Elaeagnaceae) in a roadside zone (Republic of Buryatia). Plant Resources. Issue. 4. P.554-561

9. Milinković M., Paunović S., Đorđević M., Tomić J., Karaklajić Stajić Ž., Vranić D. (2019). Content of Cu, Zn, Co, Ni, Cr in soil and fruits of Apple and Plum //Book of Abstract X Inter. Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM 2019". Jahorina, October 03-06, P.909-915

10. Grigoryev S.V., Shelenga T.V., Illarionova K.V. (2019). Hempseed and cottonseed oils in the accessions from the VIR collection as sources of functional food ingredients. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 180(2):38-43. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-38-43

11. Shaka A. J., Keeler J. (1987). Broadband spin decoupling in isotropic liquids. Prog. Nucl. Magn. Reson. Spectrosc. Vol. 47, no. 19. P. 129–134.

12. Solladie-Cavallo A. [et al.] (2003). Linseed oil and mixture with maleic anhydride: ¹H and ¹³C-NMR. J. Amer. Oil Chem. Soc. Vol. 80, no. 4. P. 311–314.

13. Popov K. I. (1999). The use of nuclear magnetic resonance spectroscopy for the express determination of the content of unsaturated fatty acids in vegetable and animal fats//Healthy food industry - 3 millennium: man, science, technology, economics: abstracts of reports of the International Scientific and Practical Conference, Moscow, February 24-25. Publishing House of MSUFI. Moscow, P. 233-234.

14. Klimova N.S., Rykov R.S., Kalabin G.A. (2004) Possibilities of NMR spectroscopy in the identification of vegetable oils with therapeutic and dietary properties. Current problems of ecology and environmental management. № 5. P. 236–240.

Айдарханова Г. С., Сатаева Ж. І., Ебель А. В., Джаканова М., Волосянко О. В., Сейлханов Т. М.

15. Ukraintseva I.I. (2004). Development of methods for quality assessment and identification of flax seeds based on nuclear magnetic relaxation method: extended abstract of Candidate of Technical Science: 29.03.05. Krasnodar, 23p.

16. Senouci H. (2000). Quantitative analysis of partial acylglycerols and free fatty acids in palm oil by ¹³C nuclear magnetic resonance spectroscopy. J. Amer. OilChem. Soc. Vol. 77, no. 7.P. 749–755.

17. GOST 31214-75 Vegetable oils. Production.Terms and definitions.

18. Bykov B.A. (1970). Introduction to phytocenology. Alma-Ata: Publishing house АНКазССР, 226 p.

19. ST RK GOST R 51301-05. Atomic absorption spectroscopy methods.

20. Methodological instructions 2.6.1.717-98 Radiation monitoring. Strontium-90 and caesium-137. Food products. Sampling, analysis and hygienic assessment. Methodological guidelines on control methods. M.: Science, 1977. 51 p.

21. Sanitary Rules and Norms of the Republic of Kazakhstan, No. 611 Order of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan dated 20.06.2011 Astana. 2011

22. Subbotina M.A. (1999). General methods of analysis of vegetable oils and fats. Laboratory workshop. Kemerovo.– page 5.

23. GOST ISO 6320-2012 Fats and oils animal and vegetable. Refractive index method.

24. GOST 31933-2012. Vegetable oils. Methods for determining acid number.

25. GOST 5475-69 Vegetable oils. Methods for determining iodine number.

26. GOST ISO 3657-2016 Animal and vegetable fats and oils. Determination of saponification number.

27. National report of the Republic of Kazakhstan on biological diversity//Report of Program 001 "Ensuring the activities of the authorized body in the field of environmental protection." - State Registration No. O.0411. Astana, 2010. 142 p.

28. Sultangazina G.J., Kuprijanov A.N., Kuprijanov O.A., Beyshov R.S. (2020). Coenoflora of Adonis Vernalis L. in Northern Kazakhstan. Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.- Volume 1, Number 383, 33-41 <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1467.4>

29. Karamysheva Z.V., Rachkovskaya E.I. (1973). Botanical geography of the steppe part of Central Kazakhstan. L.: Science. 278 p.

ОЦІНКА ЯКОСТІ ТА ХАРЧОВОЇ БЕЗПЕКИ РОСЛИННИХ ОЛІЙ, ОТРИМАНИХ НА ОСНОВІ ДИКРОСТУЧИХ ЯГІД ЛІСОВИХ ТЕРИТОРІЙ КАЗАХСТАНУ

Г. С. Айдарханова, Ж. І. Сатаева, А. В. Ебель, М. Джаканова,
О. В. Волосянко, Т. М. Сейлханов

Анотація. Багато видів лісових рослин у комплексі з рослинними оліями є джерелами нових видів функціональних продуктів з підвищеною біологічною ефективністю. З огляду на високий попит на рослинні олії серед населення і промисловості, наростаючий антропогенний пресинг на різні компоненти природного середовища, метою досліджень є створення олійних сумішей на основі соняшникової олії і дикорослих ягід, відібраних на лісових територіях регіонів Казахстану, оцінка їх якості та харчової безпеки. Основою олійної суміші стало соняшникова олія, отримана з насіння соняшнику методом «холодного віджиму». Як біодобавки використані дикорослі ягоди, відібрані на лісових територіях північного (*Elaeagnus rhamnoides* (L.) A.Nelson) і східного (*Rosa majalis* Herrm., *Vaccinium myrtillis* L.) Казахстану. В отриманих олійних сумішах були вивчені базові показники їх якісно-кількісного складу. Встановлено, що за щільністю (917-918), показником заломлення (1,473), значенням

Айдарханова Г. С., Сатаєва Ж. І., Ебель А. В., Джаканова М., Волосянко О. В., Сейлханов Т. М.

кислотного числа (1,4 мг KOH/г), йодного числа (130-132гJ2/100), числа омилення (188 мг/г) досліджуваних олійних сумішей вони відповідають нерафінованій рослинній олії вищого сорту.

Вміст важких металів (Pb, As, Cd, Cu, Zn, Mg) і радіонуклідів (^{90}Sr , ^{137}Cs) не перевищує гранично допустимих концентрацій і відповідає вимогам нормативних документів і стандартів. У пробах рослинних олій визначені кількість олеїнової кислоти (52,21%), лінолевої кислоти (28,97%), які знаходяться в межах норми, хоча досягають до рівнів верхніх меж. Методом ЯМР-спектроскопії підтверджено, що оптимальне співвідношення ω -6 і ω -3 поліненасичених жирних кислот у складі вивчених рослинних олій відповідають своїй назві по співвідношенню мононенасичених і поліненасичених жирних кислот.

Ключові слова: дикорослі ягоди, sunflower oil, unrefined oils, важкі метали, радіонукліди, physicochemical parameters, fatty acid composition, NMR spectroscopy, spectra, proton signals

УДК: 576.8:620.193

IMPACT OF γ -IRRADIATION ON BIOFILM-FORMATION BY CORROSION-RELEVANT HETEROTROPHIC BACTERIA**M. BORETSKA**¹, PhD, researcher**K. SHAVANOVA**², PhD, leading researcher**Yu. RUBAN**², PhD student**O. PARENIUK**², senior researcher¹*Zabolotny Institute of Microbiology and Virology*²*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine**E-mail: Olena.pareniuk@gmail.com*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.002>

Abstract. At nuclear hazard sites, such as the Chernobyl reactor sarcophagus or Fukushima Nuclear Power Plant, radiation is one of the main factors influencing microbial communities including those involved in microbially influenced corrosion (MIC) of metal structures. By studying the impact of radiation on corrosion-relevant bacteria it may be possible in the future to predict changes in MIC. We believe that the composition and function of natural multi-species biofilms will change when exposed to the stress of ionizing radiation. To address this possibility, biofilm formation by *Pseudomonas pseudoalcaligenes* and *Stenotrophomonas maltophilia* were studied after exposure to a range of radiation dosages. Altered planktonic cell morphologies and biofilm architectures on submerged glass surfaces were noted 3 – 7 days after low-dosage sub-lethal irradiation (5.3 Gy) of samples at the micro-colony, macro-colony and mature biofilm stages of development. Furthermore, significant differences in the percentage area covered by biofilms and the release of viable planktonic cells was also noted. These observations suggested that exposure, considered as insignificant levels of irradiation, can be enough to alter biofilm formation of corrosion-relevant bacteria. Such low dosage radiation may have significant impact on soil microbial communities in nuclear hazard sites, potentially altering the MIC of exposed metal structures, their stability and service life of underground metal constructions.

Key words: Bio-corrosion, biofilm formation, exo-polymeric substances, ionizing radiation, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Stenotrophomonas maltophilia*

Introduction. The study of stress factors that impact on whole ecosystems, as well as specific organisms, is particularly relevant today because of growing anthropogenic influences in a wide range of environments. Stress

factors include polluting chemicals such as radionuclides (radioactive isotopes) and the contamination of soil by these is poorly understood, despite having significant impact on land use and communities worldwide (for reviews, see [1–4]). Such contamination reduces microbial population numbers and may also impact on community structure and function [5–8]. Particular concern today is the microbial-induced corrosion (MIC) of underground metal pipes, supports and cladding used for the Chernobyl reactor sarcophagus in northern Ukraine and others constructions (for reviews of MIC see Beech, Sunner, and Hiraoka 2005; Javaherdashti 2011; Lee and Newman 2003; for a review of the Chernobyl accident see [12]). At sites such as Chernobyl, radiation is one of the main factors influencing microbial communities [5]. In order to predict the impact of MIC on the sarcophagus it is necessary to study the influence of radiation on corrosion-associated bacterial communities (metal corrosion, concrete corrosion and other).

Bacteria can form biofilms on almost every natural and artificial surface causing problems for transport systems, industrial plants and structures (for reviews see [13–16]). According to our previous research, MIC occurs when heterotrophic bacteria such as

Pseudomonas pseudoalcaligenes and *Stenotrophomonas maltophilia* produce slimes and biofilms containing sulphur-cycle bacteria adhere to metal surfaces [17]. Such mixed-species biofilms create anodic zones which promote iron oxidation and metal corrosion [18]. Bacteria encased within biofilms may be more resistant to the effects of ionizing radiation caused by the radioactive decay of nuclides compared to free-swimming ‘planktonic’ cells, and the survival also depends on species and growth status [19]. Doses above 2 kGy are lethal for biofilms [20, 21], and in comparison, relatively low dosages ranging between 0.5 – 5 Gy have been reported for the contaminated Chernobyl site [22]. This raises the possibility that the composition and function of multi-species biofilms may change when exposed to the stress of low-dosage ionizing radiation, resulting in enhanced (or decreased) corrosion activity that may have a critical impact on the survival and functioning of the reactor sarcophagus.

Our aim in this research was to determine the radiation sensitivity of the model bio-corrosion-associated biofilm-forming bacteria *P. pseudoalcaligenes* 109 UKM and *S. maltophilia* 5436 UKM [23]. As well the impact ionizing radiation has on biofilm formation and structure was studied by confocal laser

scanning microscopy (CLSM) and transmission electron microscopy (TEM). This knowledge will help us to better predict the impact of radiation on the bio-corrosion process in sites such as Chernobyl.

Materials and methods

Bacteria, culture conditions and enumeration.

Pseudomonas pseudoalcaligenes 109 UKM and *Stenotrophomonas maltophilia* 5647 UKM, isolated from a corrosion-related community [24], were cultivated statically in 35 ml flasks containing 20 ml nutrient broth (NB) medium (Himedia, India) at 28 °C. Cells recovered from over-night NB cultures were washed in fresh NB medium (7 000 rpm / 10 min) to provide inocula for survival assays. Biofilms were formed on SDS pre-treated glass slides (10 x 40 mm) placed into flasks inoculated with bacteria and incubated until the micro-colony (1 h), macro-colony (1 day) and mature biofilm (3 day) stages [23] were reached before use. Planktonic cells for cells number determination were obtained directly from the culture, and biofilm-associated cells for microscopy analysis recovered by vortexing slides vigorously in PBS. Total cell counts were determined using a counting chamber with a phase-contrast microscope (MT 4000, MEIJI Tech, Japan) at 400x magnification and viable

cell counts determined by dilution in fresh NB, spreading aliquots onto NB plates, and the enumeration of colony forming units (CFU).

Irradiation. Samples were irradiated at 5.3 Gy using a RUM-17 X-ray therapeutic apparatus (Budker Institute of Nuclear Physics (former USSR) at 200 kV and 10 mA, with 0.5 mm Cu and 1.0 mm Al filters, and at 1.3 – 14 kGy using an ILU-6 pulsed linear accelerator (Budker Institute of Nuclear Physics (former USSR) at 2 MeV and 17 mA.

Effect of irradiation on survival. Replicate flasks inoculated with 1×10^7 cell/ml washed cells were irradiated at 1.3 – 14 kGy for 20 min. Cultures were then incubated statically for 12 h before dilution and the determination of viable cell counts. Survival was expressed as the percentage of viable cells recovered compared to the no-radiation control, and all experiments were done in triplicate.

Effect of irradiation on cell morphology and biofilm-formation. Replicate flasks containing pre-treated glass slides were inoculated with 1×10^7 cell/ml washed cells and incubated to provide micro-colony, macro-colony and mature biofilm samples before irradiation at 5.3 Gy for 20 min. Samples were then assessed 0, 3 and 7 days after irradiation by electron microscopy to

Борецька М. О., Шаванова К. Є., Рубан Ю. В., Паренюк О. Ю.

investigate cell morphology, confocal laser scanning microscopy to investigate biofilm-formation and the determination of planktonic cell numbers. All experiments were done in triplicate.

Confocal laser scanning microscopy (CLSM). Glass slides were removed from flasks after irradiation and washed carefully with sterile water, air-dried and then stained with 0.1 % (w/v) Ethidium bromide (EtBr) for 10 min. 200 μ l of the anti-fading agent CitiFluor (CitiFluor, USA) was added immediately before microscopic analysis. Images were obtained with a LSM 510 laser scanning module (Carl Zeiss, Germany) coupled to an inverted Zeiss Axiovert 100 MBP microscope using a plan-apochromatic 100x 0.79 oil DIC objective. For each sample 20 images were acquired, and the average surface area covered by biofilms measured using COMSTAT 1 [25].

Transmission electron microscopy (TEM). A modified floating-drop method was used for sample preparation [26], 2013). A 1 ml aliquot of irradiated culture was centrifuged at 10,000 xg for 5 s and a 100 μ l drop of the re-suspended cell pellet placed on the surface of a piece of Parafilm (Bemis, USA). Cu-coated grids (Formvar, Russia) were placed onto the drop and cells allowed to adhere for 5-10 min before the grids were air-dried without staining. Images

were obtained using a Jeol 1400 electron microscope (Jeol, Japan) at 80 kV, with 20 fields of view imaged for each sample.

Results and discussion

Effect of irradiation on the survival of *Pseudomonas pseudoalcaligenes* 109 UKM and *Stenotrophomans maltophilia* 5246 UKM cultures. The survival of *P. pseudoalcaligenes* and *S. maltophilia* cultures were assessed after 20 min of irradiation of 1.3 – 14 kGy. It should be mentioned, that D_{10} , the dose that is needed to eradicate 90% of the irradiated population significantly differs for both investigated strains (Figure 1). Although dosages higher than 4 kGy inhibited the growth of both strains, survival was significantly different at lower dosages (e.g. at 1.3 kGy: t-test, $P = 0.0019$) with *P. pseudoalcaligenes* showing greater resistance than *S. maltophilia* (Figure 1). Furthermore, 12 h after irradiation, morphological differences in cell shape were observed for both strains irradiated at 3.7 kGy, and cell lysis noted for those irradiated at ≥ 10 kGy. Increasing evidence of lysis was observed at high dosages where no viable cells were recovered, suggesting that the sublethal radiation-induced damage repair system of *S. maltophilia* [27] and *P. pseudoalcaligenes* are overwhelmed at ≥ 10 kGy.

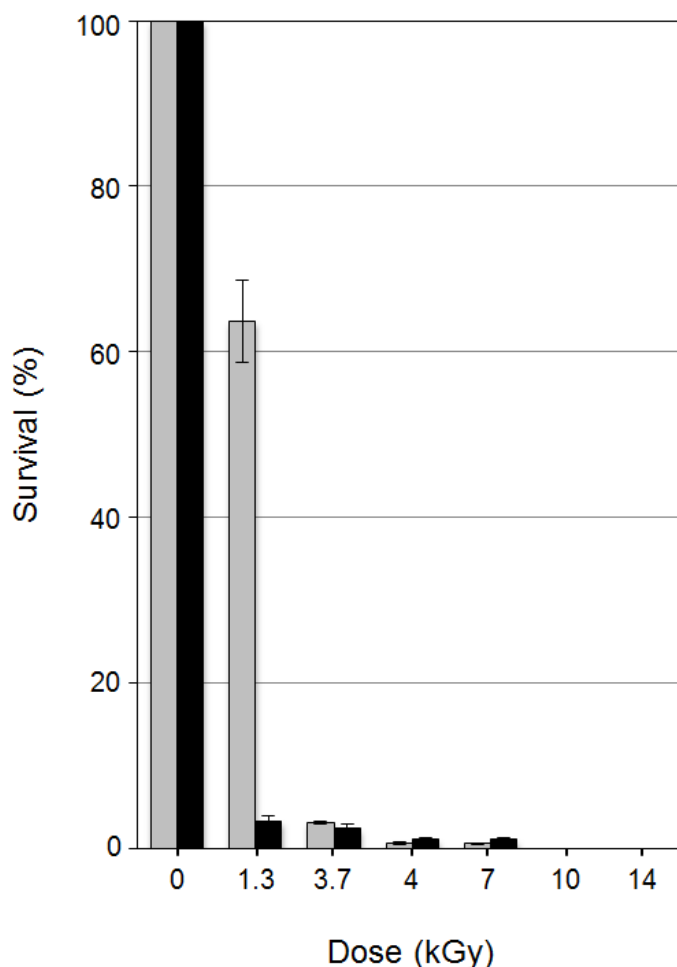


Figure 1. The model bio-corrosion-associated biofilm-forming bacteria, *P. pseudoalcaligenes* 109 UKM and *S. maltophilia* 5436 UKM, respond differently to low doses of irradiation. Shown here are the survival of *P. pseudoalcaligenes* (grey bars) and *S. maltophilia* (black bars) cultures after irradiation with 0 – 14 kGy for 20 min. Means and standard errors are shown ($n = 3$). The survival of the two strains is significantly different at 1.3 kGy (t-test, $P = 0.0019$).

Whilst irradiation levels ≥ 10 kGy are hardly observed at nuclear contamination sites, it is significant that irradiation in the range of that reported in soils sampled from underneath the Chernobyl sarcophagus (0.5 – 5 Gy) [22] were found to have an impact on *P. pseudoalcaligenes* and *S. maltophilia* cell morphology and survival. Damaged but viable populations might exhibit altered MIC activities within biofilms

compared to unstressed wild-type populations and they might also lead to competitive mutant strains with altered colonisation and biofilm-formation characteristics.

The negative effect of both low- and high-level radiation is well known [28, 29] but information is lacking on the ecological or evolutionary consequences of human-induced and naturally occurring radiation [30]. It is a common

knowledge, that the main mechanism of the organisms' sensitivity to ionising radiation is the size of genome as a main target for the action of irradiation along with the ability and speed of DNA repair processes [31]. Bacteria are one of the most radioresistant species on the planet – due to luckily combination of the two abovementioned factors.

Yet the range of bacteria ionizing radiation resistances is large [32–34], with a factor of 200 separating the most-resistant from the most-sensitive species [32]). For example, *Deinococcus radiodurans* can survive after high dosages of γ -irradiation (D_{10} is 10 kGy) that induce approximately 100 DNA double-strand breaks per genome, whereas *Shewanella oneidensis* is killed by doses ranged around 0.07 kGy that result in less than 1 double-strand breaks per genome (Daly et. al., 2004). There were reports about extremely radiotolerant species, such as *Rubrobacter radiotolerans* (D_{10} is 11 kGy) [35], *Chroococcidiopsis* spp. (D_{10} is 5.5 kGy) [34, 36] and others. Therefore, species, which have been described in this study has the medium radiotolerance and can be attributed neither to radioresistant, nor to radiosensitive species.

Influence of irradiation on biofilm formation and the release of planktonic cells. According to the traditional

concept of biofilm formation, planktonic cells attach to a submerged surface with cells aggregating to produce micro-colonies, growing into macro-colonies, coalescing to form mature biofilms and releasing planktonic cells to colonise other sites, and during this developmental process, cell behaviour, physiology and gene expression patterns change significantly [13, 37]. It is therefore possible that sub-lethal irradiation causing substantial cellular stress and mutation might impact on this process depending on the relative timing of the exposure to radiation.

The impact of sub-lethal 5.3 Gy irradiation of micro-colonies, macro-colonies and mature biofilms on the subsequent development and growth of biofilms was investigated for *P. pseudoalcaligenes* and *S. maltophilia* using CLSM and TEM. Differences in the appearance of biofilms in exopolymer substances producing, cells distribution was observed for both strains. A series of representative CLSM images of biofilms and TEM images of cells after the exposure to irradiation at the micro-colony biofilm stage are shown in Figures 2 and 3. Irradiated samples formed atypical biofilms with conglomerates and filamentous exopolymer substances strands that were not observed in the non-irradiated controls. TEM images of individual cells

Борецька М. О., Шаванова К. Є., Рубан Ю. В., Паренюк О. Ю.

also showed morphological differences between irradiated and non-irradiated control samples.

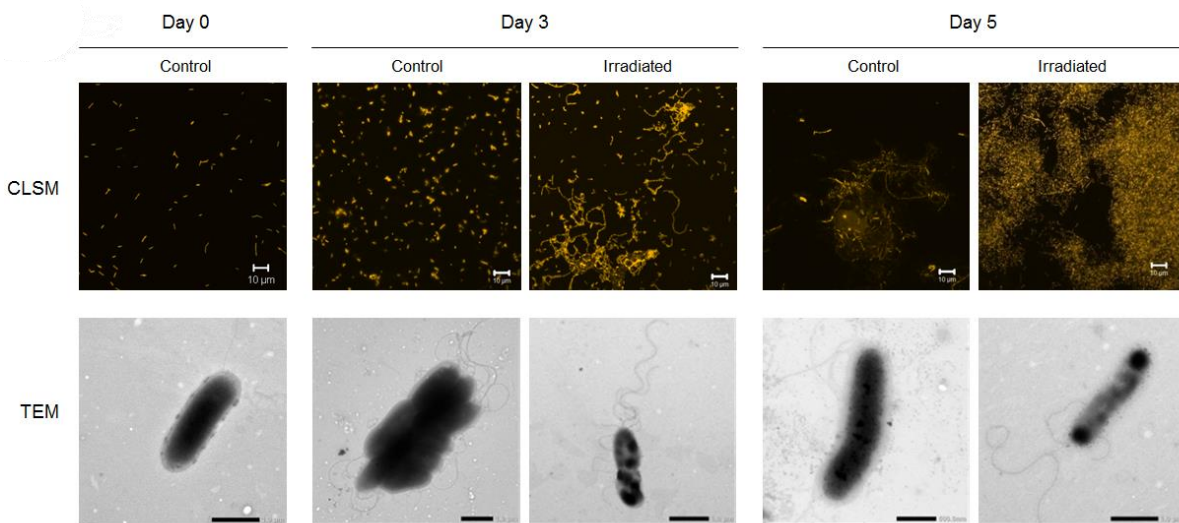


Figure 2. Irradiation at low levels of *P. pseudoalcaligenes* 109 UKM at the micro-colony, macro-colony and mature biofilm stages has a significant impact on subsequent biofilm-formation and cell morphologies. Shown here is a representative series of CLSM images of biofilms (top row) and TEM images of cells (bottom row) at the macro-colony stage (Day 0) and three and seven days after irradiation with 5.3 Gy for 20 min. CLSM scale bars indicate 10 μm and TEM scale bars indicate 0.5 and 1 μm.

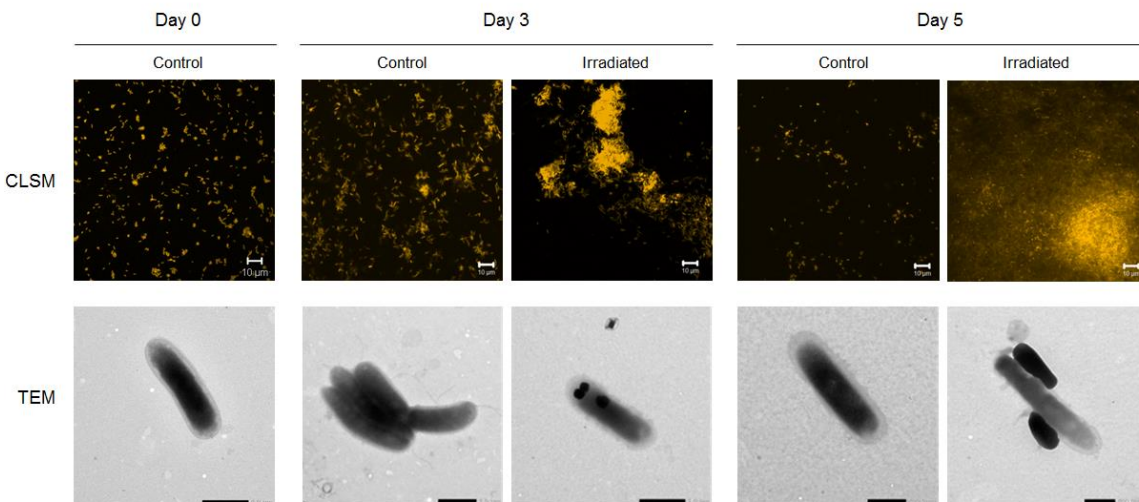


Fig. 3. Irradiation at low levels of *S. maltophilia* 5642 UKM at the micro-colony, macro-colony and mature biofilm stages has a significant impact on subsequent biofilm-formation and cell morphologies. Shown here is a representative series of CLSM images of biofilms (top row) and TEM images of cells (bottom row) at the macro-colony stage (Day 0) and three and seven days after irradiation with 5.3 Gy for 20 min. CLSM scale bars indicate 10 μm and TEM scale bars indicate 0.5 and 1 μm.

Such conglomerates, formed on the underground metal construction by corrosion relevant bacteria, could be more dangerous due to possibility of the metal covering by slime and unpredicted anaerobic zones formation. As showed in [10], hydrogen sulfide produced by anaerobic sulfate reduced bacteria lead to cathode zone formation and metal degradation. Also non-controlled processes could happen under such condition in mentioned dangerous nuclear plants area. Ecologically such biofilm formation changes could cause to forming bacterial community with new interrelationships on the genetic, metabolic communicates levels. Well-known, bacterial communities play a key role in the production and degradation of organic matter, the degradation of many environmental pollutants, and the cycle of nitrogen, sulfur, and many metals. Most of these natural processes require the concerted effort of bacteria with different metabolic capabilities, and it is likely that bacteria residing within biofilm communities carry out many of these complex processes. The microcolonies that constitute the biofilm can be composed of single-species populations or multimember communities of bacteria, depending on the environmental parameters under which they are formed. Numerous conditions, such as surface and interface

properties, nutrient availability, the composition of the microbial community and hydrodynamics can affect biofilm structure [14].

Quantitative analyses of CLSM data revealed significant differences in biofilm development for *P. pseudoalcaligenes* and *S. maltophilia* after irradiation of micro-colonies, macro-colonies, and mature biofilm-stage samples (Table A). Seven days after the irradiation of *P. pseudoalcaligenes*, biofilm development from the micro-colony stage (1d) was not significantly affected (t-test, $P = 0.543$), whereas the biofilm development at the macro-colony stage (3d) was enhanced 5x ($P = 0.002$). In comparison, further biofilm development by *S. maltophilia* micro-colony-stage samples (1d) was reduced 0.3x ($P = 0.001$), development by macro-colony-stage samples enhanced 4x ($P = 0.001$).

Irradiation of micro-colonies, macro-colonies, and mature biofilm-stage samples also had an impact on the release of viable planktonic cells. Although the release of planktonic cells seven days after the irradiation of micro-colony-stage samples was enhanced 3x (t-test, $P = 0.015$) for *P. pseudoalcaligenes* but reduced 0.3x ($P = 0.004$) for *S. maltophilia*, the release of cells was unchanged ($P = 0.244, 0.433$) for macro-colony-stage samples and

Борецька М. О., Шаванова К. Є., Рубан Ю. В., Паренюк О. Ю.

reduced 0.6 – 0.5x ($P = 0.023, 0.005$) for mature biofilm–stage samples for *P. pseudoalcaligenes* and *S. maltophilia*, respectively. These observations further confirm that the timing of exposure to radiation can result in significant differences in the subsequent development of biofilms and release of planktonic cells by these model bio-corrosion-associated biofilm-forming bacteria.

Sites, which were contaminated by radionuclides have their own special needs. After the incident on the Fukushima Nuclear Power Plant Japanese government adopted the decision to collect the upper soil layer from the contaminated territories and deposit it in plastic bags, while the higher activity material will be separated and may be stored in metal and concrete containers [38, 39]. Thus appears the problem of prediction the state of the containers and the calculation of the time, during which it is still possible and safe to use them. In this situation the material of the containers really matters – because there is no doubt that, after the radioactive waste was once deposited, one of the main goals is to prevent the leakage and also to avoid disturbing the containers [38]. One of the factors, which need to be checked before using the material for long-term disposal of the radioactive waste is the amenability to

the microbial corrosion and the influence of low for bacteria doses [40] on the intensity of metal and concrete bacterial distraction.

In accordance with lately investigations, exposure doses due to the radionuclide contamination can vary in dozens of times [41] and sometimes its estimation may cause lots of difficulties [42]. That is why it is essential to be as conservative as possible in estimation the risk of protective construction destruction and preventing the sources of contamination to spread in the environment.

Conclusion. This work has investigated the response of two model bio-corrosion-associated biofilm-forming bacteria to low-level dosages of irradiation. *P. pseudoalcaligenes* and *S. maltophilia* where found to have different survival curves, with *P. pseudoalcaligenes* more resistant at lower dosages of 1.3 kGy than *S. maltophilia*. Furthermore, biofilm-formation and the release of viable planktonic cells by both were found to be sensitive to the timing of irradiation during the biofilm-developmental process, suggesting that low-dosage irradiation of soil microbial communities in nuclear hazard sites might result in significantly altered biofilm-formation and the MIC of exposed metal structures.

Acknowledgments. The authors would like to thank Dr Sergey A. Karakhim (Palladin Institute of Biochemistry, Ukraine) and Dr Sergey I.

References

1. Aleksakhin, R. M. (2009). Radioactive contamination as a type of soil degradation. *Eurasian Soil Science*, 42(12), 1386–1396.

<https://doi.org/10.1134/S1064229309120096>

2. Andreyuk, K. I., Kozlova, I. P., Kopteva, Z. P., Piliashenko-Novohatny, A. I., Zanina, V. V., & Purish, L. M. (2005). Microbial corrosion of underground construction (Naukova Du). Kyiv.

3. Beech, I. B., Sunner, J. A., & Hiraoka, K. (2005). Microbe-surface interactions in biofouling and biocorrosion processes. *International Microbiology: The Official Journal of the Spanish Society for Microbiology*, 8(3), 157–168. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16200494>

4. Billi, D., Friedmann, E. I., Hofer, K. G., Caiola, M. G., & Ocampo-Friedmann, R. (2000). Ionizing-Radiation Resistance in the Desiccation-Tolerant Cyanobacterium *Chroococcidiopsis*. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(4), 1489–1492. <https://doi.org/10.1128/AEM.66.4.1489-1492.2000>

5. Boretska, M., Bellenberg, S., Moshynets, O., Pokhonenko, I., & Wolfgang, S. (2013). Change of Extracellular Polymeric Substances Composition of *Thiobacillus thioparus* in Presence of Sulfur and Steel. *Journal of Microbial & Biochemical Technology*, 3(5), 068–073. Retrieved from <http://www.omicsonline.org/change-of->

Voichuk (Zabolotny Institute of Microbiology, Ukraine) for their assistance with the microscopy.

extracellular-polymeric-substances-composition-of-thiobacillus-thioparus-in-presence-of-sulfur-and-steel-1948-5948.10000102.php&&aid=16042

6. Boretska, M. O., & Kozlova, I. A. (2010). Biofilms on a metal surface as microbial corrosion factor. *Microbiol. Zurn.*, 72(4), 50–63.

7. Byun, M. W., Kim, J. H., Kim, D. H., Kim, H. J., & Jo, C. (2007). Effects of irradiation and sodium hypochlorite on the micro-organisms attached to a commercial food container. *Food Microbiology*, 24(5), 544–548. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.08.005>

8. Clark, M. J., & Smith, F. B. (1988). Wet and dry deposition of Chernobyl releases. *Nature*, 332(6161), 245–249. <https://doi.org/10.1038/332245a0>

9. Costerton, J. W., Lewandowski, Z., Caldwell, D. E., Korber, D. R., & Lappin-Scott, H. M. (1995). Microbial biofilms. *Annual Review of Microbiology*, 49, 711–745. <https://doi.org/10.1146/annurev.mi.49.100195.003431>

10. Cox, M. M., & Battista, J. R. (2005). *Deinococcus radiodurans* - the consummate survivor. *Nature Reviews. Microbiology*, 3(11), 882–892. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1264>

11. Czirják, G. A., Møller, A. P., Mousseau, T. A., & Heeb, P. (2010). Microorganisms associated with feathers of barn swallows in radioactively contaminated areas around chernobyl. *Microbial Ecology*,

Борецька М. О., Шаванова К. Є., Рубан Ю. В., Паренюк О. Ю.

60(2), 373–380.
<https://doi.org/10.1007/s00248-010-9716-4>

12. Daly, M. J., Gaidamakova, E. K., Matrosova, V. Y., Vasilenko, A., Zhai, M., Venkateswaran, A., ... Ghosal, D. (2004). Accumulation of Mn(II) in *Deinococcus radiodurans* facilitates gamma-radiation resistance. *Science* (New York, N.Y.), 306(5698), 1025–1028.
<https://doi.org/10.1126/science.1103185>

13. Davey, M. E., & O'Toole, G. A. (2000). Microbial biofilms: from ecology to molecular genetics. *Microbiology and Molecular Biology Reviews: MMBR*, 64(4), 847–867. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=99016&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

14. E., G., E., J., D., P., & P., F. (2001). DNA protection mechanisms are not involved in the radioresistance of the hyperthermophilic archaea *Pyrococcus abyssi* and *P. furiosus*. *Molecular Genetics and Genomics*, 266(1), 72–78. <https://doi.org/10.1007/s004380100520>

15. Ferreira, A. C., Nobre, M. F., Moore, E., Rainey, F. A., Battista, J. R., & da Costa, M. S. (1999). Characterization and radiation resistance of new isolates of *Rubrobacter radiotolerans* and *Rubrobacter xylanophilus*. *Extremophiles*, 3(4), 235–238.
<https://doi.org/10.1007/s007920050121>

16. Hardie, S. M. L., & McKinley, I. G. (2014). Fukushima remediation: status and overview of future plans. *Journal of Environmental Radioactivity*, 133, 75–85.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2013.08.002>

17. Heydorn, A., Nielsen, A. T., Hentzer, M., Sternberg, C., Givskov, M., Ersbøll, B. K., & Molin, S. (2000). Quantification of biofilm structures by the novel computer program

COMSTAT. *Microbiology* (Reading, England), 146 (Pt 1, 2395–2407. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11021916>

18. Ierusalimska, L. F., Korchak, G. I., & Grigorieva, L. V. (1999). Peculiarities of soil microbial cenoses under prolonged chronic radionuclide contamination. *Hyg. Populat. Areas*, 3, 125–136.

19. Igwe, J. C., Nnorm, I. C., & Gbaruko, B. C. (2005). Kinetics of radionuclides and heavy metals behaviour in soils: Implications for plant growth. *African Journal of Biotechnology*, 4(1541–1547), 13. Retrieved from [http://www.academicjournals.org/article/article1382016040_Igwe et al.pdf](http://www.academicjournals.org/article/article1382016040_Igwe%20et%20al.pdf)

20. Javaherdashti, R. (2011). Impact of sulphate-reducing bacteria on the performance of engineering materials. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 91(6), 1507–1517. <https://doi.org/10.1007/s00253-011-3455-4>

21. Karatan, E., & Watnick, P. (2009). Signals, regulatory networks, and materials that build and break bacterial biofilms. *Microbiology and Molecular Biology Reviews: MMBR*, 73(2), 310–347.
<https://doi.org/10.1128/MMBR.00041-08>

22. Katata, G., Terada, H., Nagai, H., & Chino, M. (2012). Numerical reconstruction of high dose rate zones due to the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *Journal of Environmental Radioactivity*, 111, 2–12.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2011.09.011>

23. Koch-Steindl, H., & Pröhl, G. (2001). Considerations on the behaviour of long-lived radionuclides in the soil. *Radiation*

Борецька М. О., Шаванова К. Є., Рубан Ю. В., Паренюк О. Ю.

and Environmental Biophysics, 40(2), 93–104.

<https://doi.org/10.1007/s004110100098>

24. Kopteva, Z. P., Zanina, V. V., & Kozlova, I. A. (2005). Microbial Corrosion of Protective Coatings. *Surface Engineering*, 20(4), 275–280.

<https://doi.org/10.1179/026708404225016463>

25. Kopteva, Z. P., Zanina, V. V., Kozlova, I. A., & Andreyuk, K. I. (2002). Soil aggressiveness influence on the deterioration of protective insulating coatings. *Materials and Corrosion*, 53(2), 98–102.

[https://doi.org/10.1002/1521-4176\(200202\)53:2<98::AID-](https://doi.org/10.1002/1521-4176(200202)53:2<98::AID-MACO98>3.0.CO;2-Q)

[MACO98>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/1521-4176(200202)53:2<98::AID-MACO98>3.0.CO;2-Q)

26. Korogodin, V. I., & Krasavin, E. A.

(1982). Factors determining differences in biological effectiveness of ionizing radiations possessing different physical characteristics.

Retrieved from

http://inis.iaea.org/Search/search.aspx?orig_q=RN:14758208

27. Kortov, V., & Ustyantsev, Y. (2013). Chernobyl accident: Causes, consequences and problems of radiation measurements. *Radiation Measurements*, 55, 12–16.

<https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2012.05.015>

28. Lee, A. K., & Newman, D. K. (2003). Microbial iron respiration: impacts on corrosion processes. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 62(2–3), 134–139.

<https://doi.org/10.1007/s00253-003-1314-7>

29. Makino, H., Hioki, K., Umeki, H., Takase, H., & I.G., M. (2011). Knowledge management for radioactive waste disposal: moving from theory to practice. *International Journal of Nuclear Knowledge Management*, (5), 93–110. Retrieved from

<http://inderscience.metapress.com/content/m866803kx1w117u7/>

30. Mavromatis, K., Ivanova, N., Barry, K., Shapiro, H., Goltsman, E., McHardy, A. C., ... Kyrpides, N. C. (2007). Use of simulated data sets to evaluate the fidelity of metagenomic processing methods. *Nature Methods*, 4(6), 495–500.

<https://doi.org/10.1038/nmeth1043>

31. Mezgheni, E., Vachon, C., & Lacroix, M. (2000). Bacterial use of biofilms cross-linked by gamma irradiation. *Radiation Physics and Chemistry*, 58(2), 203–205.

[https://doi.org/10.1016/S0969-](https://doi.org/10.1016/S0969-806X(00)00267-X)

[806X\(00\)00267-X](https://doi.org/10.1016/S0969-806X(00)00267-X)

32. Mikami, S., Maeyama, T., Hoshide, Y., Sakamoto, R., Sato, S., Okuda, N., ... Saito, K. (2014). The air dose rate around the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant: its spatial characteristics and temporal changes until December 2012. *Journal of Environmental Radioactivity*.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2014.08.020>

33. Møller, A. P., & Mousseau, T. A. (2006). Biological consequences of Chernobyl: 20 years on. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(4), 200–207.

<https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.01.008>

34. Moshynets, O., Boretska, M., & Spiers, A. J. (2013). From Winogradsky's column to contemporary research using bacterial microcosms. Retrieved from <https://repository.abertay.ac.uk/jspui/handle/10373/1449>

35. Niedrée, B., Berns, A. E., Vereecken, H., & Burauel, P. (2013). Do Chernobyl-like contaminations with ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr affect the microbial community, the fungal biomass and the composition of soil organic matter in soil? *Journal of Environmental Radioactivity*, 118, 21–29.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2012.11.007>

Борецька М. О., Шаванова К. Є., Рубан Ю. В., Паренюк О. Ю.

36. O'Toole, G., Kaplan, H. B., & Kolter, R. (2000). Biofilm formation as microbial development. *Annual Review of Microbiology*, 54, 49–79. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.54.1.49>

37. Pareniuk, O. J., Moshynets, O. V., Tytova, L. V., & Levchuk, S. E. (2013). Qualitative composition of dominating forms of microorganisms isolated from radionuclide contaminated soil and their ability to accumulate ¹³⁷Cs. *Microbiol. J*, 75(1), 33–40.

38. Petridou, E., Trichopoulos, D., Dessypris, N., Flytzani, V., Haidas, S., Kalmanti, M., ... Tzortzatos, F. (1996). Infant leukaemia after in utero exposure to radiation from Chernobyl. *Nature*, 382(6589), 352–353. <https://doi.org/10.1038/382352a0>

39. Romanovskaia, V. A., Sokolov, I. G., Rokitko, P. V., & Chernaia, N. A. (1998). [Ecological consequences of radioactive pollution for soil bacteria within the 10-km region around the Chernobyl Atomic Energy

Station]. *Mikrobiologiya*, 67(2), 274–280. Retrieved from

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9662700>

40. Serdiuk, A. M., Korchak, G. I., Grigorieva, L. V., Bey, T. V., Ierusalimska, L. F., Karachov, I. I., & Antomonov, M. Y. (1997). Ecological and microbiological changes in radionuclides contaminated soil. *Environm. and Health*, (3), 54–57.

41. Sinha, N., Sidhu, J., Barta, J., Wu, J., & Cano, M. P. (Eds.). (2012). *Handbook of Fruits and Fruit Processing* (2nd ed.). Retrieved from <https://books.google.com/books?id=Vu8gsgLeW-YC&pgis=1>

42. Witkin, E. M. (1947). Genetics of Resistance to Radiation in *ESCHERICHIA COLI*. *Genetics*, 32(3), 221–248. Retrieved from

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1209375&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

ВПЛИВ γ -ОПРОМІНЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ БІОПЛІВКИ КОРОЗІЙНИМИ- ГЕТЕРОТРОФНИМИ БАКТЕРІЯМИ М. О. Борецька, К. Є. Шаванова, Ю. В. Рубан, О. Ю. Паренюк

Анотація. У місцях з підвищеним вмістом радіонуклідів, таких як саркофаг Чорнобильської АЕС або АЕС Фукусіма, випромінювання є одним з основних факторів, що впливають на мікробні спільноти, включаючи такі, що задіяні у мікробіологічній корозії (МІС) металевих конструкцій. Вивчаючи вплив іонізуючого випромінювання на корозійно-активні бактерії, в майбутньому можна буде передбачити зміни МІС. Можна припустити, що склад і функції природних багатоскладових біоплівки будуть змінюватися під впливом стресу, викликаного іонізуючим випромінюванням. Для вивчення цієї можливості вивчали формування біоплівки *Pseudomonas pseudoalcaligenes* та *Stenotrophomonas maltophilia* під впливу декількох доз опромінення. Змінену морфологію планктонних клітин та архітектуру біоплівки на занурених поверхнях скла відзначали через 3 - 7 днів після сублетального опромінення з низьким вмістом дози (5,3 Гр) на етапах розвитку мікроколонії, макроколонії та

Борецька М. О., Шаванова К. Є., Рубан Ю. В., Паренюк О. Ю.

зрілої біоплівки. Крім того, були відзначені суттєві відмінності у відсотках площі, охопленої біоплівками, та вивільнення життєздатних планктонних клітин. Ці спостереження дозволили припустити, що дози, що розглядаються як незначні, можуть бути достатніми для того, щоб змінити формування біоплівки корозійно-активних бактерій. Таке випромінювання з низькими дозами може мати значний вплив на ґрунтові мікробні спільноти в місцях ядерної небезпеки, потенційно змінюючи МІС відкритих металевих конструкцій, їх стійкість та термін служби підземних металевих конструкцій.

Ключові слова: біокорозія, формування біоплівки, екзополімерні речовини, іонізуюче випромінювання, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Stenotrophomonas maltophilia*

Панцирева Г. В.

УДК: 631.53.027:631.8:635.657

**ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ НА ЗЕРНОВУ
ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ
ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ****Г. В. ПАНЦИРЕВА**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий
співробітник*Вінницький національний аграрний університет**E-mail: apantsyreva@ukr.net*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.003>

**Стаття є частиною прикладного дослідження «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрих, бактеріальних препаратів, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин» (номер ДР 0120U102034) Вінницького національного аграрного університету.*

Анотація. Представлено результати досліджень, проведених на сірих лісових ґрунтах із зернобобовими культурами впродовж 2016–2019 рр., з порівняльною характеристикою їх щодо врожаю та основних показників якості насіння (вихід сирого протеїну). Наведено рівні врожайності насіння зернобобових культур, які вирощують в умовах Правобережного Лісостепу України – сої, гороху, люпину білого та люпину вузьколистого. Для досліджуваних культур умови живлення оптимізували на засадах ресурсозбереження, шляхом застосування сучасних біопрепаратів та рістрегулюючих речовин на різних сортах. Встановлено, що досліджувані зернобобові культури доцільно висівати в умовах Правобережного Лісостепу України для подолання проблеми рослинного кормового білка. Зазначені зернобобові культури формують високу кормову та зернову продуктивності. Встановлено, що використання сучасних рістрегулюючих препаратів для обробки насіння та посіву зернобобових культур істотно збільшує їхній урожай. Проблематика наукової статті несе складний мультидисциплінарний характер у поєднанні адаптивних систем землеробства та сортової технології вирощування з огляду на сучасні тенденції кліматичних змін. Встановлення та імплементація ґрунтується на проблематиці, а також завданнях прикладного дослідження, що виконується за рахунок видатків фонду державного бюджету на тему: «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрих, бактеріальних препаратів, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин» (номер ДР 0120U102034) Вінницького національного аграрного університету.

Ключові слова: зернобобові культури, сорт, врожайність, вихід сирого протеїну, якість зерна

Актуальність досліджень обумовлена пошуком нових підходів

Панцирева Г. В.

щодо розробки технологічних прийомів вирощування зернобобових культур з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов Правобережного Лісостепу України. До числа найважливіших зернобобових культур в світовому землеробстві, які займають основну частку у подоланні проблеми рослинного кормового білка є соя, горох, люпин білий, люпин вузьколистий.

Запропоновані зернобобові культури, поряд з традиційними видами бобових, є цінними високобілковими рослинами, які все більше використовуються в органічному землеробстві. У сучасному сільськогосподарському виробництві розкриття біологічного потенціалу урожайності сучасних сортів зернобобових культур залежить від багатьох факторів, одним з яких є застосування адаптивних технологічних прийомів вирощування згідно з конкретними ґрунтово-кліматичними умовами зони дослідження [1-5]. Виняткове значення у технологічному регламенті вирощування зернобобових культур займають такі агрозаходи як підбір сортів, передпосівна обробка насіння, позакореневі обробки, які дозволяють управляти продукційним процесом посівів зернобобових культур і отримувати високі врожаї на засадах енергоощадження та екологічної безпеки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Стратегічний розвиток агротехнологій з орієнтацією на світові тенденції у підходах до вирощування та удобрення сільськогосподарських культур зумовлюють необхідність у розробці адаптованих сортових технологій вирощування, що у підсумку забезпечить формування сучасної технологічної стратегії розвитку агропромислового комплексу України та гарантуватиме її продовольчу безпеку у довгостроковій перспективі. На сьогоднішній день багато видів зернобобових культур не втратили свого значення як важливі продовольчі культури і займають чільне місце у формуванні продовольчих і білкових ресурсів багатьох країн світу. Разом з тим, виражені тенденції до зими клімату, формування альтернативних систем удобрення у технології вирощування сільськогосподарських культур, світова стратегія на біологізацію технологічного забезпечення отримання рослинного білка – вимагає пошуку ефективних саме біоорганічних систем у реалізації потенціалу основних зернобобових культур у системі симбіотичної взаємодії мікоризи рослин з залученням біопрепаратів різної природи (стимулятори, підсилювачі азотфіксації, тощо) та пошуком оптимальних моделей поєднання

Панцирева Г. В.

такого підходу з комплексом сучасних хелатних мікродобрив [1].

Стабільність виробництва рослинницької продукції, формування і функціонування ринку зерна, особливо зернових бобових культур, на сучасному етапі та в перспективі можуть бути успішно реалізованими лише за умови підвищення врожайності культур шляхом подальшого удосконалення і упровадження конкурентоспроможних технологій вирощування з високим рівнем окупності вкладених ресурсів на засадах енергоощадження та екологічної безпеки [2-4].

Сучасні агротехнології повинні базуватися на управлінні процесами формування високої зернової продуктивності та якості насіння, а також мають бути спрямовані на максимальне використання біологічного потенціалу продуктивності культур за рахунок підвищення ефективності використання природних і антропогенних факторів та детальне оцінювання всього комплексу агрометеорологічних і ґрунтових умов, вибір інтенсивних сортів, науково обґрунтоване розміщення їх у сівозміні, ефективний обробіток ґрунту, застосування комплексу добрив, систему догляду за посівами, інтегрований захист рослин від бур'янів і хвороб, систему біологічного контролю [5-6].

Науковці стверджують, що сучасні препарати здатні цілеспрямовано впливати та

регулювати процеси росту та розвитку рослин, підвищувати потенційну продуктивність сортів та гібридів. З'ясовано також, що застосування регуляторів росту та бактеріальних препаратів сприяє підвищенню продуктивності рослин і поліпшенню якості продукції [7-8].

Численними дослідженнями встановлено, що ефективність інокуляції бульбочкових бактерій, яка визначається лише за врожаєм рослин, істотно занижена, оскільки вона, як правило, значно підвищує вміст протеїну в рослинах [9-10].

Таким чином, на основі аналізу літературних джерел з обраної проблематики варто відмітити, що питання формування продуктивності зернобобових культур в умовах правобережного Лісостепу України вивчене недостатньо. В умовах регіону ця проблема вимагає більш детального дослідження й опису з урахуванням специфіки ґрунтово-кліматичних умов та елементів технології вирощування.

Мета досліджень полягала у визначенні впливу передпосівної обробки та позакореневих обробок зернобобових культур на його урожайність та насінневу продуктивність в умовах Правобережного Лісостепу України. Проблематика наукового дослідження та актуальність базується на завданнях прикладного дослідження Вінницького національного аграрного

Панцирева Г. В.

університету на тему: «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрив, бактеріальних препаратів, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин» (номер державної реєстрації 0120U102034).

Методика. Дослідження з вивчення впливу технологічних прийомів вирощування на зернову продуктивність зернобобових культур проводили впродовж 2016–2019 рр., з порівняльною характеристикою їх щодо врожаю та основних показників якості насіння. Ґрунти сірі лісові, середньо суглинкові характеризується за такими показниками: вміст гумусу – середній (2,4%), забезпеченість P_2O_5 (271,2 мг/кг) та K_2O (220,0 мг/кг) дуже висока. Кислотність ґрунту наближена до нейтральної. Польові досліди закладали рендомізованими блоками [11].

Технологія вирощування загальноприйнята для Лісостепової зони України, крім передбачуваних технологічних прийомів вирощування. Дослідженнями передбачалось вивчення дії та взаємодії 3 факторів: А – сорт; В – передпосівна обробка насіння бактеріальним препаратом; С – концентрація ретарданту.

Досліджувані сорти гороху посівного – Царевич та Пристань; люпину білого – Вересневий,

Чабанський; люпину вузьколистого – Олімп, Переможець; Сої – Азимут, Голубка.

У день сівби насіння зернобобових культур обробляли бактеріальним препаратом Ризогумін (600 г на гектарну норму насіння). У період вегетації гороху посівного, сої, люпину білого та люпину вузьколистого (фаза бутонізації) на варіантах дослідів згідно схеми застосовували ретардант – хлормекватхлорид, в.р. (750 г/л) ф. BASF SE, Німеччина, в різних концентраціях (норма робочого розчину 200 л/га), що відноситься до групи четвертинних амонієвих сполук.

Під час проведення досліджень розробляли схему досліду згідно методики дослідної справи, а також проводили спостереження, обліки, розрахунки. При проведенні експериментальної роботи використали польовий, статистичний і лабораторний методи досліджень. Одержані в дослідях показники з зернобобових культур обробляли методом дисперсійного аналізу.

Результати.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що бактеризація насіння та обробка рослин по вегетації ретардантом має позитивним впливом на підвищення врожайності сортів зернобобових культур, що підлягати до вивчення. Відтак, зернова продуктивність визначається генетичними

Панцирева Г. В.

особливостями видів та в залежності від сорту коливається у різних діапазонах (табл. 1).

1. Врожайність зерна сортів зернобобових культур залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах НДГ «Агрономічне», т/га (середнє за 2016-2019 рр.)

№ п.п.	Культура	Сорт	Передпосівна обробка насіння	Концентрація ретарданту, %	Врожайність, т/га	Вихід сирого протеїну, т/га
1	Горох посівний	Царевич	без п.о.н.	без обробки (к)	2,08	0,98
				0,5	2,15	1,00
			Ризогумін	0,75	2,55	1,04
		Пристань	без п.о.н.	без обробки	2,12	1,00
				0,5	2,22	1,02
			Ризогумін	0,75	2,62	1,09
2	Люпин білий	Вересневий	без п.о.н.	без обробки (к)	2,74	1,12
				0,5	2,97	1,20
			Ризогумін	0,75	3,37	1,27
		Чабанський	без п.о.н.	без обробки	2,86	1,22
				0,5	3,06	1,25
			Ризогумін	0,75	3,47	1,33
3	Люпин вузьколистий	Олімп	без п.о.н.	без обробки (к)	2,06	0,87
				0,5	2,21	0,90
			Ризогумін	0,75	2,54	0,98
		Переможець	без п.о.н.	без обробки	2,12	1,00
				0,5	2,33	1,04
			Ризогумін	0,75	2,67	1,10
4	Соя	Голубка	без п.о.н.	без обробки (к)	2,08	1,24
				0,5	2,27	1,26
			Ризогумін	0,75	2,48	1,31
		Азимут	без п.о.н.	без обробки	2,16	1,28
				0,5	2,45	1,30
			Ризогумін	0,75	2,68	1,35
<p>НІР_{0,05} т/га (горох посівний): А-0,07; В-0,10; С-0,08; АВ-0,14; АС-0,12; ВС-0,17; АВС-0,24 2016 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,04; В-0,05; С-0,04; АВ-0,07; АС-0,06; ВС-0,08; АВС-0,12 2017 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,05; В-0,06; С-0,06; АВ-0,04; АС-0,08; ВС-0,11; АВС-0,16 2018 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,04; В-0,06; С-0,05; АВ-0,04; АС-0,07; ВС-0,10; АВС-0,14. 2019 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,05; В-0,04; С-0,03; АВ-0,05; АС-0,04; ВС-0,07; АВС-0,09 НІР_{0,5} т/га (люпин білий): А-0,05; В-0,08; С-0,06; АВ-0,12; АС-0,10; ВС-0,15; АВС-0,04 2016 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,03; В-0,04; С-0,03; АВ-0,06; АС-0,05; ВС-0,07; АВС-0,10</p>						

2017 р. НІР _{0,05} т/га: А-0,04; В-0,07; С-0,07; АВ-0,10; АС-0,07; ВС-0,12; АВС-0,15
2018 р. НІР _{0,05} т/га: А-0,05; В-0,05; С-0,04; АВ-0,07; АС-0,06; ВС-0,11; АВС-0,13.
2019 р. НІР _{0,05} т/га: А-0,04; В-0,0; С-0,03; АВ-0,05; АС-0,04; ВС-0,07; АВС-0,09
НІР _{0,05} т/га (люпин вузьколистий): А-0,05; В-0,08; С-0,06; АВ-0,12; АС-0,10; ВС-0,14; АВС-0,09
2016 р. НІР _{0,05} т/га: А-0,03; В-0,04; С-0,03; АВ-0,05; АС-0,04; ВС-0,08; АВС-0,10
2017 р. НІР _{0,05} т/га: А-0,04; В-0,05; С-0,05; АВ-0,06; АС-0,06; ВС-0,09; АВС-0,12
2018 р. НІР _{0,05} т/га: А-0,04; В-0,06; С-0,05; АВ-0,07; АС-0,07; ВС-0,08; АВС-0,13
2019 р. НІР _{0,05} т/га: А-0,06; В-0,05; С-0,05; АВ-0,06; АС-0,08; ВС-0,08; АВС-0,10.
НІР _{0,05} т/га (соя): А-0,02; В-0,03; С-0,03; АВ-0,02; АС-0,04; ВС-0,14; АВС-0,05
2016 р. НІР _{0,05} т/га: А-0,02; В-0,03; С-0,03; АВ-0,02; АС-0,02; ВС-0,02; АВС-0,05
2017 р. НІР _{0,05} т/га: А-0,02; В-0,01; С-0,02; АВ-0,03; АС-0,03; ВС-0,03; АВС-0,06
2018 р. НІР _{0,05} т/га: А-0,03; В-0,02; С-0,03; АВ-0,03; АС-0,02; ВС-0,02; АВС-0,03
2019 р. НІР _{0,05} т/га: А-0,07; В-0,04; С-0,02; АВ-0,08; АС-0,03; ВС-0,04; АВС-0,13.

За роки проведених експериментальних досліджень визначено максимальні показники зернової та кормової продуктивності у сортів запропонованих зернобобових культур. Відтак, у гороху посівного найбільш продуктивним виявився сорт Пристань (врожайність – 2,62 т/га, вихід сирого протеїну – 1,09 т/га), люпину білого – Чабанський (врожайність – 3,47 т/га, вихід сирого протеїну – 1,33 т/га), люпину вузьколистого – Переможець (врожайність – 2,67 т/га, вихід сирого протеїну – 1,10 т/га), та у сої – Азимут (врожайність – 2,68 т/га, вихід сирого протеїну – 1,35 т/га). Найбільші прирости зернової та кормової продуктивності одержано за обробки

Список використаних джерел

1. Мазур В. А., Панцирева Г. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на урожайність і якість зерна люпину білого в умовах Правобережного Лісостепу. Сільське господарство і лісівництво. Вінниця: ВНАУ, 2017. Вип. № 7. Т 1. С. 27-36.
2. Волкогон В. В., Заришняк А. С., Гриник І. В. та ін. Методологія і практика

насіння бактеріальним препаратом Ризогумін та обприскуванні посівів ретардантом хлормекват-хлоридом у фазі бутонізації.

Висновки і перспективи. На основі проведених досліджень встановлено, що на показники зернової продуктивності безпосередній вплив мають ґрунтово-кліматичні умови років проведення дослідження та фактори, які були поставлені на вивчення. При цьому найкращі умови для максимальної реалізації потенціалу зернобобових культур створюються за обробки насіння бактеріальним препаратом Ризогумін та обприскуванні посівів ретардантом хлормекват-хлоридом у фазі бутонізації.

використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Київ: Аграрна наука. 2011. 153 с.

3. Панцирева Г. В. Дослідження сортових ресурсів люпину білого (*Lupinus albus* L.) в Україні. Вінниця. 2016. Вип. 4. С. 88-93.

4. Бахмат О.М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої:

Панцирева Г. В.

Монографія. Кам'янець-Подільський: Видавець: ПП Зволенко Д. Г. 2012. 436 с.

5. Mazur V.A., Patsyryeva H.V., Mazur K.V., Didur I.M. 2019. Influence of the assimilation apparatus and productivity of white lupine plants. *Agronomy Research* 17(X), 206-209. URL:

<https://doi.org/10.15159/AR.19.024>.

6. Bulgakov V., Adamchuk V., Kaletnik G., Arak M., Olt J. Mathematical model of vibration digging up of root crops from soil *Agronomy Research*. 2014. № 12 (1). P. 41-58.

7. Чоловський Ю.М. Особливості водоспоживання посівами люпину вузьколистого залежно від застосування мінеральних добрив. Корми і кормовиробництво. 2010. Вип. 66. С. 146-147.

8. Бабич А.О. Проблеми білка і вирощування зернобобових на корм. 3-є вид., переробл. і допов. Київ, 1993. 429 с.

9. Patsyryeva, H.V. Morphological and ecological-biological evaluation of the decorative species of the genus *Lupinus* L. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 74-77. 21997 DOI: 10.15421/2019_711

10. Palamarchuk V., Honcharuk I., Honcharuk T., Telekalo N. Effect of the elements of corn cultivation the technology on bioethanol production under conditions of the rightbank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8(3). P. 47-53.

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351

References

1. Mazur, V. A., & Patsyryeva, H. V. (2017). Vplyv tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannya na urozhainist i yakist zerna liupynu biloho v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu. *Sil'ske hospodarstvo i lisivnytstvo*, 7, 27-36.

2. Metodologiya i prakty`ka vy`kory`stannya mikrobnuy`x preparativ u tekhnologiyax vy`roshhuvannya sil`s`kogospodars`ky`x kul`tur [Methodology and practice of microbial drugs use in crop

growing technologies] / V. V. Volkogon, A. S. Zary`shnyak, I. V. Gry`ny`k ta in. (2011). Ky`yiv: Agrarna nauka, 153.

3. Pancy`reva G. V. (2016). Doslidzhennya sortovy`x resursiv liupynu bilogo (*Lupinus albus* L.) v Ukrayini. *Vinny`cya*, 4, 88-93.

4. Bakhmat O.M. (2012). Modeliuvannya adaptivnoi tekhnolohii vyroshchuvannya soi. Modeling adaptive technology of soybean cultivation Monohrafiia. Kamianets-Podilskyi: Vydavets: PP Zvolenko D. H.

5. Mazur V.A., Patsyryeva H.V., Mazur K.V., Didur I.M. 2019. Influence of the assimilation apparatus and productivity of white lupine plants. *Agronomy Research*.17(X), 206-209. URL: <https://doi.org/10.15159/AR.19.024>.

6. Bulgakov V., Adamchuk V., Kaletnik G., Arak M., Olt J. 2014. Mathematical model of vibration digging up of root crops from soil. *Agronomy Research*. № 12 (1). P. 41-58.

7. Cholovskyi Yu.M. (2010). Osoblyvosti vodospozhyvannya posivamy liupynu vuzkolystoho zalezchno vid zastosuvannya mineralnykh dobryv. Kormy i kormovyrobnytstvo – Forage and feed production. *Vyp.* 66. 146- 147.

8. Babych A.O. (1993). Problemy bilka i vyroshchuvannya zernobobovykh na korm. Problems of protein and growth of legumes for feed. 3-ye vyd., pererobl. i dopov. Kyiv. 429 с.

9. Patsyryeva, H.V. Morphological and ecological-biological evaluation of the decorative species of the genus *Lupinus* L. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 74-77. 21997 DOI: 10.15421/2019_711

10. Palamarchuk V., Honcharuk I., Honcharuk T., Telekalo N. Effect of the elements of corn cultivation the technology on bioethanol production under conditions of the rightbank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8(3). P. 47-53.

11. Dospekhov B.A. Metodyka polevoho opyta (s osnovamy statystycheskoi obrabotky rezultatov yssledovanyi). Yzd. 5-e dop. y pererab. M.: Ahropromyzdat, 1985. 351

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL METHODS OF GROWING ON GRAIN PRODUCTIVITY OF LEGUMINOUS CROPS IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE

H. V. Pantsyreva

Abstract. *The results of research conducted on gray forest soils with legumes during 2016-2019 are presented, with their comparative characteristics in terms of yield and basic indicators of seed quality (crude protein yield). The levels of yield of legume seeds grown in the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine – soybeans, peas, white lupine and narrow-leaved lupine are given. For the studied crops, feeding conditions were optimized on the basis of resource conservation, through the use of modern biological products and growth-regulating substances in different varieties. It is established that the studied legumes should be sown in the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine to overcome the problem of plant fodder protein. These legumes form a high fodder and grain productivity. It is established that the use of modern restrictive drugs for seed treatment and sowing increases legumes. The issues of the scientific article are of a complex multidisciplinary nature in the combination of adaptive farming systems and varietal cultivation technology given the current trends of climate change. Establishment and implementation is based on issues and tasks of applied research, which is carried out at the expense of the state budget on the topic: «Development of methods for improving the technology of growing legumes using biofertilizers, bacterial preparations, foliar fertilizers and physiologically active substances» 0120U102034) Vinnytsia National Agrarian University.*

Key words: *legumes, variety, yield, crude protein yield, grain quality*

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ЗЕРНОВУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

А. В. Панцырева

Аннотация. *Представлены результаты исследований, проведенных на серых лесных почвах с зернобобовыми культурами в течение 2016-2019 гг., со сравнительной характеристикой их по урожаю и основным показателям качества семян (выхода сырого протеина). Приведены уровни урожайности семян зернобобовых культур, выращиваемых в условиях Правобережной Лесостепи Украины – сои, гороха, люпина белого и люпина узколистного. Для исследуемых культур условия питания оптимизировали на основе ресурсосбережения, путем применения современных биопрепаратов и рострегулирующих веществ на различных сортах. Установлено, что исследуемые зернобобовые культуры целесообразно высевать в условиях Правобережной Лесостепи Украины для решения проблемы растительного кормового белка. Указанные зернобобовые культуры формируют высокую кормовую и зерновую производительности. Установлено, что использование современных рострегулирующих препаратов для обработки семян и посева зернобобовых культур существенно увеличивает их урожай. Проблематика*

Панцирева Г. В.

научной статьи несет сложный мультидисциплинарный характер в сочетании адаптивных систем земледелия и сортовой технологии выращивания учитывая современные тенденции климатических изменений. Установка и имплементация основывается на проблематике, а также задачах прикладного исследования, выполняется за счет расходов фонда государственного бюджета на тему: «Разработка методов совершенствования технологии выращивания зернобобовых культур с использованием биоудобрений, бактериальных препаратов, внекорневых подкормок и физиологически активных веществ» (номер ДР 0120U102034) Винницкого национального аграрного университета.

Ключевые слова: зернобобовые культуры, сорт, урожайность, выход сырого протеина, качество зерна

УДК 635.82

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВПРОВАДЖЕННЯ ОПЕНЬКА ЗИМОВОГО
FLAMMULINA VELUTIPES (CURTIS) SINGER
У ПРОМИСЛОВУ КУЛЬТУРУ****І. І. БАНДУРА**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0001-7835-3293>*Таврійський державний агротехнологічний університет
ім. Дмитра Моторного***Н. А. БІСЬКО**, доктор біологічних наук, професор
<https://orcid.org/0000-0003-1894-0896>*Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України***А. С. КУЛИК**, кандидат технічних наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0001-5403-3084>*Таврійський державний агротехнологічний університет
ім. Дмитра Моторного***О. М. ЦИЗЬ**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0001-7174-7011>*Національний університет біоресурсів і природокористування України***С. В. ЧАУСОВ**, кандидат технічних наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0003-3811-9077>*Таврійський державний агротехнологічний університет
ім. Дмитра Моторного***О. Ю. ВАСИЛЕНКО**, СФГ "Жовтневе"
<https://orcid.org/0000-0002-2449-6456>**С. М. ГОНЧАРОВ**, ФОП Гончаров С. М.
<https://orcid.org/0000-0001-6733-701X>*E-mail: irabandura@gmail.com*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.004>

Анотація. Опеньок зимовий – енокітаке або енокі один з найпоширеніших на планеті грибів, що культивуються штучно. В Україні цей гриб з успіхом вирощується в умовах малооб'ємних виробництв, але не впроваджений в промислову культуру. Метою роботи було визначення ефективних технологічних засад виробництва опенька зимового з використанням місцевих залишків рослинної сировини. Скринінгом 10 штамів з Колекції культур шапинкових грибів ІВК визначено три штами 2038 (біла раса), 2039 та 2337 (жовта раса), що є перспективними для інтродукції в індустріальні умови і їх основні технічні характеристики: біологічна ефективність та тривалість циклу першої хвилі плодоношення. Загальний термін отримання плодівих тіл фламуліни складав у середньому 40 діб. Апробовано рецептури формул субстратів, які забезпечують технологічність процесу їх виготовлення і придатні для підвищення ефективності культивованих штамів. Знайдено технологічний інгредієнт субстратів – гранули з лушпиння соняшнику, що дозволяють прискорити процес підготовки субстрату та забезпечують необхідну щільність матеріалу. Виявлено, що біологічна ефективність штаму

Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., Цизь О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М.

2039 опенька зимового, вирощеного у пакетах масою субстрату 1500 г була вищою в 1,6 рази порівняно з варіантом культивування у пакетах масою 3000 г. Потрібно зазначити, що морфологічні особливості відібраних штампів за умов вирощування на місцевих сільськогосподарських відходах, а також вплив мікрокліматичних умов на їхню продуктивність, стійкість до захворювань потребують подальших досліджень.

Ключові слова: опеньок зимовий, *Flammulina velutipes*, скринінг, технологічні засади, біологічна ефективність, технологічний цикл, субстрати, біохімічний склад, функціональні речовини, інтродукція штампів

Актуальність. Опеньок зимовий *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer, один з п'яти найбільш поширених у світі їстівних грибів, що культивуються штучно. В країнах Азії його називають «енокітаке» (скорочено «енокі») або «золотий

гольчатий гриб» (Golden Needle Mushroom) (рис. 1) не лише за відповідну форму плодових тіл та жовто-золотий відтінок шапинок, а й за високі смакові та поживні властивості [1].



а)



б)

Рис. 1. Опеньок зимовий (*Flammulina velutipes*): а) в природі (інтернет-ресурс); б) за умов інтенсивного культивування - штамп 2337 (фото Гончарова С. М.)

Зростаючий інтерес світового промислового грибовництва до енокі підтверджується значним зростанням кількості наукових публікацій, які націлені на пошуки оптимальних рішень технологічних питань, пов'язаних з особливостями інтенсивного вирощування [2].

Цінні властивості фламмуліни вже зробили її відомою на ринках Європи і США, але в Україні промислове виробництво цього гриба не започатковано. Вітчизняні вчені давно проаналізували таку можливість та запропонували основні шляхи отримання цінної грибної сировини [3–6]. У Колекцію культур

Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., Цизь О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М.

шапинкових грибів ІВК (2016) депоновано 42 штами *Flammulina velutipes*, виділених з природніх зразків та отриманих від дослідників інших країн [7]. Але головним стримуючим фактором є відсутність технологій, що адаптовані до використання місцевих сільськогосподарських залишків, придатних для вирощування зимових опеньків, не вивчені особливості створення необхідних мікрокліматичних умов, тощо. Піонерами цього перспективного напрямку вітчизняного грибівництва стали Василенко О. Ю., голова СФГ "Жовтневе" (м. Дніпро) та ФОП Гончаров С. М. (м. Дніпрорудне Запорізької області).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Морфологічні ознаки штамів опенька зимового за умов інтенсивного культивування кардинально відрізняються від дикорослих, які є достатньо поширеними в лісах України з місцевими назвами – вербівка, лубинка зимова, фламмуліна. У штучно вирощеного опенька ніжку витягують до 200 мм за рахунок спеціальних «комірців», оскільки відомо, що в основі ніжки опенька міститься велика кількість біологічно-активних полісахаридів, які мають протипухлинну дію [8]. З розвитком напрямку функціонального харчування, науковий інтерес до цих грибів значно зростає: в плодових тілах фламмуліни виявляють

унікальний білок FIP-fve (fungal immunomodulatory protein), який стимулює активність периферійних лімфоцитів та пригнічує систему анафілактичних реакцій організму [9]. Вчені з Китаю запевняють, що екстракти та порошки з плодових тіл опенька містять дієтичні харчові волокна, полісахариди та мікостерол, які здатні до зниження рівня цукру, холестеролу та кров'яного тиску [10,11]. Японські дослідники виділили з екстрактів міцелію опенька та його культуральної рідини антиоксидантну амінокислоту – ерготионеїн, яка перешкоджає автоокисненню оксіміоглобіну та ліпідів, протидіє вільним радикалам [12].

Приємний смак, висока поживна цінність та достатньо проста технологія культивування забезпечили активне впровадження опенька зимового у промислову штучну культуру. Хоча перші роботи, присвячені вирощуванню фламмуліни відносяться до початку минулого століття, пік наукового інтересу припадає на 60-90 роки [13]. Опеньок зимовий стає першим грибом, ріст якого вивчають у космосі в багаторазовій космічній лабораторії «Спейслеб» [14]. Виявилось, що невагомість загалом не впливає на морфогенез і ріст плодових тіл цього гриба, що розкриває перспективи його використання для функціонального харчування дослідників космічних просторів.

Найбільша кількість опенька зимового вирощується у Китаї. Згідно досліджень Y. Zhang, їстівні гриби там вирощують біля 25 мільйонів фермерів, а енокі посідає третє місце після гливи та шіітаке за кількістю виробленої грибною сировини. Споживання і, відповідно, виробництво дереворуйнівних грибів постійно зростає: кількість гливи на місцевих ринках виросла в 1,36, шіітаке в 1,71, а фламуніни в 2,12 рази з 2007 до 2015 року [15]. Зазвичай, вирощуванням опенька займаються невеликі господарства, наприклад, в провінції Шандунь фермери виробляють 3666 кг цих грибів на добу [16].

Мета дослідження. З метою визначення основних факторів ефективного культивування опенька зимового в місцевих умовах та скринінгу перспективних штамів, придатних до впровадження у промислову культуру, практичні досліді проходили під керівництвом співробітників відділу мікології Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного в лабораторії Таврійського державного агротехнологічного університету ім. Дмитра Моторного та на підприємствах з 2012 по 2019 рік.

Матеріали і методи дослідження. Для ефективного впровадження в культуру необхідно було отримати дані щодо морфологічних особливостей та біологічного потенціалу штамів,

наявних у колекції. За попередніми лабораторними дослідженнями щодо вегетативних характеристик, були відібрані 10 штамів *Flammulina velutipes* з Колекції культур шапинкових грибів ІВК Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України [17]. До групи 1 віднесли 6 «промислових» штамів, що вже проходили апробацію в інших країнах: 1974, 1994 (Японія), 1860 (Ізраїль), 2038, 2039 (США), 2337 (Україна). Штами групи 2 – «природні» були виділені з плодкових тіл, знайдених на деревині різних листвяних порід у природних умовах: 1880, 1884, 1885. До цієї групи додали штам FV, який було виділено з плодового тіла, знайденого на білій акації (*Robinia pseudoacacia*) в лісосмузі поблизу м. Дніпро. Культури зберігалися в пробірках з живильним середовищем наступного складу: солодовий екстракт сухий 30 г, агар-агар - 20г, вода до 1 літра, палички з берези (2×140×5мм). Пробірки стерилізували за температури 120±2 °С (1,2 атм) протягом 40 хвилин. Через 8-10 днів інкубації за температури 26±1 °С, коли міцелій покривав 95-100% площі косоного зрізу, зберігали в холодильнику за температури 3±1 °С. Перед виготовленням зернового міцелію культурами інокулювали чашки Петрі з сусло-агаром, інкубували за температури 24 ± 1 °С протягом 9± 1 діб [18]. Повністю колонізоване культурою штаму

Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., Цизь О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М.

середовище додавали до стерильної води (250 мл) та подрібнювали за допомогою спеціального блендера з дотриманням мікробіологічної чистоти. Отриману суспензію використовували для інокуляції зернової суміші у кількості 75 мл на один пакет.

Посівний зерновий міцелій для лабораторних і промислових випробувань виготовляли в умовах ТОВ НВП «Грибний лікар» (м. Мелітополь) відповідно до вимог ТУ У 01.3-41163069-001:2017. Використовували зернову суміш з зерна проса, пшениці, ріпаку та насіння льону у співвідношенні 70/25/4/1 на суху масу. Ріпак напередодні заливали холодною водою в співвідношенні 1/3. Залишали для набухання на 8-9 годин. У киплячу воду об'ємом 150 ± 10 л (котел харчовий КПЕ 350) засипали просо, варили 28 ± 3 хвилин, додавали пшеницю та продовжували варити зернову суміш ще 18 ± 3 хвилин. Настоявали у воді 18 ± 2 хвилин і зливали надлишок води. Готову суміш вивантажували в ємності для охолодження. Додавали вологий ріпак, сухе насіння льону, крейду (1 кг на 100 кг зволоженою зернової суміші, ретельно перемішували і охолоджували до температури 35 ± 5 °С за допомогою примусової повітряної вентиляції. Готову суміш засипали в поліпропіленові пакети компанії SacO₂ (Бельгія) масою 5100 ± 50 г. Стерилізацію проводили в

режимі температури 125 ± 2 °С протягом 190 ± 10 хв.

Пакети зі стерильною зерною сумішшю вивантажували для охолодження в умовах «чистої» зони. Інокуляцію пакетів культурою відповідних штамів проводили в асептичних умовах (НЕРА 14) і ретельно перемішували. Інкубацію проводили за температури 24 ± 1 °С в умовах чистої зони протягом 10 діб, після чого готовий зерновий міцелій зберігали в холодильнику за температури 1 ± 1 °С

Виготовлення субстратів.

Субстрати для вирощування готували двома методами: 1) пастеризація, 2) стерилізація.

Пастеризацію варіантів субстратів проводили за наступним алгоритмом:

А) Складали варіанти формул субстратів відповідно до даних попередніх дослідників, але з урахуванням особливостей місцевої сировини [19–21]. Було зроблено 8 варіантів:

1) контрольний за даними іранських дослідників, які отримали 265% біологічної ефективності опенька зимового з субстрату наступного складу: тирса 400 г, солома подрібнена 400 г, висівки пшеничні 180 г, крейда 20 г на один кг сухої суміші [20];

2) солома (400 г), лушпиння (590 г), крейда (10 г);

3) лушпиння (990 г), крейда (10 г);

Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., Цизь О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М.

4) тирса (500 г), лушпиння соняшнику (490 г), крейда (10 г);

5) тирса (800 г), пшеничні висівки (100 г), подрібнені кукурудзяні початки (90 г), крейда (10 г);

6) лушпиння (500 г), гранули з лушпиння (300 г), кукурудзяна мука (190 г), крейда (10 г);

7) лушпиння (500 г), гранули з лушпиння (300 г), зерно ріпаку (190 г), крейда (10 г);

8) лушпиння (400 г), гранули з лушпиння (300 г), кукурудзяна крупа (200 г), зерно ріпаку (90 г), крейда (10 г).

Б) Зволоження отриманих сумішей проводили у співвідношенні 600 мл води (температура 18-20 °С) на 400 г суміші, для отримання показника 60-67% відносної вологості у підготовленій сировині [22].

В) Підготовлений субстрат засипали у пастеризаційну ємність насипом та проводили температурну обробку за наступним температурним графіком:

- 70-72 °С протягом 7±1 години;
- 45-48°С з підтриманням рециркуляції внутрішнього повітря 8 годин;
- зниження з 45 до 30 °С протягом 1-2 годин.

Г) Пастеризований субстрат в асептичних умовах інокулювали зерновим міцелієм в кількості 40 г на 1000 г субстрату та формували блоки субстратів масою 10 кг (середня щільність 0,6 г/см³).

Д) Блоки інкубували за температури не вище 22 °С в центрі. Середня температура навколишнього повітря камери складала не більше 18 °С.

Е) Процес плодоношення проводили за різної температури від 5 до 25 °С.

Стерилізацію субстратів за визначеною у досліді з пастеризованими субстратами формули 8 проводили за температури 121-125 °С протягом 120 хв. Для фасування субстратів використовували поліпропіленові пакети виробництва компанії «Технофільтр-Україна» двох типорозмірів з чотирма повітряно проникними фільтрами.

Готували два варіанти маси субстрату 3 і 1,5 кг. Стерилізовані пакети охолоджували в асептичних умовах (очищення повітря 99,95 %) та інокулювали зерновим міцелієм в ламінарному потоці повітря (ступінь очищення 99,99 %). Маса міцелію для інокуляції складала 30 г на 1000 г субстрату. Пакети запаювали, субстрат ретельно перемішували з міцелієм та ущільнювали легким натисканням до показника 0,7±1 г/см³. Пакети встановлювали на стелажі таким чином, щоб над субстратом було достатньо повітря. Інкубацію проводили за температури 24±1 °С з відносною вологістю повітря 60-65 %.

Плодоношення проводили за температури 14±1 °С, з інтенсивністю освітлення 150 люкс протягом 8-10

Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., Цизь О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М.

годин на добу. Відносна вологість повітря під час формування плодових тіл складала $87 \pm 2\%$.

Визначали масу виготовленого блоку (паketу), масу пакету після стерилізації, інкубації, масу блоків (пакетів) після плодоношення для визначення динаміки втрати вологи. Вологість субстратів визначали гравіметричним методом за температури $101 \pm 1^\circ\text{C}$. Активну кислотність фіксували у виготовлених субстратах за допомогою рН метру 150МИ за вимогами ГОСТ 26180-84. Зольність субстрату визначати методом сухого озолення згідно з ГОСТ 10847-74. Вміст загального азоту визначали хлорамінним методом за Починком [23]. Відношення C/N визначали за формулою $C/N = 0,52(100-a)/N$, де a – показник зольності, %; 0,52 – коефіцієнт вмісту вуглеводів, корегований з урахуванням біохімічних особливостей сировини; N – вміст загального азоту у субстраті [24].

Технологічний цикл виробництва оцінювали за показниками тривалості інкубації (ТІ) та тривалості морфогенезу (ТМ). Термін інкубації вираховувався для кожного окремого блоку субстрату від дати інокуляції до дати появи примордіїв у стадії так званої «ікри». Треба зазначити, що для ініціації плодоношення з моменту появи на поверхні субстрату краплин ексудативної рідини, верхню частину

пакету відкривали, але залишали плівку висотою 15-20 см. Відкриту поверхню звільняли від повітряного міцелію легкими торканнями [25]. Зміни мікрокліматичних параметрів та освітлення проводили згідно з рекомендаціями попередніх дослідників [26].

Тривалість морфогенезу визначали від дати появи перших примордіїв до дати збирання урожаю плодових тіл. Біологічну ефективність (БЕ) розраховували відношенням маси плодових тіл першої хвилі плодоношення до маси сухих речовин субстрату.

Для скринінгу штамів, придатних до впровадження в промислову культуру, використовували блоки субстратів, виготовлені за методом пастеризації, масою 5000 г. Норма внесення посівного міцелію 4% (200 г на блок). Після розташування на полицях робили отвори діаметром 60 мм у кількості 12 штук рівномірно по поверхні сформованого блоку.

Вплив маси та формули субстрату на ефективність трьох обраних після скринінгу штамів: 2038 (білий колір), 2039 (світло-жовтий зі світлою ніжкою) та 2337 (темно-жовтий з темною ніжкою), вивчали на субстратах, виготовлених методом стерилізації. Вибірка складала від 20 до 50 блоків субстратів по кожному з варіантів в залежності від дослідів. Повторність дослідів трикратна.

Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., Цизь О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М.

Статистичну обробку дослідних даних проводили за допомогою пакету Microsoft Office Excel 2016 (ліцензія № НХV8М-8YJJ4-BCGR3-MRYX-8747Q), та програмно-інформаційного комплексу “Agrostat New” (2013) [27].

Результати дослідження.

Одним з найважливіших факторів для введення штаму у промислове виробництво є його зовнішня привабливість для споживача. В країнах Азії перевагу віддають грибам світлого кольору, тоді як в Україні насиченість кольору шапинки вважається необхідною складовою успішного продажу. Місцеві виробники стверджують, що покупці

звертають увагу на колір ніжки, який у деяких штамів опенька зимового з настанням біологічної стиглості стає насичено-темним. Така біологічна особливість відштовхує потенціальних клієнтів. У сучасній науковій літературі ми не знайшли даних про біохімічні відмінності штамів, які мають різний колір, але основною вимогою скринінгу став пошук штамів, у яких зазначений фактор є відсутнім або має менший прояв. За результатами дослідження було відібрано три штами з необхідними морфологічними ознаками та високим виробничим потенціалом: 2038, 2039 та 2337 (рис. 2, табл. 1).

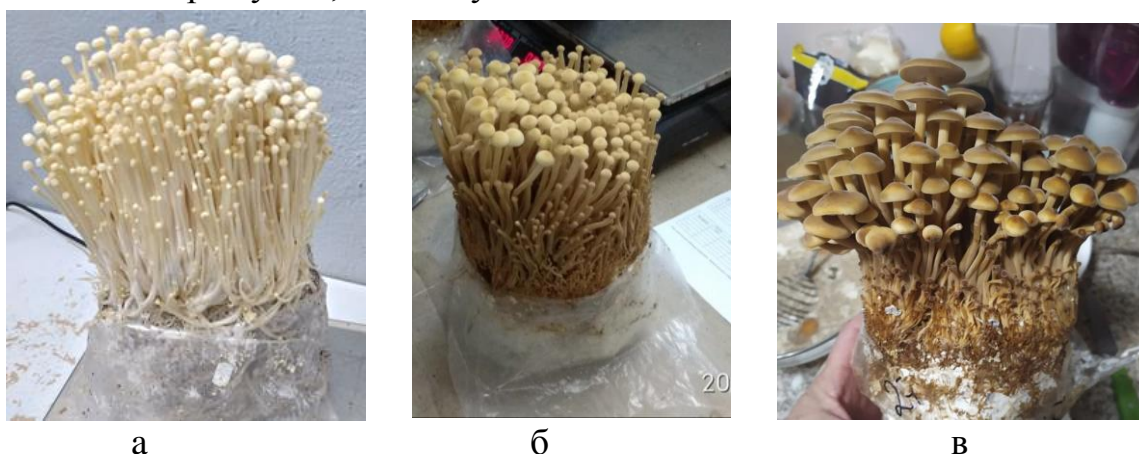


Рис. 2. Штами *Flammulina velutipes*, 2039 (б) та 2337 (в)

1. Результати скринінгу штамів *Flammulina velutipes* (колекція ІВК)

№	Штам	ТІ, доба	ТМ, доба	БЕ, %	Колір шапинки	Колір ніжки	БН
1	1860	38	19	29,7	с-жовтий	т-коричневий	-
2	1974	45	12	39,8	я-жовтий	т-коричневий	-
3	1994	45	17	25,7	білий	білий	-
4	2038	35	10 ^а	45,4	білий	білий	-
5	2039	30	8^а	51,3^а	с-жовтий	жовтий	-
6	2337	26^а	12	52,6^а	с-жовтий	т-коричневий	-
7	1880	37	18	32,8	жовтий	т-коричневий	+
8	1884	35	11	34,6	с-жовтий	т-коричневий	-
9	1885	38	19	39,8	с-жовтий	т-коричневий	-

Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., Цизь О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М.

10	FV	30	10 ^a	47,4	бежевий	т-коричневий	-
----	----	----	-----------------	------	---------	--------------	---

Примітки: ^a – визначена статистична різниця ($p < 0,05$); с – світлий, т – темний, я – яскравий; БН – «бактеріальна нестійкість», або відсутність у штаму стійкості до бактеріозу [28, 29]; ТІ – термін інкубації, ТМ – термін морфогенезу, БЕ – біологічна ефективність.

Біологічна ефективність є культурою. Визначення впливу складу найважливішим фактором 8 композицій субстратів на цей економічної доцільності показник потребувало детального впровадження штамів в промислову аналізу їхніх формул (табл. 2).

2. Фізико-хімічний склад композицій субстратів у досліді

Варіант	C/N	Зола, %	N загальний, %	Вологість, %	pH
1 (контроль)	63	3,67	0,79	66,9	5,9
2	88	3,48	0,57	67,1	5,8
3	83	2,25	0,61	66,7	6,4
4	58	3,8	0,87	65,2	6,1
5	51	4,7	0,97	63,8	5,6
6	50	3,8	1	68,3	5,8
7	41	5,4	1,2	69	6,1
8	31	9,3	1,53	71,9	6

На думку багатьох дослідників збалансованість вмісту карбону та нітрогену є найбільш вагомим фактором для отримання високих урожаїв. Зокрема, оптимальним для ефективного культивування фламуліни зазначається співвідношення цих елементів на рівні 30/1 [11]. Лише композиція 8, у складі якої 70 % складала відходи виробництва соняшнику, 20 % цільнозернової кукурудзи та 9 % зерна ріпаку відповідала цьому показнику. За іншими критеріями використані формули субстратів знаходилися в межах оптимальних показників субстратів, які опубліковано в науковій літературі.

За попередніми даними при вирощуванні енокі важливою

складовою успіху є висока щільність субстратів, тому використання у їх формулах соломи місцевих сортів потребує додаткових технологічних заходів. Солома має бути подрібненою до часточок розміром 2-3 мм, що з оглядом на високий вміст силікатів у її структурі, є енерговитратною операцією.

У роботах дослідників різних країн зазначалась необхідність підтримання показника вологості субстрату на рівні 60-70% [19,26]. Треба зазначити, що використання гранул з лушпиння соняшнику або соломи надає можливість легко контролювати цей показник. З урахуванням початкової вологості гранул на рівні 7 %, додавання розрахункової кількості води з

Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., Цизь О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М.

температурою 36-40 °С давало змогу отримати рівномірно зволожену фракцію субстрату протягом кількох хвилин.

Отже, відходи соняшника, що є доступними рослинними залишками на більшості території України,

мають найбільші перспективи щодо використання у вітчизняному виробництві фламуліни [30].

Це ствердження обґрунтовано статистичним аналізом показників біологічної ефективності (БЕ) вивчених штамів (рис.3).

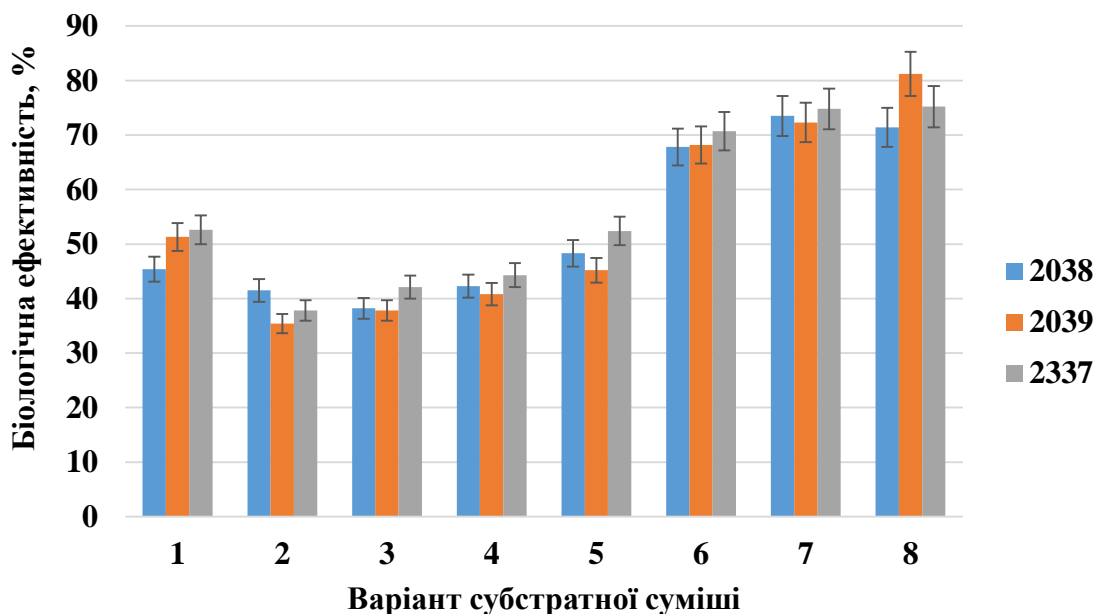


Рис. 3. Біологічна ефективність штамів *Flammulina velutipes* 2337, 2039, 2038 на варіантах субстратів 1-8

На субстратах формул 6,7 та 8 ми отримали достовірно вищі результати. Наприклад, штам 2039 на субстраті №8 мав 81,2% БЕ, що в 2,3 рази вище, ніж на субстратах формули 2. Відповідно до результатів двохфакторного дисперсійного аналізу доведено доцільність використання формул 6-8, що містили 30 % гранул з лушпиння. З оглядом на інші показники складу субстратів, тільки цей фактор виявився найбільш впливовим.

Наприклад, елементне співвідношення C/N в формулах 5 і 6 практично не відрізнялося, але

інгредієнти мали різну природу полісахаридного складу. Тому, для наукового обґрунтування оптимальної формули субстрату для вирощування грибів треба враховувати не тільки загальноприйняті біохімічні критерії, а приділяти увагу молекулярній будові сировини. Вважаємо, що це питання потребує подальшого вивчення.

Термін інкубації є основною характеристикою вегетативної стадії розвитку культури. На дослідних формулах ми мали повну колонізацію на рівні 38-42 діб, що відповідає

Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., Цизь О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М.

опублікованим фактам, але треба зазначити, що швидкість засвоєння субстратів була достовірно вищою на субстратах, де співвідношення С/Н було на рівні 31-63/1 (рис. 4, табл.2). Фактор біологічних властивостей культури виявився несуттєвим, за виключенням росту штаму 2038 на

контрольному варіанті субстрату, де поява примордій відбувалася на 5 днів пізніше порівняно з двома іншими. Треба зазначити, що й в 2,3 та 8 варіантах дослідів цей штам також відставав від інших за цим показником.

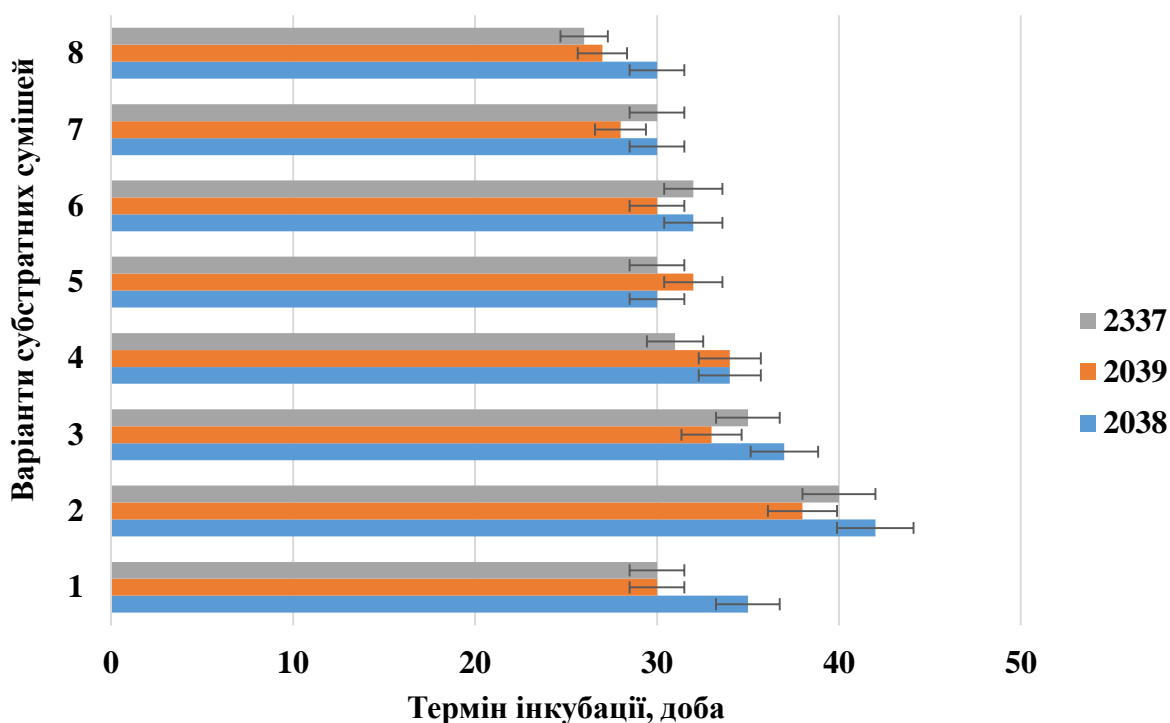


Рис. 4. Тривалість інкубації штамів *Flammulina velutipes* 2337, 2039, 2038 на варіантах субстратів 1-8

Загальний показник швидкості вегетативного розвитку за порівнянням середніх (U-тест) виявився найкращим у штаму 2337.

Треба додати, що перехід до генеративної стадії був найкоротшим на субстраті формули 8 для штамів 2337 та 2039 з терміном 27 і 28 днів відповідно, тоді як на субстраті 2 зафіксовано появу примордій лише на 39-42 добу.

Отже, у загальному підсумку, формула субстрату №8 виявилася найбільш ефективною для культивування досліджених штамів.

Важливою технологічною ознакою є тривалість морфогенезу плодових тіл, за якою визначають закінчення циклу культури. За цим показником статистично доведених відмінностей між штамми не виявлено, термін морфогенезу не залежав також від формули

Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., Цизь О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М.

композицій субстратів (рис.5).

Загальна тривалість формування плодових тіл складала від 7 до 13 діб. За порівнянням середніх, цей термін був нижчим для штаму 2039.

Отже, загальний цикл

вирощування цього штаму був найкоротшим, порівняно з іншими, і складав у середньому 34 доби на варіанті субстрату 8.

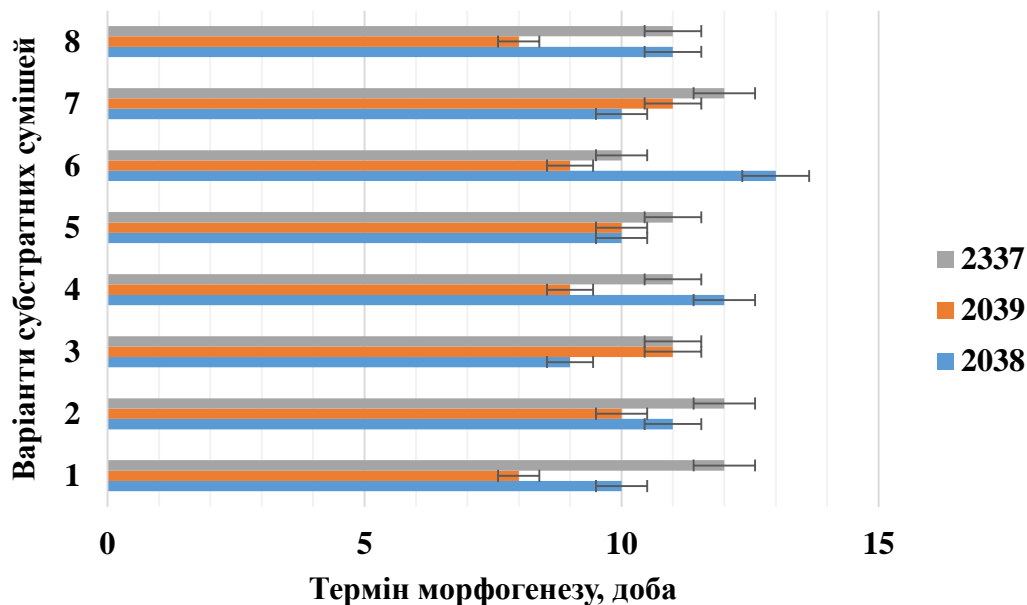


Рис. 5. Тривалість розвитку плодових тіл штамів *Flammulina velutipes* 2337, 2039, 2038 на варіантах субстратів 1-8.

Одним з важливих технологічних моментів вирощування є формування субстратних брикетів. Визначена у попередніх дослідках необхідність стерилізації субстратів спонукала до пошуку оптимальних розмірів пакетів, які б забезпечували ефективне знезараження в умовах промислових автоклавів.

Для перевірки впливу маси блоку субстрату на біологічну ефективність штаму 2039 проводили випробовування на пакетах з субстратом формули 8 масою 3000 та 1500 грамів. Визначено, що маса субстрату суттєво не впливає на загальний технологічний цикл, але обумовлює достовірне ($p < 0,01$) збільшення показника біологічної ефективності (табл. 3, рис. 6).

3. Технічні показники штаму *Flammulina velutipes* 2039 на блоках субстрату формули 8 різної маси

Показник	Варіанти пакетів за масою, г ($n=50$)	
	1535±51	3078±39
Термін інкубації, доба	28±3	32±2
Термін морфогенезу, доба	11±3	12±3
Біологічна ефективність, %	121,2±17,3	75,8±9,4
Втрати маси субстрату під час інкубації, %	2,24±0,2	2,27±0,1
Втрати маси субстрату після першої хвилі, %	24,3±5,3	19,2±4,3



а



б

Рис. 6. Плодоношення штаму *Flammulina velutipes* 2039 за використання блоків субстрату формули 8 різної маси: а) 3000 г; б) 1500 г

За рахунок використання поліпропіленових пакетів з повітряними фільтрами під час інкубації загальний показник втрати маси складав біля 2%, що мало пряму кореляцію з загальною втратою вологи у субстраті. Після відкриття пакетів для формування плодових тіл та подальших технологічних операцій, пов'язаних з отриманням урожаю, втрати маси субстрату на пакетах різної маси відрізнялася, хоча суттєвої різниці диференційним аналізом не визначено.

Отже, за результатами дослідження доведено, що біологічна ефективність штаму 2039 на блоках субстрату формули 8 масою 1500 г була в 1,6 рази вищою порівняно з варіантом блоків масою 3000 г. З оглядом на отримані дані зрозуміло, що питання пошуку оптимальної маси пакету з урахуванням собівартості та зменшення технологічних операцій потребує подальшого вивчення.

Висновки і перспективи. Проведено скринінг 10 штамів опенька зимового з метою визначення

морфологічних та технічних ознак, які дадуть змогу впровадити ці штами в умови індустріального грибовництва. За отриманими даними штами 2038 (біла раса), 2039 та 2337 (жовта раса) з успіхом пройшли інтродукцію в умови місцевих господарств СФГ «Жовтневе» та ФОП Гончаров С.М.

Визначено, що дані штами мали найвищі показники біологічної ефективності на субстратах формули: лущиння (400 г), гранули з лущиння (300 г), кукурудзяна крупа (200 г), зерно ріпаку (90 г), крейда (10 г).

Загальна тривалість вегетативного розвитку та морфогенезу означених штамів на субстратах оптимальної формули суттєво не відрізнялась і складала 28-32 та 8-11 діб відповідно. Отже, технологічний цикл отримання першої хвилі плодових тіл складав від 36 до 43 діб, що відповідає даним наукової літератури.

Виявлено, що біологічна ефективність штаму 2039 опенька зимового, вирощеного в субстратних

Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., Цизь О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М.

пакетах масою 1500 г була вищою в 1,6 рази порівняно з варіантом з масою пакетів 3000 г. Пошук оптимальної маси пакетів для індустріального вирощування опенька зимового має бути обґрунтованим з оглядом на вартість поліпропіленових пакетів та збільшенням трудовитрат за умов виготовлення субстрату в пакетах меншої маси.

Адаптаційні характеристики обраних штамів за умов вирощування на місцевих сільськогосподарських відходах, зокрема морфологічні особливості, вплив мікрокліматичних умов, стійкість до захворювань потребують подальших досліджень. Особливу увагу треба приділити

Refereces

1. Tang, C., Hoo, P. C. X., Tan, L. T. H., Pusparajah, P., Khan, T. M., Lee, L. H., Chan, K. G. (2016). Golden needle mushroom: a culinary medicine with evidenced-based biological activities and health promoting properties. *Frontiers in pharmacology*. vol. 7, 474. DOI: 10.3389/fphar.2016.00474.

2. Dowom, S. A., Rezaeian, S., Pourianfar, H. R. (2019). Agronomic and environmental factors affecting cultivation of the winter mushroom or Enokitake: achievements and prospects. *Applied microbiology and biotechnology*, vol. 103(6), pp. 2469-2481. DOI: 10.1007/s00253-019-09652-y

3. Dudka, I.A., Bis'ko, N.A., Bilaj, V.T. (1992). *Kul'tivirovanie s'edobnyh gribov* [Cultivation of edible mushrooms]. Kiev, Urozhaj, 160 p. (In Russian).

4. Negruckij, S.F. (1993). Industrial cultivation of edible mushrooms. *Sb. tezisov IV Soveshhanija, 5-6 oktjabrja 1993 g* [Sat. abstracts of the Conference IV, October 5-6, 1993, Donetsk: Donetsk State University,]. Doneck: Doneckij gosudarstvennyj universitet, 1993. 59 p. (In Russian).

визначенню біохімічних показників перспективних для впровадження в індустріальну культуру штамів фламмуліни, як джерела функціональних речовин, що позитивно впливають на здоров'я людей.

Автори вдячні керівництву компанії ТОВ НВП «ГРИБНИЙ ЛКАР» (директор Севастьянович В. М.) за можливість виготовлення зразків посівного зернового міцелію та проведення дослідів в умовах промислового виробництва.

Автори зазначають, що надані матеріали публікуються вперше, фотографії та наведені дані є результатом особистих досліджень і не шкодять інтересам інших осіб.

5. Buhalo, A.S., Bis'ko, N.A., Solomko, Je.F., Poyedinok, N. L., Mykchaylova O. (2004). *Kul'tivirovanie s'edobnyh i lekarstvennyh gribov* [Cultivation of edible and medicinal mushrooms]. Kiev: Chernobyl'interinform, 128 p. (In Russian).

6. Popovich, V. P., Koziko, N. O., Butkevich, T. A. *Perspektivi vikoristannja likars'kogo griba Flammulina velutipes u medichnij ta farmacevtichnij praktici* [Prospects for the use of the medicinal fungus *Flammulina velutipes* in medical and pharmaceutical practice]. *Farmaceutichnij zhurnal*. [Pharmaceutical Journal], 2015, no. 1, pp. 70-75. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pharmazh_2015_1_1 1. (Accessed 27 March 2020).

7. Bisko, N. A., Lomberg, M. L., Mytropolska, N. Yu., Mykchaylova, O. B. (2016). The IBK mushroom culture collection [Kolekcija kul'tur shapynkovykh grybiv (IBK)]. Kyiv: M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of the Ukraine, Alterpres, 120 p. (In Russian).

8. Chen, G. T., Fu, Y. X., Yang, W. J., Hu, Q. H., Zhao, L. Y. Effects of polysaccharides from the base of *Flammulina*

Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., Цизь О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М.

Velutipes stipe on growth of murine RAW264.7, B16F10 and L929 cells. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2018, Feb;107(Pt B), pp. 2150-2156. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.10.090.

9. Ko, J. L., Hsu, C. I., Lin, R. H., Kao, C. L., Lin, J. Y. A new fungal immunomodulatory protein, FIP-fve isolated from the edible mushroom, *Flammulina velutipes* and its complete amino acid sequence. *European Journal of Biochemistry*, 1995, 228(2), pp. 244-249. DOI:10.1111/j.1432-1033.1995.0244n.x

10. Yeh, M.-Y., Ko, W.-C., Lin, L.-Y. Hypolipidemic and Antioxidant Activity of Enoki Mushrooms (*Flammulina velutipes*). *BioMed Res. Int.*, 2014, vol. 2014. DOI: 10.1155/2014/352385

11. Jayachandran, M., Xiao, J., Xu, B. A. Critical Review on Health Promoting Benefits of Edible Mushrooms through Gut Microbiota: 9. *Int. J. Mol. Sci. Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 2017, vol. 18, № 9, pp. 1934. DOI: 10.3390/ijms18091934

12. Bao, H.N.D., Ochiai, Y., Ohshima, T. Antioxidative activities of hydrophilic extracts prepared from the fruiting body and spent culture medium of *Flammulina velutipes*. *Bioresour. Technol.*, 2010, vol. 101, № 15, pp. 6248–6255. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.03.026

13. Chang, S.T., Hayes, W.A. (2013). *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. Academic Press, 841 p.

14. Kern, V. D., Hock, B. Gravimorphogenesis and ultrastructure of the fungus *Flammulina velutipes* grown in space, on clinostats and under hyper-g conditions. *Advances in Space Research*, 1996, vol.17, issue 6-7, pp.183-186. DOI: 10.1016/0273-1177(95)00633-P

15. Zhang, Y., Geng, W., Shen, Y., Wang, Y., & Dai, Y. C. Edible mushroom cultivation for food security and rural development in China: bio-innovation, technological dissemination and marketing. *Sustainability*, 2014, May, vol. 6, issue 5. pp. 2961-2973. DOI: 10.3390/su6052961

16. Li, M., Hu, J. Study on survival strategies of farmers engage in small-scale

household cultivation of edible mushrooms: take Shandong Province as an example. *Modern economy*, 2014, vol. 5(12), pp. 1092-1100. DOI: 10.4236/me.2014.512100

17. Mihajlova, O. B.; Poedinok, N. L. Nauchnye osnovy sozdaniya perspektivnyh biotekhnologij kul'tivirovaniya lekarstvennyh makromicetov *Piptoporus Betulinus* (Bull.) P. Karst. I *Flammulina Velutipes* (Curtis) Singer [Scientific basics of creating promising biotechnologies for the cultivation of medicinal macromycetes *Piptoporus Betulinus* (bull.) P. Karst. and *Flammulina Velutipes* (curtis) Singer]. *Uspehi medicinskoj mikologii* [Advances in Medical Mycology], 2014, vol. 12. pp. 242–243. (In Russian).

18. Bilaj, V.I. (1982). *Metody jeksperimental'noj mikologii* [Methods of experimental mycology]. Kiev: Naukova dumka, 553 p. (In Russian).

19. Harith, N., Abdullah, N., Sabaratnam, V. Cultivation of *Flammulina velutipes* mushroom using various agro-residues as a fruiting substrate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2014, vol. 49(3), pp. 181-188. Available at: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-04X2014000300181&script=sci_arttext. (Accessed 27 March 2020).

20. Rezaeian, S., Pourianfar, H.R. A Comparative Study on Bioconversion of Different Agro Wastes by Wild and Cultivated Strains of *Flammulina velutipes*. *Waste Biomass Valorization*, 2017. vol. 8, № 8, pp. 2631–2642. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-016-9698-7>. (Accessed 27 March 2020).

21. Osińska-Jaroszuk, M. O. N. I. K. A., Jaszek, M., Sulej, J., Stefaniuk, D., Urbaniak, M., Siwulski, M., Janusz, G. Complex biochemical analysis of fruiting bodies from newly isolated Polish *Flammulina velutipes* strains. *Polish J Microbiol*, 2016, vol. 65, №3, pp. 295-305. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/f8bd/dd0392ec0ba97ea7dc22091661c5a6badad6.pdf>. (Accessed 27 March 2020).

22. Leifa F., Pandey, A., Soccol, C.R. Production of *Flammulina velutipes* on coffee husk and coffee spent-ground. *Braz. Arch. Biol. Technol. Tecpar*, 2001. vol. 44, № 2, pp. 205–

Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., Цизь О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М.

212. DOI: 10.1590/S1516-89132001000200015

23. Pochinok, H.N. (1976). *Metody biohimicheskogo analiza rastenij* [Methods of biochemical analysis of plants]. Kiev: Izdatel'stvo "Naukova dumka," 336 p.

24. Tarariko, O.G., Baljuk, S.A., Kisil', V.I. (2005). *Metodika agrohimichnogo obstezhennja teplichnih gruntiv i substrativ ta osoblivosti zastosuvannja dobriv* [Methods of agrochemical examination of greenhouse soils and substrates and features of fertilizer application]. K.: DIA, 205 p.

25. Chen, Y., Xiaobin, L., Jing, L., Zhuliang, Y. (2005). *Flammulina velutipes* variety, and cultivation method thereof. Patent EU, no. CN105248285.

26. Xie, C., Gong, W., Yan, L., Zhu, Z., Hu, Z., Peng, Y. Biodegradation of ramie stalk by *Flammulina velutipes*: mushroom production and substrate utilization. *AMB Express*. 2017, vol. 7, № 1, pp. 171–171. Available at: <https://amb-express.springeropen.com/articles/10.1186/s13568-017-0480-4>. (Accessed 27 March 2020).

27. Ushkarenko, V.O., Vozhegova, R.A., Goloborodko, S.P., Kokovikhin, S.V. (2013). *Programno-informacijnyj kompleks „Agrostat*

New" [«Agrostat New» software and information complex]. Kherson: Island.

28. Han, H. S., Jhune, C. S., Cheong, J. C., Oh, J. A., Kong, W. S., Cha, J. S., Lee, C. J. Occurrence of black rot of cultivated mushrooms (*Flammulina velutipes*) caused by *Pseudomonas tolaasii* in Korea. *European journal of plant pathology*, 2012, vol. 133, № 3, pp. 527–535. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-012-9941-4> (Accessed 27 March 2020).

29. Liu, Z. H., Sossah, F. L., Li, Y., Fu, Y. P. First Report of *Ewingella americana* Causing Bacterial Brown Rot Disease on Cultivated Needle Mushroom (*Flammulina velutipes*) in China. *Plant Dis. Scientific Societies*, 2018, vol. 102, № 12, pp. 2633–2633. Available at: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-02-18-0351-PDN> (Accessed 27 March 2020).

30. Wright, L., Boundy, B., Perlack, B., Davis, S., & Saulsbury, B. (2006). *Biomass Energy Data Book, Volume 1.*, University of Nebraska - Lincoln, 189 p. Available at: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=usdoepub>. (Accessed 27 March 2020).

TECHNOLOGICAL PRINCIPLES FOR THE INTRODUCTION OF WINTER MUSHROOM (*FLAMMULINA VELUTIPES* (CURTIS) SINGER) INTO THE INDUSTRIAL CULTURE

I. I. Bandura, N. A. Bisko, A. S. Kulik, O. M. Tsyz, S. V. Chausov,
O. Y. Vasylenko, S. M. Goncharov

Annotation. *Flammulina velutipes* – enokitake or shortly – "enoki", is one of the most widely cultivated mushrooms on the planet. The value of the fruit bodies of the "gold mushroom" is determined by their high functional properties, in particular, the presence of bio-active proteins FIP-fve (fungal immunomodulatory protein), and

Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., Цизь О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М.

special polysaccharides. Consumers like its delicate texture and bright rich aroma. In Ukraine, this mushroom is successfully grown in small-scale production, but the technological foundations for introducing it into industrial culture have not been developed until current time. The aim of the work was to determine the effective technical operations of the *Flammulina* industrial production using local agricultural wastes.

Ten strains from the IBK mushroom culture collection were checked, the most effective strains 2038 (white race), 2039 and 2337 (yellow race) were selected. These strains have been grown in industrial conditions and their main technical characteristics were studied: biological efficiency and technological cycle to the time of first fruiting flush. The average time for the crop was obtained in 40 days from the inoculation date.

The 8 substrate compositions from agricultural wastes were tested and as a result of the study, the optimal ingredient of the substrate formula was found - granules from sunflower husk. The time of substrate preparation was shorter when we were using these raw materials and we were obtaining the necessary density in addition.

The effect of packages weighing to the biological efficiency index of strain 2039 was noticed. The crop was in 1,6 times more in batches of substrate weighing 1500 g if compared with 3000 g variant.

According to our research, the local environment condition and its influence on the micro-climate in the growing rooms and morphological characteristics of *Flammulina velutipes* productive strains, their resistance to diseases requires further study for the development of successful industrial production.

Keywords: “enokitake”, “winter mushroom”, *Flammulina velutipes*, screening, biological efficiency, technological cycle, substratum, biochemical compositions, functional substances, introduction.

**ВПЛИВ ГУСТОТИ РОСЛИН НА РІСТ І УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДУ
ПОМІДОРУ ІНДЕТЕРМІНАНТНОГО ТИПУ****В. П. СЄВІДОВ**, кандидат сільськогосподарських наук, докторант*Інститут овочівництва і багтанництва НААН***І. В. СЄВІДОВ**, аспірант*Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва**E-mail: sevidov.vp@gmail.com*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.005>

Анотація. У статті висвітлено залежність урожайності та якісних показників помідора від густоти рослин гібриду помідора в умовах Лівобережного Лісостепу України, дослідження проводилося впродовж двох років. Для виконання запланованих завдань досліджень використовували наступну схему досліду: 2,5 росл./м² (15 росл.); 3,0 росл./м² (18 рослин на ділянці – контроль); 3,5 росл./м² (21 росл.); 4,0 росл./м² (24 росл.). Посів насіння на розсаду проводили в ящики в останній декаді лютого. У фазі першого-другого справжніх листків проводили пікіровку рослин у горщики об'ємом 0,5 літра. Розсаду помідора вирощували в плівковій теплиці з обігрівом. У віці 3-5 справжніх листків розсаду висаджували на дослідну ділянку у плівкову теплицю без обігріву.

Встановлено, що параметри рослин помідора мали суттєві відмінності біометричних показників розвитку вже у фазі цвітіння. Далі рослини розвивалися з деякими відмінностями і до кінця вегетаційного періоду мали значну різницю в біометричних показниках і виходу продукції з одиниці площі. Встановлено оптимальну густоту рослин – 3,5 шт/м², для отримання максимального врожаю помідора (15,8 кг/м²), за умови вирощування помідора у весняній плівковій теплиці.

Ключові слова: помідор, захищений ґрунт, плівкові теплиці, густина рослин, гібрид, урожайність

Актуальність. Одним з найголовніших факторів отримання стабільно високих врожаїв помідору є оптимізація площі живлення рослини. Визначення оптимальної густоти рослин дозволяє уникнення з одного боку пригнічення рослин при підвищеній густоті. А з іншого, уникнути зайвих витрат від нераціонального використання посівних площ.

За даними ФАО томати займають перше місце в світі серед овочів за площею вирощування. В нашій країні під цю культуру зайнята четверта частина загальної площі під овочами [15].

Виробництво томатів заслуговує на особливу увагу, оскільки їх обсяг у загальній структурі виробництва овочевої продукції такий великий, а показники якості найкраще

Севідов В. П., Севідов І. В.

задовольняють європейські вимоги. Адже аналіз якісних показників показує, що українська овочева продукція може гідно конкурувати на іноземних ринках [9].

В Україні, залежно від кліматичних умов вегетаційного періоду, помідори можна вирощувати як у відкритому, так і закритому ґрунті. Для оптимального росту й розвитку рослин та отримання максимально раннього врожаю помідори вирощують через розсаду [4, 16, 17].

Біологічна скоростиглість помідора визначається тривалістю вегетаційного періоду (від сходів до початку досягання першого плоду) і залежить від швидкості проходження фаз росту й розвитку. Тривалість кожної фази змінюється залежно від сорту, температури, освітлення, вологості, мінерального живлення. У скоростиглих форм ці фази проходять значно швидше, у пізніх – повільніше. Умови, які погіршують ріст і розвиток помідора, уповільнюють проходження фаз, а близькі до оптимальних – прискорюють. У північних зонах фази росту й розвитку відбуваються повільніше, а в південних – значно швидше [1, 2].

Овочі є одним з основних постачальників біологічно активних речовин, необхідних для повноцінного харчування людини. Вони дають організму багато вітамінів, клітковину, геміцелюлози, пектинові речовини, органічні

кислоти, різні вуглеводи, мінеральні солі і ряд інших біохімічних з'єднань. Причому, кожен з овочів має своїм характерним набором цінних харчових компонентів. Зокрема, зрілі томати містять до 25 мг% вітаміну С, приблизно 1 мг% каротину, вітаміни В1, В2, РР (вітамін В5), фолієву кислоту; яблучну, лимонну, бурштинову і щавлеву кислоти і до 5% вуглеводів. Вони є джерелами мінеральних іонів: калію, натрію, заліза, магнію, кальцію, фосфору, йоду, і інших макро- і мікроелементів. Як і зелені, або дозріваючі так і зрілі плоди томатів містять в різних кількостях клітковину і пектинові речовини. Велику харчову цінність являє собою сік томатів, який є не тільки харчовим продуктом, але і служить в якості зміцнюючого, тонізуючого засобу для організму людини, особливо необхідного і корисного для дітей, а також для хворих і літніх людей в якості дієтичного продукту. Добре приготований, якісний томатний сік рекомендується використовувати і як лікувальний засіб. Він сприяє виробленню шлункового соку і поліпшує серцеву функцію. Допомогає організму в процесі одужання, нормалізує роботу травної системи. Ряд фахівців вважають, що помідор можна застосовувати, як косметичний засіб і в цьому плані його ефективність не поступається огірку чи моркві [10-12, 21].

Як видно, із вищевикладеного,

Севідов В. П., Севідов І. В.

помідор є визначною овочевою рослиною і виробництво та споживання його мають неабияке важливе значення. Цим питанням приділяють значну увагу у всьому світі [1, 5, 20].

Помідор є для України однією з головних культур захищеного ґрунту. Порівняно з іншими культурами помідори дають ранні та стабільні врожаї. Питання густоти посадки помідорів залишається до сих пір до кінця не вирішеним, ці елементи технології не адаптовані до ґрунтово-кліматичних умов східній частині Лівобережного Лісостепу України.

Метою проведеного дослідження було визначення оптимальної густоти рослин гібриду помідору індетермінантного типу з метою отримання найбільшого врожаю без зниження якості продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Важливим елементом технології вирощування сільськогосподарських рослин є раціональні схеми розміщення та густота рослин, які визначають характер розміщення рослин, площі їх живлення, рівень технологічності у процесі догляду за посівами та при збиранні врожаю. Забезпечення оптимальної густоти рослин на кожному метрі посіву, особливо в умовах захищеного ґрунту, адже врожайність та якість плодів помідора істотно залежать від густоти розміщення рослин [8]. Урожайність

плодів помідору у закритому ґрунті в тепличних комбінатах за застосування новітніх технологій може сягати 50 кг/м² [5].

У виробництві набули поширення сорти і гібриди масою плоду 70-120 г. Транспорتابельні форми мають, як правило, сливкоподібні плоди масою 60-90 г. Форма плоду може бути різною – від плескато-округлої до циліндричної, видовженої чи квадратної, з гладенькою або ребристою поверхнею [3, 7].

У дослідженнях О.М. Папонова показано, що найбільша продуктивність помідора отримана при густоті посадки рослин 3,0-4,0 шт/м², вік висадки розсади на ділянку – 45-55 днів [18]. Для рослин слаборозгалужених, густота посадки рослин може бути збільшена, а вік розсади відповідно зменшений. Для рослин що мають великий габітус, для збільшення виходу врожаю, щільність висадки рослин на одиницю площі може бути зменшена, а вік розсади збільшений [22].

Максимальна урожайність їх за рівних умов досягається лише за оптимальної площі живлення. Як збільшення, так і зменшення її порівняно з оптимальними вимогами призводить до зниження продуктивності рослин. Визначення оптимальної площі живлення рослин необхідно проводити з урахуванням біологічних, господарських, агротехнічних особливостей культури,

Севідов В. П., Севідов І. В.

сорту і мети їх вирощування [13].

Метою дослідження було встановити оптимальну густоту рослин індетермінантного гібриду Тобольськ F1, які б в умовах Лівобережного Лісостепу України за вирощування у весняних плівкових теплицях забезпечили б отримання найбільшого врожаю без зниження якості продукції.

Матеріали і методи досліджень.

Дослідження проводили впродовж 2018-2019 рр. у плівкових теплицях весняно-літньої культурозміні Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва, який знаходиться в східній частині Лівобережного Лісостепу України. Дослідження проводили згідно з вимогами «Методики полевого опыта», 1985 р. [14], «Методики дослідної справи в овочівництві і баштанництві», 2001 р. [6].

Досліди проводили з індетермінантним гібридом помідора: Тобольськ F1.

Тобольськ F1 – середньоранній томат для неопалюваних плівкових і скляних теплиць. Плоди однорідні, округлої форми, з красивими гранями, дуже щільні. Має добре сформовані китиці. Плоди мають насичено-червоне забарвлення без зеленої плями біля плодоніжки. Цей гібрид можна вирощувати на всіх видах ґрунтів, але для одержання більш високої врожайності кращі високогумусні суглинки з гарною вологоутримуючою здатністю і рівнем рН 5,5-7,0. Гібрид

має високу стійкість до вірусу мозаїки помідору (ToMV: 0-2), вертицильозного в'янення (V), фузаріозного в'янення помідора (Fol: 1,2) [19].

Виробники насіння індетермінантних гібридів рекомендують різні густоти рослин для умов вирощування у плівкових теплицях 2,5-3,5 шт/м². Тому нашими дослідженнями було заплановано визначити оптимальну густоту рослин індетермінантного гібриду помідору Тобольськ F1 для плівкових теплиць

Варіанти густоти садіння рослин на дослідній ділянці:

- 2,5 шт/м² (15 рослин на ділянці);
- 3,0 шт/м² (18 рослин на ділянці) - контроль;
- 3,5 шт/м² (21 рослин на ділянці);
- 4,0 шт/м² (24 рослин на ділянці).

Площа облікової ділянки 6 м². Загальна площа облікової ділянки 96 м²: довжина 32,0 м; ширина 3,0 м; повторність досліду 4-кратна. Загальна кількість рослин 312 шт. Посів насіння проводили в третю декаду лютого. Виконувався посів насіння у касети, у визначений термін розсаду пікірували у горщики (об'єм - 500 см³). Вирощування розсади виконувалось з використанням нижнього поливу та у віці 3-5 справжніх листків розсаду висаджували на дослідну ділянку у плівкову теплицю без обігріву.

Сєвідов В. П., Сєвідов І. В.

Проведені фенологічні спостереження свідчать, що перші одиничні сходи з'явилися у всіх варіантах однаково через п'ять діб від посіву. А загальні (75%) через дві доби від одиничних. На початку вегетації помідори росли повільно, бо вони мали слабо розгалужену кореневу систему, але після пікірування спостерігали більш інтенсивний ріст. Одинична поява першого справжнього листка відмічена через 4 доби після загальних сходів, а загальна поява через 6 діб.

Спостереження свідчать, що утворення китиці зафіксовано у всіх гібридів майже у однаковий термін через 47-48 діб від посіву, а масова поява китиці припала ще через дві доби. Загальне цвітіння гібридів відбулося з 55 доби від посіву. Перший збір плодів помідора припадає на 1 декаду липня. Масове плодоношення у всіх варіантах дослідів починалося у третій декаді липня і тривало до 25 вересня, коли відбувався останній збір. Збирали суцільно всі плоди і сортували в різні ящики. На наступну добу в теплиці вирізалась всі стебла і вивозились з теплиці.

Догляд за рослинами здійснювався за загальноприйнятою методикою вирощування помідору, що полягає у підв'язуванні рослин до горизонтальної шпалери, своєчасних поливах, підтримання оптимального мікроклімату, обкручуванні рослин помідора навколо шпагату який кріпився до горизонтальної шпалери, видаленням пасинків, приспускання рослини, видалення зайвого листя, своєчасний збір врожаю, контроль за шкідниками і хворобами.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз фенологічних спостережень за рослинами показав, що зміна густоти рослин практично не вплинули на строки и темпи проходження етапів органогенезу у рослин, тобто на всіх варіантах дослідів фази розвитку у рослин розпочиналися одночасно.

Показники параметрів рослин свідчать про те, що одержані, як у фазі масового цвітіння так і масового плодоношення помідорів дані різняться між собою. Різниця в біометричних параметрах простежується залежно від густоти рослин (табл. 1).

1. Вплив густоти рослин на біометричні показники індетермінантного гібриду помідора Тобольськ F1 у фазі масового цвітіння, 2018-2019 рр.

Показники	Густота рослин, шт/м ²			
	2,5	3,0	3,5	4,0
Маса вегетативних органів, г	1184	1158	1150	1144
Висота рослини, см	111,0	118,8	129,6	134,9
Площа листової поверхні, см ²	2043	2024	2163	2161
Кількість листків, шт	13	15	17	17
Кількість китиць, шт	3	4	4	4
Кількість зав'язей, шт	3	4	4	3

Севідов В. П., Севідов І. В.

За результатами досліджень, біометричні показники рослин помідора у фазу масового цвітіння значно відрізнялися в залежності від густоти рослин. Збільшення густоти рослин з 2,5 до 4,0 шт/м² незначно зменшувало накопичення вегетативної маси на одну рослину в середньому на 2,5-3,5%. Зворотна закономірність спостерігалась при формуванні китиць, листків та площі листової поверхні рослин помідор, збільшення густоти рослин помідора з 2,5 до 4,0 шт/м²

підвищувало показники в середньому на 7,1-25,5%. Вимірюючи рослини у фазу цвітіння встановлено, що висота рослини на контрольному варіанті за густоти рослин 3,0 шт/м² становила 118,8 см. Найменша висота на першому варіанті – 111,0 см, на 6,5% менша від контролю. Всі інші варіанти були більш високорослі.

Біометричні показники свідчать про значні відмінності рослин у фазі масового плодоношення (табл.2).

2. Вплив густоти рослин на біометричні показники індетермінантного гібриду помідора *Тобольськ F1* у фазі масового плодоношення, 2018-2019 рр.

Показники	Густота рослин, шт/м ²			
	2,5	3,0	3,5	4,0
Маса вегетативних органів, г	1704	1678	1598	1574
Висота рослини, см	257,0	264,8	269,3	275,8
Площа листової поверхні, см ²	5687	5636	5555	5587
Кількість листків, шт	28	29	32	34
Кількість китиць, шт	11	12	13	12
Кількість плодів, шт	3	4	4	3
Середня маса 1 плоду, г	98	96	91	85

Відповідно до таблиці 2, де представлені показники біометричних спостережень рослин помідора, які виконані в фазі плодоношення встановлено, що довжина стебла у контрольного варіанту становила 264,8 см. Найменша довжина була відмічена у першого варіанта – 257,0 см, на 2,9% менша від контролю. Всі інші варіанти були більш високорослі, зі зростанням до 275,8 см за густоти 4,0 шт/м².

Максимальну кількість листків отримали за четвертим варіантом дослідження 34 листка, що на 5 листків більше від контролю. Найменша кількість листків спостерігалась за

першим варіантом 28 шт. На всіх гібридах була оптимальна кількість китиць для даних гібридів від 11 до 13 шт. У контрольному варіанті 12 шт.

Збільшення густоти рослин з 2,5 до 4,0 шт/м², як і у фазі цвітіння зменшувало накопичення вегетативної маси на одну рослину в середньому на 1,5-6,7%. Площа листової поверхні рослин помідора за збільшення густоти рослин зменшувалась в середньому на 0,9-2,3%. Кількість плодів у китиці по всіх варіантах була 3-4 шт. Максимальна середня вага одного плоду спостерігається у контрольному варіанті 96,1 г. Мінімальна середня

Севідов В. П., Севідов І. В.

вага одного плоду спостерігається у четвертому варіанті 85,4 г, що на 10,7 г менше за контрольний варіант.

Порівнюючи основні біометричні показники можна відмітити, що у фазі

цвітіння висота рослин коливалась від 111,0 до 134,9 см, у фазі плодоношення – від 257,0 до 275,8 см, при цьому найвищою висотою вирізнялися рослини за густоти 4,0 шт/м² (рис. 1).

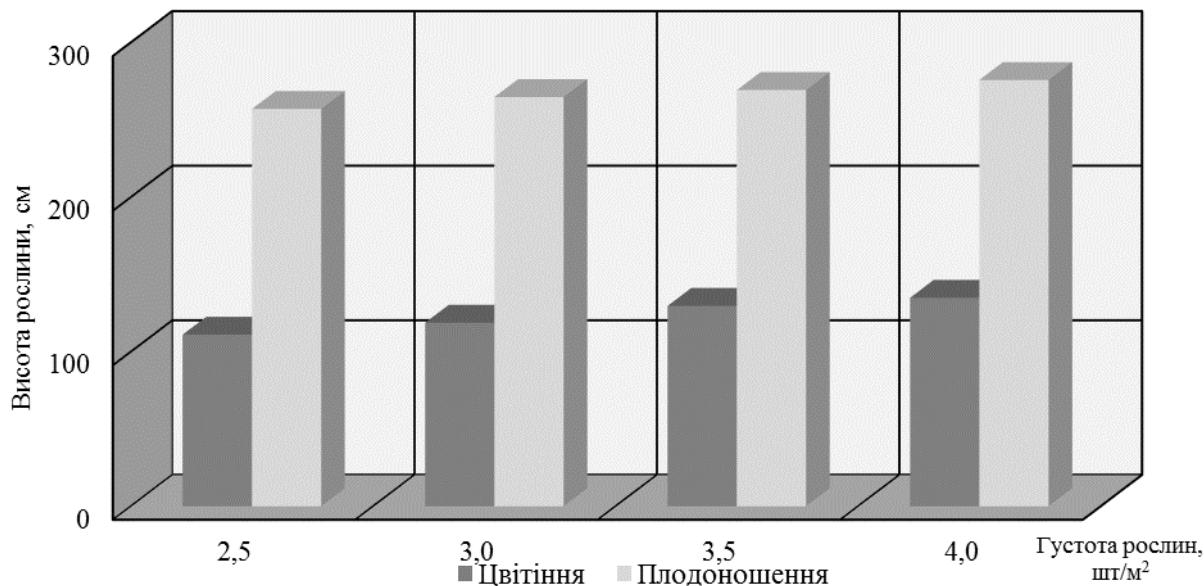


Рис. 1. Співвідношення висоти рослини залежно від густоти, в середньому за 2018-2019 рр.

вегетативна маса рослини у фазі цвітіння була від 1884 за густоти рослин 2,5 шт/м² до 1144 г за густоти 4,0 шт/м². У фазі цвітіння

плодоношення маса рослини коливалась від 1704 до 1574 г, також зменшуючись з підвищенням густоти (рис. 2).

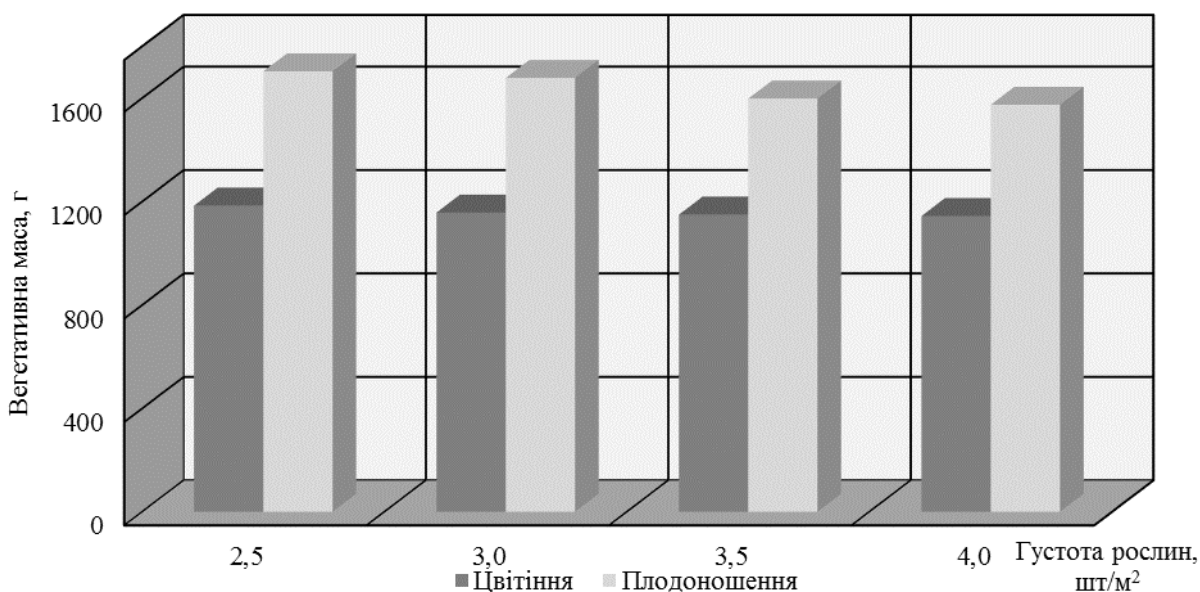


Рис. 2. Співвідношення вегетативної маси 1 рослини залежно від густоти, в середньому за 2018-2019 рр.

Севідов В. П., Севідов І. В.

У фазі цвітіння спостерігалось підвищення значення показника площі листкової поверхні до 5,8 % зі зростанням густоти рослин, а у фазі плодоношення спостерігалось незначне зниження показника до – 1,8 % зі зростанням густоти рослин. Отже, за біометричними показниками найкраще розвиваються рослини за густоти 3,5 шт/м²: рослини помідора мають найкращі показники

вегетативної маси та висоти рослини, площа листкової поверхні варіюється у незначних межах.

Величина плоду і вихід стандартної продукції помідора знаходяться в прямій залежності від густоти рослин, тобто чим більше їх на одиниці площі, тим нижчі зазначені показники. Загалом збільшення густоти рослин помідору істотно впливало на урожайність (табл. 3).

3. Вплив густоти рослин на урожайність індетермінантного гібриду помідора Тобольськ F1, 2018-2019 рр.

Густота рослин, шт/м ²	2018 р.	2019 р.	В середньому	± до контролю	
				у кг/м ²	у %
2,5	10,7	13,4	12,1	-1,2	-8,7
3,0 (К)	12,1	14,4	13,2	–	–
3,5	15,5	16,1	15,8	2,5	19,3
4,0	15,5	15,1	15,3	2,1	15,7
НІР(0,95)	0,5	0,2	0,3	–	–
Xsr	13,4	14,8	14,1	–	–
Sx	0,7	0,3	0,5	–	–
V, %	15,7	6,5	10,7	–	–
НОМ	0,9	2,3	1,3	–	–

За густоти 2,5 шт/м² відзначено найнижчу урожайність рослин – 12,1 кг/м², на 1,2 кг/м² менше порівняно з контрольним варіантом. За контрольної густоти рослин отримали урожайність плодів помідору – 13,2 кг/м². Найбільшу урожайність у досліді, в середньому – 15,8 кг/м² отримано за густоти рослин 3,5 шт/м², що на 2,5 кг/м² або на 19,3% більше контрольного варіанту.

Висновки і перспективи. Дворічними дослідженнями, проведеними у плівкових теплицях весняно-літньої культурозміні Харківського національного аграрного

університету ім. В.В. Докучаєва, встановлено, що зі зростанням густоти рослин, за показником площі листкової поверхні у рослин помідора гібриду Тобольськ F1, в середньому спостерігалось незначне коливання показника на рівні 0,9-1,1%. Показник вегетативної маси рослини коливався від -4,1 до +1,8% до контролю, також зменшуючись з підвищенням густоти. Показник висоти рослин як у фазі цвітіння, так і у фазі плодоношення навпаки зростав з підвищенням густоти рослин і коливався від -4,0 до +7,1% до контролю, при цьому

Севідов В. П., Севідов І. В.

найвищою висотою вирізнялися рослини за густоти 4,0 шт/м².

У цілому, проведені дослідження дають підставу зробити висновок, що у весняній плівковій теплиці за біометричними показниками в середньому найкраще розвиваються рослини за густоти 3,5 шт/м²: рослини помідора мають найкращі співвідношення показників вегетативної маси, висоти рослини та площі листової поверхні. Максимальну врожайність плодів

Список використаних джерел

1. Барабаш О.Ю., Семенчук П.С., Візельман А.І. Овочівництво Прикарпаття. Львів.: Каменярь, 1974. 116 с.
2. Бексеев Ш.Г. Вирощування ранніх томатів. - 2-е вид., перероб. і доп. Л.: Агропромиздат. Ленінгр. відд-ня, 1989. 272 с.
3. Гурін М.В. Створення нових високопектинових ліній томату. *Генетичні ресурси рослин*. 2012. №10-11. С. 147-159.
4. Жук О. Я., Сивораक्षा О. А., Федосій І. О. Помідор: біологія та насінництво: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 160 с.
5. Кравченко В.А. Приліпко О.В. Помідор: селекція, насінництво, технології. К.: Аграр. наука, 2007. 424 с.
6. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / За ред. Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка. Харків: Основа, 2001. 369 с.
7. Пастухов В.І. Перспективи розвитку промислового виробництва овочів в Харківському регіоні. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка*. Випуск 124, т.1 Харків. 2011. С. 308-313.
8. Пуценко Д.В. Вплив способів поливу, добрив та загущення рослин на врожай і якість плодів посівних томатів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.02. Херсон, 2008. 18 с.

помідора гібриду Тобольськ F1 на рівні 15,8 кг/м² в умовах східної частини Лівобережного Лісостепу України було отримано за густоти рослин 3,5 шт/м².

Для підвищення врожайності та отримання плодів помідора з кращою якістю за вирощування у весняних плівкових теплицях рекомендується густина рослин у межах 3,5 шт/м², застосування якої забезпечило найвищу урожайність.

9. Севідова І.О. Вплив якості овочевої продукції на конкурентоспроможність овочівництва. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер : Економіка АПК*. 2013. № 20(1). С. 302-306.

10. Харчування людини і сучасне довкілля: теорія і практика / М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, В.Н. Корзун, О.М. Григоренко. К. : КНТЕУ, 2002. 526 с.

11. Белхороев Я. К. Овощеводство защищенного грунта. М. : АНО редакции журнала "Аграрная наука", 2000. 94 с.

12. Гаджиева А.М. и др. Использование инновационных технологий комплексной переработки томатного сырья. *Scientific Journal of KubSAU*. 2014. №5. URL: <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0006/0221.pdf> (дата звернення: 01.09.2020).

13. Григоров М., Шмакова Л. Томаты в защищенном грунте. *Овощеводство и тепличное хозяйство*. 2009. №5. С. 10-14.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5 изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

15. Кныш В., Наумов В. Промышленная технология выращивания томата на капельном орошении. *Овощеводство*. №2. 2017. С.26-30.

16. Ковач Т. Томаты нового поколения. *Овощеводство*. 2017. №4. С. 44-46.

Севідов В. П., Севідов І. В.

17. Овощеводство. Новые подходы – реальная прибыль. Практическое пособие. / Ю.И. Сологуб, И.М. Стрелюк, А.С. Максимюк. К.: ООО «Полиграф плюс». 2012. 200 с.

18. Папонов А. Н., Захарченко Е. П. Все об овощах. М. : Риполл-Классик, 2000. 404 с.

19. Периодический альманах. Вместе с Бейо. 2017. №7. 48 с. URL: https://www.bejo.com/sites/default/files/wysiwyg-images/almanac07_2016-2017.pdf (дата звернення: 01.09.2020).

20. Севидова І.А. Тенденции развития промышленного овощеводства в аграрных предприятиях. Эффективная економіка. 2018. № 1. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6057> (дата звернення: 01.09.2020).

21. Тараканов Г.И., Мухин В.Д. и др. Овощеводство. М.: Колос, 1993. 177с.

22. Jansen J. Geschmack von Tomaten. Gernuse, 1994. n.4. P. 253-255.

References

1. Barabash O.Yu., Semenchuk P.S., Vizelman A.I. (1974). Ovochivnytstvo Prykarpattia. [Vegetable growing in Prykarpattia]. Lviv.: Kameniar, 116.

2. Beksieiev Sh.H. (1989) Vyroshchuvannia rannikh tomativ. - 2-e vyd., pererob. i dop. [Growing early tomatoes. - 2nd ed., Reworked. and ext.]. L.: Ahropromizdat. Leninhr. vidd-nia, 272.

3. Hurin M.V. (2012). Stvorennia novykh vysokopektynovykh linii tomatu. [Creation of new high-pectin tomato lines]. Henetychni resursy roslyn. №10, 147-159.

4. Zhuk O.Ya., Syvoraksha O.A., Fedosii I.O. (2014). Pomidor: biolohiia ta nasynnytstvo: monohrafiia. [Tomato: biology and seed production: monograph]. Vinnytsia: TOV «Nilan-LTD», 160.

5. Kravchenko V.A. Prylipko O.V. (2007). Pomidor: selektsiia, nasynnytstvo, tekhnolohii. [Tomato: selection, seed production, technologies]. K.: Ahrar. nauka, 424.

6. Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi (2001). [Methods of research in vegetable growing and melon growing]. / Za red. H.L. Bondarenka, K.I. Yakovenka. Kharkiv: Osnova, 369.

7. Pastukhov V.I. (2011). Perspektyvy rozvytku promyslovoho vyrobnytstva ovochiv v Kharkivskomu rehioni. [Prospects for the development of industrial vegetable production in the Kharkiv region]. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva im. Petra Vasylenka. Vypusk 124, t.1 Kharkiv, 308-313.

8. Putsenko D.V. (2008). Vplyv sposobiv polyvu, dobryv ta zahushchennia roslyn na vrozhai i yakist plodiv posivnykh tomativ: [Influence of methods of watering, fertilizers and thickening of plants on yield and quality of fruits of sowing tomatoes]. avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.–g. nauk:spets. 06.01.02. Kherson, 18.

9. Sievidova I.O. (2013) Vplyv yakosti ovochevoi produktsii na konkurentospromozhnist ovochivnytstva. [The impact of vegetable quality on the competitiveness of vegetable growing]. Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ser : Ekonomika APK. № 20(1), 302-306.

10. Kharchuvannia liudyny i suchasne dovkillia: teoriia i praktyka (2002) [Human nutrition and the modern environment: theory and practice] / M.I. Peresichnyi, M.F. Kravchenko, V.N. Korzun, O.M. Hryhorenko. K. : KNTEU, 526.

11. Belhoroev Ja. (2000) K. Ovoshhevodstvo zashhishhennogo grunta. [Protected ground vegetable growing]. M. : ANO redakcii zhurnala "Agrarnaja nauka", 94.

12. Gadzhieva A.M. i dr. (2014) Ispol'zovanie innovacionnyh tekhnologij kompleksnoj pererabotki tomatnogo syr'ja. [Use of innovative technologies for complex processing of tomato raw materials]. Scientific Journal of KubSAU. №5. URL: <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0006/0221.pdf> (data zvernennja: 01.09.2020).

13. Grigorov M., Shmakova L. (2009). Tomaty v zashhishhennom grunte. [Tomatoes in protected ground]. Ovoshhevodstvo i teplichnoe hozjajstvo. №5, 10-14.

14. Dosphehov B.A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). [Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results)]. 5 izd., pererab. i dop. M.: Agropromizdat, 351.

Севідов В. П., Севідов І. В.

15. Knysh V., Naumov V. (2017). Promyshlennaja tehnologija vyrashhivanija tomata na kapel'nom oroshenii. [Industrial technology for growing tomato on drip irrigation]. *Ovoshhevodstvo*. № 2, 26-30.
16. Kovach T. (2017). Tomaty novogo pokolenija. [New generation tomatoes]. *Ovoshhevodstvo*. № 4. 44-46.
17. Ovoshhevodstvo. Nove podhody – real'naja pribyl'. Prakticheskoe posobie. (2012). [Vegetable growing. New approaches are real profits. A practical guide]. / Ju.I. Sologub, I.M. Streljuk, A.S. Maksimjuk. K.: ООО «Poligraf pljus», 200.
18. Paponov A.N., Zaharchenko E.P. (2000). Vse ob ovoshhah. [All about vegetables]. M. : Ripoll-Klassik, , 404.
19. Periodicheskij al'manah. Vmeste s Bejo. [Periodic almanac. Together with Bejo]. (2017). №7, 48. URL: https://www.bejo.com/sites/default/files/wysiwyg-images/almanac07_2016-2017.pdf (data zvernennja: 01.09.2020).
20. Sevidova I.A. (2018). Tendencii razvitija promyshlennogo ovoshhevodstva v agrarnyh predprijatijah. [Development trends in industrial vegetable growing in agricultural enterprises]. *Efektivna ekonomika*. №1. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6057> (data zvernennja: 01.09.2020).
21. Tarakanov G.I., Muhin V.D. i dr. (1993). [Vegetable growing]. *Ovoshhevodstvo*. M.: Kolos, 177.
22. Jansen J. (1994). Geschmack von Tomaten. *Gernuse* n.4, 253-255.

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ РАСТЕНИЙ НА РОСТ И УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДА ПОМИДОРА ИНДЕТЕРМИНАНТНОГО ТИПА

В. П. Севидов, И. В. Севидов

Аннотация. В статье освещена зависимость урожайности и качественных показателей помидора от густоты растений гибрида помидора в условиях Левобережной Лесостепи Украины, исследование проводилось в течение двух лет. Для выполнения запланированных задач исследования использовали следующую схему опыта: 2,5 раст./м² (15 раст.) 3,0 раст./м² (18 растений на участке - контроль); 3,5 раст./м² (21 раст.) 4,0 раст./м² (24 раст.). Посев семян на рассаду проводили в ящики в последней декаде февраля. В фазе первого-второго настоящих листьев проводили пикировку растений в горшки объемом 0,5 литра. Рассаду помидора выращивали в пленочной теплице с обогревом. В возрасте 3-5 настоящих листьев рассаду высаживали на опытный участок в пленочную теплицу без обогрева.

Установлено, что параметры растений помидора имели существенные различия биометрических показателей развития уже в фазе цветения. Далее растения развивались с некоторыми отличиями и до конца вегетационного периода имели значительную разницу в биометрических показателях и выхода продукции с единицы площади. Установлено оптимальную густоту растений – 3,5 шт/м², для получения максимального урожая помидора (15,8 кг/м²), при условии выращивания помидора в весенней пленочной теплице.

Ключевые слова: помидор, защищенный грунт, пленочные теплицы, густота растений, гибрид, урожайность

INFLUENCE OF PLANT DENSITY ON THE GROWTH AND PRODUCTIVITY OF AN INDETERMINATE TOMATO HYBRID**V. Sievidov, I. Sievidov**

Abstract. *The article highlights the dependence of the yield and quality indicators of tomatoes on the density of tomato hybrid plants in the conditions of the Left-bank Forest-steppe of Ukraine, the study was carried out for two years. To accomplish the planned research tasks, the following experimental scheme was used: 2.5 plants/m² (15 plants) 3.0 plants/m² (18 plants per plot - control); 3.5 plants/m² (21 plants) 4.0 plants/m² (24 plants) sowing seeds for seedlings was carried out in boxes in the last decade of February. In the phase of the first-second true leaves, the plants were picked into pots with a volume of 0.5 liters. Tomato seedlings were grown in a film greenhouse with heating. At the age of 3-5 true leaves, the seedlings were planted on a test plot in a film greenhouse without heating.*

It was found that the parameters of tomato plants had significant differences in biometric indicators of development already in the flowering phase. Further, the plants developed with some differences and until the end of the growing season had a significant difference in biometric parameters and yield per unit area. The optimal plant density has been established – 3.5 pcs/m², to obtain the maximum tomato yield (15.8 kg/m²), provided that the tomato is grown in a spring film greenhouse.

Key words: *tomato, protected ground, film greenhouses, plant density, hybrid, yield*

**ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ
КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ТА
ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ПОСІВІВ****С.В. КРЕСТЬЯНІНОВ**, здобувач**Л. М. ЄРМАКОВА**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент**Т. В. АНТАЛ**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент*Національний університет біоресурсів і природокористування України**E-mail: v.krestianinov@gmail.com*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.006>

Анотація. У статті наведено результати досліджень щодо визначення економічної та енергетичної ефективності технології вирощування кукурудзи за застосування мінеральних добрив - $N_{158}P_{52}K_{52}$ (Фон) та підживлення посівів добривами Нутрімікс (1,0 кг/га), Нутрібор (0,5 кг/га) та Мікро- Мінераліс Кукурудза (1,0 л/га). Застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення посівів добривами з мікроелементним складом забезпечило прибуток на рівні 41773 – 47064 грн./га; рівень рентабельності 142-151 % та коефіцієнт енергетичної ефективності K_{ee} – 4,73-4,87 у гібриду Аякс та у гібриду Оржися 237 МВ зазначені показники становили відповідно: 39298-44787 грн./га, 144-155 % та (K_{ee}) 4,56 -4,72. Такий діапазон показників обумовлений застосуванням добрив у підживленні розрізнено та сумісно за одно-і дворазового застосування у фенологічні фази 4, 8 та 4 і 8 листка. Добрива з мікроелементами в позакореновому підживленні забезпечували підвищення економічної та енергетичної ефективності вирощування кукурудзи.

Ключові слова: кукурудза, урожайність, удобрення, економічна ефективність, вартість продукції, прибуток, рівень рентабельності

Актуальність. Визначальним для аграрної галузі в останні роки є зростання ролі зернових культур.

На аграрному ринку зернові культури зберігають провідні позиції в експорті, переробці і внутрішньому споживанні, що доводить їх стратегічно важливу роль у забезпеченні продовольчої і економічної безпеки країни [9].

Кукурудза за часів незалежності в балансі виробництва зерна посіла домінуюче місце і становить 40-50 %.

Свої ваги в рослинницькій галузі набирала досить стрімко. З 2005 року вона збільшила свої основні виробничі параметри в рази: площі виростили з 1, 66 млн./га до 4,5 млн./га у 2017 році; валовий збір із 7,2 до 26 млн. т (2016 р.), а в 2013 році було одержано рекордний збір зерна - 30 млн. т. Незважаючи на те, що кукурудза має високий потенціал урожайності, реалізація його не висока та залежить від цілого ряду чинників, серед яких чільне місце

Крестьянінов С. В., Єрмакова Л. М., Антал Т. В. займає удобрення та добір гібридів, адаптованих до умов вирощування [8].

Основними факторами, на яких нами була зосереджена увага у дослідженнях, є застосування добрив та використання нових гібридів, які забезпечують отримання високих урожаїв за оптимізації технологічних прийомів вирощування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Рослини кукурудзи потребують для свого живлення макро- й мікроелементи. Основними елементами живлення є азот, фосфор, калій, а також кукурудза чутлива до нестачі цинку, середньо чутлива до нестачі бору, міді й марганцю.

Вченими доведено, що зернова кукурудза особливо чутлива до мікроелементів, тому їх застосування неодмінно потрібне при її вирощуванні [3,7]. Важливим є проведення позакореневих підживлень посівів в період вегетації культури сучасними добривами з мікроелементним складом. Мікроелементи забезпечують поживу і захист сходів до і після їх появи від несприятливих погодних чинників та зменшують їх негативну дію, активізують і підтримують фотосинтез та азотфіксацію, підвищують ефективність макродобрив, створюють антистресовий ефект від застосування пестицидів, збільшують кількість і якість урожаю. Оптимальне живлення

підвищує врожайність на 15-20% [1,5].

Економічні варіанти технологій, які забезпечують окупність затрачених ресурсів з максимальною ефективністю, необхідно розробляти на основі оцінки результатів досліджень та всебічного аналізу окремих блоків і елементів технологічного процесу. Це забезпечує збільшення обсягів виробництва продукції, покращення її якості та зниження виробничих витрат [6].

Агротехніка вирощування будь-якої сільськогосподарської культури завжди повинна бути спрямована на зменшення витрат та збільшення прибутку. Виробництво вважається рентабельним, якщо відношення чистого прибутку до виробничих витрат (тобто рівень рентабельності) дорівнює понад 25%. Кукурудза завжди була економічно вигідною зерновою культурою. Проте витрати праці і засобів виробництва на її вирощування суттєво вищі, ніж при вирощуванні інших зернових культур. Це пояснюється тим, що для отримання високої врожайності цієї культури слід вносити підвищені дози мінеральних добрив, що призводить до збільшення собівартості. Розрахунки витрат на вирощування кукурудзи за окремими статтями показують, що найбільша питома вага припадає на добрива, засоби захисту рослин від шкідливих організмів і паливно-мастильні матеріали

Крестьянінов С. В., Єрмакова Л. М., Антал Т. В. (відповідно 40 – 48 і 19 – 25%), механізовані роботи (47 – 49 %), з них на обробіток ґрунту 15 – 19 % і догляд за посівами 8 – 12 %.

Важливим фактором, який визначає економічну ефективність вирощування гібридів кукурудзи і, перш за все, обумовлює витрати на сушіння, є показник вологості зерна [10].

З метою об'єктивного обґрунтування найбільш раціонального поєднання агрозаходів, що взяті нами на вивчення, була визначена економічна ефективність досліджуваних елементів технології (гібриди та добрива з макро- і мікроелементним складом) з використанням нормативних витрат матеріально-технічних ресурсів при вирощуванні кукурудзи на зерно. Загальні норми виробітку, ціни на виконані види робіт використовуються відповідно до рекомендованих нормативів для виробництва [2,4].

Мета досліджень полягала у встановленні економічної та енергетичної ефективності технології вирощування кукурудзи гібридів Аякс та Оржиця 237 МВ за застосування мінеральних добрив в нормі $N_{158}P_{52}K_{52}$ (Фон) та підживлення посівів добривами Нутрімікс (1,0 кг/га), Нутрібор (0,5 кг/га) та Мікро - Мінераліс Кукурудза (1,0 л/га).

Методика досліджень. Дослідження проводилися в умовах

ТОВ «Українська молочна компанія» Київської області Згурівського району. Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений. Предметом дослідження були гібриди кукурудзи Аякс та Оржиця 237 МВ - К. Удобрення застосовували відповідно до схеми досліду. Повторність досліду чотириразова. Площа облікової ділянки – 50м². Гібриди вирощувалися на загальному фоні мінеральних добрив $N_{158}P_{52}K_{52}$. Позакореневе підживлення посівів кукурудзи проводили у фази 4, 8 та 4 і 8 листка мікродобривами Нутрімікс (1 кг/га) та Нутрібор (0,5 кг/га) і добривом Мікро-Мінераліс Кукурудза у зазначені фази з нормою внесення 1л/га.

Основні результати дослідження. При розрахунку економічної ефективності досліджуваних елементів технології вирощування кукурудзи нами були вивчені та узагальнені усі види витрат, встановлена їх структура у відсотковому співвідношенні та виявлено вплив на економічну ефективність вирощування гібридів кукурудзи позакореневих підживлень добривами з мікроелементним складом.

У середньому за роки досліджень (2015-2017 рр.) загальні виробничі витрати при вирощуванні гібриду Аякс становили від 29507 грн/га за варіанту контролю до 31096 грн/га за варіанту застосування дворазового підживлення посівів у фенологічні

Крестьянінов С. В., Єрмакова Л. М., Антал Т. В.

фази 4 та 8 листка добривами Нутрімекс та Нутрібор і Мікро-Мінераліс Кукурудза (табл. 1). За вирощування гібриду Оржиця 237 МВ даний показник варіював в межах 27262 - 28893 грн/га (табл.2).

Ріст урожайності кукурудзи супроводжувався і зростанням вартості валової продукції з 1 га посіву. Найнижчою вона була у варіанті контролю у обох досліджуваних гібридів та відповідно становила у гібриду Аякс – 71280 та гібриду Оржиця 237 МВ – 66560 грн/га.

Застосування добрив Нутрімекс, Нутрібор та Мікро-Мінераліс Кукурудза сприяло підвищенню урожайності, що в свою чергу забезпечило і отримання найбільшої вартості валової продукції, яка у гібриду Аякс становила 78160 та гібриду Оржиця 237МВ 73680 грн/га.

Встановлено, що прибуток від реалізації виробленої продукції залежав від рівня урожайності та виробничих витрат на вирощування. Прибуток за варіантами дослідів був різним та у гібриду кукурудзи Аякс варіював в межах 41773-47064 грн/га, тоді як у гібриду Оржиця 237 МВ відповідно 39298-44787 грн/га, що обумовлено нижчим показником урожайності. Аналізуючи ефективність використання добрив з мікроелементним складом виявлено, що у гібриду Аякс за проведення

позакореневого підживлення посівів добривами Нутрімекс та Нутрібор (варіанти 2-4) при невисокій їх вартості витрати зросли на 582-1348 грн/га. Варіанти застосування у підживленні добрива Мікро-Мінераліс Кукурудза (варіанти 5-7) показали зростання витрат порівняно з контролем на 174-545 грн/га, проте прибуток зріс на 386-1685 грн/га.

Найбільшу економічну ефективність забезпечив гібрид кукурудзи Аякс за сумісного застосування добрив Нутрімекс, Нутрібор та Мікро-Мінераліс Кукурудза і дворазового підживлення посівів у фенологічні фази 4 та 8 листка. Саме даний варіант дослідів продемонстрував найвищу окупність додаткових витрат та прибуток зріс порівняно з контролем на 5291 грн/га.

Здійсненими розрахунками економічної ефективності вирощування гібриду кукурудзи Оржиця 237 МВ залежно від фону мінеральних добрив та позакореневого підживлення посівів добривами з мікроелементним складом в середньому за 2015-2017 роки виявлено, що за урожайністю цей гібрид поступився гібриду Аякс, чим обумовлено і нижчі значення основних економічних показників (вартості валової продукції, прибутку з 1 га та рівню рентабельності) при аналогічних витратах на вирощування.

1. Економічна та енергетична ефективність вирощування гібриду кукурудзи Аякс залежно від фону мінеральних добрив та застосування у підживленні добрив з мікроелементним складом, середнє за 2015-2017 рр.

№ п/п	Варіант удобрення (фактор В)*	Урожайність, т/га	Виробничі витрати, грн/га.	Вартість валової продукції, грн/га	Прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %	Ксє
1	N ₁₅₆ P ₅₂ K ₅₂ (Фон)	8,91	29507	71280	41773	142	4,73
2	Фон+Нутрімікс, Нутрібор по 4-му листку	9,11	30089	72880	42791	142	4,71
3	Фон+Нутрімікс, Нутрібор по 8-му листку	9,17	30174	73360	43186	143	4,48
4	Фон+Нутрімікс, Нутрібор по 4 та 8-му листку	9,44	30855	75520	44665	145	4,76
5	Фон+ Мікро-Мінераліс Кукурудза по 4-му листку	8,98	29681	71840	42159	142	4,68
6	Фон+ Мікро-Мінераліс Кукурудза по 8-му листку	9,03	29752	72240	42488	143	4,70
7	Фон+Мікро-Мінераліс по 4 та по 8-му листку	9,19	30052	73520	43458	145	4,48
8	Фон+Нутрімікс + Нутрібор + Мікро-Мінераліс Кукурудза по 4 та 8-му листку	9,77	31096	78160	47064	151	4,87
	НІР 0,95, т/га по: фактору А	0,15					
	фактору В	0,05					
	взаємодії АВ	0,11					

*Норма витрат: Нутрімікс – 1 кг/га; Нутрібор – 0,5 кг/га; Мікро-Мінераліс Кукурудза – 1 л/га

Для всебічної оцінки технології вирощування гібридів кукурудзи залежно від досліджуваних чинників проведено порівняння енергії, акумульованої в урожаї із сукупною енергією, що затрачена на вирощування і збирання врожаю. Встановлено, що найвищі енерговитрати на 1 га посіву кукурудзи були у варіантах за застосування позакореневих підживлень посівів кукурудзи та у

гібриду Аякс на фоні внесених мінеральних добрив та підживлення сучасними добривами Нутрімікс, Нутрібор та Мікро-Мінераліс Кукурудза по 4 та 8 листку становили 36136-35324 Мдж/га. За зазначеного варіанту ці показники у гібриду Оржиця 237 МВ були в межах 34327-35206 Мдж/га. Разом з тим варто відмітити і значне зростання виходу енергії з урожаєм зерна гібридів кукурудзи при застосуванні сучасних

Крестьянінов С. В., Єрмакова Л. М., Антал Т. В.

мікродобрив. Найвищі показники у досліджуваних гібридів було отримано за комплексного застосування двох видів добрив у підживленні та дворазової обробки посівів у фенологічні фази 4 та 8 листка. Вони відповідно становили 171952 та 162096 Мдж/га у гібридів Аякс та Оржиця 237 МВ. Основним критерієм енергетичної оцінки

виращування гібридів кукурудзи є показник енергетичної ефективності (Кее). Це відношення маси енергії, що міститься в отриманій продукції до енергії, що витрачена на її отримання. В цілому показник Кее у обох гібридів високий та залежно від виду добрив у гібриду Аякс становив від 4,48 до 4,87 та у гібриду Оржиця 237 МВ 4,36-4,72.

2. Економічна та енергетична ефективність виращування гібриду кукурудзи Оржиця 237 МВ залежно від фону мінеральних добрив та застосування у підживленні добрив з мікроелементним складом, середнє за 2015-2017 рр.

№ п/п	Варіант удобрення (фактор В)*	Урожайність, т/га	Виробничі витрати, грн/га.	Вартість валової продукції, грн/га	Прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %	Кее
1	N ₁₅₆ P ₅₂ K ₅₂ (Фон)	8,32	27262	66560	39298	144	4,56
2	Фон+Нутрімікс, Нутрібор по 4-му листку	8,57	27915	68560	40645	146	4,56
3	Фон+Нутрімікс, Нутрібор по 8-му листку	8,64	28014	69120	41106	147	4,35
4	Фон+Нутрімікс, Нутрібор по 4 та 8-му листку	8,88	28582	70640	42058	147	4,59
5	Фон+ Мікро-Мінераліс Кукурудза по 4-му листку	8,44	27507	67520	40013	145	4,53
6	Фон+ Мікро-Мінераліс Кукурудза по 8-му листку	8,52	27619	68160	40541	147	4,56
7	Фон+Мікро-Мінераліс по 4 та по 8-му листку	8,73	27991	69840	41849	150	4,36
8	Фон+Нутрімікс + Нутрібор + Мікро-Мінераліс Кукурудза по 4 та 8-му листку	9,21	28893	73680	44787	155	4,72
	НІР 0,95, т/га по: фактору А	0,15					
	фактору В	0,05					
	взаємодії АВ	0,11					

*Норма витрат: Нутрімікс – 1 кг/га; Нутрібор – 0,5 кг/га; Мікро-Мінераліс Кукурудза – 1 л/га

Крестьянінов С. В., Єрмакова Л. М., Антал Т. В.

Різна реакція гібридів на внесення добрив з мікроелементним складом та кратності їх застосування обумовлювали і різницю показників енергетичної ефективності.

Висновок. Результати проведених досліджень та визначення економічної і енергетичної ефективності вирощування гібридів кукурудзи Аякс і Оржиця 237 МВ дозволили встановити, що найбільшу економічну ефективність забезпечив

Список використаних джерел

1. Ефективні рішення вирощування кукурудзи та сої: веб-сайт.URL: <https://www.dekalb.ua/novini-ta-podii/efektivni-risenna-virosuvanna-kukurudzi-ta-soi> (дата звернення: 24.04.2017)

2. Ільченко, В. Ю. Дослідження енергоємності технологічних операцій догляду за посівами кукурудзи / В. Ю. Ільченко, М. І. Ролдугін, Н. О. Кучмій // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. Екологія, рослинництво. - 2009. - С. 85-88

3. Каленська С.М., Новицька Н.В., Стрихар А.С., Малеончук О.В., Антал Т.В. Управління процесами формування високоякісного насіння сільськогосподарських культур . *Науковий вісник НАУ*. 2008. Вип. 123. С. 11-17.

4. Каменщук Б.Д. Агроекологічний вплив умов вирощування на зернову продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Корми і кормовиробництво. 2006. Вип.56. С. 16–21

5. Мокрієнко В.А., Усатий Г.Ю. Особливості засвоєння поживних речовин гібридами кукурудзи. *Землеробство*. 2006. С. 12 – 20.

6. Пащенко Ю.М., Борисов В.М., Шишкіна О.Ю. Адаптивні і ресурсозберігаючі технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпропетровськ : АРТ – ПРЕС, 2009, 224с.

7. Санін Ю. Технологія підживлення кукурудзи макро- та мікроелементами, їхне

високоврожайний гібрид Аякс за вирощування на розрахунковому фоні мінеральних добрив та проведення дворазового підживлення посівів у фенологічні фази 4 та 8 листка добривами з мікроелементним складом Нутрімікс (1,0 кг/га), Нутрібор (0,5 кг/га) та Мікро-Мінераліс Кукурудза (1,0 л/га), що забезпечило прибуток 47064 грн/га, вихід енергії з урожаєм – 171952 Мдж/га та Кее – 4,87.

значення та застосування в посівах кукурудзи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.propozitsiya.com/page=146&itemid=3288>.

8. Циков В.С. Питання підвищення конкурентоспроможності виробництва зерна і насіння кукурудзи в ринкових умовах / В.С. Циков, В.С. Рибка, В.І. Альохін // Бюлетень Інституту зернового господарства. – Дніпропетровськ, 1999. – № 8. – С. 55-59.

9. Khalili M., Naghavi M.R., Aboughadareh A.P., Rad H.N., Effects of Drought Stress on Yield and Yield Components in Maize Cultivars (*Zea mays* L.). *International Journal of Agronomy and Plant Production*. Vol. 4 (4):809-812 (2013).

10. Grassini P., Yang H.S., Cassman K.G. Limits to maize productivity in Western Corn-Belt: a simulation analysis for fully irrigated and rainfed conditions *Agric. For. Meteorol.*, 149 (2009), pp. С. 125-126

References

1. Effective Corn and Soybean Growth Solutions: Website. URL: <https://www.dekalb.ua/novini-ta-podii/efektivni-risenna-virosuvanna-kukurudzi-ta-soi> (Date of Appeal: Apr 24, 2014) .

2. Ihenko, V. Yu. Roldugin M.I., & Kuchmii N.O. (2009). Investigation of energy intensity of technological operations for the care of corn crops. *Visnyk Dnipropetrovskoho Ahrarnoho Universytetu* [Ecology, plant growing], 85-88 [in Ukrainian]

Крестьянінов С. В., Єрмакова Л. М., Антал Т. В.

3. Kalenska S.M, Novitskaya N.V., Strihar A.E., Maleonchuk O.V, Antal T.V. (2008). Management of the processes of formation of high-quality seeds of agricultural crops. Naukovyi zbirnyk NAU Scientific herald of NAU, 123. P. 11-17 88 [in Ukrainian]

4. Kamenshchuk, B.D. (200). Agroecological influence of the conditions of cultivation on the grain productivity of corn hybrids of different groups of maturation [Kormy I kormovyrobnytstvo] 56, 16-21 [in Ukrainian]

5. Mokrienko, V.A, Usatuiy, H.YU. (2006). Features of assimilation of nutrients by hybrids of corn. *Zemlerobstvo* [Agriculture] 18, 12-20 [in Ukrainian]

6. Pashchenko Yu.M., Borisov V.M, Shishkina O.Yu. (2009). Adaptive and resource-saving technologies of growing hybrids of corn. Dnipropetrovsk: ART - PRESS, 224p. [in Ukrainian]

7. Sanin Yu. Technology of corn rejuvenation by macro- and microelements,

their significance and application in corn crops [Electronic resource]. Access mode: <http://www.propozitsiya.com/> Page = 146 & itemid = 3288. [in Ukrainian]

8. Tsikov V.S., Rybka V.S., Alyochin V.I. (1999). The issue of increasing the competitiveness of grain and corn seed production in market conditions. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva* [Bulletin of the Institute of Grain Farmin] 8, 55-59. [in Ukrainian]

9. Khalili M., Naghavi M.R., Aboughadareh A.P., Rad H.N., Effects of Drought Stress on Yield and Yield Components in Maize Cultivars (*Zea mays* L.). *International Journal of Agronomy and Plant Production*. Vol. 4 (4):809-812 (2013).

10. Grassini P., Yang H.S., Cassman K.G. Limits to maize productivity in Western Corn-Belt: a simulation analysis for fully irrigated and rainfed conditions *Agric. For. Meteorol.*, 149 (2009), pp. 125-126

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ КУКУРУЗЫ ЗАВИСИМО ОТ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ВНЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ ПОСЕВОВ

Е.В. Крестьянинов, Л.М.Єрмакова, Т.В.Антал,

Аннотация. Цель исследований заключалась в определении экономической и энергетической эффективности технологии выращивания кукурузы за применения минеральных удобрений $N_{158}P_{52}K_{52}$ и подкормки посевов удобрениями Нутримикс (1,0 кг/га), Нутрибор (0,5 кг/га) и Микро -Минералис Кукуруза (1,0 л/га). Применение под кукурузу минеральных удобрений и внекорневой подкормки посевов удобрениями с микроэлементным составом обеспечило условно чистую прибыль на уровне 41773-47064 грн/га, рентабельность 142-151% и коэффициент энергетической эффективности (Кээ) - 4, 73-4,87 у гибрида Аякс и у гибрида Оржица 237 МВ указанные показатели составили соответственно: 39298-44787 грн/га, 144-155% и Кээ 4,56 - 4,72. Такой диапазон показателей обусловлен применением удобрений у подкормке разрозненно и совместно с одно- и двухразовым применением у фенологические фазы четвертого, восьмого и четвертого и восьмого листьев. Применение удобрений с микроэлементами у внекорневую подкормку обеспечивало повышение энергетической и экономической эффективности выращивания кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза, урожайность, экономическая эффективность, удобрения, рентабельность, прибыль, стоимость продукции

ECONOMIC AND ENERGY EFFICIENCY OF MAIZE CULTIVATION DEPENDING ON MINERAL FERTILIZERS AND FOLIAR FERTILIZATION

Ye. V. Krestyaninov, L. M. Ermakova, T. V. Antal

Abstract. *The purpose of the research was to determine the economic and energy efficiency of maize cultivation technology for the application of mineral fertilizers N158P52K52 and fertilizing fertilizers with Nutrimix (1.0 kg / ha), Nutribor (0.5 kg / ha) and Micro Mineralis Maize (1.0 l / Ha). Application of mineral fertilizers to corn and non-root fertilization of crops with fertilizers with a trace element contributed net profit at the level of 41773 - 47064 UAH / ha, profitability of 142-151% and energy efficiency factor (Kee - 4,73-4,87) in the Ajax hybrid and respectively, 237 MB in the hybrid Orzhitsa, the indicated indices were: 39298-44787, 144-155% and 4,56 -4.72 respectively. Such a range of indicators is due to the use of fertilizers in nutrition, distinctly and consistently for one and two single applications in the phenological phases of the 4th, 8th and 4th and 8th leaves. The application of fertilizers with trace elements in foliar nutrition provided a slight increase in the energy and economic efficiency of corn cultivation.*

Key words: *corn, yield, economic efficiency, fertilization, profitability, profit, cost of production*

УДК 633:633.111.1:631.559

**МІНЛИВІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ ТА
ВРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО
ВІД ПЕРЕДПОСІВНОГО КАЛІБРУВАННЯ
НАСІННЕВОГО МАТЕРІАЛУ**

М. І. КУЛИК, доктор сільськогосподарських наук

О. В. ОНОПРІЄНКО, аспірант

Полтавська державна аграрна академія

Н. О. СИПЛИВА, кандидат біологічних наук

А. О. ГАЙДАЙ, старший науковий співробітник

Український інститут експертизи сортів рослин

E-mail: kulykmaksym@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.007>

***Анотація.** У статті обґрунтовано необхідність удосконалення елементів технології вирощування сортів пшениці м'якої озимої, з урахуванням крупності насінневого матеріалу та погодних умов вегетаційного періоду культури. Визначено, що поряд із сортовими властивостями використання для сівби попередньо підготовленого насіння має вплив на його посівні властивості, польову схожість, ріст та розвиток рослин, формування ними елементів продуктивності та урожайності зерна.*

Дослідження проведено на п'яти зареєстрованих сортах пшениці м'якої озимої 'Царичанка', 'Кармелюк', 'Сидір Ковпак', 'Диканька' та 'Санжара' в агрокліматичній зоні центральної частини Лісостепу України. Результатами досліджень встановлено, що найвищу польову схожість насіння мають сорт 'Кармелюк' за сівби мілкою і середньою фракцією насіння (відповідно 94 і 90%), та сорт 'Диканька' – сівба середньою та крупною фракцією (відповідно 95 і 86 %). Відсоток схожості насіння сортів 'Царичанка', 'Санжара' знаходиться майже на одному рівні 82 і 89 відповідно. Показники елементів структури колосу були найвищими у сортів 'Кармелюк' – 30,5 шт зерен в колосі, за його маси в колосі 0,86 г, 'Диканька' – 30,6 шт зерен в колосі, за його маси в колосі 0,87 г. Використання насіння середньої фракції за сівби забезпечило найвищий урожай у сортів 'Кармелюк', 'Диканька' що становив 4,7 т/га. За сівби насінням крупної фракції найвищий показник урожайності отримали сорти 'Диканька' та 'Санжара' – 4,8 і 4,9 т/га відповідно.

***Ключові слова:** елементи продуктивності, пшениця м'яка озима, схожість насіння, урожайність, фракція насіння*

Актуальність. На даний час сучасна технологія насінництва має забезпечувати отримання насінневого матеріалу з високими показниками

врожайних властивостей і посівних кондицій. Врожайні властивості, поняття ширше, ніж посівна якість. Воно інтегрує комплекс генетичної,

Кулик М. І., Онопрієнко О. В., Сиплива Н.О., Гайдай А.О.

екологічної й матеріальної різноякісності, що формується в процесі вирощування, збирання, сортування, зберігання і підготовки насіння до сівби [1].

Під час підготовки насіння необхідно виділити найякісніші фракції. Вже протягом століття продовжується дискусія про цінність крупних фракцій насіння для сівби. Але потрібно звертати увагу на те, що повноцінним є й насіння середніх фракцій, яке за оптимальних погодних умов, за врожайними властивостями не поступається насінню крупних фракцій. Крупність насіння не є вирішальним чинником в одержанні високого врожаю, хоча продуктивність рослин, як правило, підвищується зі збільшенням маси насіння. Здатність насіння утворювати здорову життєздатну рослину високої продуктивності зумовлюється не лише його крупністю, але й ваговитістю [2]. У зв'язку з цим постає питання, який розмір насіння найбільше формує насінневу продуктивність нових сортів сільськогосподарських культур.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сьогодні нема єдиного підходу у виборі крупності насіння сортів пшениці. Дослідження насіннезнавців свідчать, що кращим за показниками якості в партії насіння є те, яке належить до середньої та крупнішої фракції насіння [3]. Зі збільшенням фракції висіяного

насіння, в межах одного сорту, підвищується кількість зародкових корінців, рослини формуються міцнішими та характеризуються швидким проходженням етапів органогенезу [4]. Abdul Raziq Shahwan, Sana Ullah Baloch та інші [5] досліджували посіви пшениці насінням великих розмірів встановили, що посів пшениці зазначеною фракцією насіння був надзвичайно важливим із найбільш перспективними агрономічними показниками (урожайність зерна, кг/га) порівняно з насінням малих розмірів (урожайність зерна, кг/га). Автором Gadisa A. [6] встановлено що розмір насіння пшениця – це ознака, яка найбільш стійко пов'язана із урожайністю зерна. Розмір насіння був найвагомішою ознакою, яка вплинула на ріст і розвиток рослин та урожайність. Урожай зерна пшениці значно збільшився за рахунок збільшення розміру насіння. Використання якісного насіння та великий розмір насіння збільшують урожай зерна пшениці озимої.

Robert N. [7] визначив, що густина рослин ярої пшениці, кількість колосів, формування біомаса та врожайність зерна зростали зі збільшенням розміру насіння та висіву. У середньому за всіма іншими факторами використання більш високих норм висіву та більших розмірів насіння покращило врожайність відповідно на 12 та 18 %. Відповідно, урожайність

Кулик М. І., Онопрієнко О. В., Сиплива Н.О., Гайдай А.О.

зерна щільно корелює з розміром насіння, ніж із чинником норми висіву насіння. Багатьма працями підтверджується висновок про те, що між крупністю насіння та продуктивністю рослин, що з нього вирости, немає прямої залежності. Шляхом відбору крупних зерен не вдається поліпшити ні врожайних, ні сортових властивостей насіння, тому що повноцінність насіння не пов'язується з його крупністю [2, 8]. Zareian A., Hamidi A., Sadeghi H. та інші [9] вивчаючи розмір насіння пшениці встановили, що розмір насіння має значний вплив на всі кількісні ознаки в лабораторії та на полі, за винятком відсотка проростання та показника врожаю.

Розбіжність думок щодо впливу крупності насіння на формування насінневої продуктивності пшениці озимої і визначило тему наших досліджень. Сучасна технологія насінництва має забезпечувати отримання насінневого матеріалу з високими показниками врожайних властивостей і посівних кондицій. Врожайні властивості поняття ширше, ніж посівна якість. Воно інтегрує комплекс генетичної, екологічної й матеріальної різноякісності, що формується у процесі вирощування, збирання, сортування, зберігання і підготовки до сівби [1].

Показник крупності для насіння пшениці вітчизняним стандартом не нормується, хоча він частково

враховується при визначенні чистоти за ДСТУ 4138-2002 [10-11].

Так, те насіння, яке в процесі просіювання пройшло через підсівне сито типорозміром $1,7 \times 20$ мм вважається дрібним і відноситься до відходу, те, що залишилось на ситі, зараховується до насіння, без його поділу на крупність. Проте у стандартах інших країн крупність береться до уваги, наприклад, у Германії маса 1000 насінин пшениці має становити 43–55 г.

Багатьма дослідженнями встановлено пряму кореляцію між крупністю і масою насінини, проте не завжди вона чітко існує. Кореляція може порушуватись при порівнянні між собою насіння різних сортів, з різним хімічним складом і фізичними властивостями, а також при формуванні і дозріванні за неоднакових умов.

У досліджах М. К. Іжика насіння розподіляли за співвідношенням товщини і ширини насінини [12]. Виходячи з польових дослідів, автор дійшов висновку, що крупність не має великого значення у разі сівби високоякісним насінням та за сприятливих умов. Однак при низькій вологості ґрунту і необхідності збільшувати глибину заробки перевагу слід надавати крупному і важкому насінню. Вплив крупності на якість і врожайність насіння пшениці озимої детально досліджували на Синельниківській селекційно-дослідній станції [13].

У цих дослідках поняття крупності було чітко конкретизовано, а саме вивчали фракції насіння з різною масою 1000 зерен – 50–55, 45–50, 40–45, 35–38, 32–35 г. У результаті досліджень, проведених на станції, встановлено підвищення врожаю пшениці озимої при сівбі насінням з масою 1000 зерен понад 38 г. Найбільший врожай по різних попередниках (чорний пар і стерньові) забезпечувало насіння з масою 50–55 г.

У дослідках Селекційно-генетичного інституту вплив крупності вивчали за показниками маси 1000 зерен і фракції насіння, отриманої послідовно при просіюванні на ситах 1,5×20; 1,7×20; 2,0×20; 2,2×20 мм. У дослідках були задіяні різні сорти пшениці озимої та ячменю ярого. У більшості варіантів від насіння з більшою масою і крупністю отримували вищу інтенсивність росту проростків, схожість лабораторну і польову, а також зростання врожаю [14].

У зв'язку з чим ми провели лабораторні та польові дослідження з вивчення впливу фракційного складу насіння на посівні якості насінневого матеріалу та їх впливу на врожайність сортів пшениці озимої.

Мета дослідження. Визначити вплив фракції насінневого матеріалу на посівні якості, мінливість елементів урожайності сортів пшениці м'якої озимої.

Матеріали і методи дослідження. Експеримент проведено в умовах центрального Лісостепу України згідно загальних методик дослідної справи в агрономії [15-17].

Матеріалом для дослідження були сорти пшениці м'якої озимої селекції Полтавської державної аграрної академії: 'Царичанка', 'Кармелюк', 'Сидір Ковпак', 'Диканька' та 'Санжара'.

Сівбу досліджуваних сортів проводили насінням відібраним на решетах та поділених на фракції: мілка (1), середня (2), крупна (3), та суміш (4).

Агротехніка в досліді – загальноприйнята для ґрунтово-кліматичної зони Лісостепу України.

Результати досліджень та їх обговорення. За посівними якостями (чистотою та схожістю) насіння усіх сортів пшениці м'якої озимої відносимо до першого класу.

За результатами дослідження встановлено, що з-поміж сортів пшениці м'якої озимої поставлених на вивчення найбільшу польову схожість забезпечили сорти 'Царичанка' (82,0 %), 'Кармелюк' (94,0 %), 'Сидір Ковпак' (85,0 %) за сівби крупною фракцією насіння. Сорти пшениці 'Диканька' (95,0 %) і 'Санжара' (91,0 %) – при сівбі середньою фракцією насіння (табл. 1, рис. 1).



Рис. 1. Дослід з вивчення впливу крупності насіння на врожайність сортів пшениці озимої

1. Посівні якості висіяного насіння сортів пшениці озимої залежно від фракційного складу, середнє за 2015-2017 рр.

Фракція насіння	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість насіння, %	Польова схожість насіння, %	Маса 1000 зерен, г
Царичанка				
1	90	100	72	34,0
2	84	100	77	53,2
3	68	96	80	55,9
4	92	96	82	48,4
Кармелюк				
1	100	100	93	24,0
2	100	100	90	38,4
3	100	100	91	47,5
4	100	100	94	39,6
Сидір Ковпак				
1	96	100	68	29,6
2	100	100	76	46,8
3	100	100	77	52,8
4	92	100	85	39,6
Диканька				
1	68	100	67	36,8
2	100	100	95	52,8
3	100	100	89	58,8
4	96	100	86	49,2
Санжара				
1	94	100	79	30,4
2	100	100	91	50,4
3	100	100	84	59,6
4	96	100	82	46,4

Кулик М. І., Онопрієнко О. В., Сиплива Н.О., Гайдай А.О.

Визначено, що крупність насінневого матеріалу мала вплив і на елементи структури врожаю колосу та крупність зерна. Так, сорт 'Царичанка' сформував 26,8 шт. зерен в колосі, за його маси 0,65 г при сівбі середньою фракцією насіння, сорт 'Кармелюк' на цих же варіантах досліду, відповідно – 30,5 шт. і 0,86 г, сорт 'Сидір Ковпак' – 27,4 шт. і 0,85 г,

'Диканька' – 30,6 шт. і 0,86 г. Для даних сортів встановлена залежність: сівба мілкою і крупною фракцією, а також сумішшю насіння знижує кількість та масу зерен з колосу. У сорту 'Санжара' виявлено максимальне збільшення кількості зерен з колосу до 26,8 шт. і маси зерна з колосу 0,88 г на варіантах сівби крупною фракцією насіння (табл. 2).

2. Вплив фракційного складу насіння на показники структури врожаю колосу пшениці озимої в репродукції, 2016-2018 рр.

Фракція насіння (фактор Б)	Кількість зерен в колосі, шт.	Вага зерна з колосу, г	Маса 1000 зерен, г
Царичанка (фактор А)			
варіант 1	25,0	0,61	35,0
варіант 2	26,8	0,65	43,0
варіант 3	24,2	0,63	52,5
варіант 4	23,0	0,62	44,0
Кармелюк			
варіант 1	25,9	0,67	48,0
варіант 2	30,5	0,86	50,0
варіант 3	23,5	0,74	42,0
варіант 4	26,5	0,70	52,0
Сидір Ковпак			
варіант 1	23,4	0,81	41,6
варіант 2	27,4	0,85	50,4
варіант 3	26,5	0,80	30,8
варіант 4	20,96	0,45	40,5
Диканька			
варіант 1	28,8	0,83	39,8
варіант 2	30,6	0,87	48,4
варіант 3	22,3	0,79	49,2
варіант 4	21,6	0,81	43,7
Санжара			
варіант 1	23,4	0,80	38,9
варіант 2	25,4	0,86	45,3
варіант 3	26,8	0,88	48,4
варіант 4	24,8	0,75	39,0
НІР ₀₅ (фактор А)	0,54	0,04	0,45
НІР ₀₅ (фактор Б)	1,08	0,01	1,23
НІР ₀₅ (фактор А і Б)	0,57	0,12	0,17

На збільшення маси 1000 зерен суттєвий вплив мала сівба середньою

фракцією насіння, що характерно для сорту 'Сидір Ковпак' (50,4 г), крупною

Кулик М. І., Онопрієнко О. В., Сиплива Н.О., Гайдай А.О.

– 'Царичанка' (52,5 г), 'Диканька' (49,2 г) і 'Санжара' (48,4 г), для сорту 'Кармелюк' ваговитість зерна збільшується при сівбі сумішшю насіння (52,0 г).

Урожайність у досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої залежно від крупності насіннєвого матеріалу варіювала у межах – від 3,08 до 4,86 т/га, з найбільшим значенням на

варіанті 3 (крупне насіння) у сортів 'Санжара' (4,9 т/га) та 'Диканька' (4,8 т/га), на варіанті 2 (середнє насіння) 'Кармелюк' (4,67 т/га), 'Сидір Ковпак' (4,29 т/га) та 'Царичанка' – 4,0 т/га.

Графічне відображення даних врожайності сортів пшениці озимої залежно від досліджуваних факторів наведено на рис. 2.

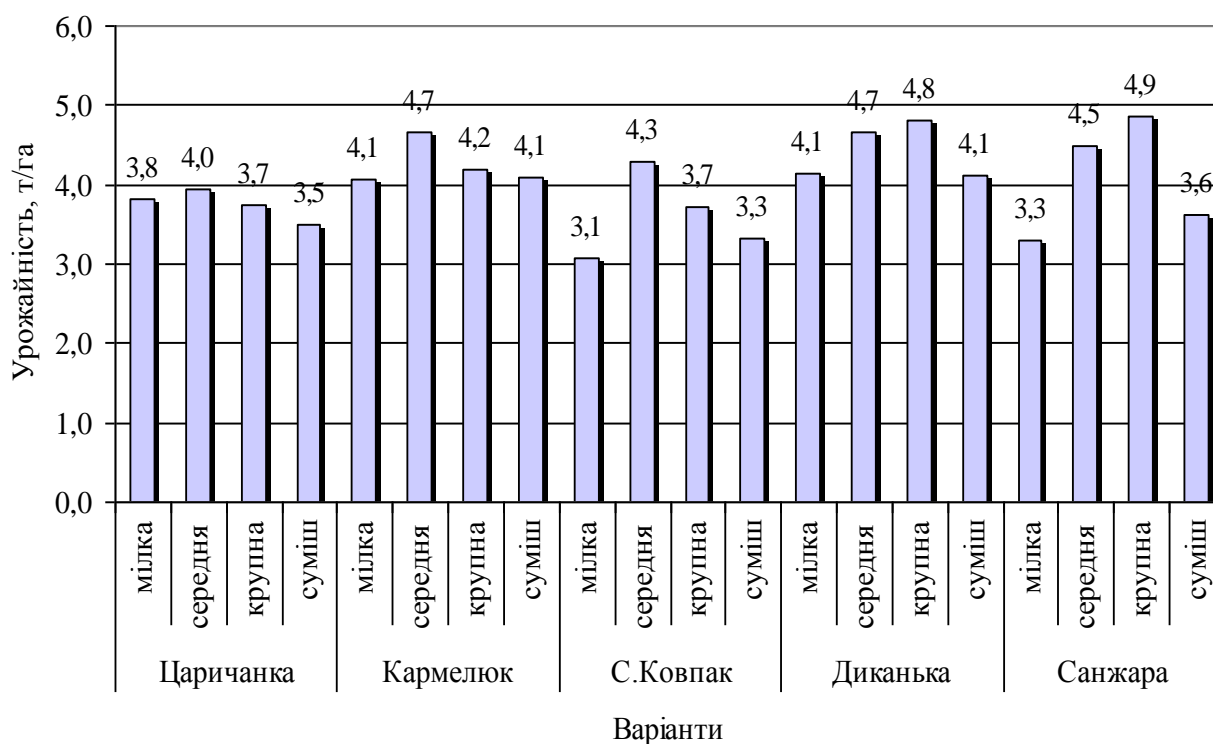


Рис. 2 Урожайність сортів пшениці озимої залежно від фракції насіннєвого матеріалу, середнє за 2016-2018 рр.

Проведення кореляційного аналізу вибірки між елементами структури врожаю колосу дозволило виявити сильний зв'язок між крупністю насіння, кількістю зерен в колосі, їх вагою, показником 1000 зерен та врожайністю зерна в розрізі досліджуваних сортів пшениці озимої (рис. 2).

Встановлено, що врожайність усіх сортів пшениці озимої,

поставлених на вивчення, має сильний кореляційний зв'язок з крупністю насіння та кількістю зерен в колосі ($r > 0,70$), середню кореляцію між масою 1000 зерен та врожайністю зерна виявлено у сортів 'Царичанка', 'Кармелюк' і 'Диканька' ($r = 0,31 \dots 0,69$). У сорту 'Санжара' вага зерна з колосу і врожайність має пряmolінійний кореляційний зв'язок середньої сили (рис. 3).

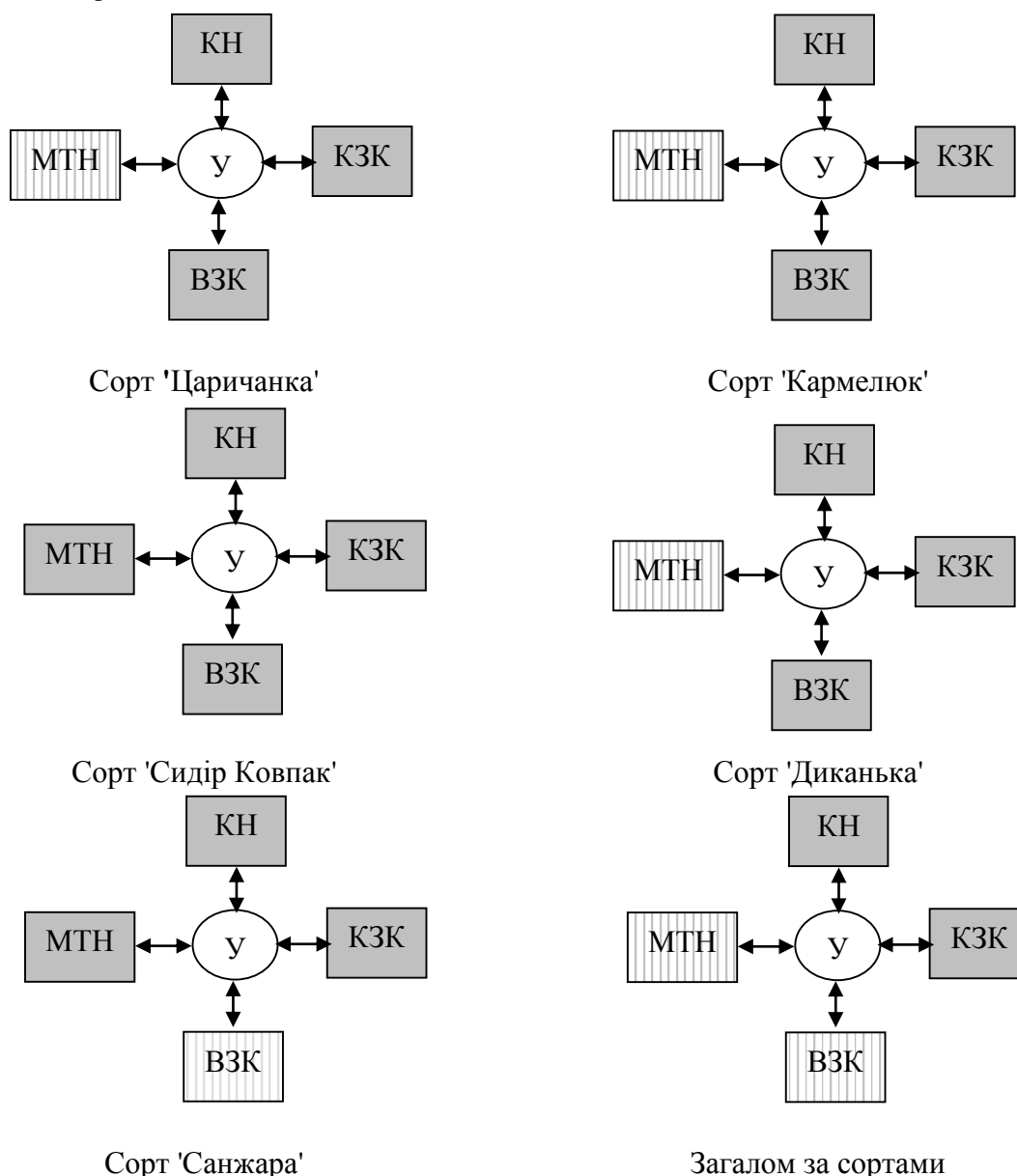




Рис. 3. Кореляційний зв'язок між крупністю насіння, елементами структури врожаю колосу та врожайністю зерна за сортами пшениці озимої, 2016-2018 рр.

Примітка: КН – крупність насіння, КЗК – кількість зерен в колосі, шт.; ВЗК – вага зерна з колосу, г МТН – маса 1000 насінин, г.

 – середній зв'язок між показниками ($r = 0,31 \dots 0,69$)
 – сильний зв'язок між показниками ($r > 0,70$)

Висновки.

1. Встановлено вплив фракції насіннєвого матеріалу на польову схожість насіння пшениці озимої: найбільшим цей показник був у сортів 'Царичанка' (82,0 %), 'Кармелюк' (94,0 %), 'Сидір Ковпак' (85,0 %) за

сівби крупною фракцією насіння. Сорти пшениці озимої 'Диканька' (95,0 %) і 'Санжара' (91,0 %) високу польову схожість насіння забезпечують при сівбі середньою фракцією насіння. За крупністю насіння (маса 1000 насінин більше

Кулик М. І., Онопрієнко О. В., Сиплива Н.О., Гайдай А.О.

50,0 г) виокремлено сорти 'Царичанка', 'Сидір Ковпак', 'Диканька' і 'Санжара'.

2. Визначено особливості формування врожайності зерна пшениці озимої залежно від крупності насіннєвого матеріалу: сорти 'Кармелюк' (4,67 т/га), 'Сидір Ковпак' (4,29 т/га) та 'Царичанка' (4,0 т/га) збільшують врожай за сівби середньою фракцією насіння, а сорти

'Санжара' (4,9 т/га) та 'Диканька' (4,8 т/га) за сівби крупним насінням.

3. Визначальним у формування збільшеного рівня врожайності зерна для усіх досліджуваних сортів пшениці озимої є крупність насіннєвого матеріалу та кількість зерен в колосі, в меншій мірі має вплив вага зерна з колосу та маса 1000 зерен, що підтверджується кореляційними залежностями між показниками.

Список використаних джерел

1. Кузнецова Т. Е., Левштанов С. А., Серкин Н. В., Юсупов Р. Р. Посевные качества и урожайные свойства семян озимого ячменя в зависимости от фракций посевного материала. *Зерновое хозяйство России*. 2012. № 13. С. 47–52.

2. Шелепов В. В., Маласай В. М., Пензев А.Ф. Морфология, биология, хозяйственная ценность пшеницы: науч. изд. Мироновка, 2004. 524 с.

3. Цепенко А. А., Аринов К. К. Крупность и урожай яровой пшеницы. *Селекция и семеноводство*. 1971. № 6. С. 64–66.

4. Антонов И. В., Фидик В. И., Мовчан Л. К. Комбинирование семян яровой пшеницы для возделывания по интенсивной технологии. *Селекция и семеноводство*. 1988. № 3. С. 33–35.

5. Abdul Raziq Shahwan, Sana Ullah Baloch, Shahbaz Khan Baloch, Baber Mengal, Waseem Bashir, Hafeez Noor Baloch, Rameez Ahmed Baloch, Abdul Haleem Sial, Salih A. I. Sabiel, Kamran Razzaq, Ayaz Ahmed Shahwani and Ashraf Mengal. 2014. Influence of seed size on germinability and grain yield of wheat (*Triticum Aestivum* L.) VARIETIES. *Journal of Natural Sciences Research* www.iiste.org, 4 (23), 147–155.

6. Gadisa A. (2019) Review on the Effect of Seed Source and Size on Grain Yield of Bread Wheat (*Triticum Aestivum* L.). *J Ecol & Nat Resour.* 3(1), 000155. doi: 10.23880/jenr-16000155

7. Robert N. (2004) Stougaard and Qingwu Xue. Spring Wheat Seed Size and Seeding Rate Effects on Yield Loss Due to Wild Oat (*Avena fatua*) Interference. *Weed Science*, 52 (1), 133–141.

8. Войтович Н. В., Никифоров В. М. Технологии возделывания яровых зерновых культур в Центральном районе Нечерноземной зоны Российской Федерации. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. 53 с.

9. Zareian A., Hamidi A., Sadeghi H. and Jazaeri M.R. (2013). Effect of Seed Size on Some Germination Characteristics, Seedling Emergence Percentage and Yield of Three Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars in Laboratory and Field. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 13 (8), 1126-1131, 2013: 1126-1131. doi: 10.5829/idosi.mejsr.2013.13.8.651

10. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови: ДСТУ 2240-93 [Чинний від 1994-07-01]. К.: Держстандарт України, 1994. 73 с.

11. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002 [Чинний від 2004-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.

12. Ижик Н. К. Полевая всхожесть семян. К.: Урожай, 1976. 200 с.

13. Рак Ф. К. Зависимость урожая озимой пшеницы от крупности семян. Биологические основы повышения урожая кукурузы и других полевых культур в северной Степи УССР: сб. статей. – Днепропетровск, 1976. С. 107–110.

14. Кіндрук М. О., Вишневецький В. В., Павлюченко С. О. Перспективи використання основних положень стандартизації у підвищенні вимог до якості насіння. Насінництво: теорія і практика прогнозування продуктивності сортів і гібридів за якістю насіння та садивного матеріалу: наук. праці Південного філіалу НУБІП. С.-г. науки. Вип. 127. 2009. С. 35–39.

15. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Навчальний посібник: у 2 кн. Харків: Майдан, 2016. 316 с.

16. Єщенка В.О. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник; [М-во аграрн. Політ. України]. К: Дія, 2005. 288 с.

17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Kuznecova T. E., Levshantov, N. V., Serkin, R. R. (2012). Posevnyye kachestva i urozhajnye svojstva semjan ozimogo jachmenja v zavisimosti ot frakcij posevnogo materiala [Sowing qualities and yield properties of winter barley seeds depending on the fractions of the seed]. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*. 13, 47–52.

2. Shelepov V. V., Malasaj V. M., Penzev A.F. (2004). Morphology, biology, economic value of wheat]: navchal'nyy posibnyk.

3. Cепенко А. А., Аринов К. К. (1971). Krupnost i urozhaj jarovoj pshenicy [Size and yield of spring wheat]. *Selekcija i semenovodstvo*. 6, 64–66.

4. Antonov I. V., Fidik V. I., Movchan L. K. (1988) Kombinirovanie semjan jarovoj pshenicy dlja vzdelyvanija po intensivnoj tehnologii [Combining spring wheat seeds for intensive cultivation]. *Selekcija i semenovodstvo*. 3, 33–35

5. Abdul Raziq Shahwan , Sana Ullah Baloch, Shahbaz Khan Baloch, Baber Mengal, Waseem Bashir, Hafeez Noor Baloch, Rameez Ahmed Baloch, Abdul Haleem Sial, Salih A. I. Sabiel, Kamran Razzaq, Ayaz Ahmed Shahwani and Ashraf Mengal. (2014) Influence of seed size on germinability and grain yield of

wheat (*Triticum Aestivum* L.) VARIETIES. *Journal of Natural Sciences Research* www.iiste.org Vol. 4, No. 23. Pp. 147–155.

6. Gadisa A. (2019) Review on the Effect of Seed Source and Size on Grain Yield of Bread Wheat (*Triticum Aestivum* L.). *J Ecol & Nat Resour* No. 3(1).

7. DOI: 10.23880/jenr-16000155

8. Robert N. Stougaard and Qingwu Xue. (2004) Spring Wheat Seed Size and Seeding Rate Effects on Yield Loss Due to Wild Oat (*Avena fatua*) Interference. *Weed Science*. Vol. 52, No. 1. Pp. 133–141.

9. Vojtovich N. V., Nikiforov V. M. (2001). Tehnologii vzdelyvanija jarovyh zernovyh kul'tur v Central'nom rajone Nechernozemnoj zony Rossijskoj Federacii [Technologies for the cultivation of spring grain crops in the Central Region of the Non-Black Earth Zone of the Russian]. М.: FGNU Rosinformagroteh

10. Zareian A., Hamidi A., Sadeghi H. and Jazaeri M.R. (2013). Effect of Seed Size on Some Germination Characteristics, Seedling Emergence Percentage and Yield of Three Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars in Laboratory and Field. *Middle-East Journal of Scientific Research* No. 13 (8). Pp. 1126-1131, 1126-1131. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.2013.13.8.651

11. (1994). Seeds of agricultural crops. Varietal and sowing qualities. Technical conditions: DSTU 2240-93 [Valid from 1994-07-01]. К.: Derzhstandart, 73 p.

12. (2002). Seeds of agricultural crops. Methods for determining the quality: DSTU 4138-2002 [Effective from 2004-01-01]. К.: Derzhstandart, 173 p.

13. Izhik N. K. (1976). Polevaja vshozhest' semjan [Field germination of seeds]. К.: Urozhaj

14. Rak F. K. (1976) Zavisimost urozhaja ozimoj pshenicy ot krupnosti semjan [Dependence of winter wheat yield on seed size]. Dnepropetrovsk. [in Ukrainian]

15. Kindruk M. O., Vyshnevskij V. V., Pavlyuchenko S. O. (2009) Perspektivy vykorystannya osnovnyx polozhen standartyzaciyi u pidvyshhenni vymog do yakosti nasinnya [Prospects for the use of the basic provisions of standardization in improving seed quality requirements]. *Seed*

Кулик М. І., Онопрієнко О. В., Сиплива Н.О., Гайдай А.О.

production: theory and practice of forecasting productivity of varieties and hybrids by quality of seeds and planting material: sciences. works of the Southern branch of NUBIP. S.-g. science, 127. 35–39. [in Ukrainian]

16. (2016). Textbook: in 2 books. /Ed. by A. O. Rozhkov, V. K. Puzik, S. M. Kalenska, L. M. Puzik, S. I. Popov, N.M. Muzafarov, V. Ya. Buxalo, Ye. A Kryshstop. Xarkiv: Majdan. [in Ukrainian]

17. Yeshhenka V.O. (2005). Fundamentals of scientific research in agronomy: navchal'nyy posibnyk. K.: Diya, 288 p.

18. Dosphehov B.A. (1985) Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). M.: Agropromizdat

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ И УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДПОСЕВНОЙ КАЛИБРОВКА СЕМЯННОГО МАТЕРИАЛА

М. И. Кулик, А. В. Оноприенко, Н. А. Сипливая, А. А. Гайдай

Аннотация. В статье обоснована необходимость совершенствования элементов технологии выращивания сортов пшеницы мягкой озимой, с учетом крупности семенного материала и погодных условий вегетационного периода культуры. Определено, что наряду с сортовыми свойствами использования для посева предварительно подготовленными семенами влияет на его посевные качества, полевую всхожесть, рост и развитие растений, формирование ими элементов производительности и урожайности зерна.

Исследование проведено на пяти зарегистрированных сортах пшеницы мягкой озимой 'Царичанка', 'Кармелюк', 'Сидор Ковпак', 'Диканька' и 'Санжар' в агроклиматической зоне центральной части Лесостепи Украины. Результаты исследований установлено, что самую высокую полевую всхожесть семян имеют сорт 'Кармелюк' при посеве мелкой и средней фракции семян (соответственно 94 и 90%) и сорт 'Диканька' - сева средней и крупной фракцией (соответственно 95 и 86%). Процент всхожести семян сортов 'Царичанка', 'Санжар' находится почти на одном уровне 82 и 89 соответственно. Показатели элементов структуры колоса были самыми высокими в сортов 'Кармелюк' - 30,5 шт зерен в колосе, по его массы в колосе 0,86 г, 'Диканька' - 30,6 шт зерен в колосе, по его массы в колосе 0,87 г. Использование семян средней фракций при посеве обеспечило высокий урожай у сортов 'Кармелюк', 'Диканька' составлявший 4,7 т / га. При посеве семенами крупной фракции высокий показатель урожайности получили сорта 'Диканька' и 'Санжар' - 4,8 и 4,9 т / га соответственно.

Ключевые слова: элементы производительности, пшеница мягкая озимая, всхожесть семян, урожайность, фракция семян

VARIABILITY OF ELEMENTS OF YIELD STRUCTURE AND YIELD OF WINTER WHEAT VARIETIES DEPENDING FROM PRE-SOWING CALIBRATION

M. Kyluk, O. Onoprienko, N. Syplyva, A. Gaidai

Abstract. *The article substantiates the need to improve the elements of technology for growing varieties of soft winter wheat, taking into account the size of the seed material and weather conditions of the growing season. It is determined that along with varietal properties, the use of pre-prepared seeds for sowing has an impact on its sowing properties, field germination, growth and development of plants, their formation of elements of productivity and grain yield.*

The study was conducted on five registered varieties of soft winter wheat 'Tsarychanka', 'Karmelyuk', 'Sidir Kovpak', 'Dykanka' and 'Sanzhara' in the agro-climatic zone of the central part of the Forest-Steppe of Ukraine. The results of research showed that the highest field germination of seeds have the variety 'Karmelyuk' for sowing shallow and medium fraction of seeds (94 and 90%, respectively), and the variety 'Dykanka' - sowing medium and large fraction (95 and 86%, respectively). The percentage of germination of seeds of varieties 'Tsarychanka', 'Sanzhara' is almost at the same level 82 and 89, respectively. The highest indicators of elements of structure of an ear are found at the varieties 'Karmelyuk' - 30,5 pieces of grains in an ear, for its weight in an ear of 0,86 g, 'Dykanka' - 30,6 pieces of grains in an ear, for its weight in an ear 0, 87. The use of seeds of the middle fraction for sowing provided the highest yield of varieties 'Karmelyuk', 'Dykanka' which amounted to 4.7 t / ha. When sowing seeds of a large fraction, the highest yields were obtained by 'Dykanka' and 'Sanzhara' varieties - 4.8 and 4.9 t / ha, respectively.

Key words: *elements of productivity, soft winter wheat, seed germination, yield, seed fraction*

**ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ
ЦЬОГОЛІТКІВ РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ****В. М. КОНДРАТЮК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент<https://orcid.org/0000-0002-4246-2639>,*Національний університет біоресурсів і природокористування України**E-mail: vadkondratyk@ukr.net*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.008>

Анотація. У статті розглянуто питання ефективності використання повнораціонних комбікормів з різним рівнем обмінної енергії за вирощування цьоголітків райдужної форелі. Метою дослідження передбачалося встановити вплив різних рівнів енергетичного живлення форелі на показники її продуктивності. Для цього за методом аналогів було сформовано п'ять піддослідних груп цьоголітків. У зрівняльній період піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період рівень обмінної енергії в комбікормах форелі коливався від 15 до 19 МДж у 1 кг. У результаті проведених досліджень встановлено, що використання у годівлі цьоголітків форелі комбікормів з підвищеною енергетичною поживністю (19 МДж) супроводжується збільшенням їхньої маси на 10,4 % ($p < 0,05$) та інтенсивності росту – на 5,9-13,2 %, порівняно з аналогами, що споживали корм із поживністю 17 МДж. Зменшення цього показника до 15 МДж/кг сприяє вірогідному зменшенню ($p < 0,05$) маси на 10,7 %, та зниженню інтенсивності росту на 5,3-12,7 %. Доведено, що витрати корму на 1 кг приросту маси у цьоголітків форелі, які отримували комбікорми із вмістом енергії на рівні 19 МДж, були меншими на 3,9 %, а за її вмісту 15 МДж – на 6,7 % більшими, порівняно з рибами, які споживали корм із вмістом енергії 17 МДж/кг. При цьому збереженість піддослідних риб упродовж усього дослідження була на високому рівні 74,3-76,7 %. Аналізом отриманих рибницьких результатів встановлено, що найбільш економічно доцільним є вирощування цьоголітків форелі, які споживають комбікорм із поживністю 17 МДж обмінної енергії, порівняно із зниженням або підвищенням цього показника до 15 та 19 МДж відповідно.

Ключові слова: райдужна форель, годівля риб, комбікорми, обмінна енергія, продуктивність, економічна ефективність

Актуальність статті та аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах сучасного ведення рибництва питання управління якістю продукції, поряд із досягненням високої продуктивності риб, посідають одне із ключових місць у наукових дослідженнях. При цьому

підвищується роль системи наукового супроводу технологічного процесу виробництва, важливе значення у якому займає саме годівля риб [4, 8]. Повноцінно збалансована годівля, з дотриманням оптимальних умов вирощування, є ключовим фактором, що впливає на інтенсивність росту

Кондратюк В. М.

риби та економічні показники ведення галузі [1, 5].

У ряді робіт доведено, що за рахунок оптимізації енергетичного живлення райдужної форелі, можливо забезпечити високий рівень продуктивності та покращити якість їхньої продукції [6, 9, 10].

Відомо, що практичні завдання форелівництва, які тісно пов'язані з визначенням потреби риб на всіх періодах вирощування у поживних та біологічно-активних речовинах, можна вирішити тільки на основі комплексного ґрунтового вивчення усіх процесів в їхньому організмі та, зокрема, особливостей живлення [7].

Таким чином, вивчення питання впливу різного енергетичного живлення цьоголітків райдужної

форелі в сучасних промислових умовах холодноводних рибицьких господарств України є необхідним та актуальним.

Матеріал та методика досліджень. Експериментальні дослідження на цьоголітках райдужної форелі *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) проведені в умовах господарства «Шипот» Перечинського району Закарпатської області.

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

Для цього за методом аналогів сформовано п'ять піддослідних груп риб (табл. 1).

1. Схема науково-господарського дослідження

Групи риб	Щільність посадки на початок дослідження, екз./м ²	Середня маса на початок дослідження, г	Періоди дослідження	
			зрівняльний (5 діб)	основний (40 діб)
			рівень обмінної енергії в 1 кг комбікорму, МДж	
1- контрольна	200	1,16±0,107	17,0	17,0
2- дослідна	200	1,14 ± 0,098		15,0
3- дослідна	200	1,17 ± 0,093		16,0
4- дослідна	200	1,13 ± 0,101		18,0
5- дослідна	200	1,14± 0,099		19,0

У зрівняльний період піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період рівень обмінної енергії в комбікормах форелі дослідних груп регулювали за рахунок зміни окремих компонентів

комбікормів (з використанням комбінованих математичних методів оптимізації розрахунку за допомогою програми AgroSoft WinOpti). Поживність експериментальних комбікормів наведено у таблиці 2.

Кондратюк В. М.

2. Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Групи риб				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Обмінна енергія, МДж	17,00	15,00	16,00	18,00	19,00
Сирий протеїн	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00
Сирий жир	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Сира клітковина	2,12	2,50	2,10	2,07	2,30
Кальцій	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Фосфор загальний	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Лізін	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Метіонін	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Вітамін А, тис. МО	15	15	15	15	15
Вітамін D ₃ , тис. МО	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Вітамін Е, мг	250	250	250	250	250

Годівлю цьоголітків райдужної форелі проводили 6 раз на добу, в денний час через рівні проміжки. Необхідну кількість корму розраховували відповідно до показників індивідуальної маси молоді та температури середовища на момент годівлі.

Щільність посадки піддослідних риб на початку досліду становила 200 екз./м². Вирощування молоді проводили в ставах за рівня води в них 1 м. Умови утримання цьоголітків протягом періоду досліду відповідали загальновизнаним у форелівництві [2].

Контрольні лови піддослідної форелі проводили раз на 5 діб. Зважуванню на електронних вагах піддавали по 100 екз. молоді з кожної групи. Результати досліджень опрацьовані методом варіаційної статистики [3] за допомогою програмного забезпечення MS Excel і

STATISTICA 7.0. з використанням вбудованих статистичних функцій.

Результати досліджень та їх обговорення. Встановлено, що у основний період досліду, за рахунок різного енергетичного живлення цьоголітків форелі, спостерігалися помітні зміни у показниках наростання їхньої маси (табл. 3).

На час закінчення досліду (45 доба) найвищої маси досягли цьоголітки 4- та 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 5,5 та 10,4 % ($p < 0,05$). У цей же час цьоголітки 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за згаданим показником контрольним ровесникам відповідно на 1,19 і 0,52 г, або на 10,7 ($p < 0,05$) і 4,7 %. Різниця між показниками маси риб 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 15 і 19 МДж відповідно, у цей період становила 23,5 % на користь останніх.

3. Маса піддослідних цьоголітків форелі за різного енергетичного живлення, г

Доба дослідіу	Групи риб				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	1,16±0,107	1,14 ± 0,098	1,17 ± 0,093	1,13 ± 0,101	1,14± 0,099
5	2,04±0,175	2,01±0,186	2,06±0,169	2,03±0,199	2,00±0,184
10	3,05±0,196	3,03±0,222	3,03±0,218	3,16±0,231	3,22±0,226
15	4,14±0,210	4,00±0,257	4,07±0,206	4,29±0,243	4,41±0,203
20	5,27±0,272	4,99±0,281	5,16±0,247	5,61±0,260	5,76±0,221
25	6,41±0,243	5,96±0,305	6,24±0,284	6,82±0,292	7,01±0,259
30	7,63±0,284	7,03±0,326	7,31±0,308	8,09±0,313	8,45±0,297*
35	8,82±0,329	8,09±0,354	8,45±0,372	9,35±0,364	9,78±0,338*
40	9,98±0,427	9,05±0,370	9,51±0,353	10,55±0,391	11,09±0,362*
45	11,16±0,349	9,97±0,455*	10,62±0,394	11,77±0,423	12,32±0,349*

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою

Опис росту цьоголітків форелі за допомогою математичних методів

підтвердив висхідну форму кривої росту (рис.).

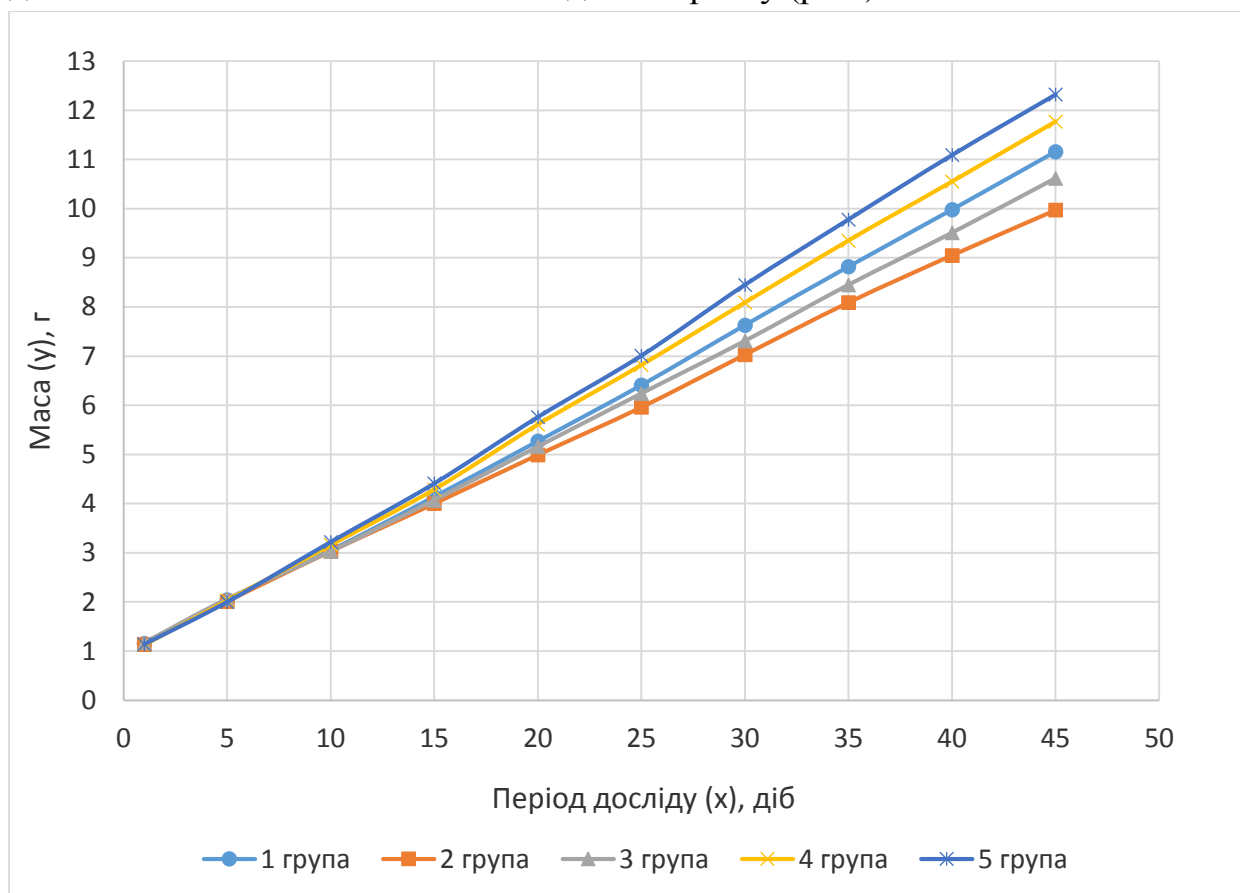


Рис. Графічна модель росту цьоголітків форелі за різного енергетичного живлення

Кондратюк В. М.

Ріст цьоголіток форелі описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. За зміною періоду

дослідів (x) залежно від рівня енергії у комбікормі можна спрогнозувати масу цьоголітків (функція – y):

1 група (17,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0004x^2 + 0,2087x + 0,9473 (R^2 = 0,9999);$$

2 група (15,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0001x^2 + 0,2061x + 0,9409 (R^2 = 0,9998);$$

3 група (16,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0002x^2 + 0,2046x + 0,9817 (R^2 = 0,9999);$$

4 група (18,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0003x^2 + 0,2317x + 0,8531 (R^2 = 0,9998);$$

5 група (19,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0004x^2 + 0,2388x + 0,8219 (R^2 = 0,9997).$$

Дані дисперсійного аналізу свідчать, що різний рівень енергетичного живлення цьоголітків форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливав на масу піддослідних риб. Частка впливу даного фактору становить 79,7 %, що майже у 4 рази вище за вплив решти чинників.

Розрахунки середньодобових приростів маси цьоголітків форелі показали, що впродовж періоду

вирощування характер їхніх змін залежав від рівня обмінної енергії в комбікормі та відповідної динаміки росту риб (табл. 4). Встановлено, що майже в усі періоди дослідів цьоголітки, які споживали більш енергетичні корми, переважали за середньодобовими приростами аналогів, яким згодовували комбікорм з меншою енергетичною поживністю.

4. Середньодобові прирости маси цьоголіток форелі за різного енергетичного живлення, г

Періоди дослідів, діб	Групи риб				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,176	0,174	0,178	0,180	0,172
6-10	0,202	0,204	0,194	0,226	0,244
11-15	0,218	0,194	0,208	0,226	0,238
16-20	0,226	0,198	0,218	0,264	0,270
21-25	0,228	0,194	0,216	0,242	0,250
26-30	0,244	0,214	0,214	0,254	0,288
31-35	0,238	0,212	0,228	0,252	0,266
36-40	0,232	0,192	0,212	0,240	0,262
41-45	0,236	0,184	0,222	0,244	0,246
У середньому за основний період дослідів (6-45 діб)	0,228	0,199	0,214	0,244	0,258

Кондратюк В. М.

Слід зазначити, що загалом за основний період досліду більшими середньодобовими приростами маси характеризувались цьоголітки 4- і 5-ї дослідних груп, що отримували комбікорм з вмістом обмінної енергії на рівні 18 і 19 МДж, які за цим показником переважали контрольних, відповідно на 7,0 і 13,2 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм з вмістом обмінної енергії на рівні 15 і 16 МДж, у основний період досліду поступалися контрольним за згаданим показником відповідно на 12,7 і 6,1 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовими приростами маси за основний період досліду становила 29,6 %.

Аналіз витрат кормів свідчить про те, що використання за основний період досліду для годівлі цьоголіток форелі комбікормів із вмістом обмінної енергії 19 МДж (5-а група) сприяло зниженню їхніх витрат на одиницю приросту маси, порівняно з рибами, які споживали корми із нищим рівнем енергії. Так, витрати корму на 1 кг приросту маси у цьоголіток 5-ї групи становили 0,794 кг, що на 0,31; 0,86; 0,57 і 0,19 кг менше, ніж у 1-, 2-, 3- і 4-й групах відповідно.

Слід зазначити, що збереженість піддослідних риб упродовж усього періоду досліду була достатньо високою і перебувала в межах від 74,3 до 76,7 %.

Аналізуючи показники ефективності вирощування цьоголіток форелі, залежно від вмісту в кормах обмінної енергії, можна стверджувати, що за різного енергетичного живлення ці показники відрізнялися між собою (табл. 5). Зокрема, можна констатувати той факт, що підвищення поживності комбікормів з 15 (2-а група) до 19 Мдж (5-а група) призводить до збільшення приросту іхтіомаси за основний період досліду на 6,9-37,5 %. У результаті неоднакових витрат корму на одиницю приросту маси риб, цей показник і його вартість на загальний приріст іхтіомаси помітно різнилися за дослідними групами. Усе це, в кінцевому результаті, вплинуло на собівартість одиниці приросту іхтіомаси цьоголіток форелі, виявилася найнижчою у риб, які споживали корм із поживністю 17 МДж (1-а група). Зокрема, за згаданим показником, вони переважали аналогів усіх інших груп, відповідно (за схемою досліду) на 17,0; 19,4; 2,9 і 2,1 %.

Кондратюк В. М.

5. Економічна ефективність вирощування цьоголітків форелі за різного енергетичного живлення

Показник	Групи риб				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду дослідів, кг	39,9	39,2	40,33	39,91	39,2
Збереженість, %	75,9	74,3	74,8	76,5	76,7
Іхтіомаса в кінці дослідів, кг	169,41	148,15	158,86	180,08	188,99
Приріст іхтіомаси за основний період дослідів, кг	129,51	108,95	118,53	140,17	149,79
Витрати корму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	0,825	0,88	0,851	0,813	0,794
Витрати корму на загальний приріст іхтіомаси, кг	106,85	95,88	100,87	113,96	118,93
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	64,2	70,4	74,3	67	68,1
Вартість згодованого комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	6859,50	6749,67	7494,57	7635,20	8099,36
Вартість корму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	52,97	61,95	63,23	54,47	54,07
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	75,66	88,50	90,33	77,82	77,24

Примітка: у цінах 2015 року

Таким чином, з економічної точки зору, при вирощуванні цьоголітків форелі годівлю їх слід проводити комбікормами з рівнем обмінної енергії 17 МДж, зниження вмісту енергії у кормі до 16 МДж є економічно не доцільним.

Висновки

1. Використання у годівлі цьоголітків форелі комбікормів з підвищеною енергетичною поживністю (19 МДж) супроводжується збільшенням їхньої маси на 10,4 % ($p < 0,05$) та інтенсивності росту – на 5,9-13,2 %, порівняно з аналогами, що споживали корм із поживністю 17 МДж. Зменшення цього показника до 15 МДж/кг сприяє вірогідному зменшенню ($p < 0,05$) маси на 10,7 %,

та зниженню інтенсивності росту на 5,3-12,7 %.

2. Доведено, що різний рівень енергетичного живлення цьоголітків форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливав на наростання маси піддослідних риб. Частка впливу даного фактору становила 79,7 %, що у 4 рази більше за вплив інших чинників.

3. Встановлено, що витрати корму на 1 кг приросту маси цьоголітків форелі, які отримували комбікорми із вмістом енергії на рівні 19 МДж були меншими на 3,9 %, а за її вмісту 15 МДж – на 6,7 % більшими, порівняно з рибами, що споживали корм із вмістом енергії 17 МДж/кг. При цьому збереженість піддослідних риб упродовж усього дослідів

Кондратюк В. М.

перебувала на високому рівні (74,3-76,7 %).

4. Аналіз одержаних результатів показав, що найбільш економічно доцільним є вирощування цього літків форелі, з використанням комбікормів із поживністю 17 МДж обмінної енергії, порівняно із зниженням чи підвищенням цього показника до 15

Список використаних джерел

1. Єгоров Б. В., Фігурська Л. В. Стан та перспективи розвитку форелівництва у рибоводних господарствах України. *Зернові продукти і комбікорми*. 2011. № 2. С. 37-39.

2. Инструкция по разведению радужной форели / сост. Канидьев А. Н. Москва : ВНИИПРХ, 1985. 59 с.

3. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Н. А. Плохинский. М. Колос, 1969. 246 с.

4. Шерман І.М., Гринжевський М.В., Желтов Ю.О. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риб: учебное пособие. Вища освіта, 2002. С. 128.

5. Щербина М. А., Гамыгин Е. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. М.: ВНИРО, 2006. 360 с.

6. Cowey C. B. Nutrition: estimating requirements of rainbow trout. *Aquaculture*. 1992. № 100. P. 177-189.

7. Food and Agriculture Organization of the United Nations. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. 2016. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. p. 224

8. Jobling M. Fish nutrition research: Past, present and future. *Aquaculture International*. 2016. № 24. P. 767-786.

9. Karabulut H. A., Yandi I., Aras N. M. Effects of different feed and temperature conditions on growth, meat yield, survival rate, feed conversion ratio and condition factor in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2010. № 9(22). P. 2818-2823.

10. Kim J. D., Kaushik S. J. Contribution of digestible energy from carbohydrates and estimation of protein/energy requirements for

та 19 МДж відповідно.

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

growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 1992. № 106 (2). P. 161-169.

References

1. Yehorov B. V., Fihurska L. V. (2011). Stan ta perspektyvy rozvytku forelivnytstva u rybovodnykh gospodarstvakh Ukrainy. *Zernovi produkty i kombikormy*. № 2. S. 37-39.

2. Kanydev A. N. (1985). *Ynstruktsiya po razvedeniyu raduzhnoi forely*. Moskva : VNYPRKh., 59 s.

3. Plokhynskiy N. A. (1969). *Rukovodstvo po byometryu dlia zootekhnykov*. M. Kolos. 246.

4. Sherman I.M., Hrynzhhevskiy M.V., Zheltov Yu.O. (2002). *Naukove obhruntuvannia ratsionalnoi hodivli ryb: uchebnoe posobyе*. Vyshcha osvita. S. 128.

5. Shcherbyna M. A., Hamyhyn E. A. (2006.) *Kormlenye ryb v presnovodnoi akvakulture*. M.: VNYRO, 2006. 360 s.

6. Cowey C. B. (1992). Nutrition: estimating requirements of rainbow trout. *Aquaculture*. № 100. P. 177-189.

7. Food and Agriculture Organization of the United Nations. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. 2016. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. p. 224

8. Jobling M. (2016). Fish nutrition research: Past, present and future. *Aquaculture International*. № 24. P. 767-786.

9. Karabulut H. A., Yandi I., Aras N. M. (2010). Effects of different feed and temperature conditions on growth, meat yield, survival rate, feed conversion ratio and condition factor in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Journal of*

Кондратюк В. М.

Animal and Veterinary Advances. № 9(22). P. 2818–2823.

10. Kim J. D., Kaushik S. J. (1992). Contribution of digestible energy from

carbohydrates and estimation of protein/energy requirements for growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. № 106 (2). P. 161–169.

THE INFLUENCE OF ENERGY NUTRITION ON THE PRODUCTIVITY OF RAINBOW TROUTS

V. Kondratiuk

Abstract. *The article considers the issue of efficiency of use of complete feed with different level of metabolic energy for growing rainbow trout this year. The purpose of the experiment was to establish the influence of different levels of energy supply of trout on its productivity. For this purpose, five experimental groups were formed by the method of analogues. During the equalization period, the experimental fish consumed feed of the control group. In the main period, the level of metabolic energy in trout feed ranged from 15 to 19 MJ per 1 kg. As a result of research, it was found that the use of trout feed with high energy nutrition (19 MJ) in the feeding of this year is accompanied by an increase in their weight by 10.4 % ($p < 0.05$) and growth intensity - by 5.9-13.2 %, compared with analogues that consumed feed with a nutritional value of 17 MJ. Reduction of this indicator to 15 MJ/kg contributes to a probable decrease ($p < 0.05$) in weight by 10.7 %, and a decrease in growth intensity by 5.3-12.7 %. It is proved that the cost of feed per 1 kg of weight gain in this year's trout, which received feed with an energy content of 19 MJ was lower by 3.9 %, and with its content of 15 MJ - 6.7 % higher compared to fish, which consumed feed with an energy content of 17 MJ/kg. The safety of experimental fish throughout the experiment was at a high level of 74.3-76.7 %. However, it was found that the most economically feasible is the cultivation of trout this year, which consume feed with a nutritional value of 17 MJ of metabolic energy, compared with a decrease or increase of this indicator to 15 or 19 MJ, respectively.*

Key words: *rainbow trout, fish feeding, mixed feeds, metabolic energy, productivity, economic efficiency*

УДК: 637.5/05

ВИКОРИСТАННЯ ХАРЧОВОЇ КЛІТКОВИНИ У ТЕХНОЛОГІЇ СІЧЕНИХ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

В. Г. ПЕЛИХ, доктор сільськогосподарських наук, професор

С. В. УШАКОВА, кандидат сільськогосподарських наук

Є. А. САХАЦЬКА, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти

Херсонський державний аграрно-економічний університет

E-mail: ushakovasvetlan@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.009>

Анотація. *Виробники січених напівфабрикатів використовують технології збагачення м'ясних продуктів харчовими волокнами, які покращують споживчі та технологічні властивості продукту. Метою роботи було дослідити вплив харчової клітковини Камецель на якісні показники січених напівфабрикатів. Матеріалом дослідження були обрані котлети «Соковиті» з м'яса птиці механічної обвалки з різною кількістю добавки Камецель. Використовувались загальноприйняті методики визначення органолептичних властивостей продукту. Масову частку вологи визначали методом висушування у сушильній шафі, а вологозв'язуючу здатність (ВЗЗ) фаршу – за методом Грау-Гамма. Встановлено, що використання харчової клітковини Камецель у складі модельних зразків котлет «Соковиті», сприяє поліпшенню їхньої консистенції та підвищенню соковитості. Найбільшим виходом продукту відрізнялися напівфабрикати з найвищим вмістом харчової клітковини. Внесення в м'ясний фарш добавки Камецель – один із способів отримання високоякісних м'ясних продуктів з регульованими властивостями.*

Ключові слова: *січені напівфабрикати, харчова клітковина, Камецель, м'ясо, котлети, функціональні інгредієнти, вологозв'язуюча здатність*

Актуальність. Виробництво та споживання м'яса і м'ясних продуктів в Україні щорічно збільшується. Найбільш високі темпи відзначаються в сегменті охолоджених м'ясних напівфабрикатів. Гарантоване збереження стандартної якості – найважливіша умова розширення асортименту і збільшення випуску даного виду продукції [1]. У складі традиційних м'ясних продуктів відсутні необхідні поживні речовини, що задовольняють потреби людського організму, такі як харчові

волокна, легкозасвоювані вуглеводи, органічні кислоти, деякі вітаміни та мікроелементи [2, 3].

Виробники січених напівфабрикатів використовують технології збагачення м'ясних продуктів харчовими волокнами зі спрямованим регулюючим впливом на травлення. Такі функціональні інгредієнти прискорюють розвиток корисної кишкової мікрофлори та покращують споживчі та технологічні властивості продукту [4]. Використання харчової клітковини

Пелих В. Г., Ушакова С. В., Сахацька Є. А.

Камецель зумовлене здатністю пов'язувати вологу і жир, забезпечувати певну структуру готових продуктів, загущувати розчини, емульсії і суспензії, а також її хімічна стабільність, нейтральний смак і запах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ріст популярності фаст-фуду привів до зниження в оброблених продуктах, включаючи м'ясні напівфабрикати, кількості харчових волокон. Надлишок в раціоні висококалорійних продуктів, багатих жирами й цукром спричиняє низку хронічних захворювань таких, як рак товстої кишки, ожиріння, серцево-судинні порушення, тощо. Вченими виявлено, що споживання харчових волокон знижує ризик цих захворювань [5, 6].

Камецель – рослинна добавка, асортимент якої представлений шістьма видами клітковини: натуральне харчове волокно Камецель F200 і F400 з рослинної целюлозовмісної сировини; натуральне цукрове волокно Камецель FB200 і FB400 з цукрової тростини; натуральне пшеничне волокно Камецель FW200 і FW400 з пшениці [3, 7, 8].

Дослідження з використанням харчової клітковини Камецель проводились при виробництві борошняних, кондитерських та м'ясних виробів [9-11.]. Аналіз результатів тестів показав наявність вираженого технологічного ефекту

застосування Камецель F200. При додаванні 2% препарату втрати ваги напівфабрикату знизилися на 15%. Порівняння ефектів додавання клітковини до жиру і до м'яса показує, що у випадку з м'ясом результат виходить більш вираженим. Це обумовлено тим, що пшеничні волокна ефективніше пов'язують воду, яка виділяється з м'яса при термообробці. При додаванні досліджуваної рослинної добавки до складу фаршу з м'яса птиці вологозв'язуюча здатність в продукті збільшувалася практично лінійно, і її максимум був відзначений у варіанту з волокном в кількості 5,0% до маси фаршу (74,1%) [11].

Мета. Дослідити вплив харчової клітковини Камецель на якісні показники січених напівфабрикатів з урахуванням кількості внесеної добавки.

Матеріали і методи дослідження. Матеріалом дослідження були обрані котлети «Соковиті» з м'яса птиці механічної обвалки. Напівфабрикати були виготовлені за стандартною рецептурою з використанням харчової клітковини Камецель у кількості 670 г – контрольний варіант I та дослідні зразки – 636 г (II) і 703 г (III) на 100 кг продукту.

Органолептична оцінка напівфабрикатів проводилася у сирому і готовому вигляді відповідно до стандарту ДСТУ 4437:2005.

Пелих В. Г., Ушакова С. В., Сахацька Є. А.

Вихід продукту визначали шляхом зважування напівфабрикату до і після термічної обробки й розраховували за формулою:

$$\text{Вихід} = \frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{д}}} \times 100\%$$

де $M_{\text{п}}$ – маса напівфабрикату після термічної обробки, г;

$M_{\text{д}}$ – маса напівфабрикату до термічної обробки, г [12].

Масову часту вологи визначали методом висушування у сушильній шафі, а вологозв'язуючу здатність (ВЗЗ) фаршу – за методом Грау-Гамма. Метод заснований на виділенні вологи досліджуваним зразком при легкому його пресуванні, сорбції виділеної води фільтрувальною папером і визначенні кількості відокремленої вологи за розміром площі плями, залишеної нею на фільтрувальному папері.

Достовірність результатів забезпечується при триразовій та більше повторності визначень.

Результати дослідження та їх обговорення. Отримані результати досліджень свідчать про те, що використання харчової клітковини Камецель у кількості 636 г і 703 г (І і ІІІ варіанти) не призводить до помітних змін органолептичних властивостей котлет «Соковиті» (табл.1). Усі зразки у сирому вигляді мали світло-рожеве забарвлення, запах, властивий свіжому м'ясу та щільну однорідну консистенцію. Слід відмітити, що зразки варіанту ІІ із найменшою кількістю добавки 636 г характеризувалися більшою липкістю порівняно зі зразками інших варіантів, що затрудняє формування продукту бажаної форми.

1. Органолептичні показники котлет «Соковиті»

Показники	Варіант внесення добавки		
	І	ІІ	ІІІ
Сирий продукт			
Зовнішній вигляд	поверхня без тріщин, розірваних і ламаних країв		
Колір	світло-рожевий		
Запах	властиві доброякісній сировині		
Консистенція	щільна, однорідна	щільна, однорідна, липка	щільна, однорідна
У готовому вигляді			
Зовнішній вигляд	поверхня без тріщин, розірваних і ламаних країв	поверхня має тріщини, краї ламані	поверхня без тріщин, розірваних і ламаних країв
Колір	світло-коричневий		
Запах	властиві доброякісному продукту		
Консистенція	щільна, жорстка, в міру крихка		щільна, ніжна, не крихка
Смак	відсутні сторонні присмаки, добре виражені прянощі і солоність		
Соковитість	помірно-соковиті		соковиті

Напівфабрикати варіанту II після термічної обробки у готовому вигляді відрізнялися наявністю тріщин на поверхні виробів та мали ламані краї. Дослідження смакових якостей готового продукту підтвердили нейтральність смаку введеної добавки, яка не спричинила видимих змін.

Отже, використання харчової клітковини Камецель у складі модельних зразків котлет «Соковиті» сприяє поліпшенню їхньої консистенції та підвищенню соковитості. Збільшення харчової клітковини від 670 г до 703 г веде до покращення соковитості, консистенції та зовнішнього вигляду напівфабрикату при термічній обробці.

Дослідженнями впливу введеної добавки Камецель в рецептуру котлет на втрати маси під час температурної обробки встановлено, що маса сирого продукту коливалася в межах 77,60-78,66 г, а у готовому вигляді від 55,59 г до 62,32 г (Рис.1). Найбільшим виходом продукту 80,31 % відрізнялися зразки виготовлені за варіантом III з найвищим вмістом харчової клітковини, що можна пояснити її властивістю зв'язувати вологу, яка виділяється під час смаження.

Відповідно, найменший вихід продукту в готовому вигляді був у зразках варіанту II – 71,40 %, що менше за показник контрольного варіанту на 7,38 %.

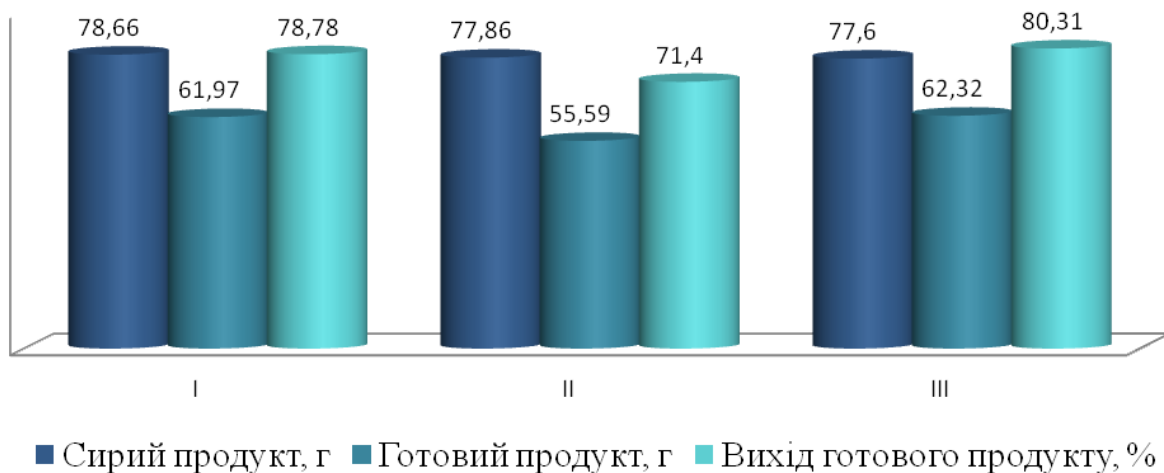


Рис.1 Зміна маси після приготування та вихід готових котлет «Соковиті»

Одержані дані свідчать про зменшення втрати маси під час теплової обробки до заморожування зі збільшенням вмісту Камецелі у фаршевих системах.

Для визначення якості отриманих виробів проводили дослідження вологозв'язуючої здатності м'ясного фаршу від якої

Пелих В. Г., Ушакова С. В., Сахацька Є. А.

залежить соковитість та смакові властивості готових виробів (Табл.2).

2. Вологоутримуюча здатність фаршу з різною кількістю харчової клітковини Камецель

Показники	Варіант внесення добавки		
	I	II	III
Масова частка вологи, %	61,3	58,1	63,5
Вологозв'язуюча здатність, %	59,6	55,2	61,4

Даний показник важливий для фаршевих виробів, де структура м'язової тканини зруйнована та неможливо запобігти витіканню соку. Встановлено, що із збільшенням кількості введеної добавки Камецель, підвищується масова частка вологи та вологозв'язуюча здатність фаршу. Найнижчі показники спостерігалися у зразках, виготовлених за варіантами II – 58,1% та 55,2% відповідно. Кращі результати одержані у напівфабрикатах варіанту III з вмістом вологи 63,5% та вологозв'язуючою здатністю фаршу 61,4 %, що більше за контрольні зразки на 2,2 і 1,8 %.

Збільшення кількості вологи у котлетах можна пояснити тим, що введення харчової клітковини у м'ясну систему призводить до збільшення в ній масової частки волокон, здатних до набухання, що супроводжується зв'язуванням і утримуванням вологи. Такі показники

Список використаних джерел

1. Стріха Л. О., Підпала Т. В., Сморочинський О. М. Оцінка впливу технології виробництва на показники м'ясних січених заморожених напівфабрикатів. *Вісник Сумського*

вказують на поліпшення функціонально-технологічних властивостей січених м'ясних напівфабрикатів.

Висновки і перспективи.

Результати дегустаційної оцінки представлених зразків котлет свідчать про тенденцію поліпшення органолептичних показників напівфабрикатів шляхом додавання в м'ясний фарш харчової клітковини Камецель у кількості 670-730 г. Така концентрація дозволяє також вирішити ряд технологічних задач з формування необхідної консистенції, підвищення вологозв'язуючої здатності до 61,4 %, соковитості і поліпшення смакових властивостей продукту. Введення у рецептуру січених напівфабрикатів добавки Камецель – один із способів отримання високоякісних м'ясних продуктів з регульованими властивостями.

національного аграрного університету. Серія: Тваринництво. 2017. №. 7. С. 216-219

2. Калашнікова М. Властивості харчових волокон, особливості використання. *Матеріали IV Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні*

Пелих В. Г., Ушакова С. В., Сахацька Є. А.

науки. *Актуальні питання*. 2011. Т. 1. С. 351-351.

3. Прянишников В. В. Пищевая клетчатка в инновационных технологиях мясных продуктов. *Пищевая промышленность*. 2011. № 5. С.20-21

4. Сирохман І. В., Завгородня В.М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. пос. К.: Центр учбової літератури, 2009. 544 с.

5. Beecher G. R. Phytonutrients' role in metabolism: effects on resistance to degenerative processes. *Nutrition Reviews*. 1999. № 9. С. 3-6.

6. Гречко В. В., Страшинський І. М., Пасічний В. М. Харчові волокна як функціональний інгредієнт у м'ясних напівфабрикатах. *Технічні науки та технології*. 2019. № 2 (16). С. 154-164

7. Матвеев Ю.А., Назаров А.В. Пищевая клетчатка. *Все о мясе*. 2012. №5. С.35

8. Пелих В.Г., Ушакова С.В., Сахацька Є.А. Харчові волокна в технології м'ясних напівфабрикатів. *Інноваційні технології та підвищення ефективності виробництва харчових продуктів: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*. Умань, 2020. С.145-148

9. Никонович, Ю. Н., Тарасенко, Н. А. Камецель FW 200: состав, свойства, применение. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2016. С.18-21.

10. Красина, И. Б., Карачанская, Т. А., Данович, Н. К. и др. Применение стевиозида и пищевых волокон Камецель FW200 в кондитерских изделиях без сахара. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2010. № 4. С.43-45

11. Сысоев В.Н. Применение натурально пшеничного волокна «Камецель FW 200» при производстве вареной колбасы из мяса птицы механической обвалки. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2012. №4. С. 112-116.

12. Журавская Н. К., Гутник Б. Е., Журавская Н. А. Технохимический контроль производства мяса и мясопродуктов. М.: Колос, 2001. 476 с.

References

1. Strikha, L. O., Pidpala, T. V., & Smorochynskiy, O. M. (2017). Otsinka vplyvu tekhnolohii vyrobnytstva na pokaznyky m'iasnykh sichenykh zamorozhenykh napivfabrykativ. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu. Serii: Tvarynnytstvo*, (7), 216-219.

2. Kalashnikova, M. (2011). Vlastyvoli kharchovykh volokon, osoblyvosti vykorystannia. *Materialy IV Vseukrainskoi studentskoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii „Pryrodnychi ta humanitarni nauky. Aktualni pytannia“*, 1, 351-351.

3. Prianyshnykov, V. V. (2011). Pyshevaia kletchatka v ynnovatsyonnikh tekhnolohiyakh miasnykh produktov. *Pyshevaia promishlennost*, (5).

4. Syrokhman, I. V., & Zavorodnia, V. M. (2009). *Tovarovnavstvo kharchovykh produktiv funktsionalnoho pryznachennia: navch. posib*. K.: Tsentr uchbovoi literatury, 544.

5. Beecher, G. R. (1999). Phytonutrients role in metabolism: effects on resistance to degenerative processes. *Nutrition Reviews*, 57(9), 3-6.

6. Hrechko, V. V., Strashynskiy, I. M., & Pasichnyi, V. M. (2019). Kharchovi volokna yak funktsionalnyi inhrediiient u m'iasnykh napivfabrykatak. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii*, (2 (16)), 154-164.

7. Matveev, Yu. A., & Nazarov, A. V. (2012). Pyshevaia kletchatka—Rossyyskiy produkt. *Vse o miase*, (5).

8. Pelykh, V. H., Ushakova, S. V., & Sakhatska, Ye. A. (2020). Kharchovi volokna v tekhnolohii miasnykh napivfabrykativ, 145.

9. Nykonovych, Yu. N., & Tarasenko, N. A. (2016). Kametsel FW 200: sostav, svoistva, prymenenye. *Yzvestyia visshykh uchebnikh zavedenyi. Pyshevaia tekhnolohiya*, (5-6), 18-21.

10. Krasyna, Y. B., Karachanskaia, T. A., Danovych, N. K., & Krasiuk, A. V. (2010). Prymenenye stevyozyda y pyshevykh volokon Kametsel FW200 v kondyterskykh yzdelyakh bez sakhara. *Yzvestyia visshykh uchebnikh zavedenyi. Pyshevaia tekhnolohiya*, (4).

11. Sisoev, V. N. (2012). Prymenenye naturalno pshenchnoho volokna «Kametsel

Пелих В. Г., Ушакова С. В., Сахацька Є. А.

FW 200» pry proyzvodstve varenoi kolbasi yz miasa ptytsi mekhanycheskoi obvalky. Yzvestyia Samarskoi hosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademyy, (4), 112.

12. Zhuravskaia, N. K., Hutnyk, B. E., & Zhuravskaia, N. A. (2001). Tekhnokhymycheskyi kontrol proyzvodstva miasa y miasoproduktov. M.: Kolos.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЩЕВОЙ КЛЕТЧАТКИ В ТЕХНОЛОГИИ РУБЛЕННЫХ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

В. Г. Пелых, С. В. Ушакова, Е. А. Сахацкая

Аннотация. Производители рубленых полуфабрикатов используют технологии обогащения мясных продуктов пищевыми волокнами, которые улучшают потребительские и технологические свойства продукта. Целью работы было исследовать влияние пищевой клетчатки Камецель на качественные показатели рубленых полуфабрикатов. Материалом исследования были выбраны котлеты «Сочные» из мяса птицы механической обвалки с разным количеством добавки Камецель. Использовались общепринятые методики определения органолептических свойств продукта. Массовую долю влаги определяли методом высушивания в сушильном шкафу, а водосвязывающую способность (ВВС) фарша - по методу Грау-Гамма. Установлено, что использование пищевой клетчатки Камецель в составе модельных образцов котлет «Сочные», способствует улучшению их консистенции и повышению сочности. Наибольшим выходом продукта отличались полуфабрикаты с самым высоким содержанием пищевой клетчатки. Внесение в мясной фарш добавки Камецель – один из способов получения высококачественных мясных продуктов с регулируемыми свойствами.

Ключевые слова: рубленые полуфабрикаты, пищевая клетчатка, Камецель, мясо, котлеты, функциональные ингредиенты, водосвязывающая способность

THE USE OF DIETARY FIBER IN THE TECHNOLOGY OF MINCED MEAT SEMI-FINISHED PRODUCTS

V. G. Pelykh, S. V. Ushakova, E. A. Sakhatska

Abstract. Manufacturers of chopped semi-finished products use technologies for enriching meat products with dietary fiber, which improve the consumer and technological properties of the product. The aim of the work was to investigate the effect of dietary fiber Kametsel on the quality indicators of chopped semi-finished products. The material of the research was «Juicy» cutlets from mechanically deboned poultry meat with different amounts of Kametsel additive. The generally accepted methods for determining the organoleptic properties of the product were used. The mass fraction of moisture was determined by the method of drying in a drying oven, and the water-binding capacity (WBC) of minced meat was determined by the Grau-Gamma method. It has been established that the use of dietary fiber Kametsel in the composition of model samples of «Juicy» cutlets improves their consistency and

Пелих В. Г., Ушакова С. В., Сахацька Є. А.

increases their juiciness. The highest product yield was observed for semi-finished products with the highest dietary fiber content. Adding Kametsel additive to minced meat is one of the ways to obtain high-quality meat products with controlled properties.

Key words: *chopped semi-finished products, food fiber, Kametsel, meat, cutlets, functional ingredients, water binding capacity*

САНАЦІЯ ПЕРЕЩЕПЛЮВАНИХ ЛІНІЙ КЛІТИН ВІД МІКОПЛАЗМЕННОЇ ІНФЕКЦІЇ

С. Г. ТАШУТА, кандидат ветеринарних наук, доцент, завідувач сектору культур клітин відділу біотехнології і контролю вірусних препаратів

Г. С. КУЗЬМИЧ, науковий співробітник

О. С. ВАТЛІЦОВА, кандидат біологічних наук, завідувача лабораторією стандартизації та контролю ВІЗ та вивчення вірусних інфекцій

З. С. КЛЕСТОВА, доктор ветеринарних наук, професор, завідувача відділом біотехнології і контролю вірусних препаратів

*Державний науково-контрольний інститут біотехнології і
штамів мікроорганізмів*

E-mail: STashuta@i.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.010>

Анотація. У статті наведено результати експериментальних досліджень з деконтамінації 12 перещеплюваних культур клітин тваринного походження від мікоплазм. Була визначена оптимальна допустима концентрація препарату ципрофлоксацин, який використовувався авторами для санації культур клітин від мікоплазм. Експериментально встановлено, що цей препарат, в концентрації 20 мкг/см³ в повній мірі пригнічує розмноження та життєвий цикл мікоплазм та при цьому не викликав суттєвого впливу на самі клітини. Така концентрація ципрофлоксацину додавалась в ростове та підтримуюче середовища протягом п'яти послідовних пасажів до контамінованих мікоплазмами культур клітин. Після формування в культуральному посуді клітинного моношару, він завжди піддавався ретельному п'ятикратному промиванню розчином Хенкса, а лише потім замінювалось середовище на підтримуюче. Таким чином, повний цикл санації культур клітин, з моменту висіву клітин в культуральний посуд і до наступного пересіву клітин займав 3-4 доби. З кожною ураженою мікоплазмами культурою клітин проводили від 2 до 5 тактх циклів. По завершенні санації зразки надосадової культуральної рідини з кожної лінії культур клітин відбирали та досліджували методом ПЛР на наявність у них мікоплазм. Мікоплазменна інфекція після проведеної санації культур клітин була виявлена лише в одному зразку. Ефективність методу складає 88,9 %. Таким чином, препарат ципрофлоксацин можна з успіхом використовувати для деконтамінації культур клітин у наукових і виробничих вірусологічних лабораторіях.

Ключові слова: деконтамінація, санація, мікоплазми, ципрофлоксацин, культура клітин, ПЛР

Актуальність. З початку 50-х років минулого сторіччя і по нині культура клітин (КК) є наріжним каменем для вірусологічних, цитологічних, біохімічних та інших біологічних досліджень. У сучасному світі без культур клітин не обійтись у вивчення механізмів клітинної регуляції, взаємодії вірусів при їх реплікації в чутливих клітинах, а також для отримання біологічно активних матеріалів, включаючи вакцини, ферменти, гормони та моноклональні антитіла. Але, на сьогодні однією та дуже поширеною і часто катастрофічною проблемою є забруднення культур клітин іншими мікроорганізмами [3, 4, 5, 7, 12]. Контамінація їх мікоплазмою викликає особливе занепокоєння науковців всього світу, оскільки її важко виявити, частіш за все це відбувається непомітно у культурах клітин, але ця обставина згубно впливає на функції клітин та їх морфологічний стан. Контаміновані мікоплазмами клітинні лінії є досить суттєвою проблемою в лабораторіях дослідницьких центрів та на об'єктах біотехнологічних виробництв. Ураженість мікоплазмами колекцій культур клітин коливається в межах від 15 до 96 % [3, 4, 6]. У більшості випадків контамінація культур клітин перебігає безсимптомно. Але, поряд з тим, латентна присутність їх у культурі клітин суттєво впливає на: - метаболізм клітин; - викликає хромосомні аберації та змінює

функції клітин. З наукових джерел відомо [3, 5, 7, 8], що ефектами присутності мікоплазм у культурі клітин є: – порушення синтезу ДНК та РНК в клітині; – зміна рівня білка та клітинного метаболізму; – індукція хромосомних аберацій (чисельні та структурні зміни); – зміни складу клітинної мембрани (поверхневого антигену та експресії рецепторів); – виражена зміна клітинної морфології; – вплив на передачу сигналів у клітинах та зміна характеристик поділу клітин та формування клітинного моношару. Контамінація культур клітин мікоплазмами призводить до дегенеративних змін культури клітин і повної їх втрати, а також загибелі клітин, а також є потенційним джерелом артефактів в цитологічних, вірусологічних та біохімічних дослідженнях. Мікоплазми – це ультрамікроскопічні вільноживучі прокаріоти розміри яких коливаються в межах 200 - 400 нм [14]. Вони позбавлені клітинної стінки, що робить неможливим їх виявлення навіть за допомогою мікроскопа. Крім того, мікоплазми не викликають помутніння середовищ культур клітин, що часто їх супроводжує бактеріальне чи грибокве забруднення. Найголовніше це те, що інфікування мікоплазмами, як правило, не призводить до загибелі клітин. Отже, вони можуть розмножуватися та залишатися непоміченими у посуді з культурою

клітин протягом тривалого періоду часу, стаючи головною перешкодою для проведення надійних та стандартних експериментів у системі *in vitro*. У наш час звільнення клітинної лінії від мікоплазм являє собою дуже складну і актуальну проблему. За повідомленнями багатьох дослідників [1, 2, 11] їх спроби деконтамінації від мікоплазм виявилися малоефективними. Тому і висновки із їх робіт вказують на те, що заражені мікоплазмами лінії клітин підлягають негайному знищенню. Поряд з тим, придбання нових ліній КК на їх заміну потребує чималих матеріальних затрат. Звідси і виникає необхідність пошуку реальних підходів в санації клітинних ліній в наукових і виробничих лабораторіях.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вивчивши досвід багатьох науковців [1, 2, 11, 13] з санації КК, ми зробили свій вибір на протимікробному препараті широкого спектру дії, який проявляв би мінімальний цитотоксичний ефект на КК та водночас був би доступний за ціною. Це препарат монофторхінолового ряду, який блокує дію ферменту ДНК-гірази, що спричиняє інгібіцію біосинтезу ДНК, викликає глибокі структурні зміни клітинної мембрани, компонентів цитоплазми та нуклеоїду. Ця дія ципрофлоксацину призводить до вираженого бактерицидного ефекту по відношенню до мікоплазм. Крім

того, ципрофлоксацин не викликає цитотоксичної та генотоксичної дії.

Мета дослідження оцінити ефективність застосування препарату ципрофлоксацин при боротьбі з мікоплазменною контамінацією перещеплюваних культур клітин тваринного походження.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили протягом 2019–2020 років у секторі культур клітин відділу біотехнології і контролю вірусних препаратів Державного науково-контрольного інституту біотехнології та штамів мікроорганізмів. У дослідах використовували перещеплювані лінії культур клітин, в яких методом ПЛР були виявлені мікоплазми, а саме: FLK – клітини ембріональної нирки вівці; PO – клітини нирки вівці; RK-13- клітини нирки кролика; PK-15 – клітини нирки свині; MDBK – клітини ембріону нирки теляти; Vero – клітини нирки африканської зеленої мавпи; Marc-145 – клітини нирки африканської зеленої мавпи; BGM – клітини нирки африканської зеленої мавпи; ВНК-21/13 – клітини нирки сирійського хом'ячка; KCT (KST) – клітини коронарних судин великої рогатої худоби; SPEV (оригінальна назва – СНЕВ) – клітини нирки свині; А-72 – культура клітин підшкірної пухлини собак.

Матеріали, що використовувались для проведення досліджень:

1. Живильне середовище DMEM (Dulbecco's Modified Eagle Medium) фірми Sigma, Великобританія.

2. Фетальна сироватка крові ВРХ (Fetal Bovine Serum) виробництва фірми Gibco, ФРН.

3. Збалансований сольовий розчин Хенкса, Україна.

4. Збалансований сольовий розчин (буферний) – Dulbecco's Phosphate Buffered Saline (DPBS).

5. 0,25 %-ний розчин трипсину (0,25 % trypsin – EDTA) фірми Gibco, ФРН.

6. Гентаміцину сульфату (40 мг/см³) виробництва фірми «Дарниця», Україна.

7. Ципрофлоксацин (Ciprofloxacin – 2 мг/см³) виробництва фірм «Юрія-Фарм» Україна та «Avanta Medicare», Великобританія.

8. Планшети культуральні (24 лункові) виробництва фірми Nunclon TM Surface, Данія.

9. Матраси (25 см²) для культур клітин (Tissue culture flask, 25) виробництва фірми TPP, Швейцарія.

10. Термостат CO₂ Esco Cellculture, CO₂ incubator.

11. Мікроскоп біологічний – С. Zeiss – Aviovert 40CFL, ФРН.

12. Дозатори Eppendorf на 100 та 1000 мкл.

13. Ламінарний бокс Joka MSC9.

Для санації перещеплюваних культур клітин від мікоплазм

використовували ципрофлоксацин в дозі 20 мкг/см³. Клітини культивували протягом 2–5 послідовних пасажів в живильному середовищі, що містило ципрофлоксацин в оптимальній кількості. У дослідах враховували концентрацію клітин при висіві, а також контролювали морфологію клітин та життєздатність самої культури клітин та проводили ПЛР дослідження щодо відсутності мікоплазм.

Результати досліджень та їх обговорення. На першому етапі провели дослідження щодо визначення оптимально допустимої концентрації препарату (ДКП) ципрофлоксацин, який використовувався в нашій лабораторії для санації культур клітин від мікоплазм. Для цього, як модель було обрано культуру клітин MDBK – клітини ембріону нирки теляти. Клітини цієї культури висівали в два культуральні планшети (24 лункові) в концентрації $1,2 \times 10^6$ живих клітин в см³. Планшети інкубували в CO₂-інкубаторі до формування однорідного моношару у всіх лунках. Далі робили робочі розведення препарату ципрофлоксацин (обох виробників) в середовищі DMEM починаючи з 5 мкг/см³ до 40 мкг/см³ і після цього їх вносили в лунки (по 4) планшету. Методика внесення та кінцевий результат наведений в таблиці 1.

1. Визначення оптимально допустимої концентрації ципрофлоксацину в перещеплюваній культурі клітин MDBK

Концентрація препарату, мкг/см ³	Ципрофлоксацин виробництва фірми	
	Юрія - Фарм	Avanta Medicare
5	-----	-----
10	-----	-----
20	-----	-----
30	++--	+++-
40	++++	++++
Контроль	-----	-----

Примітка: + відмічається цитотоксична дія препарату на клітини;
– цитотоксична дія препарату на клітини відсутня.

По 4 лунки у кожній планшеті залишали в якості контролю і замість препарату вносили середовище DMEM. Після інкубування у CO₂-інкубаторі протягом 96 год. враховували результати. Дані, наведені в таблиці, свідчать про те, що оптимально допустимою концентрацією препарату ципрофлоксацин є доза 20 мкг/см³, яка в наших дослідах використовувалася для деконтамінації всіх уражених мікоплазмою культур клітин.

Лінія клітин MDBK слугувала моделлю випробування антимікоплазменного ефекту препарату ципрофлоксацин двох виробників «Ананта» та «Юрія-Фарм». До проведення випробувань методом ПЛР було

встановлено, що дана культура клітин, як і всі решта є контамінованими мікоплазмами. Була запропонована унікальна схема обробки цієї КК препаратом ципрофлоксацин у відповідних максимально допустимих концентраціях діючої речовини на мікоплазми. У результаті проведених досліджень нам вдалося позбутися контамінації КК MDBK мікоплазмами, що підтверджено в ПЛР. Набутий нами досвід з деконтамінації КК MDBK ми з успіхом використовували для санації решти культур клітин із нашої колекції. Контроль проведеної деконтамінації здійснювали методом ПЛР. Результати проведеної роботи наведені в таблиці 2.

2. Санація перещеплюваних культур клітин (КК) ципрофлоксацином в кінцевій концентрації 20 мкг/см³

№ п\п	Назва культури клітин	Наявність мікоплазм в КК до санації	Наявність мікоплазм після санації КК	Кількість пасажів КК із санацією
1.	MDBK	+*	-**	5
2.	FLK	+	-	5
3.	PO - 2	+	-	5
4.	PK-15	+	-	2
5.	RK-13	+	-	5
6.	Vero	+	-	2
7.	BHK-21	+	+	2
8.	BGM	+	-	5
9.	Marc-145	+	+	5
10.	KCT	+	+	2
11.	SPEV	+	-	5
12.	A-72	+	-	5

Примітка: +* – Перевірені КК, в яких виявлено генетичний матеріал *Mycoplasma spp.*; -** – Перевірені КК, в яких не виявлено генетичний матеріал *Mycoplasma spp.*.

Аналіз проведених досліджень показав, що ефективність застосування препарату ципрофлоксацин за п'ятикратного послідовного застосування у заражених мікоплазмою культурах клітин становить 88,9 %, а за двократного – лише 50 %. Лише одна культура клітин Marc-145 за п'ятикратного послідовного застосування залишилася

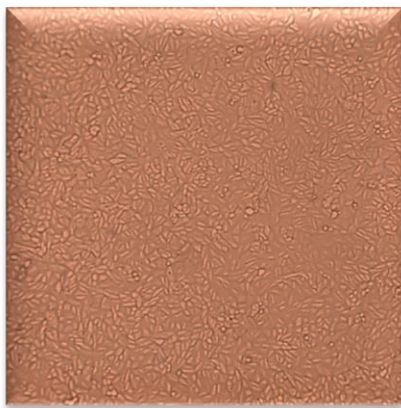
контамінованою мікоплазмою. Ця обставина вказує на те, що дана культура клітин контамінована таким видом мікоплазм, який є стійким до ципрофлоксацину. Обробка контамінованих мікоплазмою культур клітин оптимально допустимою концентрацією препарату ципрофлоксацин (20 мкг/см³) не впливала на морфологічні характеристики (рис. 1).



А

Б

В



Г

Д

Е

Рис. 1. Культури клітин після санації препаратом ципрофлоксацин $\times 96$ (72 години після висіву): А – MDBK; Б – РК-15; В – РО-2; Г – BGM; Д – А-72; Е – СНЕВ.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведені дослідження показали значну ефективність препарату ципрофлоксацин для санації культур клітин від мікоплазменної інфекції. А саме головне, співробітники відділу отримали великий досвід в боротьбі з мікоплазменною інфекцією в культурі клітин. Використовуючи модельний не дорогий препарат,

автори опрацювали методику, і саме головне, розробили тактику та основні підходи і нюанси, боротьби із цією проблемою. Тому, в подальших пошуках з поліпшення ефективності деконтамінації культур клітин від мікоплазм, плануємо провести порівняльні дослідження із специфічними високоартісними антимікоплазменними препаратами: плазмоцин та плазмокур.

Подяка. Висловлюємо вдячність колегам відділу молекулярної біології ДНКІБШМ Дерябіну О. М. та Мандзі І. М. за проведені дослідження зразків перещеплюваних культур клітин тварин методом ПЛР.

References

1. Nochevny V.T., Novokhatsky A.S., Karpukhina O.G. (2002). Prevention and methods of cell culture decontamination from bacteria and mycoplasmas using fluoroquinolones (review). Cell cultures. Newsletter. Issue. 17. SPb., P. 9–15 [in Russian].
2. Radaeva I.F., Kutserubova N.S., Sementsova A.O., Trifonova K.E., Bogryantseva M.P., Usova S.V., Nechaeva E.A. (2018). Detection and decontamination of mycoplasma infection in human cell culture lines. Bulletin of Biotechnology and Physical and Chemical Biology named by Yu.A. Ovchinnikova. Scientific and Practical Journal Vol. 14, № 2, P. 17-22 [in Russian].
3. Shalunova N.V., Volkova R.A., Volgin A.R., Petrushuk E.M., Berdnikova Z.E., Elbert E.V., Shevtsov V.A., Rukavishnikov A.V., Semenova I.S., Merkulova O.V., Trusov G.A., Tereshkina N.V., Rachinskaj O.A., Indikova I.N., Lebedinskaya E.V., Mytsa E.D. (2016). Mycoplasma – contamination of cell cultures. BIOpreparations. Prevention, Diagnosis, Treatment.;16(3):151-160 [in Russian].
4. Drexler H.G., Uphoff C.C. (2000). Contamination of cell culture, Mycoplasma. Encyclopedia of cell technology. Ed. by R.S. Spier. N.Y.; Toronto, Vol. 1. P. 609–627.
5. Drexler H.G., Uphoff C.C., Dirks W.G., MacLeod R.A.F. (2002). Mixups and mycoplasma: The enemies within. Leukemia Res. 26. P. 329–333.
6. Harasawa R., Uemori T., Asada K., Kato I. (1993). Sensitive detection of mycoplasmas in cell cultures by using two-step polymerase chain reaction // Rapid diagnosis of mycoplasmas / Eds. I. Kahane, A. Adoni. N.Y.; London, P. 227–232.
7. Hay R.J., Macy M.L., Chen T.R. (1989). Mycoplasma infection of cultured cells. Nature. 339. P. 487–488.
8. Langdon S.P. (2004). Cell culture contamination: an overview. Methods Mol. Med. Vol. 88. P. 309–317.
9. Uphoff C.C., Drexler H.G. (1999). Detection of mycoplasma contamination in cell cultures by PCR analysis. Human Cell. 12: P. 229–236.
10. Uphoff C.C., Drexler H.G. (2002). Comparative PCR analysis for detection of mycoplasma infections in continuous cell lines. Vitro Cell Dev Biol Anim. 38: P. 79–85.
11. Uphoff C.C., Drexler H.G. (2002). Comparative antibiotic eradication of mycoplasma infections from continuous cell lines. Vitro Cell Dev Biol Anim. 38: P. 86–89.
12. Uphoff, C. C., & Drexler, H. G. (2014). Detection of Mycoplasma Contamination in Cell Cultures. Current Protocols in Molecular Biology, 106, P. 28.4.1 – 28.4.14.
13. Uphoff, C. C., & Drexler, H. G. (2014). Eradication of Mycoplasma Contaminations from Cell Cultures. Current Protocols in Molecular Biology, 106, P. 28.5.1-28.5.12.
14. Young, L., Sung, J., Stacey, G., Masters, J. R. (2010). Detection of Mycoplasma in cell cultures. Nature Protocols, 5(5), P. 929–934.

САНАЦИЯ ПЕРЕВИВАЕМЫХ ЛИНИЙ КЛЕТОК ОТ МИКОПЛАЗМЕННОЙ ИНФЕКЦИИ

С. Г. Ташута, Г. С. Кузьмич, О. С. Ватліцова, З. С. Клестова

***Аннотация.** В статье содержатся результаты экспериментальных исследований по деконтаминации 12 перевиваемых культур клеток животного происхождения от микоплазм. На первых этапах исследования была определена оптимальная допустимая концентрация препарата ципрофлоксацин, который использовался в нашей лаборатории для санации клеточных культур от микоплазм. Экспериментально было установлено, что препарат в концентрации 20 мкг/см³ полностью подавляет размножение и жизненный цикл микоплазмы и не оказывает существенного влияния на сами клетки. Эта*

Ташута С. Г., Кузьмич Г. С., Ватліцова О. С., Клестова З. С.

концентрация ципрофлоксацина добавлялась в ростовую и поддерживающую среды в течение пяти последовательных пассажей к контаминированным микоплазмой культурам клеток. После формирования в матрасе клеточного монослоя, он всегда подвергался тщательному пятикратному промыванию раствором Хэнкса, и только потом заменялся поддерживающей средой. Таким образом, полный цикл санации клеточной культуры, с момента посева клеток в матрасе и к последующему пересеву клеток занимал 3-4 дня. С каждой пораженной микоплазмами клеточной культурой проводили от 2 до 5 таких циклов. По завершении санации образцы надосадочной культуральной жидкости из каждой линии культуры клеток, отбирались и исследовались методом ПЦР на наличие в них микоплазм. Микоплазменная инфекция после санации клеточных культур была обнаружена только в одном образце. Эффективность составляет 88,9 %. Это доказывает то, что препарат ципрофлоксацин можно с успехом использовать для деконтаминации клеточных культур в научных и производственных вирусологических лабораториях.

Ключевые слова: деконтаминация, санация, микоплазмы, ципрофлоксацин, культура клеток, ПЦР.

REHABILITATION OF CULTURE CELL LINES FROM MYCOPLASMA INFECTION

S. G. Tashuta, G. S. Kuzmych, O. S. Vatlitsova, Z. S. Klestova

Abstract. The article represents the results of experimental studies focus on the decontamination of 12 cultures cell lines of animal origin from mycoplasmas. On the early stages of the study, the optimal allowable concentration of the drug ciprofloxacin, which was used in our laboratory to rehabilitate cell cultures from mycoplasmas, was determined. It has been experimentally established that ciprofloxacin at concentration of $20 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ completely inhibits the reproduction and life cycle of mycoplasmas and does not cause a significant effect on the cells themselves. Ciprofloxacin in concentration of $20 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ was added into the growth and maintenance medium for five consecutive passages to the flasks with mycoplasma-contaminated cell cultures. After forming a cell monolayer in the flasks, it was always thoroughly washed five times with Hanks' solution, and only then the medium was replaced with a supportive one. Thus, the full cycle of cell culture remediation, from the moment of seeding the cells in the flasks until the next reseeding of cells took 3-4 days. 5 cycles were performed with each cell culture affected by mycoplasmas. At the completion of rehabilitation process, the samples of cell culture supernatant from each cell culture line were collected and examined by PCR for the presence of mycoplasmas. As a result, after remediation process of cell cultures mycoplasma infection was detected in only one sample. The efficiency is 88.9 % and it proves that the drug ciprofloxacin can be successfully used for decontamination of cell cultures in scientific and industrial virological laboratories.

Key words: decontamination, rehabilitation, mycoplasmas, ciprofloxacin, cell culture, PCR

**БІОЛОГІЧНІ ТА МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ІКСОДОВИХ
КЛІЩІВ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ****В. А. ЛЕВИЦЬКА**, кандидат ветеринарних наук, докторант*Сумський національний аграрний університет**E-mail: Levytska28@gmail.com*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.011>

Анотація. Кліщі родини *Ixodidae* широко поширені в Центральній Європі, належать до групи трихазяїнних кліщів і відіграють велике значення у сільському господарстві, серед домашніх тварин та в епідеміологічному благополуччі людей. Вивчення кліщів *D. reticulatus* та *I. ricinus* проводили у Хмельницькій, Чернівецькій, Вінницькій та Тернопільській областях, у 12 населених пунктах та восьми районах. Крім того, моніторинг проводився в адміністративних центрах областей у визначених точках.

Протягом трьох років (2018–2020) було зібрано 3768 іксодових кліщів: 2784 *D. reticulatus* (1719 самок, 886 самців, 142 личинки, 37 німф) та 984 *I. ricinus* (508 самок, 367 самців, 93 личинки, 16 німф), обстежено 4830 тварин в Хмельницькій, Чернівецькій, Вінницькій та Тернопільській областях.

Життєвий цикл кліщів *I. ricinus* зазвичай займав три роки. Їх найбільший пік, як правило, припадав на весну та на початок літа, з другим активним періодом восени в деяких районах Хмельницької та Тернопільської областей протягом всіх трьох років.

При дослідженні кліщів *D. reticulatus* спостерігали виникнення рясних популяцій кліщів у відкритих, неурбанізованих місцях, які виявляли на периферії сіл, на занедбаних територіях, пасовищах та лісових масивах. Життєвий цикл кліщів становив один або два роки залежно від умов навколишнього середовища. Кліщів даного виду більше реєстрували в холодних районах з достатньою відносною вологістю повітря. Основним періодом активності дорослих особин була весна, з вторинним піком восени, але динаміка значно варіювала в залежності від регіону.

Під час проведення досліджень були виявлені морфологічні аномалії у кліщів.

Ключові слова: кліщі, *Dermacentor reticulatus*, *Ixodes ricinus*

Актуальність. Кліщі (Acari) — дрібні членистоногі, що належать до класу павукоподібних (Arachnida). Всі кліщі поділяються на три родини, які налічують загалом близько 907 видів: Nutalliellidae, з одним видом, *Nutalliella pamaqua*; Argasidae, що нараховують 186 видів; та Ixodidae,

що складають 720 видів і поділяються на роди. У Західній та Центральній Європі зареєстровано 29 видів кліщів Ixodidae [1, 2].

Кліщі родини Ixodidae широко поширені в Центральній Європі, належать до групи трихазяїнних кліщів і відіграють велике значення у

Левицька В. А.

сільському господарстві, серед домашніх тварин та в епідеміологічному благополуччі людей. Кліщі родини Ixodidae відрізняють від кліщів родини Argasidae за фізіологічними та морфологічними ознаками, а також за своєю поведінкою. Життєвий цикл іксодових кліщів має лише одну стадію німфи. Личинка, німфа та доросла самка живляться лише один раз, але порівняно великою порцією крові. Зокрема, самка іксодового кліща здатна всмоктувати дуже велику кількість крові, внаслідок чого черевце сильно розтягується. За пасовищний сезон тварини можуть втрачати до 6-9 л крові. Таким чином, у цілому іксодові кліщі, крім самців деяких видів, прикріплені до господаря протягом декількох днів і живляться на трьох різних тваринах протягом свого життя [3, 4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За Баркером та Мюрреллом (2008), родина Ixodidae поділяється на такі роди: *Amblyomma*, *Anomalohimalaya*, *Bothriocroton*, *Cornupalpatum*, *Cosmiomma*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma*, *Ixodes*, *Margaropus*, *Nosomma*, *Rhipicentor* і *Rhipicephalus*. Варто відзначити, що п'ять видів, які раніше були в роді *Boophilus*, були включені до роду *Rhipicephalus* (підрид *Boophilus*), з них в Україні реєструють шість. У патології тварин і людей вони відіграють велику роль. Відомо, що серед них є переносники

збудників енцефаліту, туляремії, кліщових рикетсіозів, а також досить поширеної групи піроплазмідозних інвазій тварин. Крім того, вони тимчасові ектопаразити тварин, людей, спроможні завдати великої шкоди їх здоров'ю. Під час паразитування у тварин іксодиди споживають велику кількість крові, інюкують у їх організм токсичну слину. Деякі з кліщів спричиняють у тварин кліщові паралічі. Кліщі суттєво впливають на продуктивність тварин. В уражених тварин знижуються надої і маса тіла, приріст маси у молодняка, плодючість самок, а також погіршуються експлуатаційні якості робочої худоби. Особливо великі втрати, пов'язані із зниженням якості шкіряної сировини. У ряді країн і регіонів іксодиди перешкоджають селекціонерам створювати нові породи худоби чи поліпшувати місцеві [5, 6]. Ареал їх тісно пов'язаний з природно-кліматичними умовами: іксодофауна в умовах Полісся чи Лісостепу буде помітно відрізнитися від такої в Степу чи передгірній зоні. Кожний рід і вид їх мешкає, лише у межах певної клімато-географічної зони, чим і зумовлюється стаціонарне неблагополуччя щодо того чи іншого трансмісивного захворювання свійських тварин.

В Західній Україні зустрічаються два види кліщів, які мають велике епізоотичне та епідеміологічне значення – *Ixodes ricinus* та

Левицька В. А.

Dermacentor reticulatus. Ці види поширені в країнах Центральної Європи і здатні переносити збудників хвороб від природніх резервуарних господарів до людей і домашніх тварин. Багато авторів наголошують також на здатності кліщів роду *Rhipicephalus* переносити збудників трансмісивних хвороб. Однак цей рід, не є постійним компонентом фауни Центральної Європи і має важливе епідеміологічне значення в середземноморському регіоні Європи [7, 8]. Крім того, ще одним важливим з епідеміологічної точки зору видом кліщів є *Ixodes trianguliceps*, найбільш поширений у Великобританії та країнах Атлантичного узбережжя і здатний підтримувати вогнища зоонозних захворювань, що передаються кліщами [9–11]. Однак цей вид кліщів не часто зустрічається у Центральній Європі також. Четвертий вид кліщів, *Ixodes hexagonus*, живиться переважно на їжаках та м'ясоїдних тваринах, на гризунах та парнокопитних практично не паразитує [7], хоча є досить поширеним у Центральній Європі та Україні та може бути переносником *Borrelia burgdorferi* s. l., однак їх роль у підтримці вогнищ передачі захворювань людині не має великого значення.

Мета. Метою нашого дослідження було вивчення біологічних та морфологічних особливостей іксодових кліщів західного регіону.

Методи. Вивчення кліщів *D. reticulatus* та *I. ricinus* проводили у Хмельницькій, Чернівецькій, Вінницькій та Тернопільській областях, у 12 населених пунктах та восьми районах. Крім того, моніторинг проводився в адміністративних центрах областей у визначених точках.

Збір кліщів проводили у різних типах середовища існування: у лісових ландшафтах (змішані та широколистяні ліси та їх межі), в екотонах (зони між трав'янистими та лісистими ділянками та лісистими ділянками та рослинністю берегової частини озера), у відкритих ландшафтах (луки, які мало вкриті деревами або чагарниками; пасовища), у міському ландшафті (міські парки). Щоразу під час спостережень на експериментальних ділянках визначали температуру та вологість повітря, рослинність, наявність біологічних переносників.

Кліщів зберігали у 70 % етанолі та досліджували в лабораторії паразитології на кафедрі інфекційних та інвазійних хвороб Подільського державного аграрно-технічного університету, а також в Інституті зоології Польської академії наук (Варшава).

Диференціацію кліщів проводили за допомогою оптичного (світлового) мікроскопа МБС-9 при 12 та 24-кратном збільшенні з оцінкою видового та статевого складу. Визначення виду та статі

Левицька В. А.

проводили за допомогою визначників [12, 13].

Первинні дані проаналізовані стандартними методами, що застосовуються в біологічній статистиці, за допомогою електронних таблиць Excel.

Результати. Дослідження кліщів проводили за загальноприйнятими методиками. В результаті встановлено, що на території Хмельницької, Чернівецької, Вінницької та Тернопільської областей зустрічається два види кліщів *D. reticulatus* та *I. ricinus*.

Протягом трьох років (2018–2020) було зібрано 3768 іксодових кліщів: 2784 *D. reticulatus* (1719 самок, 886 самців, 142 личинки, 37 німф) та 984 *I. ricinus* (508 самок, 367 самців, 93 личинки, 16 німф), обстежено 4830 тварин (велика рогата худоба – 1641, вівці – 148, кози – 145, коні – 237, собаки – 1123, коти – 1350, дрібні гризуни – 186) в Хмельницькій, Чернівецькій, Вінницькій та Тернопільській областях.

Життєвий цикл кліщів *I. ricinus* зазвичай займав три роки. Їх найбільший пік, як правило, припадав на весну та на початок літа, з другим активним періодом восени в деяких районах Хмельницької та Тернопільської областей протягом всіх трьох років. В той час як в Чернівецькій та Вінницькій областях такої активності восени не спостерігалось.

При вивченні біологічних особливостей *I. ricinus* було встановлено, що личинки, німфи і дорослі особини, як правило, живляться на різних видах тварин. Імаго кліщів *I. ricinus* часто виявляли навколо рота, вух і повік овець, собак і котів, а також навколо вимені та пахвової області у великої рогатої худоби. Кліщів реєстрували на господарі протягом декількох днів, поки вони жилися, а потім вони відпадали на землю, щоб перейти до наступного етапу розвитку. Кліщів *I. ricinus* часто виявляли у прикореневих зонах рослинності, де відносна вологість повітря вище.

При вивченні морфологічних особливостей кліщів *I. ricinus* було встановлено наступне. Дорослий самець *I. ricinus* мав червоно-коричнєве забарвлення, а самки кліщів світло-сіре. Голодні самці мали довжину приблизно 2,5-3 мм, а самки – 3-4 мм. Розмір ситих самок становив до 1 см. У кліщів відсутні очі, у самок спинний щиток округлий. Пальпи виступали вперед і мали більшу довжину, ніж ширину. Кліщі не мали фестонів. Анальна борозна виразна і проходить попереду анального отвору. У кліщів цього роду відзначали статевий диморфізм: хітинові пластинки, які прикривають статеві органи у самців овальні, а у самок круглі. Вентральна поверхня у самців складалась із семи пластин. На задньому внутрішньому куті кокси першої пари лапок у кліщів

Левицька В. А.

спостерігали гачки; ці гачки настільки довгі, що перекривають сусідній сегмент на другій парі лапок. Гачки на інших коксах відсутні або невиразні. Лапки помірно довгі і звужуються.

Кліщам для розвитку необхідна кров. З яєць вилуплюються личинки, які перетворюються на німф, а ті в свою чергу, перетворюються на імаго. Личинки з'являлися приблизно через вісім тижнів після того, як були відкладені яйця. Вони були невеликі, довжиною 0,8 мм, і на відміну від інших стадій у них було лише три пари лапок. Як правило, личинки живилися на дрібних ссавцях, таких як мишоподібні гризуни. Якщо не вдавалось напасти на тварину, деякі личинки перезимовували і продовжували свій розвиток наступної весни.

Після живлення личинки відпадали і були виявлені на ґрунті, де линяли і перетворювались на німф. Німфи були подібні до дорослих кліщів, але не мали генітальних отворів і мали довжину приблизно 1,4 мм. Після линьки шукали нового господаря, який, як правило, був більшим ссавцем, таким як кіт, вівця або велика рогата худоба. Перетворившись на імаго, кліщі шукали остаточного господаря, яким також мав бути великий ссавець.

Самки нападали на тварин, де відбувалось їх живлення. Під час цього їх знаходили самці і відбувався процес спаровування, який тривав близько тижня. Після цього самки

відпадали у рослинність і починали відкладати яйця. В середньому вони відклали близько 2000 яєць протягом 4-6 тижнів, які були вкриті секретом, який сприяв їх виживанню та захищав від висушування.

При дослідженні кліщів *D. reticulatus* спостерігали виникнення рясних популяцій кліщів у відкритих, неурбанізованих місцях, які виявляли на периферії сіл, на занедбаних територіях, пасовищах та лісових масивах. Кліщів *D. reticulatus* не виявляли у гірських районах, але дуже часто їх реєстрували у низинах. Сприятливі ландшафтні умови для розвитку виду зустрічалися там, де перетиналися різні форми господарювання людини, як, наприклад, у приміських селищах.

Життєвий цикл кліщів становив один або два роки залежно від умов навколишнього середовища. Кліщів даного виду більше реєстрували в холодних районах з достатньою відносною вологістю повітря. Основним періодом активності дорослих особин була весна, з вторинним піком восени, але динаміка значно варіювала в залежності від регіону. Наприклад, в 2019 році найбільша кількість кліщів *D. reticulatus* була виявлена у вересні та жовтні. Також взимку в Україні, коли температура повітря була вище 0 ° С, було виявлено велику кількість дорослих особин. Імаго кліщів переважно виявляли на великій рогатій худобі, конях, вівцях, козах.

Левицька В. А.

D. reticulatus – зустрічався на собаках у всіх областях.

Довжина голодних дорослих особин становила 3,8–4,8 мм; самка, після живлення – до 1,0 см. Голодна німфа мала довжину 1,4–1,8 мм.

Копуляція відбувалася на господарях. Самки живилися 9–15 днів, перш ніж опуститися на землю і відкладали приблизно 4000 яєць у захищених місцях. Личинки вилуплювалися з яєць через 2–3 тижні і живилися приблизно 2 дні на тваринах, після чого відпадали на землю і линяли до стадії німфи. Німфи знаходили тварин, нападали на них і живилися протягом декількох днів, відпадали і линяли, щоб перетворитись на імаго. Личинки та німфи живилися на різних дрібних ссавцях, таких як дрібні гризуни та хижі тварини, а іноді й на птахів. Преімагінальні стадії були активними з середини літа до пізньої осені.

Під час проведення досліджень були виявлені морфологічні аномалії у кліщів. Інформація щодо їх виникнення в природному середовищі майже відсутня. Наше дослідження було проведено на кліщах *I. ricinus* та *D. reticulatus*, зібраних із рослинності в Хмельницькій області. Було зібрано 405 кліщів *D. reticulatus* (179 самців і 226 самок) та 85 кліщів *I. ricinus* (60 самок та 25 самців). Морфологічні аномалії у кліщів *D. reticulatus* виявлені у 12,2% самок та 8,3% та самців, серед *I. ricinus* – у 2,3% та

9,0% самок та самців відповідно. Виявлені морфологічні відхилення були представлені наступними аномаліями: асиметрія щодо поздовжньої осі тіла, атрофія або агенезія ніг (включаючи відсутність коксової пластинки), додаткові сегменти стопи, відсутність спіральної пластинки, карликовість, зменшення фестонів, меланізація, що проявлялось у помітно темнішому кольорі всього тіла, відсутність анального жолоба. Найпоширенішим відхиленням була асиметрія, яка становила майже половину випадків аномалій у обох видів кліщів, і карликовість, однак це спостерігалось лише у самок і самців кліщів *D. reticulatus*. Меланізація та зменшення кількості фестонів також були виявлені лише у самців та самок *D. reticulatus*.

Обговорення

Рід *Ixodes* це найбільший рід кліщів родини *Ixodidae*, який присутній на всіх континентах, включаючи Антарктиду. Найбільше медичне та ветеринарне значення мають види: *I. ricinus* у Європі, Західній Азії та Середземноморському узбережжі Північної Африки та *I. persulcatus* у Північно-Східній Європі та Північній Азії, *I. scapularis* та *I. pacificus* у Північній Америці. На території Євразії медико-епізоотологічне значення мають такі види кліщів як *I. hexagonus* (присутній лише в Європі), *I. caledonicus*, *I. frontalis*, *I.*

Левицька В. А.

trianguliceps та *I. uriae*, зважаючи на їх роль як переносників зоонозних патогенів серед тварин. Серед усіх видів *Ixodes* приблизно 20% кліщів паразитують на птахів та 80% – на ссавцях [14].

Поведінка цієї групи кліщів характеризується постійними пошуками господаря для живлення і може бути класифікована як ендофільна або екзофільна. Ендофільні кліщі, як правило живуть у місцях близьких до гнізд або нір господарів і прикріплюються до господаря при його появі, тоді як екзофільні кліщі переміщуються у пошуках господарів, рухаючись по рослинах, очікуючи на них. Таку поведінку екзофільних кліщів *Ixodes* spp., направлену на пошуки господарів, слід відрізнити від поведінки кліщів, які активно пересуваються до потенційних господарів, наприклад *Hyalomma* spp.. Зважаючи на різницю в поведінці кліщів, лише екзофільні види можуть бути зібрані за допомогою прапора або тканини. Серед кліщів роду *Ixodes* екзофільні види, такі як *I. ricinus*, зазвичай копулюють на господарях. Ендофільні види, такі як *I. hexagonus*, як правило, копулюють у місцях існування господарів [15].

В Європі найвідомішим видом кліща є *I. ricinus*, ще його часто називають «звичайним кліщем», «чорноногим собачим кліщем» або «овечим кліщем». Цей вид кліщів

зустрічається найчастіше у центральній, західній та північній Європі. Поширення цього виду зареєстровано від Ірландії, Британії, Скандинавії, Фінляндії та західної Росії по всій континентальній Європі на південь до Середземноморського регіону, на північ Африки та на схід до Ірану.

I. ricinus – кліщ, що в процесі розвитку живиться на трьох господарях і їх діапазон є дуже широким, який включає ящірок, різноманітні види птахів та дрібних, середніх і великих ссавців. Цей вид кліщів часто нападає і на людину. Дослідженнями встановлено два види ящірок, 56 видів птахів та 29 видів ссавців, як господарів для *I. ricinus* лише у Швеції [16].

В Європі *I. ricinus* є переносником збудників зоонозних захворювань, включаючи бореліоз, вірусний кліщовий енцефаліт, анаплазмоз, що спричиняється *Anaplasma phagocytophilum* та *Rickettsia* spp. *I. ricinus* також є переносником *Babesia divergens*, *B. microti* та *B. venatorum*, *Francisella tularensis*, *Neoehrlichia micurensis* та вірусної вертячки овець [17].

Рід *Dermacentor* невеликий, налічує близько 30 видів кліщів, більшість з яких зустрічається в європейських країнах. Розмір кліщів від середнього до великого, як правило, мають малюнок на дорсальній стороні, і подібні на рід *Hyalomma*. Більшість видів

Левицька В. А.

Dermacentor – в своєму циклі розвитку використовують для живлення трьох господарів, але деякі види – лише одного. Два види кліщів, *D. marginatus* та *D. reticulatus*, широко поширені в Європі [15].

D. reticulatus (син. *D. pictus*) також відомий як «орнаментальний собачий кліщ», «болотний кліщ» або «орнаментальний коров'ячий кліщ». Цей вид кліща часто плутали з іншими видами, оскільки він має значну морфологічну мінливість [18, 19].

Ареал поширення виду простягається від Франції та південно-західної Англії на заході до Середньої Азії на сході. *D. reticulatus* виявлено майже у всіх європейських країнах, але раніше цей вид кліщів зустрічався порівняно рідко у холодно-континентальному кліматі. У Західній та Центральній Європі він не зустрічається на північ від 53–54°N північної широти, наприклад, у Скандинавії та в середземноморському кліматичному поясі. Однак у Східній Європі він може зустрічатись на північ, аж до 60°N. Кліщі відсутні від Північної Африки [20]. У межах цієї великої території поширення цього виду є вогнищевим, що також спостерігалось і в наших дослідженнях [21]. В останні два десятиліття в кількох європейських країнах було відмічено зміни в поширенні кліщів *D. reticulatus* [21-23]. Вважається, що поширення

кліщів *Dermacentor* пов'язане з активним переміщенням, імпортом тварин та зміною клімату, зокрема, скороченням зимового періоду та підвищенням мінімальних температур [24]. Найвагомішими факторами, які сприяють поширенню та активності *D. reticulatus* є осередки сприятливого мікроклімату [18].

D. reticulatus, як відомо, є переносником *Babesia* spp. (*B. canis*, *B. divergens*, *B. ovis*, *B. caballi*), *T. equi*, *A. ovis*, *R. conori*, *R. Raoultii*, *F. tularensis* [19, 21, 25].

Висновки і перспективи.

Життєвий цикл кліщів *I. ricinus* зазвичай займав три роки. Їх найбільший пік, як правило, припадав на весну та на початок літа, з другим активним періодом восени в деяких районах Хмельницької та Тернопільської областей протягом всіх трьох років. При вивченні біологічних особливостей *I. ricinus* було встановлено, що личинки, німфи і дорослі особини, як правило, живляться на різних видах тварин. Голодні самці мали довжину приблизно 2,5-3 мм, а самки – 3-4 мм. Розмір ситих самок становив до 1 см.

Життєвий цикл кліщів *D. reticulatus* становив один або два роки залежно від умов навколишнього середовища. Основним періодом активності дорослих особин була весна, з вторинним піком восени, але динаміка значно варіювала в залежності від регіону. Довжина голодних дорослих особин становила

Левицька В. А.

3,8–4,8 мм; самка, після живлення – до 1,0 см.

Преімагінальні стадії обох видів кліщів були активними з середини літа до пізньої осені. Під час

Список використаних джерел

1. Barker, S.C. and Murrell, A. (2008) Systematics and evolution of ticks with a list of valid genus and species names. In: Bowman, A.S. and Nuttall, P.A. (eds) *Ticks: Biology, Disease and Control*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 1–39.

2. Балашов, Ю.С. (1998) Иксодовые клещи — паразиты и переносчики инфекции. Санкт-Петербург: Наука, 326 с.

3. Ємчук, Є.М. (1960) Фауна України. Іксодові кліщі. К.: Вид-во АН УРСР, Т. 25, вип. 1.164 с.

4. Акимов, І.А., Небогаткін І.В. (2016) Иксодовые клещи городских ландшафтов г. Киева. Киев, 156 с.

5. Акімов, І.А., Небогаткін, І.В. (2010) Сезонні зміни активності, статевого складу та ареалу кліща *Ixodes ricinus* (Acari, Ixodida) у ландшафтно-географічних регіонах України. Вестник зоології; 3 (44): 245–251.

6. Jongejans, F., & Uilenberg, G. (2004). The global importance of ticks. *Parasitology*, 129 Suppl, S3–S14. <https://doi.org/10.1017/s0031182004005967>

7. Siuda, K. (1991) *Kleszcze* (Acari: Ixodida) Polski. PWN, Warszawa - Wrocław.

8. Estrada-Peña, A., Bouattour, A., Camicas, J.L., Walker, A.R. (2004) Ticks of domestic animals in Mediterranean region: a guide to identification of species. University of Zaragoza, Zaragoza.

9. Toutoungi, L.N., Gern, L. (1993). Ability of transovarially and subsequent transstadially infected *Ixodes hexagonus* ticks to maintain and transmit *Borrelia burgdorferi* in the laboratory. *Experimental and Applied Acarology* 17: 581–586.

10. Bown, K.J., Begon, M., Bennett, M., Woldehiwet, Z., Ogden, N.H. (2003). Seasonal dynamics of *Anaplasma phagocytophila* in a rodent-tick (*Ixodes trianguliceps*) system,

проведення досліджень були виявлені морфологічні аномалії у кліщів.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні патогенів, які переносять кліщі у західному регіоні України.

United Kingdom. *Emerging Infectious Diseases* 9: 63–70.

11. Bown, K.J., Begon, M., Bennett, M., Birtles, R.J., Burthe, S., Lambin, X., Telfer, S., Woldehiwet, Z., Ogden, N.H. (2006). Sympatric *Ixodes trianguliceps* and *Ixodes ricinus* ticks feeding on field voles (*Microtus agrestis*): potential for increased risk of *Anaplasma phagocytophilum* in the United Kingdom? *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 6: 404–410.

12. Беклемишев, В. Н. (2009). Термины и понятия, необходимые при количественном изучении популяций эктопаразитов и нидиколов. Русский орнитологический журнал, 18 (509), 1527–1540.

13. Филиппова Н.А. (1977). Иксодовые клещи подсем. Ixodinae. Л.: Наука. 396 с. [Фауна СССР], Паукообразные. 4 (4)].

14. Kolonin, G.V. (2009). Fauna of ixodid ticks of the world (Acari, Ixodidae). Kolonin, G.V., Moscow.

15. Hillyard, P. (1996) *Ticks of North-West Europe*. Natural History Museum, London.

16. Jaenson, T.G.T., Tälleklint, L., Lundqvist, L., Olsen, B., Chirico, J. and Mejlom, H. (1994) Geographical distribution, host associations, and vector roles of ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) in Sweden. *Journal of Medical Entomology* 31, 240–256.

17. Boulanger, N., Boyer, P., Talagrand-Reboul, E., Hansmann, Y. (2019) Ticks and tick-borne diseases. *Med Mal Infect*, 49(2):87–97.

18. Estrada-Peña, A. (2008). Climate, niche, ticks, and models: what they are and how we should interpret them. *Parasitology Research* 103, 87–95.

19. Zahler, M. & Gothe, R. (2001). A new endemic focus of the bont tick

Левицька В. А.

Dermacentor reticulatus in Bavaria – risk of further endemic spreading of canine babesiosis. *Tierärztliche-Praxis-Ausgabe-K, Kleintiere/Heimtiere* 29, 121–123.

20. Estrada-Peña, A., Bouattour, A., Camicas, J. and Walker, L.A.R. (2004). *Ticks of Domestic Animals in the Mediterranean Region. A Guide to Identification of Species*. Produced for the European Union Project Integrated Consortium on Ticks and Tick-borne Diseases (ICTTD-2).

21. Dautel, H., Dippel, C., Oehme, R., Hartelt, K. and Schettler, E. (2006). Evidence for an increased geographical distribution of *Dermacentor reticulatus* in Germany and detection of *Rickettsia* sp. RpA4. *International Journal of Medical Microbiology* 296, 149–156.

22. Sréter, T., Széll, Z. and Varga, I. (2005). Spatial distribution of *Dermacentor reticulatus* and *Ixodes ricinus* in Hungary: evidence for change? Short communication. *Veterinary Parasitology* 128, 347–351.

23. Bullova, E., Lukan, M., Stanko, M. and Petko, B. (2009) Spatial distribution of *Dermacentor reticulatus* tick in Slovakia in the beginning of the 21st century. *Veterinary Parasitology* 165, 357–360.

24. Cochez, C., Lempereur, L., Madder, M., Claerebout, E., Simons, L., De Wilde, N., Linden, A., Saegerman, C., Heyman, P. and Losson, B. (2011). Foci report of indigenous *Dermacentor reticulatus* populations in Belgium and a preliminary study on associated babesiosis pathogens. *Journal of Medical Entomology*, doi: 10.1111/j.1365-2915.2011.00998.x.

25. Левицька, В.А., Мушинський, А.Б., Березовський, А.В. (2019) Моніторинг трансмісивних захворювань, що передаються іксодовими кліщами в західних областях України. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Т.21, № 96. С. 14–18. doi: 10.32718/nvlvet9603

References

1. Barker, S.C. and Murrell, A. (2008) Systematics and evolution of ticks with a list of valid genus and species names. In: Bowman, A.S. and Nuttall, P.A. (eds) *Ticks: Biology, Disease and Control*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 1–39.

2. Balashov ZhS. (1998) *Iksodovye kleshchi – parazity i perenoschiki infektsii*. Sankt–Peterburg: Nauka. 326 s.

3. Yemchuk, YeM. (1960) *Fauna Ukrainy. Iksodovi klishchi*. Kyiv: v-tvo Akademii nauk URSR, 168 s.

4. Akimov, A.I., Nebogatkin, I.V. (2016) *Iksodovye kleshchi gorodskikh landshaftov g. Kieva*. Kiev. 156 s.

5. Akimov, I.A., Nebogatkin, I.V. (2010) Seasonal Changes in Activity, Sex Composition and Areal of the Tick *Ixodes ricinus* (Fari, Ixodida) in the Landscape-Geographical Regions of Ukraine. *Вестник зоології*; 3(44): 245–251.

6. Jongejan, F., & Uilenberg, G. (2004). The global importance of ticks. *Parasitology*, 129 Suppl, S3–S14. <https://doi.org/10.1017/s0031182004005967>

7. Siuda, K. (1991) *Kleszcze (Acari: Ixodida)* Polski. PWN, Warszawa - Wrocław.

8. Estrada-Peña, A., Bouattour, A., Camicas, J.L., Walker, A.R. (2004) *Ticks of domestic animals in Mediterranean region: a guide to identification of species*. University of Zaragoza, Zaragoza.

9. Toutoungi, L.N., Gern, L. (1993). Ability of transovarially and subsequent transstadially infected *Ixodes hexagonus* ticks to maintain and transmit *Borrelia burgdorferi* in the laboratory. *Experimental and Applied Acarology* 17: 581-586.

10. Bown, K.J., Begon, M., Bennett, M., Woldehiwet, Z., Ogden, N.H. (2003). Seasonal dynamics of *Anaplasma phagocytophila* in a rodent-tick (*Ixodes trianguliceps*) system, United Kingdom. *Emerging Infectious Diseases* 9: 63-70.

11. Bown, K.J., Begon, M., Bennett, M., Birtles, R.J., Burthe, S., Lambin, X., Telfer, S., Woldehiwet, Z., Ogden, N.H. (2006). Sympatric *Ixodes trianguliceps* and *Ixodes ricinus* ticks feeding on field voles (*Microtus agrestis*): potential for increased risk of *Anaplasma phagocytophilum* in the United Kingdom? *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 6: 404-410.

12. Beklemishev, V.N. (2009). Terms and concepts necessary in the quantitative study of populations of ectoparasites and nidicolles.

Левицька В. А.

Russian Ornithological Journal, 18 (509), 1527-1540.

13. Filippova N.A. (1977). We sub-sow ixodid ticks. Ixodinae. L. : Science. 396 s. [Fauna of the USSR], Arachnids. 4 (4)].

14. Kolonin, G.V. (2009). Fauna of ixodid ticks of the world (Acari, Ixodidae). Kolonon, G.V., Moscow.

15. Hillyard, P. (1996) *Ticks of North-West Europe*. Natural History Museum, London.

16. Jaenson, T.G.T., Tälleklint, L., Lundqvist, L., Olsen, B., Chirico, J. and Mejlon, H. (1994) Geographical distribution, host associations, and vector roles of ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) in Sweden. *Journal of Medical Entomology* 31, 240–256.

17. Boulanger, N., Boyer, P., Talagrand-Reboul, E., Hansmann, Y. (2019) Ticks and tick-borne diseases. *Med Mal Infect*, 49(2):87-97.

18. Estrada-Peña, A. (2008). Climate, niche, ticks, and models: what they are and how we should interpret them. *Parasitology Research* 103, 87–95.

19. Zahler, M. & Gothe, R. (2001). A new endemic focus of the bont tick *Dermacentor reticulatus* in Bavaria – risk of further endemic spreading of canine babesiosis. *Tierärztliche-Praxis-Ausgabe-K, Kleintiere/Heimtiere* 29, 121–123.

20. Estrada-Peña, A., Bouattour, A., Camicas, J. and Walker, L.A.R. (2004). *Ticks of Domestic Animals in the Mediterranean Region. A Guide to Identification of Species*.

Produced for the European Union Project Integrated Consortium on Ticks and Tick-borne Diseases (ICTTD-2).

21. Dautel, H., Dippel, C., Oehme, R., Hartelt, K. and Schettler, E. (2006). Evidence for an increased geographical distribution of *Dermacentor reticulatus* in Germany and detection of *Rickettsia* sp. RpA4. *International Journal of Medical Microbiology* 296, 149–156.

22. Sréter, T., Széll, Z. and Varga, I. (2005). Spatial distribution of *Dermacentor reticulatus* and *Ixodes ricinus* in Hungary: evidence for change? Short communication. *Veterinary Parasitology* 128, 347–351.

23. Bullova, E., Lukan, M., Stanko, M. and Petko, B. (2009) Spatial distribution of *Dermacentor reticulatus* tick in Slovakia in the beginning of the 21st century. *Veterinary Parasitology* 165, 357–360.

24. Cochez, C., Lempereur, L., Madder, M., Claerebout, E., Simons, L., De Wilde, N., Linden, A., Saegerman, C., Heyman, P. and Losson, B. (2011). Foci report of indigenous *Dermacentor reticulatus* populations in Belgium and a preliminary study on associated babesiosis pathogens. *Journal of Medical Entomology*, doi: 10.1111/j.1365-2915.2011.00998.x.

25. Levytska, V.A., Mushinsky, A.B., Berezovsky, A.V. (2019) Monitoring of tick-borne diseases transmitted by Ixodid ticks in the western regions of Ukraine. Scientific Bulletin of LNUVMB named after SZ Gzhytsky. T.21, № 96. S. 14–18. doi: 10.32718/nvlvet9603

БИОЛОГИЧЕСКИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ ЗАПАДНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ

В. А. Левицька

Аннотація. Клещі семейства *Ixodidae* широко розпространені в Центральній Європі, належать до групи кліщів з трьома господарями і грають важливу роль в сільському господарстві, серед домашніх тварин і в епідеміологічному благополуччі людей. Вивчення кліщів *D. reticulatus* і *I. ricinus* проводилось в Хмельницькій, Черновицькій, Вінницькій і Тернопільській областях, в 12 містах і 8 районах. Крім того, моніторинг проводився в адміністративних центрах регіонів в окремих точках.

За три роки (2018–2020 рр.) Зібрано 3768 іксодових кліщів: 2784 *D. reticulatus* (1719 самців, 886 самок, 142 личинки, 37 нимфи) і 984 *I. ricinus* (508

Левицька В. А.

самок, 367 самців, 93 личинки, 16 нимф), Обследовано 4830 животных в Хмельницькой, Черновицькой, Винницькой и Тернопольской областях.

Жизненный цикл клещей *I. ricinus* обычно занимал три года. Наибольший их пик, как правило, приходился на весну и начало лета, второй активный период приходился на осень в некоторых районах Хмельницькой и Тернопольской областей на протяжении всех трех лет.

В ходе изучения клещей *D. reticulatus* наблюдали появление обильных популяций клещей на открытых, загородных территориях, которые были обнаружены на окраинах сел, на заброшенных территориях, пастбищах и лесах. Жизненный цикл клещей составлял один-два года в зависимости от условий окружающей среды. Клещи этого вида чаще встречались в холодных районах с достаточной относительной влажностью. Основной период активности взрослых особей приходился на весну, второй пик приходился на осень, но динамика существенно варьировала в зависимости от региона.

В ходе исследования у клещей выявлены морфологические отклонения.

Ключевые слова: клещи, *Dermacentor reticulatus*, *Ixodes ricinus*

BIOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF IXODE TICKS OF THE WESTERN REGION OF UKRAINE

V. A. Levytska

Abstract. Ticks of the family Ixodidae are widespread in Central Europe, belong to the group of three-host ticks and play an important role in agriculture, among domestic animals and in the epidemiological well-being of humans. The study of ticks *D. reticulatus* and *I. ricinus* was carried out in Khmelnytsky, Chernivtsi, Vinnytsia and Ternopil regions, in 12 cities and eight districts. In addition, monitoring was carried out in the administrative centers of the regions at certain points.

During three years (2018–2020) 3768 Ixodid ticks were collected: 2784 *D. reticulatus* (1719 females, 886 males, 142 larvae, 37 nymphs) and 984 *I. ricinus* (508 females, 367 males, 93 larvae, 16 nymphs), 4830 animals were examined in Khmelnytsky, Chernivtsi, Vinnytsia and Ternopil regions.

The life cycle of *I. ricinus* ticks usually took three years. Their greatest peak, as a rule, occurred in spring and early summer, with the second active period in autumn in some districts of Khmelnytsky and Ternopil regions during all three years.

During the study of *D. reticulatus* ticks observed the emergence of abundant populations of ticks in open, non-urban areas, which were found on the outskirts of villages, in abandoned areas, pastures and forests. The life cycle of ticks was one or two years, depending on environmental conditions. Ticks of this species were more common in cold areas with sufficient relative humidity. The main period of activity of adults was spring, with a secondary peak in autumn, but the dynamics varied significantly depending on the region.

Morphological abnormalities in ticks were detected during the research.

Keywords: ticks, *Dermacentor reticulatus*, *Ixodes ricinus*

УДК 619:614.31/.48:664.93:637.07

МІКРОСТРУКТУРНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЯЛОВИЧИНИ ЗА ОБРОБЛЕННЯ МИЙНО-ДЕЗІНФІКУЮЧИМИ ЗАСОБАМИ

Н. М. БОГАТКО, кандидат ветеринарних наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

E-mail: nadiyabogatko@ukr.net

А. О. МЕЖЕНСЬКИЙ, кандидат ветеринарних наук, доцент, старший
науковий співробітник

О. В. ЛОЖКІНА, кандидат ветеринарних наук, старший науковий
співробітник

М. В. КУПНЕВСЬКА, провідний лікар

*Державний науково-дослідний інститут лабораторної діагностики і
ветеринарно-санітарної експертизи*

E-mail: pat.lab@i.ua; mezhaavet@gmail.com; dndildvse@vetlabresearch.gov.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.012>

Анотація. У статті представлені результати аналізу мікроструктурних характеристик яловичини свіжої, що реалізувалися у супермаркетах за температури 4 ± 2 °C на 2 добу та сумнівної свіжості на 3–4 добу, а також обробленої мийно-дезінфікуючими засобами. У яловичині свіжій було виявлено поодинокі осередки кокової мікрофлори; структура ядер м'язових волокон виражена чітко, забарвлення рівномірне, помірне, посмугованість м'язових волокон чітко виражена, забарвлення рівномірне; а у м'ясі сумнівної свіжості – відмічали наявність кокової та паличкоподібної мікрофлори у вигляді дифузних та вогнищевих відкладень у нещільній сполучній тканині поверхневих фасцій, у перемізії та ендомізії, структура ядер м'язових волокон у стані розчинення, нерівномірно забарвлена, місцями тінєподібна, втрату посмугованості м'язових волокон. За оброблення яловичини свіжої та сумнівної свіжості розчинами формальдегіду (10%) встановлено: появу у цитоплазмі клітин дрібних темно-коричнево-жовтуватих зерен кристалевої форми; пероксиду гідрогену (5%): знебарвлення пігментів у клітинах, деструкція м'язових волокон, їх гофрування, нагромадження дрібнозернистої пористої білкової маси у міжм'язовому просторі; оцтової кислоти (10%): порушення архітектоніки тканини, місцями деструкція та лізис міофібрил та дифузне скупчення між ними гомогенної маси білкового походження з її подальшою «желатинізацією» і частковим розчином; розчином хлору (активність хлору 3%): місцями відмічали мікротріщини і розволокнення міофібрил з утворенням пустот між ними, незначне знебарвлення пігментів у клітинах; калію перманганату (5%): структура м'язових волокон не збережена, забарвлення нерівномірне, насичене, спостерігаються ділянки лізису, подекуди мікротріщини та фрагментація, набряк міжм'язової сполучної тканини; лужними мийними засобами: незначне знебарвлення пігментів клітин, наявність мікротріщин м'язових волокон, набряк сполучнотканинних елементів.

Ключові слова: яловичина, мікроструктурна характеристика, мийно-дезінфікуючі засоби.

Актуальність. Науковці стверджують, що особливо актуальні питання державного ветеринарно-санітарного контролю виробництва продуктів тваринництва в сучасних умовах пов'язані з ринковими відносинами, перебудовою агропромислового комплексу [1, с. 407; 2, с. 18].

Державний ризик-орієнтований контроль на потужностях з виробництва та обігу м'яса забійних тварин повинні здійснювати офіційні ветеринарні лікарі, які також здійснюють інспектування потужностей, випробувальних лабораторій, що розміщуються на потужностях, здійснюють відбір зразків з метою перевірки відповідності законодавству про харчові продукти, проводять аудит системи аналізу небезпечних факторів та контролю у критичних точках (НАССР) за умови наявності відповідної [3, с. 6–7].

Харчова промисловість розвивається швидкими темпами, і чутливість споживачів до побоювань, пов'язаних з безпекою харчових продуктів, і скандалів, пов'язаних з харчовим шахрайством, ще більше посилюється завдяки швидкій комунікації, наприклад через соціальні мережі [4, с. 2707].

Шахрайство та фальсифікація харчових продуктів, у тому числі і

м'яса, передбачає виконання превентивних ветеринарних дій щодо запобігання цієї проблеми. Останніми роками харчові шахрайства стали потенційною загрозою для здоров'я споживачів [5, с. 1017; 6, с. 225].

Система ТАССР спрямована на захист харчових продуктів від навмисного забруднення в ланцюзі постачань за виробництва та обігу з наміром заподіяти шкоду (поведінково чи ідеологічно мотивованого) для забезпечення безпечності харчових продуктів. А система VАССР оцінює, виявляє та контролює вразливість в ланцюзі постачань харчових продуктів, які можуть зазнати (економічно мотивованого) шахрайства [7, с. 724]. Ці системи вимагають постійної документації та активного відстеження критичних точок, щоб стежити за загрозами. На потужностях з виробництва та обігу м'яса забійних тварин системи ТАССР і VАССР можуть використовуватися одночасно з НАССР для продовольчої безпеки шляхом проходження критичних контрольних точок, на яких можуть виникати як загрози, так і вразливості з харчовими шахрайствами [8, с. 33]. Шахрайство з харчовими продуктами, включаючи більш визначену підкатегорію економічно вмотивованих фальсифікацій, являє

собою харчової ризик, який отримує визнання і заклопотаність. Незалежно від причини харчового ризику, виявлення фальсифікації харчових продуктів є обов'язком як сільськогосподарської галузі, так і уряду [9, с. 159; 10, с. 119–120].

Необхідно контролювати харчові продукти згідно діючих виробничих стандартів, які повинні узгоджуватися з вимогами країн ЄС, що досить важливо для виключення можливості фальсифікації м'ясних продуктів застосовуючи розроблений та запатентований гістологічний метод дослідження багатокомпонентних м'ясних систем, який базувався на існуючому мікроструктурному методі дослідження окремих тканин (м'язової, сполучної, кісткової та ін.) [11, с. 62].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Міжнародна мережа органів ФАО/ВООЗ (FAO/WHO) з безпеки харчових продуктів (INFOSAN) підтримує зміцнення систем безпеки харчових продуктів у всьому світі з метою пом'якшення глобального тягаря хвороб харчового походження та прагне зупинити міжнародне поширення заражених харчових продуктів, запобігти спалаху хвороб харчового походження [12, с. 4; 13, с. 3; 14, с. 485].

Масштаби шахрайства з харчовими продуктами, охоплені дослідженням, включали повний

спектр шахрайських дій, а саме – додавання фальсифікованих речовин, фальсифікацію (щодо некоректного маркування), крадіжки, контрабанда, сірий ринок/витік і підробка [15, с. 9–10].

М'ясо і риба, а також їх відповідні побічні продукти також були причетні до шахрайства і фальсифікації харчових продуктів, особливо до підміни. Для всебічного запобігання шахрайства та фальсифікації харчових продуктів потрібне забезпечення дотримання нормативних вимог, посилення відбору проб і моніторингу, навчання виробників та обробників харчових продуктів, а також розробка точних, швидких і економічних методів виявлення шахрайства [16, с. 2030]. Стурбованість з приводу безпеки харчових продуктів і регулювання в цій сфері забезпечили розробку різних методів, таких як фізичні, біохімічні/імунологічні та молекулярні, щодо виявлення домішок в харчових продуктах [17, с. 1181].

Інциденти з шахрайством та фальсифікацією м'яса часто виявляють майже у всіх регіонах земної кулі, особливо із збільшенням світового населення. Щоб забезпечити справжність м'ясних продуктів, авторами був розроблений 10-плексний аналіз xMAP для одночасного виявлення десяти тваринних матеріалів: великої рогатої худоби, коней, птиці, свиней, ослів,

оленів, собак, лисиць і норок [18, с. 326–328].

Авторами Якубчак О. М., Хомич В. Т та ін. [19, с. 65–66] мікроструктурним дослідженням консервів м'ясних з яловичини встановлено порушення рецептури за рахунок присутності волокнистої сполучної тканини, домішок фрагментів окістя, сої, крохмалю. Необхідно зазначити, що нанесення належного маркування на харчові продукти дасть можливість забезпечити справедливу торгівлю [20, с. 804]. За порушення температурних режимів зберігання м'яса внаслідок повторного розморожування значно руйнується структура м'язових тканин і денатуруються білки, що призводить до непридатності м'яса для виробництва м'ясних продуктів, консервів, напівфабрикатів. У свинині, що піддавалася розморожуванню, відмічено зміни мікроструктури: м'язові волокна переважно мають виправлену форму, порушена їх цілісність; міжм'язові волокнами в ендомізії, а також в ділянці сполучнотканинних прошарках преримізії, виявляються пустоти різної величини, які з'явилися внаслідок танення кристалів льоду; пучки м'язових волокон в ділянках перимізії сильно розріджені; спостерігається розрихлення волокнистих елементів сполучної тканини [20, с. 20–21].

Автором Загребельним В.О. [22, с. 14] були досліджені зміни в м'язовій тканині яловичини після сухого та вологого туалетів та обробки її гострим паром упродовж 14 діб, що підтверджувало псування м'яса за умов проведення вологого туалету на 4–7 добу, а сухого – 6–8 добу внаслідок дифузного скупчення мікрофлори в ендо- та перимізії колоній оксифільних і базифільних бактерій – коків та паличок різних розмірів.

Офіційний контроль безпечності та якості м'яса та м'ясних продуктів не передбачає визначення їх мікроструктурного складу за відповідністю нормативним документам. Проте, мікроструктурний аналіз м'яса і м'ясних продуктів є єдиним методом, що дозволяє ідентифікувати склад компонентів [23, с. 187; 24, с. 2993; 25, с. 164; 26, с. 5–6].

Необхідно розробляти нові експресні методи контролювання безпечності та якості м'яса забійних тварин за виявлення хімічного небезпечного чинника [27, с. 2–3]. Отже, наші дослідження є актуальними щодо виявлення фальсифікації м'яса забійних тварин мийно-дезінфікуючими засобами в тому, що за проведення ризик-орієнтованого контролю за хімічними небезпечними чинниками необхідно враховувати мікроструктурний аналіз м'ясної сировини.

Метою дослідження було провести аналіз мікроструктурних характеристик яловичини свіжої та сумнівного ступеня свіжості за оброблення мийно-дезінфікуючими засобами

Матеріали і методи дослідження. Матеріалом для проведення дослідження слугували зразки найдовшого м'яза спини яловичини (загальної кількості 56) свіжого ступеня, сумнівного ступеня свіжості м'яса та за оброблення мийно-дезінфікуючими засобами (розчинами формальдегіду (10 %), пероксиду гідрогену (5 %), оцтової кислоти (10 %), хлору (активність хлору 3 %), калію перманганату (5 %), лужними мийними засобами).

Зразки яловичини були відібрані у супермаркетах Київської області з холодильних прилавків за температури 4 ± 2 °C на 2 добу (свіжого ступеня м'ясо) реалізації та 3–4 добу реалізації (сумнівного ступеня свіжості), що було встановлено за хімічними випробуваннями та аналізом мікроструктурних характеристик м'яса.

Попередньо було встановлено експресними запатентованими методиками виявлення м'яса за навмисного оброблення мийно-дезінфікуючими засобами, які мали вірогідність у випробування 99,9% [27, с. 3–15]. Суть виявлення фальсифікації м'яса розчином формальдегіду (10 %) полягала у використанні суміші азотної та

сірчаної кислот, яку наносили на поверхню м'язової тканини та встановлювали зміну кольору: фіолетово-червоного (за наявності фальсифікації) або жовто-бурого (за відсутності фальсифікації). Суть виявлення фальсифікації м'яса розчином пероксиду гідрогену (5 %) полягала у використанні розчинів концентрованої сірчаної кислоти та йодисто-калієвого крохмалю, які наносили на поверхню м'язової тканини та встановлювали наявність світло-синього кольору (за наявності фальсифікації) або відсутність (за відсутності фальсифікації). Суть виявлення фальсифікації м'яса розчином оцтової кислоти (10 %) полягала у використанні розчинів натрію гідроксиду з масовою концентрацією 0,1 моль/дм³ та спиртового розчину фенолфталеїну з масовою концентрацією 1%, які наносили на поверхню м'язової тканини та встановлювали наявність рожевого кольору (за наявності фальсифікації) або відсутність рожевого кольору (за відсутності фальсифікації). Суть виявлення фальсифікації м'яса розчином хлору (активність хлору 3 %) полягала у використанні розчинів йодистого калію з масовою концентрацією 5,0 %, водорозчинного крохмалю з масовою концентрацією 2 %, концентрованої хлорводневої кислоти, які послідовно додавали до м'ясо-водної витяжки у співвідношенні 1:2 та встановлювали

наявність синього кольору (за наявності фальсифікації) або відсутність синього кольору (за відсутності фальсифікації). Суть виявлення фальсифікації м'яса розчином калію перманганату (5 %) полягала у використанні розчину сірчаної кислоти з масовою концентрацією 0,5 моль/дм³, який наносили на поверхню м'язової тканини та встановлювали наявність слабо-рожевого кольору (за наявності фальсифікації) або відсутність рожевого кольору (за відсутності фальсифікації). Суть виявлення фальсифікації м'яса лужними мийними засобами полягала у використанні спиртового розчину розолової кислоти з масовою концентрацією 0,25 %, який наносили на поверхню м'язової тканини та встановлювали наявність світло-малинового кольору (за наявності фальсифікації при виявленні нанесення лужних мийних засобів до 5,0 %) або малиново-червоного кольору (за наявності фальсифікації при виявленні нанесення лужних мийних засобів більше 5,1 %) та наявності світло-жовтого або коричнево-жовтого кольору (за відсутності фальсифікації).

З метою проведення мікроструктурного аналізу яловичини різних якостей дослідження проводили згідно з методичними рекомендаціями та національним стандартом [28, с. 12–17; 29, с. 4–14].

Від кожного зразка м'яса відбирали не менше трьох шматочків (зразків), товщиною 0,3–0,5 см, закладали в одноразові пластикові касети, які маркували. Касети із зразками вміщували у ємність з фіксуючим розчином (водний розчин нейтрального формаліну з масовою часткою 10%).

Подальше виготовлення гістологічних препаратів, фарбування гістозрізів гематоксиліном та еозином для виявлення основних структурних елементів тканин та метиленовою синькою з еозином (для виявлення бактерій) проводили згідно методики описаної в Методичних рекомендаціях з визначення складників всіх видів м'ясної сировини, напівфабрикатів та готової продукції з м'ясної сировини [28, с. 12–20].

Мікроскопію виготовлених гістопрепаратів проводили за допомогою лабораторного мікроскопу Axioskop на контрасті «світле поле» при збільшенні об'єктивів 4x, 10x, 20x, 40x та кольорової цифрової камери Industrial Digital Camera 8.0MP 1/2.5 Color USB 2.0 з роздільною здатністю 8.0 MP, які відображали фактичне збільшення об'єктів поля зору. Для проведення аналізу зображення використовували програмне забезпечення TourView.

При фарбуванні гематоксиліном та еозином – ядра клітин – фіолетового кольору, цитоплазма – рожевого. При фарбуванні

Богатко Н. М., Меженський А. О., Ложкіна О. В., Купневська М. В.

метиленовою синькою з еозином (для виявлення бактерій) – ядра клітин – темно-синього кольору, сполучна тканина – блідо-синього кольору, бактерії – фіолетові.

При проведенні досліджень за ДСТУ 7353:2013 [29, с. 13–14]. встановлювали ступінь свіжості м'яса яловичини за станом структури ядер м'язових волокон; станом поперекової та поздовжньої посмугованості м'язових волокон; локалізацією мікрофлори та меж її поширення. Крім того оцінювали характер морфологічних змін м'язової тканини.

Мікроструктурні дослідження дослідних зразків яловичини були

проведені у науково-дослідному патоморфологічному відділі Державного науково-дослідного інституту лабораторної діагностики і ветеринарно-санітарної експертизи.

Результати досліджень та їх обговорення. У результаті мікроструктурного аналізу зразків яловичини свіжої встановлено наступне. Структура ядер м'язових волокон виражена чітко, забарвлення рівномірне, помірне, посмугованість м'язових волокон чітко виражена, забарвлення рівномірне. На поверхні розрубу місцями наявні поодинокі осередки кокової мікрофлори (рис. 1, 2).



Рис.1. Гістологічний зріз яловичини свіжої за фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x 40.

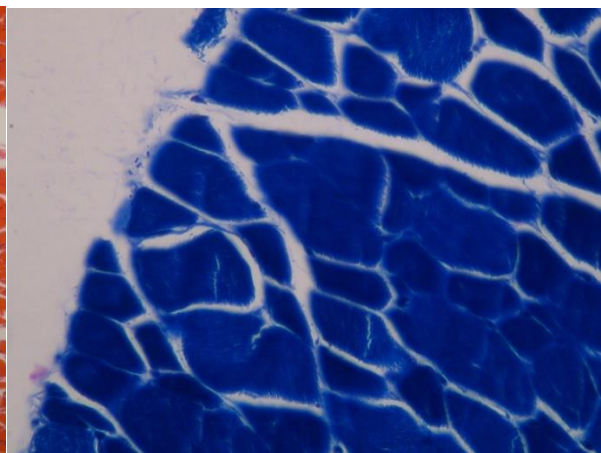


Рис.2. Гістологічний зріз яловичини свіжої за фарбування метиленовою синькою з еозином. Збільшення x 400.

У результаті мікроструктурного аналізу зразків яловичини сумнівної свіжості встановлено наступне: ядра м'язових волокон у стані розпаду, їхнє забарвлення нерівномірне, слабе, тінюподібне. Посмугованість

м'язових волокон слабо виражена. Забарвлення слабе, нерівномірне. На поверхні зрізу та у нещільній сполучній тканині поверхневих фасцій у перимізії та ендомізії трапляється кокова та

Богатко Н. М., Меженський А. О., Ложкіна О. В., Купневська М. В.

паличкоподібна мікрофлора у вигляді множинних осередків та дифузійних відкладів (рис. 3, 4).

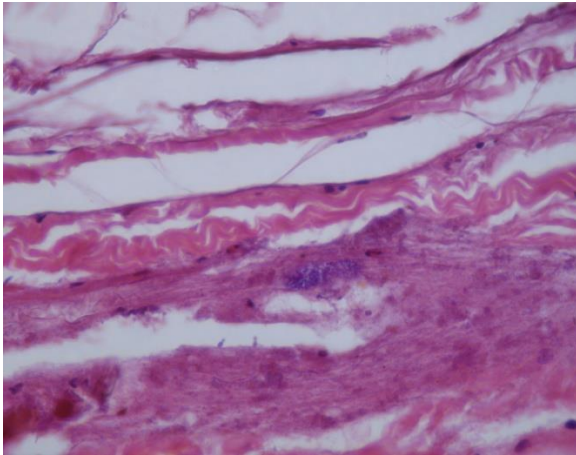


Рис.3. Гістологічний зріз яловичини сумнівної свіжості за фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x 200.

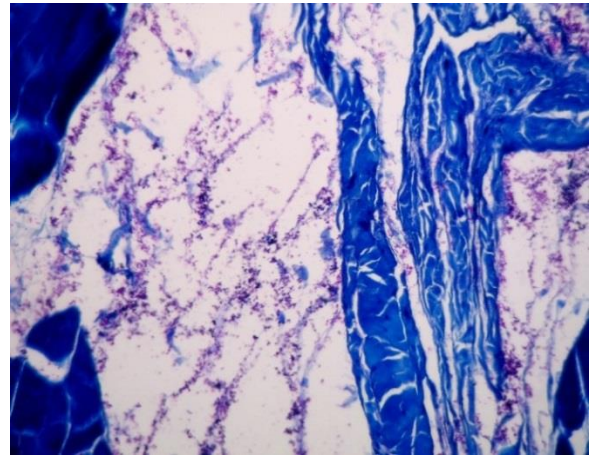


Рис.4. Гістологічний зріз яловичини сумнівної свіжості за фарбування метиленою синькою з еозином. Збільшення x 100.

Як видно на рис. 5 за оброблення яловичини свіжої, обробленої розчином формальдегіду, на поверхні зрізу архітектоніка тканини збережена, структура ядер м'язових волокон чітко виражена, забарвлення рівномірне. Структура м'язових

волокон збережена. Поперечна та повздожня посмугованість виражена, забарвлення місцями не рівномірне. У цитоплазмі клітин відмічали скопичення дрібних темно-коричнево-жовтуватих зерен кришталевої форми (рис.5).

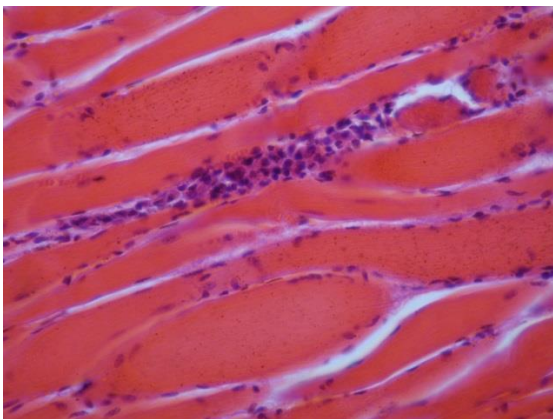


Рис.5. Гістологічний зріз яловичини свіжої, обробленої розчином формальдегіду за фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x 400.

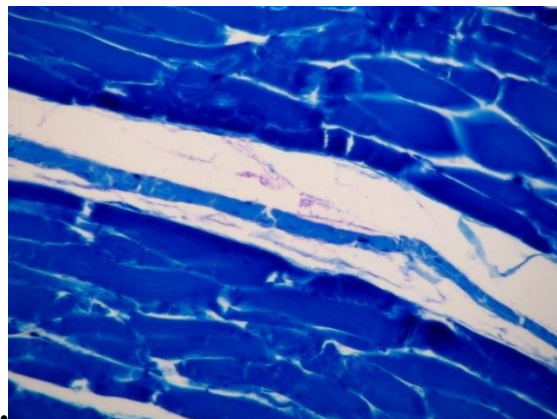


Рис.6. Гістологічний зріз яловичини свіжої, обробленої розчином формальдегіду за фарбування метиленою синькою з еозином. Збільшення x 200.

На рис. 6 видно незначний набряк міжм'язової сполучної тканини. Поодинокі локалізація кокових мікроорганізмів (рис. 6). В товщі зрізу структура ядер м'язових волокон чітко виражена, забарвлення

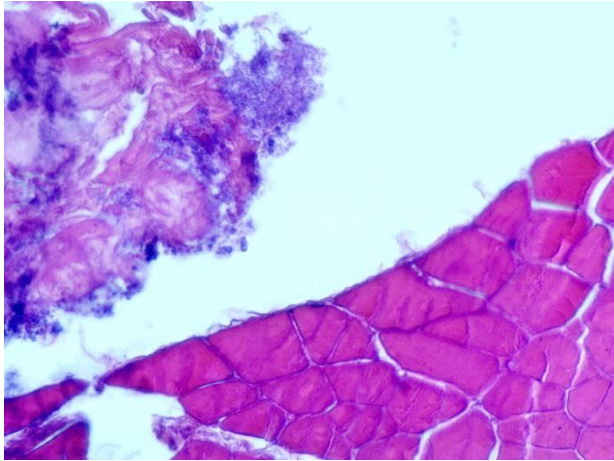


Рис.7. Гістологічний зріз яловичини сумнівної свіжості, обробленої розчином формальдегіду за фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x 100.

За оброблення яловичини сумнівної свіжості розчином формальдегіду на поверхні зрізу структура ядер м'язових волокон слабо виражена, нерівномірно забарвлена, місцями тінеподібна (рис. 7). Структура м'язових волокон збережена. Поперечна і повздожня посмугованість виражена не по всій довжині волокон, зафарбованість не рівномірна. У цитоплазмі клітин відмічали скопичення дрібних темно-коричнево-жовтуватих специфічних зерен кристалевої форми. Незначний набряк міжм'язової сполучної тканини. В наявності дифузне та

рівномірне. Повздожня і поперечна посмугованість м'язових волокон ясно та чітко виражена, зафарбованість рівномірна. Мікроорганізми відсутні.

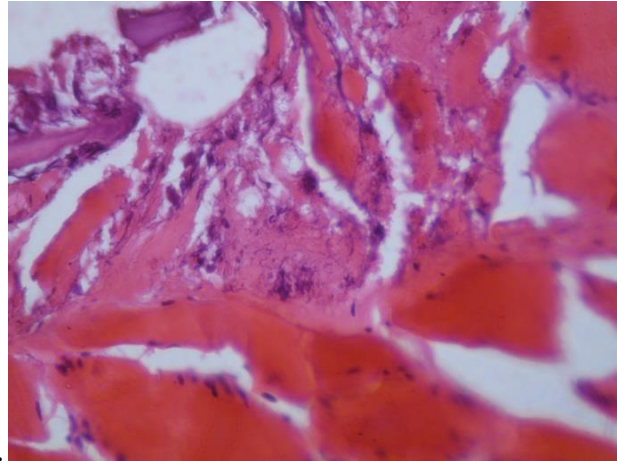


Рис.8. Гістологічний зріз яловичини сумнівної свіжості, обробленої розчином формальдегіду за фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x 400.

вогнищеве скупчення мікроорганізмів (рис.7).

В товщі зрізу структура ядер збережена, місцями зафарбованість нерівномірна. Повздожня і поперечна посмугованість м'язових волокон слабо виражена, забарвлення нерівномірне. У нещільній сполучній тканині, фасції, у перемізії, ендомізії незначне дифузне та вогнищеве скупчення мікроорганізмів (рис. 8).

За оброблення свіжої яловичини розчином пероксиду гідрогену на рис. 9 показано, що на поверхні зрізу порушення архітектоніки тканини, структура ядер м'язових волокон не

Богатко Н. М., Меженський А. О., Ложкіна О. В., Купневська М. В.

чітко виражена, місцями не рівномірна. Поперечна посмугованість не виражена, повздовжня посмугованість слабо виражена. М'язові волокна неоднорідно забарвлені, відмічається знебарвлення пігменту, дезструкція м'язових волокон.

Нагромадження дрібнозернистої та пористої білкової маси у міжм'язовому просторі. Відмічали дезструкцію (фрагментацію) м'язових

волокон та набряк міжм'язової сполучної тканини, Трапляється кокова мікрофлора у вигляді поодиноких мікроорганізмів (рис.9). В товщі зрізу структура ядер м'язових волокон чітко виражена, забарвлення рівномірне. Повздовжня і поперечна посмугованість м'язових волокон ясно та чітко виражена, зафарбованість рівномірна. Мікроорганізми відсутні.

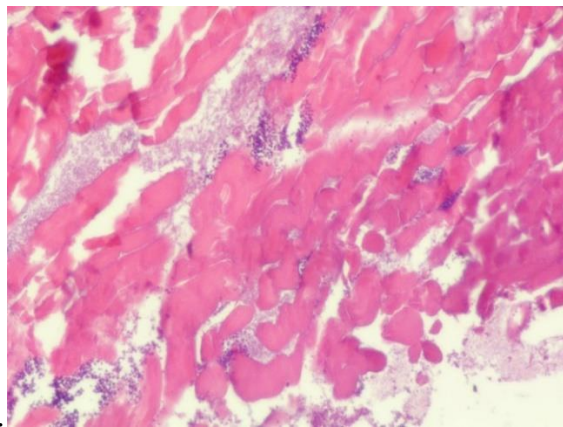
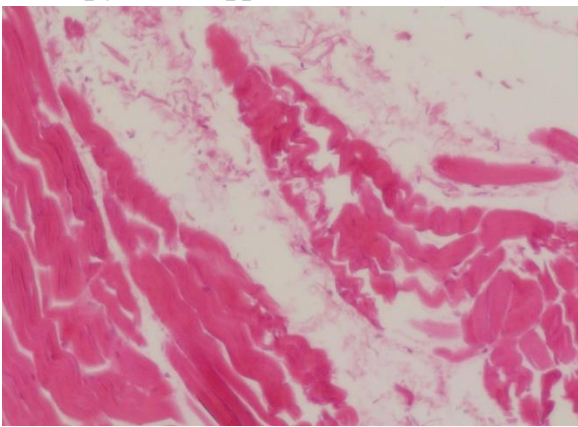


Рис.9. Гістологічний зріз яловичини свіжої, обробленої пероксидом гідрогену за фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x 100.

Рис.10. Гістологічний зріз яловичини сумнівної свіжості, обробленої пероксидом гідрогену за фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x 100.

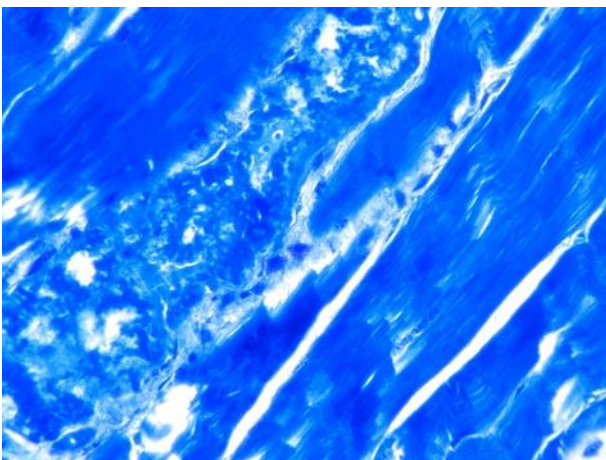


Рис. 11. Гістологічний зріз яловичини сумнівної свіжості, обробленої розчином пероксиду гідрогену за фарбування метиленовою синькою з еозином. Збільшення x 400.

На поверхні зрізу структура ядер м'язових волокон не відмічається. Поперечна і повздожня посмугованість не виражена. М'язові волокна неоднорідно забарвлені, відмічається знебарвлення пігменту, дезструкція м'язових волокон. Нагромадження дрібнозернистої та пористої білкової маси у міжм'язовому просторі. Відмічали дезструкцію (фрагментацію) м'язових волокон та набряк міжм'язової сполучної тканини.

На поверхні в нещільній сполучній тканині поверхневої фасції у перемізії інтенсивне скупчення кокової та паличкоподібної мікрофлори. (рис.10).

У товщі зрізу структура ядер м'язових волокон не чітко виражена, місцями тінєподібна. Поперечна посмугованість не виражена, повздожня посмугованість слабо виражена, не рівномірно зафарбована, відмічається руйнування сарколеми.

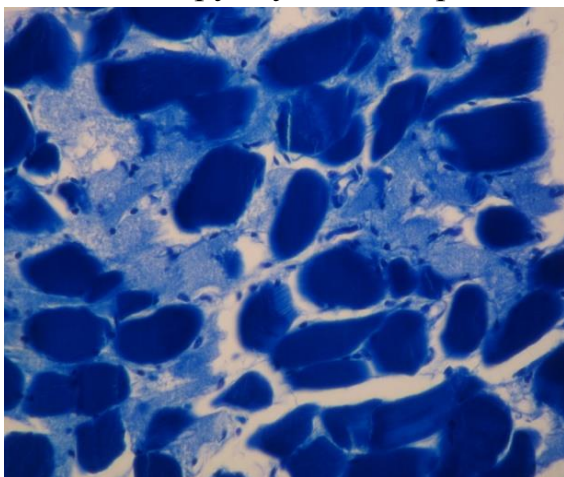


Рис.12. Гістологічний зріз яловичини свіжої, обробленої оцтовою кислотою за фарбування метиленовою синькою з еозином. Збільшення x 400.

Мікроорганізми поодинокі, дрібні колонії оксифільних коків в ендомізії та перимізії (рис.11).

За оброблення яловичини свіжої розчином оцтової кислоти (рис. 12, 13) на поверхні зрізу спостерігалось порушення архітектоніки тканини структура ядер м'язових волокон збережена, місцями не чітко виражена, Поперечна посмугованість не виражена, повздожня посмугованість виражена не по всій довжині волокон, забарвлення задовільне. Місцями дезструкція та лізис м'язових волокон. Між міофібрилами дифузне скупчення гомогенної маси білкового походження. Мікроорганізми відсутні. У товщі зрізу структура ядер м'язових волокон чітко виражена, забарвлення рівномірне. Повздожня і поперечна посмугованість м'язових волокон ясно та чітко виражена, зафарбованість рівномірна. Мікроорганізми відсутні.

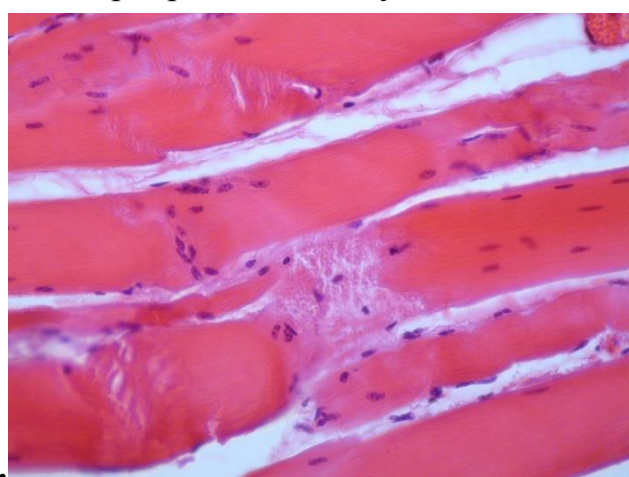


Рис.13. Гістологічний зріз яловичини свіжої, обробленої оцтовою кислотою за фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x 400.

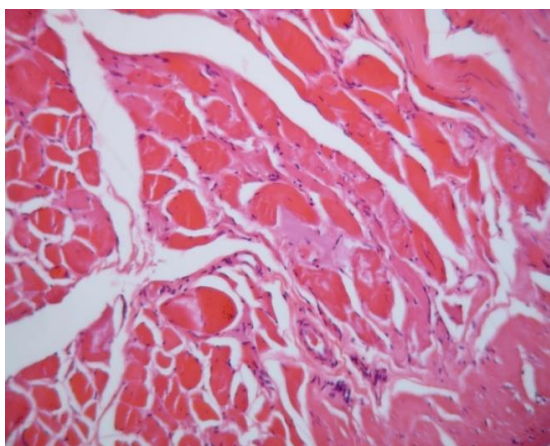


Рис.14. Гістологічний зріз яловичини сумнівної свіжості, обробленої оцтовою кислотою за фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x 200.

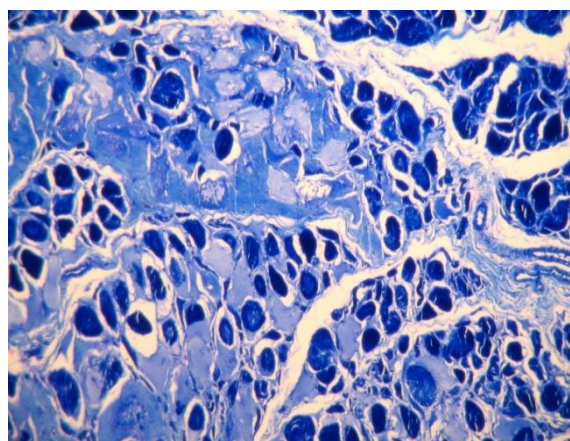


Рис.15. Гістологічний зріз яловичини сумнівної свіжості, обробленої оцтовою кислотою за фарбування метиленовою синькою з еозином. Збільшення x 200.

За оброблення яловичини сумнівної свіжості розчином оцтової кислоти на поверхні зрізу спостерігалось порушення архітекτονіки тканини відмічали майже повне зникнення ядер м'язових волокон, їх забарвлення ледь помітне. Поперечна і повздожня посмугованість відсутня. Між міофібрилами дифузне скупчення гомогенної маси білкового походження. Місцями дезструкція та лізис м'язових волокон (рис. 14, 15). Численне скупчення колоній мікроорганізмів. Також необхідно зазначити, що у товщі зрізу структура ядер м'язових волокон не чітко виражена, місцями тінєподібна. Поперечна посмугованість не виражена, повздожня посмугованість слабо виражена, не рівномірно зафарбована, відмічається

руйнування сарколеми. Мікроорганізми поодинокі, дрібні колонії оксифільних коків в ендомізії та перимізії.

За оброблення яловичини свіжої розчином хлору на поверхні зрізу структура ядер м'язових волокон збережена, забарвлення помірне, незначне знебарвлення пігментів у клітинах. Поперечна та повздожня посмугованість слабо виражена, місцями відмічаються мікротріщини і розволокнення міофібрил з утворенням пустот між ними (рис. 16). Мікроорганізми відсутні. У товщі зрізу структура ядер м'язових волокон виражена частково, зафарбованість рівномірне. Повздожня та поперечна посмугованість виражена, забарвлення рівномірне. Мікроорганізми відсутні.

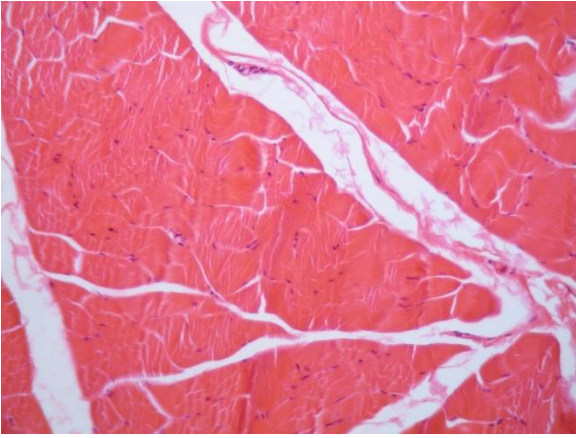


Рис. 16. Гістологічний зріз яловичини свіжої, обробленої розчином хлору за фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x 100.



Рис. 17. Гістологічний зріз яловичини сумнівної свіжості, обробленої розчином хлору за фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x 100.

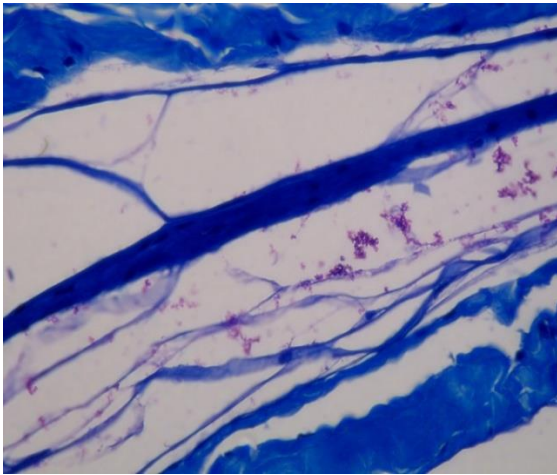


Рис. 18. Гістологічний зріз яловичини сумнівної свіжості, обробленої розчином хлору за фарбування метиленовою синькою з еозином. Збільшення x 200.

За оброблення яловичини сумнівної свіжості розчином хлору (рис. 17) на поверхні зрізу структура ядер м'язових волокон слабо виражена, нерівномірно забарвлена, місцями ті неподібна, незначне знебарвлення пігментів у клітинах. Відмічаються мікротріщини із розволокненням міофібрил.

Поперечна і повздожня посмугованість виражена не по всій довжині волокон, зафарбованість нерівномірна. місцями відмічаються мікротріщини і розволокнення міофібрил з утворенням пустот між ними (рис. 17). В наявності дифузне та вогнищеве скопчення мікроорганізмів.

У товщі зрізу структура ядер збережена, місцями зафарбованість нерівномірна. Повздовжня і поперечна посмугованість слабо виражена, забарвлення нерівномірне. У нещільній сполучній тканині, фасції, у перемізії, ендомізії незначне дифузне та вогнищеве скупчення мікроорганізмів (рис. 18).

За оброблення яловичини свіжої розчином калію перманганату на рис. 20 встановлено, що на поверхні зрізу структура ядер м'язових волокон не чітко виражена, забарвлення тьмяне, розташування ядер вздовж волокон нерівномірне. Структура м'язових

волокон збережена, забарвлення нерівномірне, спостерігаються ділянки лізису, подекуди мікротріщини. Набряк міжм'язової сполучної тканини (рис. 19). Повздовжня та поперечна посмугованість не виражена. Мікроорганізми поодинокі. У товщі зрізу структура ядер м'язових волокон виражена частково, зафарбованість рівномірне. Повздовжня та поперечна посмугованість виражена, забарвлення рівномірне. Мікроорганізми відсутні.

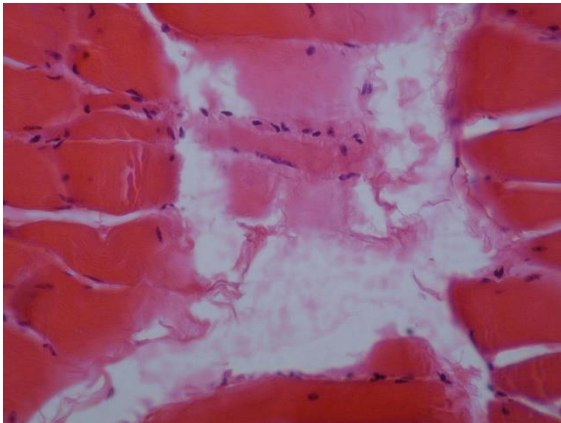


Рис. 19. Гістологічний зріз яловичини свіжої, обробленої розчином калію перманганату за фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x 400.

Рис. 20. Гістологічний зріз сумнівної свіжості яловичини, обробленої розчином калію перманганату за фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x 100.

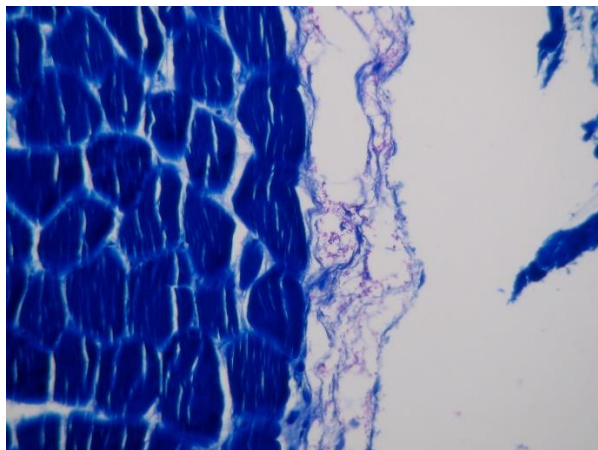


Рис. 21. Гістологічний зріз яловичини сумнівної свіжості, обробленої розчином калію перманганат за фарбування метиленою синькою з еозином. Збільшення x 200.

За оброблення яловичини сумнівної свіжості розчином калію перманганатом (рис. 20, 21) встановлено, що на поверхні зрізу структура ядер м'язових волокон слабо виражена, нерівномірно забарвлена, місцями тінеподібна. Відмічаються мікротріщини, ділянки лізису. Набряк міжм'язової сполучної тканини. Поперечна і повздовжня посмугованість не виражена, зафарбованість нерівномірна (рис. 20). В наявності дифузне та вогнищеве скупчення мікроорганізмів (рис. 21).

У товщі зрізу структура ядер м'язових волокон виражена частково, зафарбованість рівномірна. Повздовжня і поперечна посмугованість слабо виражена, забарвлення нерівномірне. У нещільній сполучній тканині,

фасції, у перемізії, ендомізії незначне дифузне та вогнищеве скупчення мікроорганізмів (рис. 19, 21).

За оброблення яловичини свіжої обробленої лужними мийними засобами на поверхні зрізу структура ядер м'язових волокон збережена, забарвлення помірне, незначне знебарвлення пігментів. Поперечна посмугованість не виражена, повздовжня посмугованість слабовиражена. Набряк сполучнотканинних елементів. (рис. 22). Мікроорганізми поодинокі.

У товщі зрізу структура ядер м'язових волокон виражена частково, зафарбованість рівномірна. Повздовжня та поперечна посмугованість виражена, забарвлення рівномірне (рис. 23).

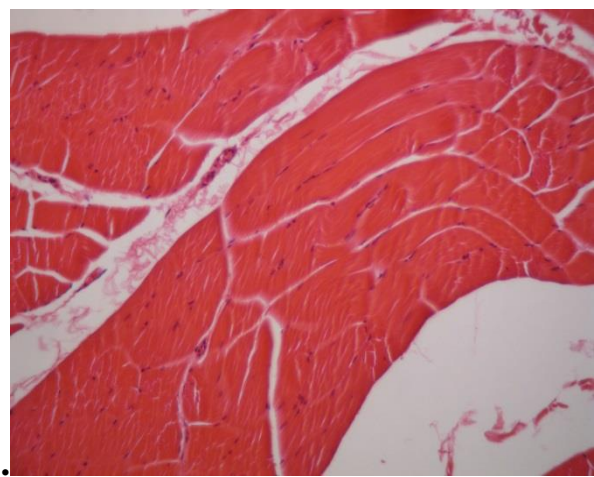
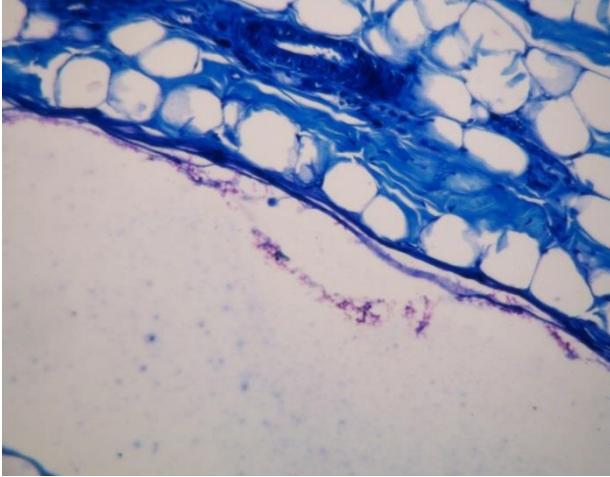


Рис.22. Гістологічний зріз яловичини, свіжої обробленої лужними мийними засобами за фарбування метиленовою синькою з еозином. Збільшення x 200.

Рис.23. Гістологічний зріз яловичини свіжої, обробленої лужними мийними засобами за фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x 200.

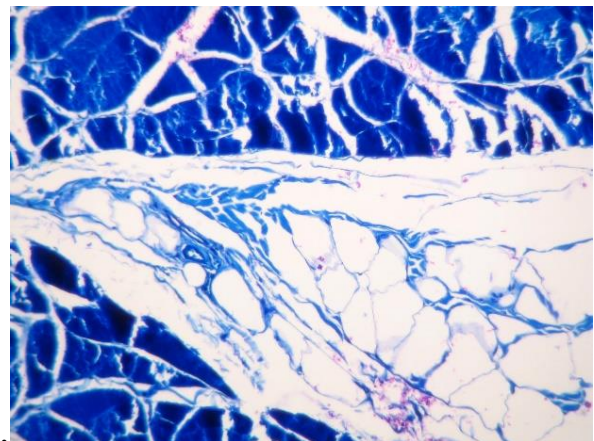
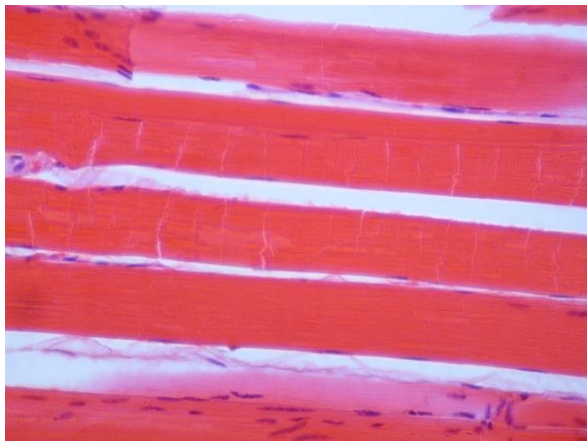


Рис. 24. Гістологічний зріз сумнівної свіжості яловичини, обробленої лужними мийними засобами за фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x 400.

Рис. 25. Гістологічний зріз яловичини сумнівної свіжості, обробленої лужними мийними засобами за фарбування метиленовою синькою з еозином. Збільшення x 100

За оброблення яловичини сумнівної свіжості лужними мийними засобами на поверхні зрізу структура ядер м'язових волокон в стані розпаду, нерівномірно забарвлена. У м'язових волокнах відмічаються мікротріщини, ділянки лізису (рис.24). Поперечна і повздовжня

посмугованість не виражена, зафарбованість нерівномірна, незначне знебарвлення пігментів клітин. Набряк сполучнотканинних елементів. В наявності дифузне та вогнищеве скупчення мікроорганізмів (рис. 25).

В товщі зрізу структура ядер збережена, місцями зафарбованість нерівномірна. Повздовжня і поперечна посмугованість слабо виражена, забарвлення нерівномірне. У нещільній сполучній тканині, фасції, у перемізії, ендомізії незначне дифузне та вогнищеве скупчення

Таким чином встановлено, що за оброблення яловичини свіжої, сумнівної свіжості за оброблення мийно-дезінфікуючими засобами змінюється морфологічна структура м'язової тканини у поверхневих шарах.

Довіра споживачів до європейської харчової промисловості була похитнута виникненням нещодавніх скандалів через шахрайство з харчовими продуктами. Отже, внаслідок випадкового зараження або навмисного оброблення хімічними реагентами необхідно оцінювати ці ризики завдяки системі VACCР [30, с. 54]. Наслідки шахрайства/фальсифікації харчових продуктів створюють проблеми для їх безпеки, тому ТАССР дає можливість визначити, оцінити та встановити контроль небезпечного ризику [31, с. 4].

Проблема безпечності та якості харчових продуктів є досить актуальною. Тому прагнення України співпрацювати в сфері продовольчої торгівлі з європейськими економічними структурами вимагає від операторів ринку впровадження міжнародних стандартів з

менеджменту управління внаслідок ризик-орієнтованого контролю за хімічними небезпечними чинниками на всьому харчовому ланцюзі за виробництва та реалізації м'яса забійних тварин.

Необхідно зазначити, що своєчасне виявлення експресними методиками на потужностях з виробництва та обігу м'яса забійних тварин, що було оброблене мийно-дезінфікуючими засобами, підтвердилося мікроструктурними дослідженнями. Тому необхідно під час виробництва та обігу м'яса забійних тварин суворо дотримуватися ветеринарно-санітарних вимог [32, с. 9], а також температурних режимів зберігання.

Висновки

Встановлено різні зміни морфологічних характеристик яловичини свіжої, сумнівної ступеню свіжості за оброблення мийно-дезінфікуючими засобами, особливо патогномоністичні при обробленні розчином формальдегіду, калію перманганату, оцтової кислоти та пероксиду гідрогену, а за оброблення розчином хлору і лужними мийними засобами не специфічні (не типові). За оброблення яловичини свіжої та сумнівної свіжості розчинами формальдегіду (10 %) встановлено: появу у цитоплазмі клітин дрібних темно-коричнево-жовтуватих зерен кристалевої форми; пероксиду гідрогену (5 %): знебарвлення

Богатко Н. М., Меженський А. О., Ложкіна О. В., Купневська М. В.

пігментів у клітинах, деструкція м'язових волокон, їх гофрування, нагромадження дрібнозернистої пористої білкової маси у міжм'язовому просторі; оцтової кислоти (10 %): порушення архітектоніки тканини, місцями деструкція та лізис міофібрил та дифузне скупчення між ними гомогенної маси білкового походження з її подальшою «желатинізацією» і частковим розчином; розчином хлору (активність хлору 3 %): місцями відмічали мікротріщини і розволокнення міофібрил з утворенням пустот між ними, незначне знебарвлення пігментів у клітинах; калію перманганату (5 %): структура м'язових волокон не збережена, забарвлення нерівномірне,

насичене, спостерігаються ділянки лізису, подекуди мікротріщини та фрагментація, набряк міжм'язової сполучної тканини; лужними мийними засобами: незначне знебарвлення пігментів клітин, наявність мікротріщин м'язових волокон, набряк сполучнотканинних елементів.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямі полягають у комплексній оцінці безпечності м'яса забійних тварин за оброблення мийно-дезінфікуючими засобами та впровадження на потужностях з виробництва та обігу харчових продуктів комплексної системи державного ризик-орієнтованого контролю за хімічними небезпечними чинниками.

Список використаних джерел

1. Paliy A.P., Stegnyy B.T., Paliy A.P., Rodionova A.O., Bogatko N.M., Vashchuk Ye.V., Sakhniuk N.I., Ovcharenko H.V., Dudus T.V., Ihnatieva T.M., Kovalenko L.V. Microstructur alanalysis of sausage quality. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020. Vol. 10 (2). P. 404–409. doi: 10.15421/2020_115.

2. Касянчук В.В. Сучасні міжнародні вимоги до безпечності харчових продуктів. *Ветеринарна медицина України*, 2000. № 5. С. 18–19.

3. Порядок надання статусу офіційного ветеринарного лікаря, уповноваженого ветеринара, працівника бійні, уповноваженого на виконання обов'язків помічника державного ветеринарного інспектора, та здійснення їх діяльності. Наказ Мінагрополітики та продовольства України від 6.03.2018 р. № 141, зареєстровано в Мін'юсті України від 27.03.2018 р. за №368/31820. [Електронний ресурс]. Режим

доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0368-18>.

4. Spink J., Bedard B., Keogh J., Moyer D.C., Scimeca J., Vasan A. International Survey of Food Fraud and Related Terminology: Preliminary Results and Discussion. *Food Science*, 2019. Vol. 84(10). P. 2705–2718. doi:10.1111/1750-3841.14705.

5. Cartín-Rojas A. Food fraud and adulteration: a challenge for the foresight of Veterinary Services. *Rev Sci Tech*, 2017. Vol. 36(3). P. 1015–1024. doi:10.20506/rst.36.3.2733.

6. Vojir F., Schübl E., Elmadfa I. The origins of a global standard for food quality and safety: Codex Alimentarius Austriacus and FAO/WHO Codex Alimentarius. *Int J Vitam Nutr Res*, 2012. Vol. 82(3). P. 223–227. doi:10.1024/0300-9831/a000115.

7. Everstine K., Spink J., Kennedy S. Economically motivated adulteration (EMA) of food: common characteristics of EMA incidents. *Food Prot*, 2013. Vol. 76(4). P. 723–735. doi:10.4315/0362-028X.JFP-12-399.

8. Everstine K., Abt E., McColl D. et al. Development of a Hazard Classification Scheme for Substances Used in the Fraudulent Adulteration of Foods. *J Food Prot*, 2018. Vol. 81(1). P. 31–36. doi:10.4315/0362-028X.JFP-17-173/
9. Spink J., Moyer DC. Defining the public health threat of food fraud. *Food Science*, 2011. Vol. 76(9). P. 157–163. doi:10.1111/j.1750-3841.2011.02417.x.
10. Moore J.C., Spink J., Lipp M. Development and application of a database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980 to 2010. *Food Science*, 2012. Vol. 77(4). P. 118–126. doi:10.1111/j.1750-3841.2012.02657.x.
11. Будник Н.В., Пешук Л.В., Штик І.І. Використання гістологічних методів для оцінки якості та ідентифікації складу ковбасних виробів. Матеріали другої міжнародної науково-технічної конференції «Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей», 25–26 березня 2014р. К.: НУХТ, 2014р. С. 61–62. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://old.nuft.edu.ua/page/51adaed39c2a2/file_s/%20міжнародна%20тммкпк.pdf12. Savelli C.J., Mateus C. The FAO/WHO International Food Safety Authorities Network (INFOSAN): Looking inside the INFOSAN Community Website [published online ahead of print, 2020 Jun 18]. *J. Food Prot*, 2020.10.4315/JFP-20-193. doi:10.4315/JFP-20-193.
13. Savelli CJ, Mateus C. A mixed-method exploration into the experience of members of the FAO/WHO International Food Safety Authorities Network (INFOSAN): study protocol. *BMJ Open*, 2019. Vol. 9(5), e027091. Published 2019 May 22. doi:10.1136/bmjopen-2018-027091.
14. Savelli C.J., Bradshaw A., Ben Embarek P., Mateus C. The FAO/WHO International Food Safety Authorities Network in Review, 2004-2018: Learning from the Past and Looking to the Future. *Foodborne Pathog Dis*, 2019. Vol. 16(7). P. 480–488. doi:10.1089/fpd.2018.2582.
15. Spink J., Embarek P.B., Savelli C.J., Bradshaw A. Global perspectives on food fraud: results from a WHO survey of members of the International Food Safety Authorities Network (INFOSAN). *NPJ Science Food*, 2019. Vol. 3. 12 p. Published 2019 Jul 17. doi:10.1038/s41538-019-0044-x.
16. Tibola C.S., da Silva S.A., Dossa A.A., Patrício D.I. Economically Motivated Food Fraud and Adulteration in Brazil: Incidents and Alternatives to Minimize Occurrence. *Food Science*, 2018. Vol. 83(8). P. 2028–2038. doi:10.1111/1750-3841.14279.
17. Bansal S., Singh A., Mangal M., Mangal A.K., Kumar S. Food adulteration: Sources, health risks, and detection methods. *Crit Rev Food Sci. Nutr*, 2017. Vol. 57(6). P. 1174–1189. doi:10.1080/10408398.2014.967834.
18. Mei, M., Chen, R., Gao, X., Cao, Yo., Weng, W., Duan, Ya., Tan, X., Liu, Z. Establishment and application of a 10-plex liquid bead array for the simultaneous rapid detection of animal species. *Science of Food an Agriculture*, 2019. Vol. 100 (1). P. 325–334. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10042>.
19. Якубчак О.М., Хомич В.Т., Усенко С.І., Хомутенко В.І., Ігнатовська М.В., Карпуленко М.С. Мікроструктура консервів м'ясних із яловичини. *Біоресурси і природокористування*, 2017. Вип. 9 (3–4). С. 62–67.
20. Jones P., Comfort D., Hillier D. Retailing Fair Trade Food Products in the UK. *British Food Journal*, 2003. Vol. 105 (11). P. 800–810. doi: 10.1108/00070700310511591.
21. Сусь Е.Б. Разработка экспресс-метода оценки функционально-технологических свойств мясного сырья на основе изучения удельной электропроводности: автореф. на соискания ученой степени канд. тех. наук за специальностью: 05.18.04 – технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (за видами технической деятельности)/Е.Б. Сусь, Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова. Москва, 2013. 25 с. <http://tekhnosfera.com/view/500869/a?#?page=25>.
22. Загребельний В.О. Вплив способів заключної обробки туш на якість яловичини: автореф. на здобуття наукового ступеня канд. вет. Наук за спеціальністю: 16.00.09 – ветеринарно-санітарна

Богатко Н. М., Меженський А. О., Ложкіна О. В., Купневська М. В.

експертиза (за видами ветеринарної діяльності)/В.О. Загребельний, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2012. 22 с.

23. Горальський Л.П., Хомич В.Т., Сокульський І.М. та ін. Гістологія свійських тварин: навчальний посібник; під ред.: Л.П. Горальського, В.Т. Хомича. Житомир: ЖНАЕУ, 2020. 296 с.

24. Mohamed H.M., Emara, M.M. & Nouman T.M. Effect of cooking temperatures on characteristics and microstructure of camel meat emulsion sausages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2015. Vol. 96(9). P. 2990–2997. doi: 10.1002/jsfa.7468.

25. Горальський Л.П., Хомич В.Т., Кононський О.І. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи досліджень у нормі та при патології. Житомир: Полісся, 2011. 288 с.

26. Хвьяля С.И. Возможности гистологии в определении качества и состава мясных продуктов. *Технология мяса*, 1996. С. 5–6.

27. Богатко Н.М. Контроль безпечності м'яса забійних тварин при встановленні фальсифікації за експресними методиками: науково-методичні рекомендації. Біла Церква. 2019. 24 с.

28. Ложкіна О.В., Меженська Н.А., Калиновська І.Г. та ін. Методичні вказівки з визначення складників всіх видів м'ясної сировини, напівфабрикатів та готової продукції з м'ясної сировини. Київ. ДНДЛДВСЕ, 2010. 28 с.

29. М'ясо. Методика гістологічного визначення свіжості та ступеня дозрівання. ДСТУ 7353:2013. [Чинний 01.01.2014]. Київ. Мінекономрозвитку України. 2014. 15 с.

30. Davidson, R., Elisabeth, H., Madslie, E.H., Belenguer J. From food defence to food supply chain integrity. *British Food Journal*, 2016. Vol. 119(1). P. 52–66. doi: 10.1108/BFJ-04-2016-0138.

31. Barycki R. Protecting the Food System from Hazards, Threats, and Vulnerabilities. A primer on HACCP, TACCP, and VACCP. *SCS Global Services*, 2018. <https://www.3blmedia.com/News/Protecting-Food-System-Hazards-Threats-and-Vulnerabilities>.

32. Rodionova, K.O. Analysis of quality and safety indicators of poultry meat during primary processing. *Veterinary medicine, biotechnology and biosafety*, 2017. Vol. 1. 3(2). P. 5–9.

References

1. Paliy, A.P., Stegnyy, B.T., Paliy, A.P., Rodionova, A.O., Bogatko, N.M., Vashchuk, Ye.V., Sakhniuk, N.I., Ovcharenko, H.V., Dudus, T.V., Ihnatieva, T.M., Kovalenko, L.V. (2020). Microstructural analysis of sausage quality. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (2), 404–409, doi: 10.15421/2020_115.

2. Kasianchuk, V.V. (2000). Suchasni mizhnarodni vymohy do bezpechnosti kharchovykh produktiv. *Veterynarna Medytsyna Ukrainy*, 5, 18–19. [in Ukrainian].

3. Poriadok nadannia status ofitsiinoho veterynarnoho likaria, upovnovazhenoho veterynara, pratsivnyka biini, upovnovazhenoho na vykonannia obov'iazkiv pomichnyka derzhavnoho veterynarnoho inspektora, ta zdiisnenniy ikh diialnosti. Nakaz Minahropolityky ta prodovolstva Ukrainy vid 16.03.2018 № 141, zareiestrovano v Miniusti Ukrainy vid 27.03.2018 r. za № 368/31820. [Elektronnyiresurs].

Rezhymdostupu: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0368-18>. [in Ukrainian].

4. Spink, J., Bedard, B., Keogh, J., Moyer, D.C., Scimeca, J., Vasan, A. (2019). International Survey of Food Fraud and Related Terminology: Preliminary Results and Discussion. *Food Science*, 84(10), 2705–2718. doi:10.1111/1750-3841.14705.

5. Cartín-Rojas, A. (2017). Food fraud and adulteration: a challenge for the foresight of Veterinary Services. *Rev Science Technology*, 36(3), 1015–1024. doi:10.20506/rst.36.3.2733.

6. Vojir, F, Schübl, E, Elmadfa, I. (2012). The origins of a global standard for food quality and safety: Codex Alimentarius Austriacus and FAO/WHO Codex Alimentarius. *Int J. Vitam Nutr Res*, 82(3), 223–227. doi:10.1024/0300-9831/a000115.

7. Everstine, K., Spink, J., Kennedy, S. (2013). Economically motivated adulteration (EMA) of food: common characteristics of EMA incidents. *J. Food Prot*, 76(4), 723–735. doi:10.4315/0362-028X.JFP-12-399.

8. Everstine, K., Abt, E., McColl, D. et al. (2018). Development of a Hazard Classification Scheme for Substances Used in the Fraudulent Adulteration of Foods. *J. Food Prot.*, 81(1), 31–36. doi:10.4315/0362-028X.JFP-17-173.
9. Spink, J., Moyer, D.C. (2011). Defining the public health threat of food fraud. *Food Science*, 76(9), 157–163. doi:10.1111/j.1750-3841.2011.02417.x.
10. Moore, J.C., Spink, J., Lipp, M. (2012). Development and application of a database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980 to 2010. *Food Science*, 77(4), 118–126. doi:10.1111/j.1750-3841.2012.02657.x.
11. Budnyk, N.V., Peshuk, L.V., Shtyk, I.I. (2014). Vykorystannia histolohichnykh metodiv dlia otsinky yakosti ta identyfikatsii skladu kovbasnykh vyrobiv. Materialy druhoi mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii «Tekhnichni nauky: stan, dosiahnennia i perspektyvy rozvytku m'iasnoi, oliiezhyrovoi ta molochnoi haluzei», 25–26 bereznia 2014r. K.: NUKhT, 61–62. [Elektronnyi resurs]. Rezhymdostupu: <http://old.nuft.edu.ua/page/51adaed39c2a2/files/%20Міжнародна%20ОТММПКП.pdf>. [in Ukrainian].
12. Savelli, C.J., Mateus, C. (2020). The FAO/WHO International Food Safety Authorities Network (INFOSAN): Looking inside the INFOSAN Community Website [published online ahead of print, 2020 Jun 18]. *J. Food Prot.*, 10.4315/JFP-20-193. doi:10.4315/JFP-20-193.
13. Savelli, C.J., Mateus, C. (2019). A mixed-method exploration into the experience of members of the FAO/WHO International Food Safety Authorities Network (INFOSAN): study protocol. *BMJ Open*, 9(5):e027091. doi:10.1136/bmjopen-2018-027091.
14. Savelli, C.J., Bradshaw, A., Ben Embarek, P., Mateus, C. (2019). The FAO/WHO International Food Safety Authorities Network in Review, 2004-2018: Learning from the Past and Looking to the Future. *Foodborne Pathog Dis.*, 16(7), 480–488. doi:10.1089/fpd.2018.2582.
15. Spink, J., Embarek, P.B., Savelli, C.J., Bradshaw, A. (2019). Global perspectives on food fraud: results from a WHO survey of members of the International Food Safety Authorities Network (INFOSAN). *NPJ Science Food*, 3, 12. Published 2019 Jul 17. doi:10.1038/s41538-019-0044-x.
16. Tibola, C.S., da Silva, S.A., Dossa, A.A., Patrício, D.I. (2018). Economically Motivated Food Fraud and Adulteration in Brazil: Incidents and Alternatives to Minimize Occurrence. *Food Science*, 83(8), 2028–2038. doi:10.1111/1750-3841.14279.
17. Bansal, S., Singh, A., Mangal, M., Mangal, A.K., Kumar, S. (2017). Food adulteration: Sources, health risks, and detection methods. *Crit Rev Food Sci. Nutr.*, 57(6), 1174–1189. doi:10.1080/10408398.2014.967834.
18. Mei, M., Chen, R., Gao, X., Cao, Y., Weng, W., Duan, Y., Tan, X., Liu, Z. (2019). Establishment and application of a 10-plex liquid bead array for the simultaneous rapid detection of animal species. *Science of Food and Agriculture*, 100 (1), 325–334. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10042>.
19. Yakubchak, O.M., Khomych, V.T., Usenko, S.I., Khomutenko, V.I., Ihnatovska, M.V., Karpulenko, M.S. (2017). Mikrostruktura konserviv m'iasnykh iz yalovychyny. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*, 9 (3–4), 62–67. [in Ukrainian].
20. Jones, P., Comfort, D., Hillier, D. (2003). Retailing Fair Trade Food Products in the UK. *British Food Journal*, 105 (11): 800–810. doi: 10.1108/00070700310511591
21. Sus, E.B. (2013), «Razrabotka ekspress-metoda otsenky funktsyonalno-tekhnologicheskikh svoistv miasnogo syrgia na osnove yzucheniya udelnoi elektroprovodnosti», Thesis abstract of Cand. Sc. (Tekhn.), 05.18.04, Vserossyyskiy nauchno-yssledovatel'skiy ynstytut m'iasnyi promyshlennosti ym. V.M. Horbatova, Moskva, Rossyia, 25. [in Russian].
22. Zahrebelnyi, V.O. (2012) «Vplyv sposobiv zakliuchnoi obrobky tush na yakist yalovychyny», Thesis abstract of Cand. Sc. (Veter.), 16.00.09, Natsionalnyi universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Kyiv, Ukraina, 22. [in Ukrainian].
23. Horalskyi, L.P., Khomych, V.T., Sokulskyi, I.M. ta in. (2020). Histolohiiasviiskykhtvaryn: navchalnyi

Богатко Н. М., Меженський А. О., Ложкіна О. В., Купневська М. В.

posibnyk; pid red.: L.P. Horalskoho, V.T. Khomycha. Zhytomyr: ZhNAEU, 296.[in Ukrainian].

24. Mohamed, H.M., Emara, M.M., & Nouman, T.M. (2015). Effect of cooking temperatures on characteristics and microstructure of camel meat emulsion sausages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(9), 2990–2997. doi: 10.1002/jsfa.7468.

25. Horalskyi, L.P., Khomych, V.T., Kononskyi, O.I. (2011). Osnovy histolohichnoi tekhniky i morfofunktsionalni metody doslidzhen u normi ta pry patolohii. Zhytomyr: Polissia, 288. [in Ukrainian].

26. Khvyliia, S.Y. (1996). Vozmozhnomy hystolohyy v opredeleny kachestva y sostava miasnykh produktov. *Tekhnolohyia miasa*, 5–6. [in Russian].

27. Bohatko, N.M. (2019). Kontrol bezpechnosti miasa zabiinykh tvaryn pry vstanovlenni falsyfikatsii za ekspresnymy metodykamy: naukovo-metodychni rekomendatsii. Bila Tserkva, 24. [in Ukrainian].

28. Lozhkina, O.V., Mezhenka, N.A., Kalinovska ta in. (2010). Metodychni vказivky

z vyznachennia skladnykiv vsikh vydiv miasnoi syrovyny, napivfabrykativ ta hotovoi produktsii z miasnoi syrovyny. Kyiv, DNDI LDVSE, 28. [in Ukrainian].

29. M'iaso. Metodyka histolohichnoho vyznachennia svizhosti ta stupenia dozrivannia. DSTU 7353:2013. [Chynnyi 01.01.2014]. Kyiv. Minekonomrozvytku Ukrainy. 2014, 15.

30. Davidson, R., Elisabeth, H., Madslie, E.H., Belenguer, J. (2016). From food defence to food supply chain integrity. *British Food Journal*, 119(1):52–66. DOI: 10.1108/BFJ-04-2016-0138.

31. Barycki, R. (2018). Protecting the Food System from Hazards, Threats, and Vulnerabilities. A primer on HACCP, TACCP, and VACCP. SCS Global Services. <https://www.3blmedia.com/News/Protecting-Food-System-Hazards-Threats-and-Vulnerabilities>.

32. Rodionova, K.O. (2017). Analysis of quality and safety indicators of poultry meat during primary processing. *Veterinary medicine, biotechnology and biosafety*, 1, 3(2), 5–9.

МИКРОСТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОВЯДИНЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ МОЕЧНО-ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИМИ СРЕДСТВАМИ Н. М. Богатко, А. О. Меженский, О. В. Ложкина, М. В. Купневская

Аннотация. В статье представлены результаты анализа микроструктурных характеристик говядины свежей, что реализовались в супермаркетах при температуре 4 ± 2 °C на 2 сутки и сомнительной свежести на 3–4 сутки, а также обработанной моечно-дезинфицирующими средствами. В говядине свежей было обнаружено единичные очаги кокковой микрофлоры структура ядер мышечных волокон выражена четко, окраска равномерная, умеренная, исчерченность мышечных волокон четко выражена, окраска равномерная; а в мясе сомнительной свежести – отмечали наличие кокковой и палочковидной микрофлоры в виде диффузных и очаговых отложений в неплотной соединительной ткани поверхностных фасций, в перемизии и эндомизием, структура ядер мышечных волокон в состоянии растворения, неравномерно окрашенная, местами тинеподибна, потеря исчерченности мышечных волокон. При обработке говядины свежей и сомнительной свежести растворами формальдегида (10 %) установлено: появление в цитоплазме клеток мелких темно-коричнево-желтых зерен кристалльной формы; пероксида водорода (5 %): обесцвечивание пигментов в клетках, деструкция мышечных волокон, их гофрирования, накопления мелкозернистой пористой белковой

массы в межмышечном пространстве; уксусной кислоты (10 %): нарушение архитектоники ткани, местами деструкция и лизис миофибрилл и диффузное скопление между ними гомогенной массы белкового происхождения с ее последующей «желатинизации» и частичным растворением; раствором хлора (активность хлора 3 %): местами отмечали микротрещины и разволокнения миофибрилл с образованием пустот между ними, незначительное обесцвечивание пигментов в клетках; калия перманганата (5%): структура мышечных волокон не сохранена, окраска неравномерная, насыщенная, наблюдаются участки лизиса, иногда микротрещины и фрагментация, отек межмышечной соединительной ткани; щелочными моющими средствами: незначительное обесцвечивание пигментов клеток, наличие микротрещин мышечных волокон, отек соединительнотканых элементов.

Ключевые слова: говядина, микроструктурная характеристика, моечно-дезинфицирующие средства

MICROSTRUCTURAL CHARACTERISTICS OF BEEF FOR TREATMENT WITH DETERGENT AND DISINFECTANTS

N. M. Bogatko, A. A. Mezhenyky, O. V. Lozhkina, M. V. Kupnevskaya

Abstract. The article presents the results of analysis of microstructural characteristics of fresh beef sold in supermarkets at a temperature of 4 ± 2 °C for 2 days and questionable freshness for 3–4 days, as well as treated with detergents and disinfectants. Isolated foci of coccal microflora were found in fresh beef; the structure of the nuclei of muscle fibers is clearly expressed, the color is uniform, moderate, the striation of muscle fibers is clearly expressed, the color is uniform; and in the meat of dubious freshness – noted the presence of coccal and rod-shaped microflora in the form of diffuse and focal deposits in the loose connective tissue of superficial fascia, in premixes and endomysias, the structure of muscle fiber nuclei in the state of dissolution, unevenly colored, in places muscle fibers. During the treatment of fresh and dubious fresh beef with formaldehyde solutions (10%) it was found: the appearance in the cytoplasm of cells of small dark brown-yellowish grains of crystalline form; hydrogen peroxide (5%): discoloration of pigments in cells, destruction of muscle fibers, their corrugation, accumulation of fine-grained porous protein mass in the intermuscular space; acetic acid (10%): violation of tissue architecture, in places destruction and lysis of myofibrils and diffuse accumulation between them of a homogeneous mass of protein origin with its subsequent "gelatinization" and partial solution; chlorine solution (chlorine activity 3%): in places microcracks and defibering of myofibrils with formation of cavities between them, insignificant discoloration of pigments in cells were noted; potassium permanganate (5%): the structure of muscle fibers is not preserved, the color is uneven, saturated, there are areas of lysis, sometimes microcracks and fragmentation, edema of intermuscular connective tissue; alkaline detergents: slight discoloration of cell pigments, the presence of microcracks of muscle fibers, edema of connective tissue elements.

Key words: beef, microstructural characteristics, detergents and disinfectants

**КОРТИКО-ВЕГЕТАТИВНА РЕГУЛЯЦІЯ АКТИВНОСТІ
АМІНОТРАНСФЕРАЗ У СИРОВАТЦІ КРОВІ ХОЛОСТИХ
СВИНОМАТОК ЗА УМОВИ ДІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОДРАЗНИКА**

Р. В. ПОСТОЙ, кандидат ветеринарних наук,

<https://orcid.org/0000-0001-5278-2102>

В. І. КАРПОВСЬКИЙ, доктор ветеринарних наук,

<https://orcid.org/0000-0003-3858-0111>

А. Д. ЧЕРЕПНІНА, В. В. ПОСТОЙ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: ruslana-postoy@meta.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.013>

***Анотація.** У статті висвітлено результати досліджень впливу кортико-вегетативних механізмів регуляції на активність ферментів переамінування у сироватці крові холостих свиноматок за умови дії технологічного подразника. Досліди проводили на свиноматках великої білої породи 3-річного віку. Результати досліджень показали, що показники умовно-рефлекторної діяльності впливають на активність ферментів переамінування у сироватці крові як за фізіологічних умов, так і після дії технологічного подразника. За даними кореляційного аналізу встановлено взаємозв'язок сили та врівноваженості коркових процесів із активністю аланінамінотрансферази у сироватці крові ($r = 0,48-0,65$; $P \leq 0,05-0,01$), а також сили коркових процесів із активністю аспаратамінотрансферази ($r = 0,51$; $P \leq 0,05$). Встановлено вірогідний вплив ($\eta^2_x = 0,23-0,36$; $P \leq 0,01$) врівноваженості коркових процесів на активність аланінамінотрансферази у сироватці крові. Натомість, тонус автономної нервової системи чинив вірогідний вплив на активність ферментів переамінування лише після дії технологічного подразника. Зокрема, встановлено достовірний ступінь впливу ($\eta^2_x = 0,28$; $P \leq 0,05$) симпатикотонії на активність аланінамінотрансферази у сироватці крові на сьому добу після дії технологічного подразника.*

***Ключові слова:** свиноматки, показники умовно-рефлекторної діяльності, тонус автономної нервової системи, кров, аланінамінотрансфераза, аспаратамінотрансфераза*

Актуальність. Сучасні технології вирощування свиней забезпечують найбільш ефективно використання їхнього генетичного потенціалу. Проте, за таких умов свині часто піддаються впливу різноманітних стресових факторів,

що призводить до зниження їхньої продуктивності, сприяє виникненню захворювань і завдає значних економічних збитків [1]. Як відомо, адекватна відповідь організму на стресові ситуації реалізується завдяки нейрогуморальній системі. Діяльність

Постой Р. В., Карповський В. І., Черепніна А. Д., Постой В. В.

нервової системи, насамперед, спрямована на підтримку гомеостазу в організмі тварини у відповідь на вплив, як внутрішніх, так і зовнішніх подразників. Автономна нервова система (АНС) регулює всі метаболічні процеси в організмі тварин, підтримує сталість внутрішнього середовища, координує функції внутрішніх органів, залоз і серцево-судинної системи. Крім того, вона бере участь у адаптації до мінливих умов навколишнього середовища [2]. Кора півкуль великого мозку не лише координує діяльність всієї нервової системи, а й забезпечує тонкі пристосувальні реакції організму, визначаючи поведінку тварини під час стресу. Типологічні особливості вищої нервової діяльності (ВНД) та вегетативний статус визначають індивідуальні відмінності адаптаційних можливостей організму тварин.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Кора півкуль великого мозку є головним органом ВНД, а основним її проявом є умовний рефлекс. Нервова діяльність складається із двох процесів – збудження та гальмування. До основних характеристик нервових процесів відносять силу, врівноваженість та рухливість. Значення сили нервових процесів витікає із того, що в навколишньому середовищі виявляються подразники надмірної сили чи незвичні, але

нерідко виникає необхідність пригнічувати, затримувати ефекти цих подразників за вимогою інших подразників, такої ж сили чи ще сильніших. І нервові клітини мають витримувати ці надзвичайні напруження своєї діяльності. Звідси ж витікає і важливість врівноваженості, зрівняння сили обох процесів. І, оскільки, навколишнє середовище постійно змінюється, а часто – значно і несподівано, то обидва процеси мають володіти високою рухливістю, здатністю швидко, за вимогою умов оточуючого середовища надавати перевагу збудженню над гальмуванням і навпаки [3]. Відомо, що в основі приналежності тварини до того чи іншого типу ВНД є комбінація показників сили, рухливості та врівноваженості нервових процесів.

Доведено вплив типологічних особливостей ВНД на показники обміну речовин в організмі свиней [4–6]. Дослідження метаболічної функції печінки свиней залежно від типу ВНД дозволило встановити взаємозв'язок сили, врівноваженості, рухливості процесів збудження і гальмування кори півкуль великого мозку з білоксинтетичними процесами, реакціями знешкодження аміаку у печінці свиней [6]. За фізіологічних умов зареєстрований взаємозв'язок вмісту загального білка, частки γ -глобулінів та їх абсолютного вмісту з силою ($r = 0,40-0,56$) та врівноваженістю ($r = 0,36-0,54$)

Постой Р. В., Карповський В. І., Черепніна А. Д., Постой В. В.

коркових процесів. Рухливість коркових процесів достовірно корелює з абсолютним вмістом γ -глобулінів ($r = 0,40$) [5]. **Закладка не определена.** З'ясовано, що свині 5–6-місячного віку сильного врівноваженого рухливого типу ВНД вірогідно переважали за вмістом загального білка, альбумінів, церулоплазміну та сечовини в сироватці крові над свинями слабого типу. Вміст незамінних амінокислот у сироватці крові свиней залежить від сили нервових процесів. У свиней слабого типу ВНД вміст лізину нижчий на 6,9 % ($p < 0,05$), метіоніну – на 12,6 % ($p < 0,05$) та треоніну – на 19,1 % ($p < 0,05$) відносно показників у тварин СВР типу [4]. Таким чином, з'ясовано вплив основних характеристик коркових процесів у метаболізмі білків в організмі молодняка свиней, тоді як в організмі свиноматок ці механізми ще є недостатньо вивченим.

АНС є частиною нервової системи, що іннервує всі внутрішні органи і тканини та регулює їхню діяльність. Автономні нерви активують або гальмують роботу органів, секрецію залоз, змінюють просвіт судин і в такий спосіб забезпечують гомеостаз [7]. Значну увагу дослідників привертає вивчення впливу тонусу АНС на будову та функції органів, а також продуктивність тварин [8–13]. Розкрито особливості

антиоксидантної системи у свиноматок з різним тонусом АНС [14]. Слід зауважити, що даних щодо обміну білка в організмі свиноматок залежно від типу автономної регуляції за умови дії технологічного подразника не знайдено.

Попередніми дослідженнями встановлено наявність вірогідного тісного взаємозв'язку між основними властивостями та особливостями вегетативної регуляції фізіологічних функцій організму свиней [2]. Проте, роль кортикальних та вегетативних механізмів у регуляції білкового обміну в організмі свиноматок є недостатньо дослідженою.

Мета – дослідити вплив кортико-вегетативних механізмів регуляції на активність ферментів переамінування в сироватці крові холостих свиноматок за умови дії технологічного подразника.

Методи. Умовно-рефлекторну діяльність свиноматок досліджували за допомогою методики визначення типів ВНД свиней, розробленої кафедрою біохімії і фізіології тварин імені академіка М. Ф. Гулого НУБіП України [15]. Суть методики полягає в оцінці рухової реакції тварини до місця підкріплення кормом, швидкості вироблення та перероблення умовного рухово-харчового рефлексу, ступеня орієнтувальної реакції та зовнішнього гальмування. Силу, врівноваженість та рухливість коркових процесів оцінювали за результатами тестів,

наведених у методиці, та виражали в умовних одиницях. Дослідження тонусу АНС у свиноматок проводили за допомогою тригеміновагального тесту. За цих умов у кожній тварини вимірювали частоту серцевих скорочень шляхом аускультатії серця зліва, у ділянці другого—четвертого міжреберного проміжку у нижній третині грудної клітки за допомогою фонендоскопу.

Потім експериментатор натискав одночасно великим і вказівним пальцями на обидва очні яблука досліджуваної тварини з експозицією 10 секунд. Після натискання частоту серцевих скорочень вимірювали повторно. Визначали різницю частоти серцевих скорочень до та після натискання на очні яблука. За результатами цього тесту у свиноматок реєстрували нормотонію, ваготонію чи симпатикотонію.

Після формування дослідних груп проводили перегруповування свиноматок та їх переміщення до іншого приміщення (технологічний подразник). До впливу технологічного подразника та через 1, 3, 7, 14 і 28 діб після його дії у свиноматок відбирали зразки венозної крові для біохімічних досліджень із дотриманням правил асептики та антисептики. Активність аланінамінотрансферази та аспартатамінотрансферази у сироватці крові визначали кінетичним методом [16, 17]. Аналіз результатів досліджень проводили за

допомогою програми Microsoft Office Excel 2007. Для встановлення взаємозв'язків між кортико-вегетативними механізмами регуляції та активністю ферментів у сироватці крові використовували коефіцієнт лінійної кореляції (коефіцієнт Пірсона, r). Для оцінки впливу кортико-вегетативних регуляційних механізмів на активність амінотрансфераз у сироватці крові проводили однофакторний дисперсійний аналіз. При цьому визначали показник ступеню впливу (η^2_x) одного фактора на інший [18]. Достовірність оцінювали за коефіцієнтом достовірності таблиці Стюдента та вважали різницю між показниками достовірною за $p \leq 0,05$, або в межах тенденції за $p \leq 0,1$.

Результати. Амінотрансферази беруть участь у процесах переамінування, вони переносять аміногрупи від амінокислот до кетокислот. Аланінамінотрансфераза (АлАТ) каталізує перехід альфа-аміногрупи аланіну до альфа-кетоглутарової кислоти, в результаті чого утворюється піровиноградна та глютамінова кислота. Ці чотири проміжні продукти є важливою ланкою між вуглеводним та амінокислотним обміном [19, 20]. Згідно даних кореляційного аналізу, у стані відносного спокою активність АлАТ в сироватці крові взаємопов'язана з основними показниками умовно-рефлекторної діяльності свиноматок (табл. 1).

Постой Р. В., Карповський В. І., Черепніна А. Д., Постой В. В.

Встановлено, що між активністю АлАТ в сироватці крові та силою коркових процесів існує сильна позитивна кореляція ($r = 0,65; p \leq 0,01$), а із врівноваженістю – середня позитивна кореляція ($r = 0,52; p \leq 0,05$). Впродовж 14 діб після дії технологічного подразника коефіцієнти кореляції між основними властивостями процесів збудження і

гальмування у корі великого мозку та активністю АлАТ в сироватці крові не досягали меж достовірності. Через 28 діб після впливу технологічного подразника відмічали посилення кореляції між активністю АлАТ в сироватці крові та силою і врівноваженістю коркових процесів – $r = 0,48-0,50 (p \leq 0,05)$.

1. Зв'язок характеристик коркових процесів і вегетативної регуляції із активністю АсАТ у сироватці крові холостих свиноматок, r

Регуляційні механізми	Термін дослідження стосовно подразнення					
	До дії подразника	Через 1 добу	Через 3 доби	Через 7 діб	Через 14 діб	Через 28 діб
Сила	0,32	-0,02	0,09	0,19	-0,18	0,51*
Врівноваженість	0,34	-0,06	0,10	0,12	0,19	0,38
Рухливість	0,23	-0,15	0,04	0,04	-0,13	0,36
Ваготонія	0,33	0,31	0,60	0,35	0,10	0,03
Симпатикотонія	-0,25	0,21	0,35	0,44	-0,25	0,29

Примітка. * $P \leq 0,05$.

Встановлено, що у стані відносного спокою та після дії технологічного подразника взаємозв'язок між активністю АлАТ в сироватці крові та вегетативним статусом у свиноматок існує, хоч і недостовірний. Так, у стані відносного спокою відмічали сильну позитивну кореляцію між активністю АлАТ в сироватці крові та ваготонією ($r = 0,65$). Через добу після дії технологічного подразника відмічали посилення кореляції між активністю АлАТ в сироватці крові та симпатикотонією та послаблення із ваготонією. Через 3 та 7 діб після впливу технологічного подразника встановлено сильну позитивну кореляцію між активністю АлАТ в

сироватці крові та симпатикотонією – $r = 0,60-0,69$, тоді як із ваготонією взаємозв'язок був слабким. Через 14 діб після дії технологічного подразника вірогідного взаємозв'язку між тонусом АНС свиноматок та активністю АлАТ в сироватці крові не встановлено. Через 28 діб встановлено сильну позитивну кореляцію між ваготонією та активністю АлАТ в сироватці крові $r = 0,74$, тоді як із симпатикотонією кореляція була негативною середньою.

Дисперсійний аналіз показав, що до дії технологічного подразника властивості нервових процесів у корі великого мозку чинять достовірний вплив на активність АлАТ в сироватці

Постой Р. В., Карповський В. І., Черепніна А. Д., Постой В. В.

крові свиноматок. Зокрема, встановлено достовірний вплив врівноваженості коркових процесів на активність ензиму – $\eta^2_x = 0,36$; $p \leq 0,01$, а також тенденцію до впливу сили коркових процесів ($\eta^2_x = 0,17$; $p \leq 0,1$), тоді як рухливість коркових процесів не мала жодного впливу (Рис. 1). Проте, вже через добу після дії технологічного подразника ступінь впливу показників умовно-рефлекторної діяльності свиноматок на активність АлАТ в сироватці крові став зовсім незначним – $\eta^2_x = 0,01–0,04$. Аналогічна картина спостерігалася і на 3 добу після впливу технологічного подразника.

Через 7 діб після дії технологічного подразника встановлено тенденцію до впливу рухливості процесів збудження і гальмування в корі великого мозку свиноматок на активність АлАТ в сироватці крові $\eta^2_x = 0,19$ ($p \leq 0,1$). Через 14 діб після дії технологічного подразника на організм свиноматок ступінь впливу властивостей коркових процесів на активність АлАТ в сироватці крові був дуже низьким. Через 28 діб після дії технологічного подразника встановлено достовірний вплив врівноваженості коркових процесів на активність АлАТ в сироватці крові свиноматок – $\eta^2_x = 0,23$ ($p \leq 0,05$).

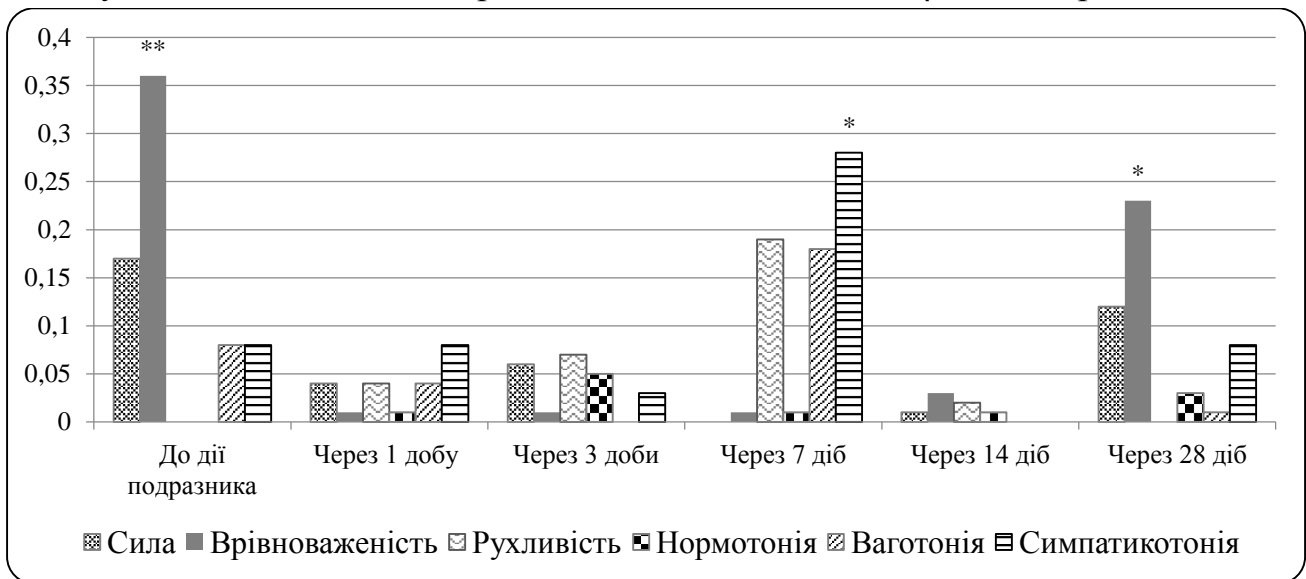


Рис. 1 Ступінь впливу кортико-вегетативної регуляції на активність АлАТ в сироватці крові холостих свиноматок за умови технологічного подразнення, η^2_x

У стані відносного спокою збалансованість симпатичного та парасимпатичного відділів АНС не чинить жодного впливу на активність АлАТ в сироватці крові свиноматок, тоді як за умови переважання

симпатичного чи парасимпатичного відділів показник сили впливу був дещо вищим і складав $\eta^2_x=0,08$. Впродовж 3 діб після дії технологічного подразника ступінь впливу тону АНС на активність

Постой Р. В., Карповський В. І., Черепніна А. Д., Постой В. В.

АлАТ в сироватці крові свиноматок залишався досить низьким і складав $\eta^2_x = 0,00-0,08$. На 7 добу після дії технологічного подразника встановлено достовірний вплив симпатикотонії на активність АлАТ в сироватці крові – $\eta^2_x = 0,28$ ($p \leq 0,05$), ступінь впливу ваготонії також підвищився ($\eta^2_x = 0,18$). Натомість, через 14 та 28 діб після дії технологічного подразника показники сили впливу тонуусу АНС на активність ензиму були незначними.

Аспартатамінотрансфераза (АсАТ), яку ще називають глутамат оксалоацетат трансаміназою, каталізує зворотні реакції переамінування L-аспартату та 2-оксоглутатарату до оксалоацетату та глутамату [21]. За даними кореляційного аналізу у стані відносного спокою між активністю АсАТ в сироватці крові та основними

показниками умовно-рефлекторної діяльності існує пряма слабка кореляція (табл. 2). Вже через добу після дії технологічного подразника взаємозв'язок між активністю АсАТ в сироватці крові свиноматок та основними властивостями нервових процесів у корі великого мозку став дуже слабким. Така ж картина спостерігалася впродовж 14 діб після дії технологічного подразника, коли коефіцієнти кореляції були дуже низькими і то позитивними, то негативними. Однак, через 28 діб після дії технологічного подразника встановлено, що сила коркових процесів достовірно корелює із активністю АсАТ в сироватці крові ($r = 0,51$; $p \leq 0,05$). У той же час кореляція активності АсАТ в сироватці крові із рухливістю та врівноваженістю процесів збудження і гальмування у корі великого мозку була слабкою.

2. Зв'язок характеристик коркових процесів і вегетативної регуляції із активністю АсАТ в сироватці крові холостих свиноматок, r

Регуляційні механізми	Термін дослідження стосовно подразнення					
	До дії подразника	Через 1 добу	Через 3 доби	Через 7 діб	Через 14 діб	Через 28 діб
Сила	0,32	-0,02	0,09	0,19	-0,18	0,51*
Врівноваженість	0,34	-0,06	0,10	0,12	0,19	0,38
Рухливість	0,23	-0,15	0,04	0,04	-0,13	0,36
Ваготонія	0,33	0,31	0,60	0,35	0,10	0,03
Симпатикотонія	-0,25	0,21	0,35	0,44	-0,25	0,29

Примітка. * $p \leq 0,05$.

У стані відносного спокою взаємозв'язку між тонуусом АНС та активністю АсАТ в сироватці крові не виявлено. Так, між активністю АсАТ в сироватці крові та ваготонією

кореляція – пряма слабка, а із симпатикотонією – обернена слабка. Упродовж 3 діб після дії технологічного подразника кореляція між тонуусом АНС та активністю

Постой Р. В., Карповський В. І., Черепніна А. Д., Постой В. В.

АсАТ у сироватці крові була прямою та слабкою. Через 7 діб після дії технологічного подразника встановлено пряму кореляцію середньої сили активності АсАТ в сироватці крові із симпатикотонією. Через 14 та 28 діб після дії технологічного подразника взаємозв'язок між активністю АсАТ в сироватці крові та тонусом АНС був слабким.

За даними дисперсійного аналізу, у стані відносного спокою сила та рухливість коркових процесів не чинять достовірного впливу на активність АсАТ в сироватці крові, тоді як врівноваженість деякою мірою впливає на активність ензиму – $\eta^2_x = 0,11$ (Рис. 2). Через добу після дії технологічного подразника не

встановлено жодного впливу основних показників умовно-рефлекторної діяльності на активність АсАТ в сироватці крові. Аналогічна картина спостерігалась впродовж 3–14 доби після дії технологічного подразника, коли ступінь вплив основних характеристик коркових процесів був близьким до нуля. Через 28 діб після дії технологічного подразника встановлено тенденцію до впливу сили коркових процесів на активність АсАТ в сироватці крові – $\eta^2_x = 0,17$ за $p \leq 0,1$. Разом з тим, зростав і ступінь впливу рухливості ($\eta^2_x = 0,13$) та врівноваженості ($\eta^2_x = 0,11$) коркових процесів на активність АсАТ в сироватці крові.

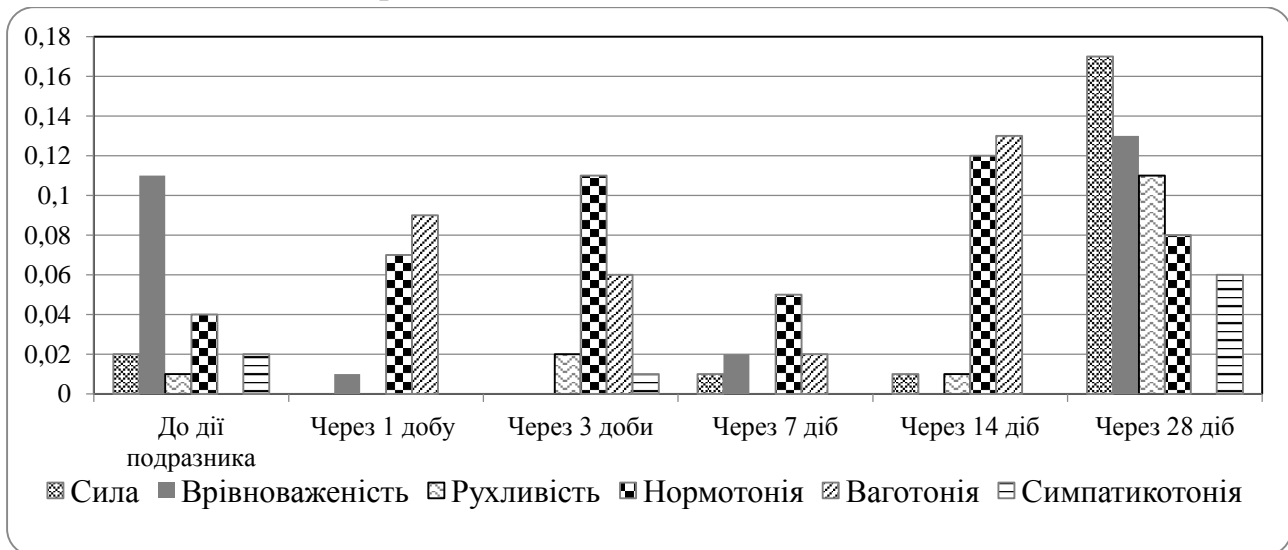


Рис. 2 Ступінь впливу кортико-вегетативних механізмів регуляції на активність АсАТ в сироватці крові свиноматок за технологічного подразнення, η^2_x

У стані відносного спокою тонус АНС не чинить достовірного впливу на активність АсАТ в сироватці крові

– $\eta^2_x = 0,00–0,04$. Після дії технологічного подразника показник ступеня впливу тону АНС на

Постой Р. В., Карповський В. І., Черепніна А. Д., Постой В. В.

активність АсАТ в сироватці крові дещо підвищувався та складав $\eta^2_x=0,00-0,13$.

Отримані нами дані щодо показника ступеня впливу основних показників умовно-рефлекторної діяльності на активність АлАТ та АсАТ сироватки крові холостих свиноматок дещо відрізняються від даних отриманих на свинях 5–6-місячного віку [4]. Ці відмінності вказують на те, що існують вікові особливості кортикальної регуляції активності ферментів, що проявляються нижчим ступенем впливу сили, врівноваженості та рухливості на активність ферментів переамінування у крові у період адаптації організму до нових умов. Це підтверджується й іншими дослідниками, які у дослідях з вивчення впливу фактора стрес-реактивності на активність ферментів переамінування встановили, що в різні вікові періоди їх рівень коливається то на користь стрес-стійких, то стрес-чутливих підсвинків [22].

Висновки. Кортико-вегетативні механізми регуляції впливають на активність ферментів переамінування в сироватці крові холостих свиноматок. Однак, ступінь впливу регуляторних механізмів змінюється за умови технологічного подразнення. У стані відносного спокою показники умовно-рефлекторної діяльності впливали на активність аланінамінотрансфери в

сироватці крові ($\eta^2_x = 0,36$; $p \leq 0,01$). Упродовж 14 діб після технологічного подразнення основні характеристики процесів збудження і гальмування у корі півкуль великого мозку не мали достовірного впливу на активність амінотрансфераз у сироватці крові, тоді як через 28 діб відмічали вплив ($\eta^2_x = 0,23$; $p \leq 0,05$) врівноваженості коркових процесів на активність аланінамінотрансфери в сироватці крові.

Виявлено достовірний ступінь впливу тонуру автономної нервової системи на активність ферментів переамінування лише після дії технологічного подразника. Симпатикотонія впливала ($\eta^2_x = 0,28$; $p \leq 0,05$) на активність аланінамінотрансфери у сироватці крові на сьому добу після дії технологічного подразника.

Встановлено взаємозв'язок сили та врівноваженості коркових процесів із активністю аланінамінотрансфери в сироватці крові ($r = 0,48-0,65$; $p \leq 0,05-0,01$), а також сили коркових процесів із активністю аспартатамінотрансфери ($r = 0,51$; $p \leq 0,05$).

Перспективи. Попередніми дослідженнями встановлено роль типу вищої нервової діяльності у регуляції білкового обміну в організмі тварин. У зв'язку з відсутністю подібних даних щодо впливу тонуру автономної нервової

Постой Р. В., Карповський В. І., Черепніна А. Д., Постой В. В.

СИСТЕМИ вважаємо за доцільне дослідження впливу кортико-

вегетативної регуляції на показники обміну білка в організмі свиноматок.

References

1. Lee, I. K., Kye, Y. C., Kim, G., Kim, H. W., Gu, M. J., Umboh, J., ... & Yun, C.-H. (2016). Stress, nutrition, and intestinal immune responses in pigs – A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(8), 1075-1082. doi: 10.5713/ajas.16.0118

2. Karpovskiy, P. V., Karpovskiy, V. V., Trokoz, A. V., Landsman, A. O., Skrypkin, V. M., Postoi, R. V., ... & Karpovskiy, V. I. (2015). Kortyko-vehetatyvni vzaiemyny v rehuliatsii fiziologichnykh funktsii orhanizmu svynei [Cortico-vegetative relationships in the regulation of the physiological functions of the pig's body]. *Biologhiia tvaryn*, 17(2), 65-73. Retrieved from <http://aminbiol.com.ua/20152pdf/7.pdf> (in Ukrainian).

3. Maksimenko, S. D. (2017). Teoriia vyshchoi nervovoi diialnosti I. P. Pavlova [The theory of higher nervous activity of I. P. Pavlov]. *Problemy suchasnoi psykholohii*, 38, 7-17. Retrieved from <http://problemps.kpnu.edu.ua/en/> (in Ukrainian).

4. Vasylyv, A. P., Karpovskiy, V. I., & Danchuk, O. V. (2017). Kortykalna rehuliatsiia obminu bilkiv u svynei: monohrafiia [Cortical regulation of protein metabolism in pigs: a monograph]. Kyiv. (in Ukrainian).

5. Karpovskiy, V. I., Trokoz, A. V., & Trokoz, V. O. (2013). Vmist zahalnoho bilka syrovatky krovi ta yoho fraktsii u svynei riznykh typiv vyshchoi nervovoi diialnosti za vplyvu biologichnoho podraznyka [The content of total serum protein and its fractions in pigs of different types of higher nervous activity under the influence of a biological stimulus]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: Veterynarna medytsyna*, (9), 28-33. (in Ukrainian).

6. Landsman, A. O. (2014). Rol pechinky v protsesakh bilkovoho obminu u svynei z riznymy typamy vyshchoi nervovoi diialnosti [The role of the liver in the processes of protein metabolism in pigs with different types of higher nervous activity]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu*

veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Hzytskoho, 16(3(60)), 193-199.

7. Prilutsky, O. K. (2013). Vehetatyvna nervova systema [Autonomic nervous system]. *Visnyk problem biologii i medytsyny Bulletin of Problems of Biology and Mediciny*, 1(2), 55-59. (in Ukrainian).

8. Bobrytska, O., Ugai, K., & Karpovsky, V. (2018). Biorezonansnyi metod korektsii funktsionalnoho stanu avtonomnoi nervovoi systemy u sobak [The bioresonance method of correcting the functional state of the autonomous nervous system in dogs]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, 5(75). doi: 10.31548/dopovidi2018.05.025 (in Ukrainian).

9. Demus, N. V. (2010). Histologichna kharakterystyka miokardu telychok zalezno vid typu avtonomnoi rehuliatsii sertsevoho rytmu [Histological characteristics of the myocardium of the calves depending on the type of autonomic regulation of the heart rate]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho*, 12(3-2(45)), 63-69. (in Ukrainian).

10. Zhurenko, O., Karpovskiy, V., Danchuk, O., & Kravchenko-Dovga, Y. (2018). The content of calcium and phosphorus in the blood of cows with a different tonus of the autonomic nervous system. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20(92), 8-12. doi: 10.32718/nvlvet8808 (in Ukrainian).

11. Kononenko, V. S. (2004). Typy avtonomnoi rehuliatsii funktsii i produktyvnist silskohospodarskykh tvaryn [Types of autonomous regulation of functions and productivity of farm animals]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho*, 6(1(2)), 174-179. (in Ukrainian).

12. Kushch, M. M. (2016). The peculiarities of microscopic structure of geese enterosympathetic nervous system. *Biologia Tvarin*, 18(2), 59-67. doi: 10.15407/animbiol18.02.059 (in Ukrainian).

Постой Р. В., Карповський В. І., Черепніна А. Д., Постой В. В.

13. Tybinka, A. M. (2015). Vplyv riznoi typolohii avtonomnoho tonusu na pokaznyky slyzovoi obolonky kyshechnyku kurei [Influence of different typologies of autonomous tone on indicators of intestinal mucosa of hens]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterinarynoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho* 17(3), 108-112. Retrieved from <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/528> (in Ukrainian).

14. Skrypkina, V. M., Karpovsky, V. I., Danchuk, O. V., Postoi, R. V., Krivoruchko, D. I., & Ukraine, M. A. (2016). Aktyvnist ta zbalansovanist fermentatyvnoi systemy antyoksydantnoho zakhystu v orhanizmi svynei iz riznym tonusom avtonomnoi nervovoi systemy [The activity and the balance of the enzymatic system of antioxidant defense in pigs with different tones of the autonomic nervous system]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterinarynoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho*, 18(1(2)), 145-149. (in Ukrainian).

15. Trokoz, V. O., Trokoz, A. V., Karpovskiy, P. V., Danchuk, O. V., Karpovskiy, V. V., Karpovskiy, V. I., ... & Postoy, R. V. (2014). *Metodyka ekspresotsinky umovno-reflektornoї diialnosti svynei* [Methods of rapid assessment of conditioned reflex activity of pigs]. Certificate on copyright registration for scientific writing No. 56043 Ukraine. Kiev: State Service of Intellectual Authority of Ukraine.

16. Schumann, G., Bonora, R., Ceriotti, F., Féraud, G., Ferrero, C. A., Franck, P. F. ... & Kessner, A. (2002). IFCC primary reference procedures for the measurement of catalytic activity concentrations of enzymes at 37 C. Part 4. Reference procedure for the measurement of catalytic concentration of alanine aminotransferase. *Clinical chemistry and laboratory medicine*, 40(7), 718-724.

17. Schumann, G., Bonora, R., Ceriotti, F., Féraud, G., Ferrero, C. A., Franck, P. F. ... & Kessner, A. (2002). IFCC primary reference procedures for the measurement of catalytic activity concentrations of enzymes at 37 C. Part 4. Reference procedure for the measurement of catalytic concentration of glutamyltransferase. *Clinical chemistry and laboratory medicine*, 40(7), 734-738.

18. Plokhinskij, N. A. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov: uchebnoe posobie* [Guide to biometrics for zootechnicians: a textbook]. Moskva: Kolos.

19. Gutyj, B., Hariv, I., Gunchak, V., Sobolta, A., Prijma, O., & Iesina, E. (2018). The effect of "Amprolinsil" and brovitacoccid on the activity of serum enzymes in Eimeric invasion. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 20(83), 51-55. doi: 10.15421/nvlvet8310

20. Ostapyuk, A., & Gutyj, B. (2019). Influence of cadmium sulfate at different doses on the functional state of the liver of laying chicken. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 21(94), 103-108. doi: 10.32718/nvlvet9419

21. Hoffmann, W. E., & Solter, P. (2008). Diagnostic enzymology of domestic animals. In *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 6th Edn, J. Kaneko, J. Harvey, M. Bruss (eds). Burlington, MA: Elsevier, 351-378. doi: 10.1016/b978-0-12-370491-7.00012-x

22. Fedorova, V. V., & Fedorov, V. H. (2012). Aktivnost` fermentov u svinej s razlichnoj stress-reaktivnost`yu [Enzyme activity in pigs with different stress reactivity]. *Vestnik michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2, 86-90. (in Russian).

КОРТИКО-ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ АКТИВНОСТИ АМИНОТРАНСФЕРАЗ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ ХОЛОСТЫХ СВИНОМАТОК ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗДРАЖИТЕЛЯ

Р. В. Постой, В. И. Карповский, А. Д. Черепнина, В. В. Постой

Аннотация. В статье приведены результаты исследований влияния кортико-вегетативных механизмов регуляции на активность ферментов переаминирования в сыворотке крови холостых свиноматок в условиях воздействия технологического раздражителя. Опыты проводили на свиноматках крупной белой породы 3-летнего возраста. Результаты исследований показали, что показатели условно-рефлекторной деятельности влияют на активность ферментов переаминирования в сыворотке крови как при физиологических условиях, так и после воздействия технологического раздражителя. По данным корреляционного анализа установлена взаимосвязь силы и уравновешенности корковых процессов с активностью аланинаминотрансферазы в сыворотке крови ($r = 0,48-0,65$; $p \leq 0,05-0,01$), а также силы корковых процессов с активностью аспаратаминотрансферазы ($r = 0,51$; $p \leq 0,05$). Установлено достоверное влияние ($\eta^2_x = 0,23-0,36$; $p \leq 0,01$) уравновешенности корковых процессов на активность аланинаминотрансферазы в сыворотке крови. Зато, тонус вегетативной нервной системы оказывал достоверное влияние на активность ферментов переаминирования только после воздействия технологического раздражителя. В частности, установлено достоверная степень воздействия ($\eta^2_x = 0,28$; $p \leq 0,05$) симпатикотонии на активность аланинаминотрансферазы в сыворотке крови на седьмые сутки после воздействия технологического раздражителя.

Ключевые слова: свиноматки, показатели условно-рефлекторной деятельности, тонус вегетативной нервной системы, кровь, аланинаминотрансфераза, аспаратаминотрансфераза

CORTICAL AND VEGETATIVE REGULATION OF AMINOTRANSFERASE ACTIVITY IN BLOOD SERUM OF DRY SOWS UNDER EXPOSURE TO A TECHNOLOGICAL STIMULUS

R. Postoi, V. Karpovskyi, A. Cherepnina, V. Postoi

Abstract. The article presents the results of studying the influence of cortical and vegetative mechanisms of regulation on the transaminase enzymes activity in blood serum of dry sows under exposure to a technological stimulus. The experiments were carried out on sows of large white breed of 3 years old. The results of study have shown that the indicators of conditioned reflex activity affect the activity of reamination enzymes in blood serum both under physiological conditions and after the exposure to a technological stimulus. According to the correlation analysis, the relationship between the strength and balance of cortical processes with serum alanine aminotransferase activity ($r = 0.48-0.65$; $p \leq 0.05-0.01$), as well as the strength of

Постой Р. В., Карповський В. І., Черепніна А. Д., Постой В. В.

cortical processes with aspartate aminotransferase activity ($r = 0.51$; $p \leq 0.05$). The significant influence ($\eta^2_x = 0.23-0.36$; $p \leq 0.05-0.01$) of the balance of cortical processes on the activity of alanine aminotransferase in blood serum was established. Instead, the tone of the autonomic nervous system had a significant influence on the activity of reamination enzymes only after the exposure to a technological stimulus. In particular, the significant degree of influence ($\eta^2_x = 0.28$; $p \leq 0.05$) of sympathicotonia on the activity of alanine aminotransferase in blood serum on the 7th day after exposure to a technological stimulus was established.

Keywords: *sows, indicators of conditioned reflex activity, tone of autonomic nervous system, blood, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase*

УДК 636.09:612.8:636.4

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ТОНУСУ АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ У КОРІВ З ВМІСТОМ КУПРУМУ В КРОВІ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОРИ РОКУ**О. В. ЖУРЕНКО**, кандидат ветеринарних наук, доцент<https://orcid.org/0000-0002-4933-0372>**В. І. КАРПОВСЬКИЙ**, доктор ветеринарних наук, професор<https://orcid.org/0000-0003-3858-0111>**В. В. ЖУРЕНКО**, кандидат ветеринарних наук, старший викладач<https://orcid.org/0000-0003-2097-9212>*Національний університет біоресурсів і природокористування України**E-mail: Zhurenko-lena@ukr.net*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.014>

Анотація. Тонус автономної нервової системи розглядають з одного боку, як один із проявів гомеостазу, а з іншого, як один з механізмів його регуляції. Переважання тонічного впливу парасимпатичної і симпатичної частин автономної нервової системи прийнято визначати як ваготонію та симпатикотонію. Тонус автономної нервової системи корів визначали за допомогою тригеміновагального тесту. Відповідно до отриманих результатів, тварину відносили до нормотоніків, симпатикотоніків чи ваготоніків. Тонус автономної нервової системи у корів влітку був обернено пов'язаний із вмістом Купруму в цільній крові ($r=-0,62$; $p<0,05$) й клітинах крові ($r=-0,58$; $p<0,05$). Взимку кореляція тонусу автономної нервової системи у корів з його вмістом у цільній крові, її сироватці й клітинах крові вірогідних значень не досягала ($r=-0,21-0,36$). Підвищений тонус парасимпатичного відділу автономної нервової системи незалежно від пори року майже не впливав на вміст Купруму в сироватці, цільній крові та її клітинах ($\eta^2_x=0,01-0,23$). Водночас, симпатикотонія влітку вірогідно впливала лише на вміст Купруму в клітинах крові $-\eta^2_x=0,58$ ($p<0,05$), тоді як взимку цей ефект значно збільшувався ($\eta^2_x=0,91$; $p<0,001$). Проведеним багатофакторним дисперсійним аналізом встановлено залежність вмісту Купруму від тонусу автономної нервової системи та пори року. Проте, вегетативний статус корів вірогідно впливав на його вміст лише в клітинах крові ($F=8,59>FU=4,41$; $p<0,01$), а пора року лімітувала вміст Купруму лише у цільній крові ($F=12,12>FU=3,55$; $p<0,01$).

Ключові слова: тонус автономної нервової системи, Купрум, ваготоніки, симпатикотоніки, нормотоніки, пора року

Актуальність. Функція центральної та автономної нервових систем, а також показники вищої нервової діяльності є основною ланкою у роботі всього організму

тварин, а вивчення їх взаємозв'язку з різними функціональними системами під дією антропогенних чинників важливе за умов сучасного виробництва продукції тваринництва.

Журенко О. В., Карповський В. І., Журенко В. В.

Симпатична частина автономної нервової системи мобілізує ресурси організму у відповідь на дію ендотакзогенних подразників, тоді, як парасимпатична її частина здійснює поточну регуляцію фізіологічних процесів (Karповskyi, 2004). Симпатичні і парасимпатичні центри автономної нервової системи знаходяться в стані безперервного збудження, що має назву «тонус» (Pavlov, 1951). Тонус автономної нервової системи розглядають з одного боку, як один із проявів гомеостазу, а з іншого, як один з механізмів його регуляції (Hostetler, 2003). Переважання тонічного впливу парасимпатичної і симпатичної частин АНС прийнято визначати як ваготонію та симпатикотонію. Ваготонія характеризується уповільненим пульсом, схильністю до почервоніння, пітливістю, шлунковими розладами, а симпатикотонія – навпаки. Роль автономної нервової системи у регуляції мінерального обміну не викликає сумнівів. Доведено, що індивідуальні особливості й тип ВНД впливають на перебіг променевих вражень. Тонус автономної нервової системи розглядають з одного боку, як один із проявів гомеостазу, а з іншого, як один з механізмів його регуляції (Вуков, 1954). Енергетичний гомеостаз регулюється складною мережею нейроендокринних та вегетативних шляхів, у яких гіпоталамус відіграє

ключову роль сигналів моніторингу, що відображають енергетичний стан, ініціюючи у такий спосіб відповідні поведінкові й метаболічні реакції (Graham, 1991). Більшість досліджень, проведених у попередні десятиліття, не знаходять застосування в сучасному високотехнологічному виробництві.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Роль автономної нервової системи у регуляції мінерального обміну (Sudakov, 1991) не викликає сумнівів. Тонус автономної нервової системи розглядають з одного боку, як один із проявів гомеостазу, а з іншого, як один з механізмів його регуляції (Klitsenko, 2001). Енергетичний гомеостаз регулюється складною мережею нейроендокринних та вегетативних шляхів, у яких гіпоталамус відіграє ключову роль сигналів моніторингу, що відображають енергетичний стан, ініціюючи у такий спосіб відповідні поведінкові й метаболічні реакції (Karповskyi, 2015). Однак у доступній літературі відсутні дані щодо впливу основних характеристик нервових процесів на регуляцію макро- та мікроелементів в організмі тварин.

Метою роботи було встановити взаємозв'язок тону автономної нервової системи у корів з вмістом Купруму в різних фракціях крові залежно від пори року.

Матеріали і методи досліджень. Досліди проводили на коровах української чорно-рябої

Журенко О. В., Карповський В. І., Журенко В. В. породи 2–3 лактації. Тонус автономної нервової системи корів визначали за допомогою тригеміновагального тесту. Відповідно до отриманих результатів, тварину відносили до нормо-, симпатико- чи ваготоніків. За результатами дослідження тонузу автономної системи було сформовано 3 дослідні групи (по 5 тварин у кожній): I – корови-нормотоніки, II – ваготоніки, III – симпатикотоніки. Раціон, та режим доїння не змінювали. Матеріалом для досліджень слугували відібрані зразки крові корів отримані з яремної вени до задавання кормової добавки та через 10, 30 та 45 діб після початку досліджень. У цільній крові, клітинах та сироватці крові визначали вміст Купруму (Vlizlo, 2012). Цільну кров стабілізували за допомогою гепарину, сироватку крові отримували методом відстоювання, а клітини крові – шляхом центрифугування гепаринузованої крові, відбирання плазми та триразового промивання клітин у холодному ізотонічному розчині з наступним центрифугуванням (Levchenko, 2005).

Експериментальні дослідження узгоджуються з основними принципами «Європейської конвенції з захисту хребетних тварин, що

використовуються для експериментальних та наукових цілей» (Страсбург, 1986) та декларації «Про гуманне ставлення до тварин» (Гельсінкі, 2000). Одержані цифрові дані опрацьовували статистично за допомогою прикладного програмного комплексу «Microsoft Office Excel 2013». Визначали середньоарифметичну величину (M), її похибку (m). Ймовірність різниць середніх значень встановлювали за критерієм Стьюдента. Зміни показників вважали вірогідними при $p < 0,05$ (в тому числі $p < 0,01$ і $p < 0,001$).

Результати досліджень та їх обговорення. Однак, незалежно від пори року вміст Купруму в сироватці та цільній крові цих тварин вірогідно не відрізнявся від такого у корів-вагота нормотоніків. Слід відмітити, вміст Купруму в різних фракціях крові корів-нормо-, ваго- та симпатикотоніків в різні пори року вірогідно не відрізняється. Встановлено взаємозв'язок тонузу автономної нервової системи у корів з вмістом Купруму в крові залежно від пори року (рис.1). Так, тонус автономної нервової системи у корів влітку вірогідно обернено пов'язаний з вмістом Купруму в цільній крові ($r = -0,62$; $p < 0,05$) та клітинах крові ($r = -0,58$; $p < 0,05$).

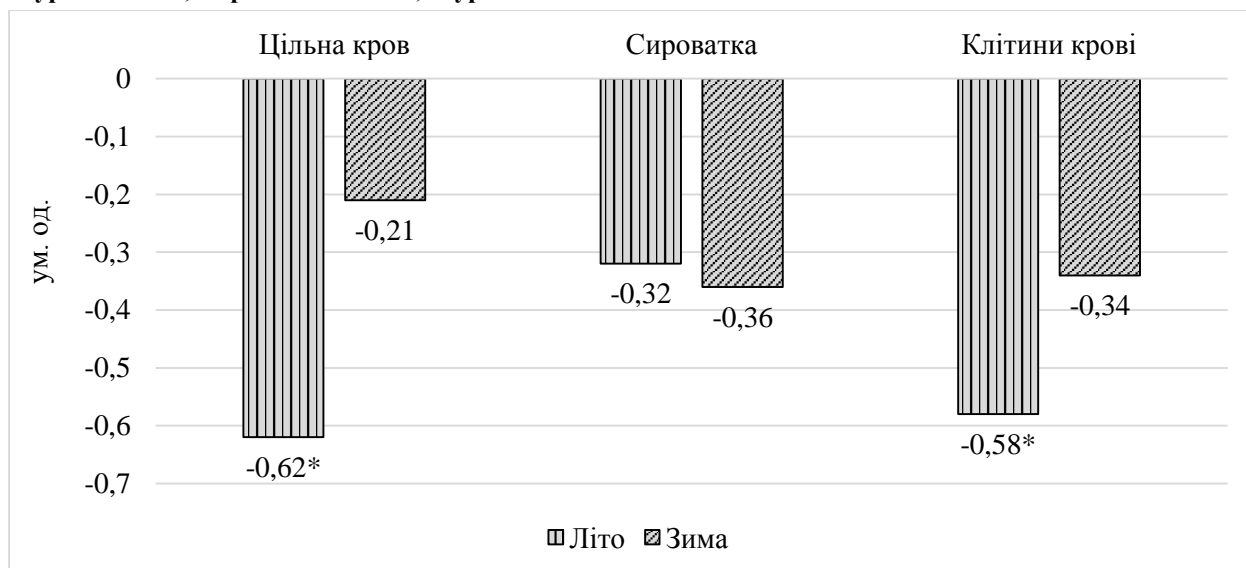


Рис. 1. Взаємозв'язок (r) вмісту Купруму в крові корів з тонусом автономної нервової системи (ум. од., n=12).

Примітка. Показники вірогідні за $p < 0,05$ – *.

Взимку тонус автономної нервової системи у корів вірогідно не пов'язаний з вмістом Купруму в цільній крові, сироватці крові та клітинах крові ($r = -0,21$ – $-0,36$).

Проведеними дослідженнями встановлено вплив вегетативного статусу корів на вміст Купруму в крові корів залежно від пори року (рис.2). Переважання парасимпатичного відділу автономної нервової системи незалежно від пори року не чинить вплив на вміст Купруму в сироватці, цільній крові та

її клітинах ($\eta^2_{\chi} = 0,01$ – $0,23$). Поряд з цим, переважання симпатичного відділу автономної нервової системи влітку чинить вірогідний вплив лише на вміст Купруму в клітинах крові – $\eta^2_{\chi} = 0,58$ ($p < 0,05$), тоді, як взимку цей вплив значно збільшується – $\eta^2_{\chi} = 0,91$ ($p < 0,001$). Як взимку, так і влітку вплив тону автономної нервової системи як у корів-симпатикотоніків на вміст Купруму у цільній та сироватці крові невірогідний ($\eta^2_{\chi} = 0,08$ – $0,35$).

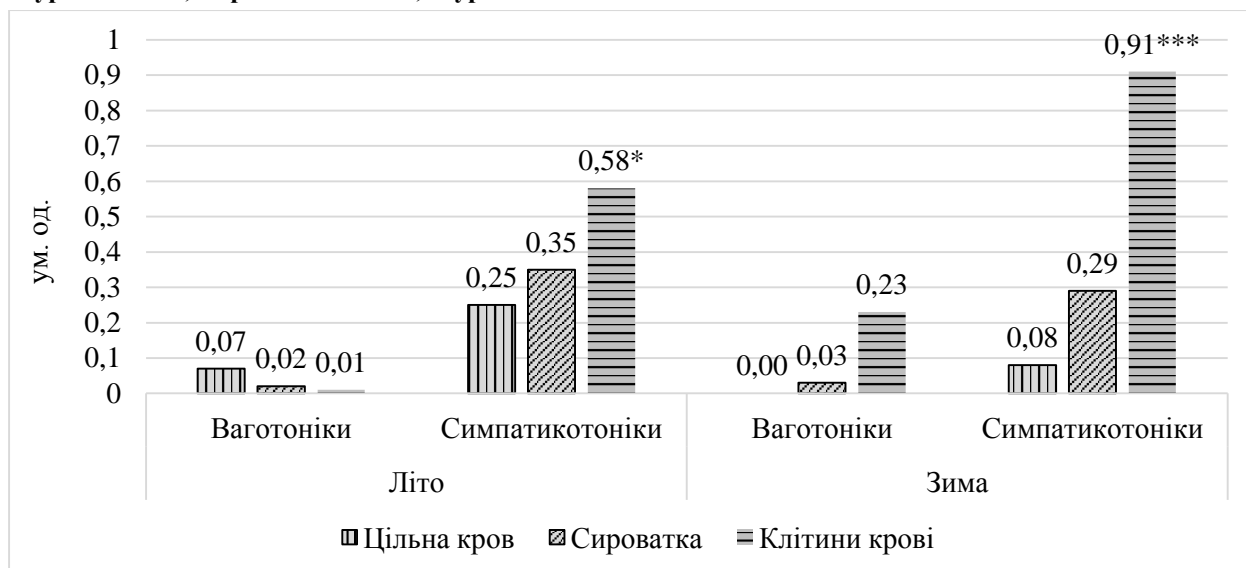


Рис. 2. Вплив вегетативного статусу корів (η^2_{χ}) на вміст Купруму в крові залежно від пори року (ум. од., n=12).

Примітка. Показники вірогідні за: p<0,05 – *; p<0,01 – **; p<0,001 – ***.

Регресійним аналізом автономної нервової системи (табл. встановлено залежність вмісту 1). Купруму у крові корів від тонусу

1. Регресійний аналіз залежності вмісту Купруму в крові корів від тонусу автономної нервової системи (ум. од.; n=16)

Показник	Субстрат					
	Цільна кров		Сироватка крові		Клітини крові	
	Літо	Зима	Літо	Зима	Літо	Зима
Коефіцієнт регресії	-0,34*	-0,08	-0,25	-0,29	-0,21*	-0,15
R-квадрат	0,38*	0,05	0,1	0,13	0,34*	0,12

Примітка. Показники вірогідні за: p < 0,05 – *; p < 0,01 – **; p < 0,001 – ***.

Так, влітку за зміни різниці частоти серцевих скорочень за результатами тригеміновагального тесту в корів на одну одиницю, вміст Купруму в цільній крові змінюється у протилежному на 0,34 мкг/100 мл (p<0,05), а у клітинах крові на 0,21 мкг/100 мл (p<0,05).

Водночас, до 38 % (p<0,05) вмісту даного елемента влітку в цільній крові та до 34 % (p<0,05)

варіацій в клітинах крові корів можуть бути зумовлені тонутом автономної нервової системи цих тварин. Слід відмітити, що регресійним аналізом вірогідної залежності вмісту Купруму у сироватці крові від вегетативного статусу тварин не встановлено.

Проведеним багатофакторним дисперсійним аналізом вмісту Купруму в крові корів встановлено

Журенко О. В., Карповський В. І., Журенко В. В. вірогідну його залежність від тонусу автономної нервової системи та пори року (табл. 2). Зокрема, вегетативний статус корів вірогідно впливає на вміст Купруму лише у клітинах крові – $F=8,59 > F_U=4,41$; $p < 0,01$. Тоді, як пора року лімітує вміст Купруму лише у цільній крові – $F=12,12 > F_U=3,55$; $p < 0,01$. Показник трансмембранного потенціалу за Купрумом та його вміст у сироватці крові вірогідно не залежить як від тонусу автономної нервової системи корів ($F=0,26-1,71 < F_U=3,55$; $p > 0,05$) так і від пори року ($F=0,03-0,20 < F_U=4,41$; $p > 0,05$). Крім цього, при аналізі вмісту Купруму в сироватці крові корів вірогідну взаємодію між тонусом автономної нервової системи та порою року не встановлено.

Таким чином, проведені нами дослідження свідчать про наявність кортико-вегетативних механізмів регуляції обміну Купруму в крові корів. Встановлено вірогідний вплив

Список використаних джерел

1. Карповський В. І., Трокоз В. О., Журенко О. В. та ін. Адаптаційно-компенсаторні процеси в організмі корів за умов дії біологічного стрес-фактора. Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С. З. Гжицького. Львів, 2004. Т. 6, ч. 3. С. 73–81.
2. Судаков М. О., Береза В. І., Погурський І. Г. та ін. Мікроелементози сільськогосподарських тварин. / за ред. М. О. Судакова. [2-е вид.] К.: Урожай, 1991. 144 с.
3. Graham T. W. Trace elements deficiencies in cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 1991. № 7. p. 153–215.

пори року на вміст Купруму в крові корів.

Висновок. Сила нервових процесів влітку вірогідно лімітує вміст Купруму в цільній крові та її сироватці ($\eta^2_x=0,35-0,41$; $p < 0,05-0,01$), врівноваженість – в цільній крові, сироватці й клітинах крові ($\eta^2_x=0,44-0,52$; $p < 0,01$), а рухливість – лише в клітинах крові ($\eta^2_x=0,28-0,38$; $p < 0,05$). У корів сильного невірноваженого та слабкого типу вищої нервової діяльності вміст Купруму в клітинах крові нижчий на 10,2–11,6 % ($p < 0,05-0,01$) від таких показників сильного врівноваженого рухливого типу. Тонус автономної нервової системи у корів влітку обернено пов'язаний із вмістом Купруму в цільній крові й клітинах крові ($r=-0,58-0,62$; $p < 0,05$). У клітинах крові корів-симпатикотоніків вміст Купруму нижчий на 9,4–12,4 % ($p < 0,05-0,001$) від такого у нормотоніків.

4. Hostetler C. E., Kincaid R. L., Mirando M. A. The role of essential trace elements in embryonic and fetal development in livestock. *Vet. J.* 2003. Vol. 166, №2. p. 125–139

5. Быков К. М. Избранные произведения: у 2 т. Т. 2: Кора головного мозга и внутренние органы. М.: Гос. изд-во мед. литературы, 1954. – 192 с. 8.

6. Павлов И. П. Общие типы высшей нервной деятельности. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных. М.: Медгиз, 1951. 505 с

7. Левченко В. І., Влізло В. В., Кондрахін І. П. та ін. Ветеринарна клінічна

Журенко О. В., Карповський В. І., Журенко В. В. біохімія. / за ред. В.І. Шевченка і В.Л. Галяса. Біла Церква, 2002. 400 с.

8. Карповський П. В., Карповський В. В., Трокоз А. В., Поміщик А. А., Скрипкіна В. Н., Постой Р. В., Криворучко Д. І., Трокоз В. О., Карповський В. І. Кортико-вегетативна регуляція відносин у фізіологічних функціях свиней. Біологія тварин, 2015, т. 17, вип. 2, с. 65–73

9. Влізло В.В., Федорук Р.С., Ратич І.Б. та ін. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник / за ред. В.В. Влізла. Львів: СПОЛОМ, 2012. 764 с.

10. Кліценко Г. Т., Кулик М. Ф., Косенко М. В. та ін. Мінеральне живлення тварин. К.: «Світ», 2001. 576 с.

References

1. Karpovskyi, V. I., Trokoz, V. O., Zhurenko, O. V. & et. al. (2004). Adaptatsiino-kompensatorni protsesy v orhanizmi koriv za umov dii biolohichnoho stres-faktora [Adaptivecompensatory processes in the body of cows under the conditions of the biological stress factor]. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. Lviv, 6 (3), 73–81.

2. Sudakov, M. O., Bereza, V. I., Pohurskyi, I. H. & et. al. (1991) Mikroelementozy silskohospodarskykh tvaryn [Microelementosis of farm animals]. K.: Urozhai. 144.

3. Graham, T. W. (1991). Trace elements deficiencies in cattle. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 7, 153–215.

4. Hostetler, C. E., Kincaid, R. L., Miranda M. A. (2003). The role of essential trace elements in embryonic and fetal

development in livestock. Vet. J. 166 (2), 125–139.

5. Byikov, K. M. (1954). Izbrannyye proizvedeniya, T. 2: Kora golovnoy mozga i vnutrennie organy [Selected [Selected Works, T. 2: Cortex and internal organs]. Moscow: State publishing house of medieval literature, 192.

6. Pavlov, I. P. (1951). Obschie tipy vyisshey nervnoy deyatel'nosti. Dvadsatiletniy opyt ob'ektivnoy izucheniya vyisshey nervnoy deyatel'nosti (povedeniya) zhivotnykh [General types of higher nervous activity. Twenty-year experience of objective study of higher nervous activity (behavior) of animals]. Moscow: Medgiz, 505

7. Levchenko, V.I., Vlizlo, V.V., & Konrakhin, I.P. et. al. (2002). Veterynarna klinichna biokhimiya [Veterinary Clinical Biochemistry]. Bila Tserkva: BNAU, 400.

8. Karpovskyi P. V., Karpovskyi V. V., Trokoz A. V., Landsman A. A., Skrypkina V. N., Postoi R. V., Kryvoruchko D. I., Trokoz V. O., Karpovskyi V. I. (2015). Kortiko-vegetativna reguljacija vidnosin u fiziologichnih funkciyah svinej. [Cortico-vegetative regulation of relations in the physiological functions of pigs]. The Animal Biology, vol. 17, no. 2, pp. 65–73. (in Ukrainian).

9. Vlizlo, V. V., Fedorchuk, R. S., Ratysh, I. B. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnystvii ta veterynarnii medytsyni: dovidnyk [Laboratory methods of research in biology, livestock and veterinary medicine]. A reference book, ed. by V. V. Vlizlo. Lviv: Spolom, 764.

10. Klitsenko H.T. (2001). Mineralne zhyvlennya tvaryn [Mineral feeding of animals]. Kyiv, Ukraine: Svit (in Ukrainian).

ВЗАИМОСВЯЗЬ ТОНУСА АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У КОРОВ С СОДЕРЖАНИЕМ МЕДИ В КРОВИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ГОДА

Е. В. Журенко, В. И. Карповский, В. В. Журенко

Аннотация. Тонус вегетативной нервной системы рассматривают с одной стороны, как одно из проявлений гомеостаза, а с другой, как один из механизмов его регуляции. Преобладание тонического влияния парасимпатической и симпатической частей автономной нервной системы

Журенко О. В., Карповський В. І., Журенко В. В.

принято определять как ваготония и симпатикотония. Тонус вегетативной нервной системы коров определяли с помощью тригеминовагального теста. Согласно полученным результатам, животное относили к нормотоникам, симпатикотоникам или ваготоникам. Тонус вегетативной нервной системы у коров летом имел отрицательную взаимосвязь с содержанием меди в цельной крови ($r=-0,62$; $p<0,05$) и клетках крови ($r=-0,58$; $p<0,05$). Зимой корреляция тонуса вегетативной нервной системы у коров с его содержанием в цельной крови, ее сыворотке и клетках крови достоверных значений не достигала ($r=-0,21-0,36$). Повышенный тонус парасимпатического отдела автономной нервной системы независимо от времени года почти не влиял на содержание меди в сыворотке, цельной крови и ее клетках ($\eta^2_x=0,01-0,23$). В то же время, симпатикотония летом влияла только на содержание меди в клетках крови – $\eta^2_x=0,58$ ($p<0,05$), тогда как зимой этот эффект значительно увеличивался ($\eta^2_x=0,91$; $p<0,001$). Проведенным многофакторным дисперсионным анализом установлена зависимость содержания меди от тонуса вегетативной нервной системы и времени года. Однако, вегетативный статус коров влияет на его содержание только в клетках крови ($F=8,59>FU=4,41$; $p<0,01$), а время года лимитировало содержание меди только в цельной крови ($F=12,12>FU=3,55$; $p<0,01$). В то же время, симпатикотония летом влияла только на содержание меди в клетках крови – $\eta^2_x=0,58$ ($p<0,05$), тогда как зимой этот эффект значительно увеличивался ($\eta^2_x=0,91$; $p<0,001$).

Ключевые слова: тонус вегетативной нервной системы, купрум, ваготоники, симпатикотоники, нормотоники, время года

RELATIONSHIP BETWEEN THE TONE OF THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM IN COWS AND COPPER CONTENT IN BLOOD DEPENDING ON THE SEASONS

O. V. Zhurenko, V. I. Karpovskiy, V. V. Zhurenko

Abstract. The tone of the autonomic nervous system is considered on the one hand as one of the manifestations of homeostasis, and on the other hand, as one of the mechanisms of its regulation. The predominance of the tonic effect of the parasympathetic and sympathetic departments of the autonomic nervous system is defined as vagotonia and sympathicotonia. The tone of the autonomic nervous system in cows was determined using a trigeminal vagal test. According to the results, the animal was classified as normotonic, sympathicotonic or vagotonic. The tone of the autonomic nervous system in cows in summer inversely correlated with copper content in whole blood ($r=-0.62$; $p<0.05$) and blood cells ($r=-0.58$; $p<0.05$). In winter, the correlation of the tone of the autonomic nervous system in cows with its content in whole blood, serum and blood cells did not reach significant values ($r=-0.21-0.36$). Increased tone of the parasympathetic department of the autonomic nervous system, regardless of the season, had almost no effect on copper content in serum, whole blood and its cells ($\eta^2_x=0.01-0.23$). At the same time, sympathicotonia in summer has a significant impact only on the copper content in blood cells – $\eta^2_x=0.58$ ($p<0.05$), while in winter this effect increased significantly ($\eta^2_x=0.91$; $p<0.001$). The multifactor

Журенко О. В., Карповський В. І., Журенко В. В.

analysis of variance revealed the dependence of copper content on the tone of the autonomic nervous system and the season. However, the vegetative status of cows had a significant impact on its content only in blood cells ($F=8.59>FU=4.41$; $p<0.01$), and the season limited copper content only in whole blood ($F=12.12>FU=3.55$; $p<0.01$).

Keywords: *tone of autonomic nervous system, Copper, vagotonics, sympathicotronics, normotonics, season*

Пономарьова О. А., Мильнікова О. О., Прокопенко Н. А.

УДК: 582.746.56:631.542.3

АНАЛІЗ ЖИТТЄВОСТІ ВУЛИЧНИХ НАСАДЖЕНЬ ПІСЛЯ ОМОЛОДЖУВАЛЬНОЇ ОБРІЗКИ (НА ПРИКЛАДІ м. ДНІПРО)**О. А. ПОНОМАРЬОВА**, кандидат біологічних наук, доцент**О. О. МИЛЬНІКОВА**, кандидат біологічних наук, доцент**Н. А. ПРОКОПЕНКО**, магістр*Дніпровський державний аграрно-економічний університет**E-mail: lponomareva@i.ua*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.015>

Анотація. Вивчена реакція п'яти видів дерев на омолоджувальну обрізку (топінг) у міських насадженнях за візуальними ознаками та показниками водного обміну і пігментної системи. Встановлено, що після обрізки збільшилась частка як загиблих, так і здорових рослин, при цьому найкращий стан притаманний деревам *Populus bolleana*, серед яких виявлені тільки здорові та слабкопошкоджені екземпляри. У *Robinia pseudoacacia* і *Acer pseudoplatanus* в цілому життєвий стан погіршується - серед омолоджених рослин з'являються відмерлі екземпляри і збільшується відсоток сильно пошкоджених. У більшості рослин, що зазнали кронування, зростає оводненість листків, інтенсивність транспірації, падає водоутримуюча здатність, зростає вміст зелених пігментів. У цілому обрізка призводить до інтенсифікації процесів у всіх видів, крім *Robinia pseudoacacia*. Неоднозначно реагує на кронування *Acer pseudoplatanus*: не зважаючи на активізацію процесів водного обміну і фотосинтезу, у цього виду фіксується багато омолоджених екземплярів незадовільного життєвого стану. Найкраще за всіма показниками реагують на омолоджувальну обрізку *Ulmus pumila* і *Populus bolleana*.

Ключові слова: кронування; життєвий стан; хлорофіл; водний обмін

Актуальність. Тривалість життя деревних рослин у техногенних умовах суттєво скорочується, тому проблема збереження насаджень у крупних містах України на сьогоднішній день виходить на перший план. З цією метою часто використовують дешевий, але неоднозначний за впливом на рослини, спосіб обрізки – «топінг». Після такого способу омолодження дерева схожі на телеграфні стовпи сумнівного естетичного вигляду.

Наукових досліджень щодо реакції різних видів дерев на омолодження в міських умовах мало, переважно надається оцінка життєвого стану за візуальними ознаками, а фізіологічні зміни часто залишаються поза увагою. На нашу думку, важливим буде вивчення показників водного обміну і пігментної системи як маркерів відновлення рослин після кронування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вважається, що добре переносять обрізку липа, тополя, в'яз,

Пономарьова О. А., Мильнікова О. О., Прокопенко Н. А.

верба, робінія звичайна, клен ясенелистий. Погано на неї реагують гіркокаштан звичайний, горобина звичайна, катальпа, клен гостролистий, береза [9]. Але за останніми дослідженнями встановлено, що тополі великого діаметра, які раніше не підлягали обрізці, після кронування «на стовбур» часто відмирають [16]. Велика площа ранової поверхні після топінгу і відсутність захисних заходів призводить до більш тривалого загоєння і ураження хворобами [4, 8, 10, 18]. Для зменшення стресу у рослин В.С. Теодоронський з колегами пропонує кронування поєднувати з поступовою обрізкою кореневої системи і обробкою біологічно активними речовинами [15].

Мета нашого дослідження – вивчити реакцію п'яти деревних видів

на омолоджувальну обрізку за показниками водного обміну та пігментної системи.

Методи. Дослідження проводили на бульварній частині вул. Запорізьке шосе загальною протяжністю близько 1 км (від вул. Панікахи до провулка Джинчарадзе) у місті Дніпро. Визначали реакцію деревних видів *Robinia pseudoacacia* L., *Ulmus pumila* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Acer pseudoplatanus* L. та *Populus bolleana* Lauch. на омолоджувальну обрізку за фізіологічними показниками, а також встановлювали життєвий стан за візуальними ознаками. Для дослідних рослин застосовували кронування, залишаючи тільки стовбур заввишки близько 8 м. Контрольні екземпляри зростали поруч і обрізці не підлягали. Вік рослин близько 50-ти років (рис. 1).



Рис. 1. Алея обрізаних дерев на вул. Запорізьке шосе, м. Дніпро (березень 2019 року)

Пономарьова О. А., Мильнікова О. О., Прокопенко Н. А.

Для визначення вмісту зелених пігментів відбирали листки на висоті 1,5–2 м з південно-східної частини крони. Дослідження параметрів водного обміну та вмісту зелених пігментів проводили в третій декаді липня. Інтенсивність транспірації вимірювали вранці методом швидкого зважування [7]. Зрізане листя зважували через 5 секунд з точністю до 1 мг. Водоутримуючу здатність визначали методом в'янення через 30, 60 та 120 хв. Вміст хлорофілів *a* і *b* визначали у витяжці 96 %-вого етанолу на спектрофотометрі СФ-2000. Розрахунки проводили за формулами Vintermans [3].

Життєвий стан дерев оцінювали за 5-бальною шкалою категорій

В. А. Алексєєва [1]. Результати оброблені за допомогою комп'ютерних програм Microsoft Word–2007, MS Excel–2007.

Результати дослідження. Життєвий стан контрольних та дослідних рослин порівнювали через півроку після омолодження (на початку осені). Серед контрольних екземплярів всіх досліджуваних видів не виявлено всохлих рослин, в той час як 3,3 % омолоджених рослин – загинули (рис. 2). Обрізка негативно вплинула на дерева *G. triacanthos*, *A. pseudoplatanus* та *R. pseudoacacia*: у цих видів з'явилися рослини категорії «сухостій», відповідно 3 %, 5 % та 6 % від загальної кількості омолоджених дерев кожного виду.

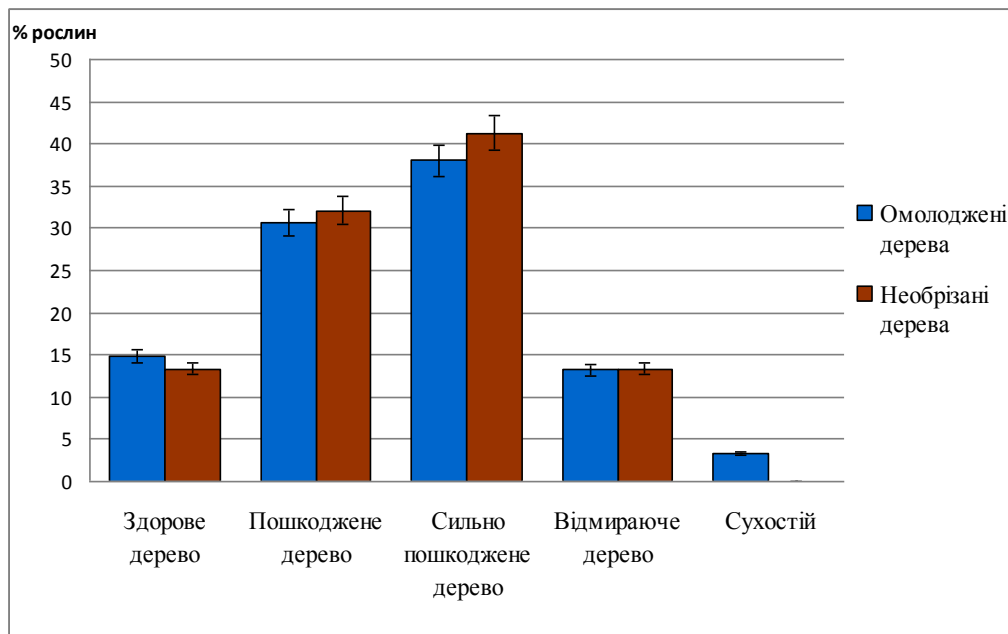


Рис. 2. Вплив кронування на життєвий стан деревостану

Відмираючих екземплярів порівню в обох варіантах – по 13 %, але розподіл дерев цієї категорії серед видів неоднаковий. У

R. pseudoacacia та *A. pseudoplatanus* більше відмираючих екземплярів серед омолоджених дерев, у *U. pumila*, навпаки, серед контрольних.

Пономарьова О. А., Мильнікова О. О., Прокопенко Н. А.

У *G. triacanthos* в цій категорії варіантів, а у *P. bolleana* ця категорія однакова кількість дерев обох взагалі не виявлена (табл. 1).

1. Розподіл видів за життєвим станом, %

Вид	Варіант	Життєвий стан дерев, % від дерев даного виду				
		1 бал	2 бали	3 бали	4 бали	5 балів
		Здорове	Пошкоджене	Сильно пошкоджене	Відмираюче	Сухостій
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Омолоджені дерева	10	30	37	17	6
<i>Ulmus pumila</i>		13	56	26	5	0
<i>Gleditsia triacanthos</i>		8	18	56	15	3
<i>Acer pseudoplatanus</i>		5	31	37	22	5
<i>Populus bolleana</i>		80	20	0	0	0
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Необрізані дерева	12,5	29	46	12,5	0
<i>Ulmus pumila</i>		12	38	35	15	0
<i>Gleditsia triacanthos</i>		0	17	68	17	0
<i>Acer pseudoplatanus</i>		14	36	43	7	0
<i>Populus bolleana</i>		75	25	0	0	0

Найбільша кількість обрізаних та необрізаних дерев знаходиться в категорії «сильно пошкоджені» – відповідно 38,0 та 41,3 %. При цьому у всіх видів в цій категорії переважають необрізані екземпляри. У *P. bolleana* ця категорія не виявлена.

Дерев другої категорії (пошкоджені) майже однакова кількість в обох варіантах – дещо більше 30 %. У *A. pseudoplatanus* в цій категорії більше необрізаних рослин, у *U. pumila* – омолоджених, у інших видів приблизно однаково.

Частка здорових дерев невелика – 14,9 і 13,3 % відповідно у омолоджених та необрізаних екземплярів, але спостерігається видоспецифічність. У *R. pseudoacacia* і *U. pumila* близько

10 % в кожному варіанті, у *G. triacanthos* в цій категорії тільки омолоджені екземпляри (близько 8 %). У *A. pseudoplatanus* здорових контрольних рослин втричі більше, ніж обрізаних. Найвищі показники в категорії «здорові дерева» притаманні *P. bolleana* – 80 % омолоджених та 75 % необрізаних дерев.

Отже, омолодження негативно вплинуло на життєвий стан *R. pseudoacacia* та *A. Pseudoplatanus* – у цих рослин серед обрізаних рослин з'явився сухостій і збільшилась кількість відмираючих рослин. Позитивно вплинуло кронування на дерева *U. pumila* та *P. bolleana*. У *G. triacanthos* результат неоднозначний – з'явилися як сухостійні дерева, так і здорові

Пономарьова О. А., Мильнікова О. О., Прокопенко Н. А.

екземпляри (цих категорій не було у контрольних рослин).

Раніше наші спостереження за динамікою відновлення омолоджених рослин роду *Tilia* L. показали, що в перші роки після кронування збільшилася категорія «здорові рослини», але також 2–3 % рослин всохли, а через 10 років після обрізки життєвий стан рослин майже не відрізнявся від необрізаних екземплярів [11]. Збільшення кількості пошкоджених екземплярів після омолодження відмічали також у різних видів тополь [14, 16]. Отже, сильне кронування має неоднозначний вплив на різні види деревних рослин.

Водний обмін деревних рослин дослідники часто використовують як індикатор стану рослин у стресових умовах, якими, як правило, виступають різні типи забруднення. Омолоджувальна обрізка також виступає як стресовий

чинник, який значно змінює морфологічну і анатомічну структуру асиміляційної поверхні, впливає на співвідношення кореневої і надземної частини дерева. Це призводить до суттєвих змін водного режиму рослин, за показниками якого можна судити щодо їх адаптації до «топінгу». Оводненість листків, водоутримуючу здатність та інтенсивність транспірації визначали в першій половині дня ($t=21$ °C, вологість повітря 54 %).

Виявили, що листки обрізаних дерев майже всіх видів (окрім *P. bolleana*), мають більшу оводненість (табл. 2). Найсуттєвішу різницю за вмістом води за варіантами мають *U. pumila* та *G. triacanthos* (відповідно 11 % та 10 %) (рис. 3). Аналогічну залежність спостерігали О. А. Пономарьова і В.П. Бессонова у омолоджених рослин роду *Tilia* L. [12].

2. Вплив обрізки на вміст води у листках обрізаних дерев протягом вегетації

Вид	Оводненість листків, % від сирої маси		Суха речовина, % на масу свіжих листків	
	Рослини після омолодження	Необрізані дерева	Рослини після омолодження	Необрізані дерева
<i>Populus bolleana</i>	64,1±1,52	64,2±1,85	35,9±0,98	35,8±1,01
<i>Gleditsia triacanthos</i>	68,0±2,05	62,1±1,06	32,0±0,75	37,9±1,12
<i>Robinia pseudoacacia</i>	63,9±1,87	61,8±1,45	36,1±0,87	38,2±0,95
<i>Ulmus pumila</i>	74,1±2,25	67,2±1,74	25,9±0,65	32,8±1,25
<i>Acer pseudoplatanus</i>	70,2±2,11	66,3±1,65	29,8±0,88	33,7±1,40

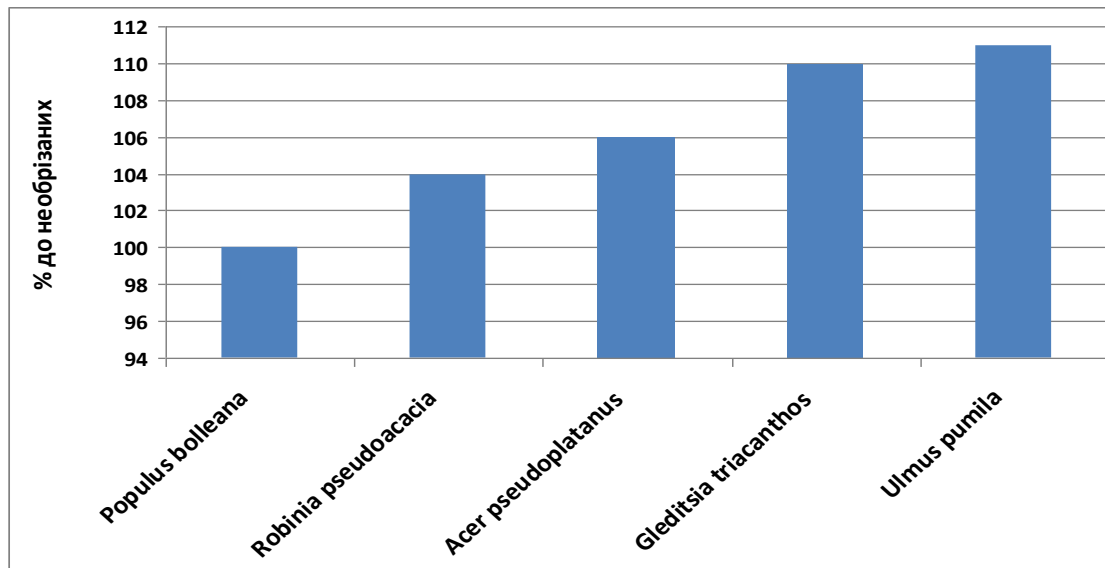


Рис. 3. Оводненість листків у дерев після омолоджувальної обрізки, % до необрізаних

Інтенсивність транспірації суттєво різняться як між видами, так і між варіантами (рис. 4). У *A. pseudoplatanus* і *R. pseudoacacia* різниці у випаровуванні води між обома варіантами не спостерігається. Але при цьому листки робінії

транспірують вчетверо активніше, ніж листки клену. У інших видів обрізка сприяє підвищенню інтенсивності транспірації: вдвічі у *P. bolleana* та *G. triacanthos* і на 20 % у *U. pumila*.

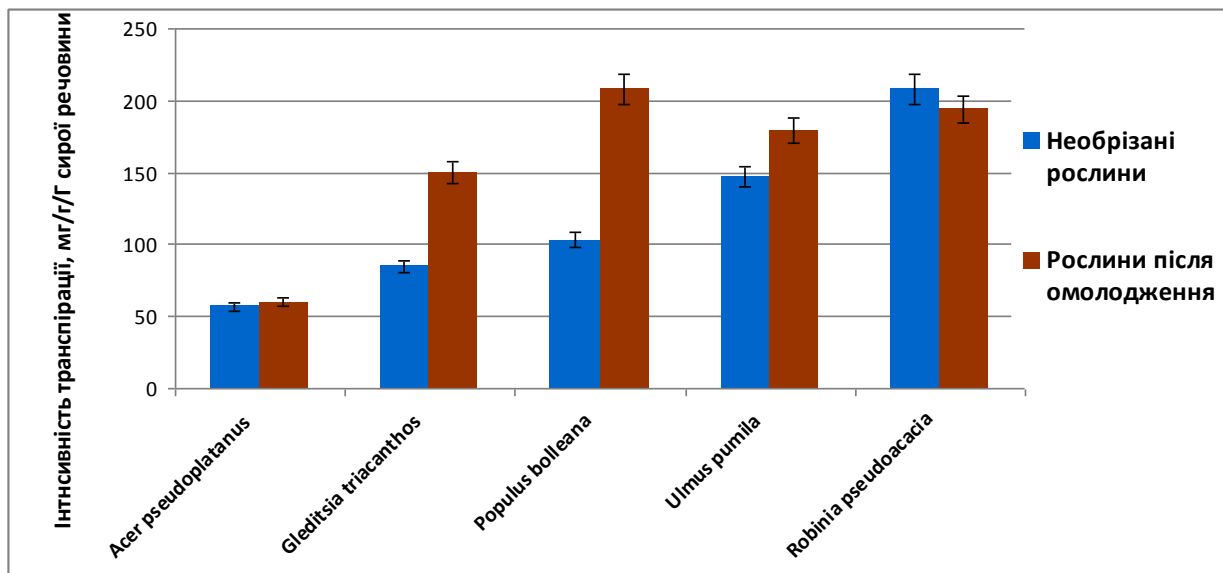


Рис. 4. Порівняльна інтенсивність транспірації необрізаних і омолоджених рослин, мг*годину-1*г-1

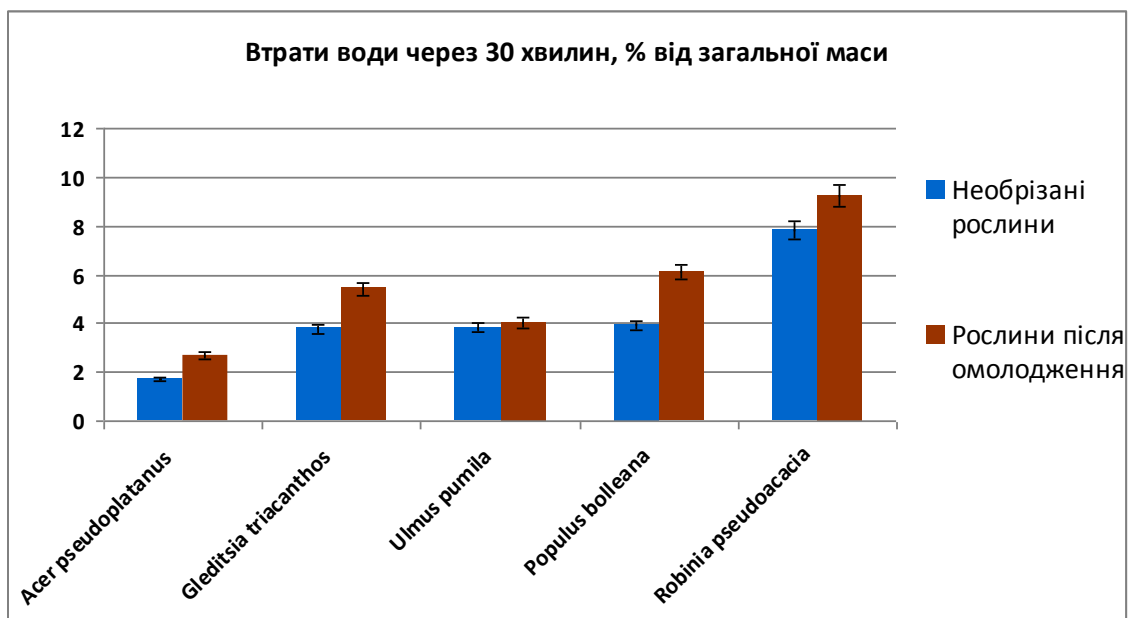
Водоутримуюча здатність є показником посухостійкості, рівень якої у омолоджених рослин

внаслідок зростання мезоморфності листків знижується [12, 13].

Пономарьова О. А., Мильнікова О. О., Прокопенко Н. А.

Порівнювали водоутримуючу здатність листків у омолоджених та необрізаних рослин. Через 30 хвилин після початку досліду втрати води були незначні – від 2 % до 6 %. Виключенням стали листки *R. pseudoacacia*, водоутримуюча здатність яких виявилась дещо гіршою – 7,8 і 9,2 % у контрольних і дослідних рослин відповідно. Найстійкіший за цим показником *A. pseudoplatanus*, втрати води листків якого склали 1,7 % у необрізаних і 2,7 % у омолоджених рослин. Треба відмітити, що у кронуванних дерев водоутримуюча здатність нижча, ніж у контрольних рослин, в середньому на 30–35 %, і тільки у *U. pumila* різниці між двома варіантами немає (рис. 5). Ще через півгодини

динаміка зберігається, але тепер у всіх видів втрати води листками омолоджених дерев більш суттєві. Найкраще реагують на обрізку *A. pseudoplatanus* і *U. pumila* – у цих представників найменші втрати води в обох варіантах, а також мінімальна різниця між водоутримуючою здатністю контрольних і дослідних рослин. Через 2 години після початку досліду втрати води зростають до 6,7–12,9 % у листках необрізаних екземплярів і 9,9–18,1 % – у омолоджених дерев. Отже, різниця між контролем і дослідом зберігається в межах 30 %, окрім *P. bolleana*: обрізка майже не впливає на водоутримуючу здатність листків цієї породи через дві години експозиції.



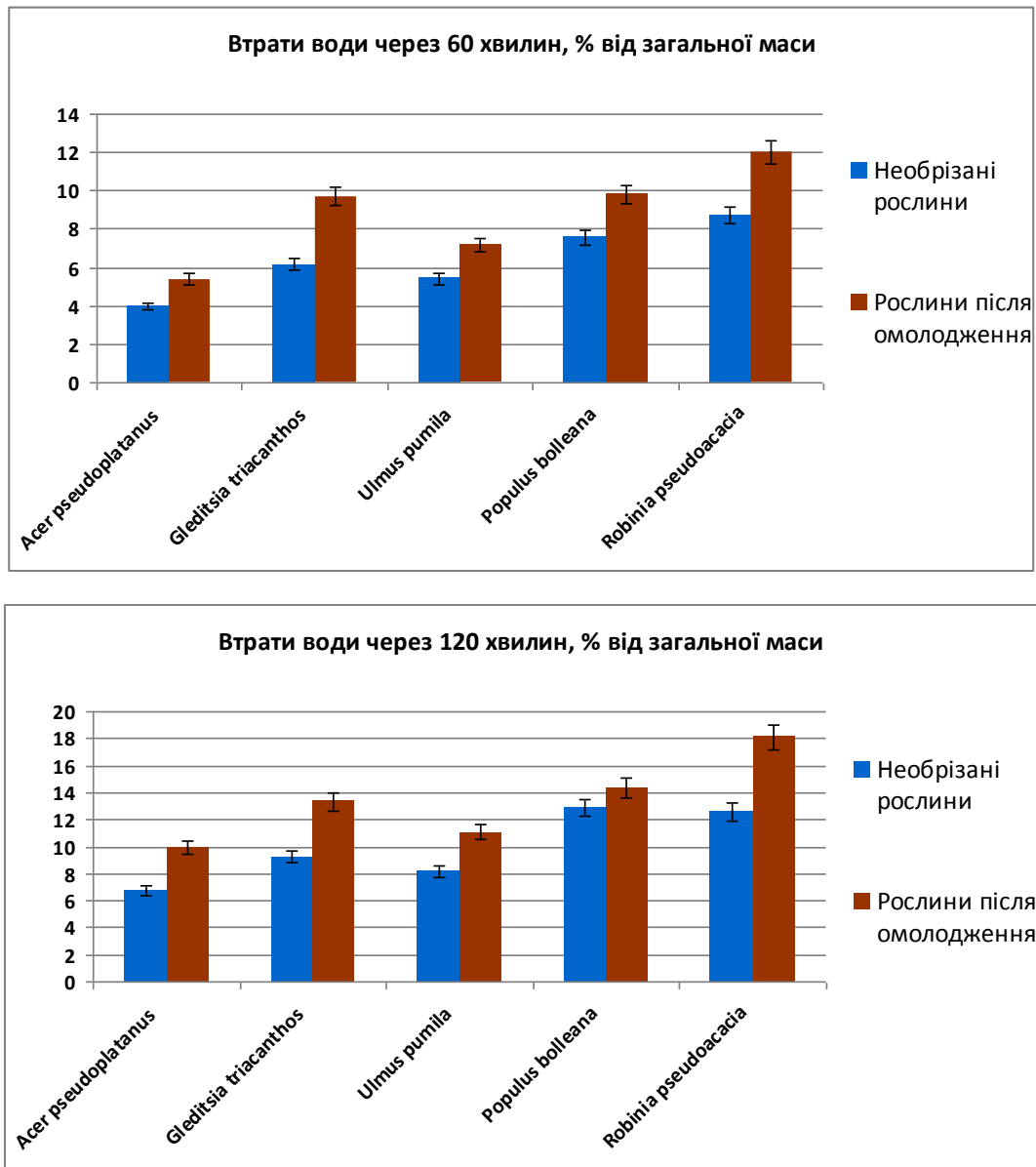


Рис. 5. Зміни водоутримуючої здатності листків дерев після кронування

Таким чином, найнижча водоутримуюча здатність листків притаманна робінії звичайній (обом варіантам). Найкраще утримують воду листки клена-явора та в'яза низького: навіть у обрізаних рослин втрати вологи через 2 години експозиції не перевищують 11 %. Тополя Болле наприкінці досліджу має досить низьку водоутримуючу здатність, але різниці між варіантами майже немає.

Концентрація пігментів, зокрема хлорофілу, відображає стан рослин, їх здатність до фотосинтезу. Коливання вмісту хлорофілів часто відмічають в умовах забруднення, при цьому найчастіше відбувається зменшення кількості пігментів в листках деревних рослин [5, 6]. Проте, Л.В. Шупранова з колегами виявили, що помірний хронічний вплив викидів автотранспорту мав позитивний ефект на вміст зелених

Пономарьова О. А., Мильнікова О. О., Прокопенко Н. А.

пігментів у дуба звичайного [17]. Вміст хлорофілу слугує також одним з показників старіння листків: він зростає до фази повної зрілості і падає в міру старіння листової

пластинки [2]. Омолоджувальна обрізка також є стресовим фактором, який викликає зміни в пігментній системі.

3. Вплив омолодження на вміст хлорофілу в листках, г*г-1*годину-1

Вид	Варіант	Вміст пігменту		
		A_a	A_b	A_{ab}
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Рослини після омолодження	0,61±0,03	0,23±0,05	0,95±0,06
<i>Ulmus pumila</i>		1,06±0,05	0,48±0,03	1,85±0,06
<i>Gleditsia triacanthos</i>		1,21±0,03	0,60±0,02	2,24±0,04
<i>Acer pseudoplatanus</i>		1,06±0,04	0,56±0,03	2,05±0,06
<i>Populus bolleana</i>		0,97±0,02	0,35±0,02	1,50±0,03
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Необрізані дерева	0,88±0,05	0,35±0,03	1,44±0,03
<i>Ulmus pumila</i>		1,01±0,06	0,42±0,02	1,69±0,07
<i>Gleditsia triacanthos</i>		1,03±0,05	0,45±0,03	1,79±0,07
<i>Acer pseudoplatanus</i>		0,84±0,03	0,51±0,03	1,88±0,03
<i>Populus bolleana</i>		0,76±0,02	0,28±0,02	1,19±0,02

Спостерігається збільшення вмісту зелених пігментів в листках омолоджених рослин майже всіх видів, при цьому у *U. pumila* і *G. triacanthos* концентрація пігментів найвища в обох варіантах (табл. 4). Найсуттєвіше зростає кількість хлорофілів в листках *G. triacanthos* та *P. bolleana*. У *U. pumila* зростає тільки вміст хлорофілу *b*, а у *A. pseudoplatanus* – хлорофілу *a*. У рослин *R. pseudoacacia*, що зазнали обрізки, концентрація пігментів, навпаки, зменшується в 1,5 рази. Отже, цей вид за даним показником реагує на омолодження негативно.

У листках обрізаних рослин падає співвідношення хл *a*/хл *b* у *A. pseudoplatanus*, *G. triacanthos* та *U. pumila*. У *P. bolleana* та *R.*

pseudoacacia цей показник достовірно не змінюється.

Висновки і перспективи.

1. Після омолодження найкращий життєвий стан притаманний *P. Bolleana* та *U. pumila*, негативно обрізка вплинула на життєвий стан *R. pseudoacacia* та *A. pseudoplatanus* – зменшилася частка здорових екземплярів, з'явився сухостій.

2. У всіх досліджених видів дерев, що зазнали кронування, водоутримуюча здатність нижча, ніж у контрольних рослин. У більшості видів (крім *A. pseudoplatanus* та *R. pseudoacacia*) зростає вміст води в листках та інтенсивність транспірації у омолоджених рослин.

3. У листках омолоджених рослин досліджених видів вміст

Пономарьова О. А., Мильнікова О. О., Прокопенко Н. А.

зелених пігментів вищий порівняно з контрольними екземплярами, переважно за рахунок хлорофілу *a*, при цьому в листках *R. pseudoacacia* спостерігається протилежна залежність – у кронуванних рослин падає загальний вміст зелених пігментів.

4. Отже, обрізка призводить до інтенсифікації фізіологічних процесів, особливо у *U. pumila* і *G. triacanthos*. *P. bolleana* має найкращий рівень життєвості серед усіх досліджених видів, при цьому

Список використаних джерел

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев. *Лесоведение*. 1989. № 4. С. 51-57.

2. Алиев М.Г., Юсуфов А.Г. Старение листьев и факторы его регуляции. *Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки*. 2008. №2. С. 34-38.

3. Бессонова В.П. Практикум з фізіології рослин: практикум для студ. вищ. навч. закл. 2-4 рівнів акредитації. Д. : РВВ ДДАУ. 2006. 316 с.

4. Бессонова В.П., Глубока В.М. Вплив омолоджуючої обрізки на ураженість хворобами деревних рослин в умовах дії автомобільних викидів. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ. 2008. Вип. 13, № 2. С. 105-112.

5. Бессонова В.П., Пономарьова О. А. Морфометричні показники та вміст пластидних пігментів хвої *Picea pungens* залежно від відстані до автошляху. *Biosystems Diversity*. Дніпровський національний університет. 2017. Вип. 25 (2). С. 96-101. <https://doi.org/10.15421/011714>

6. Джиган О.П. Морфофізіологічні показники *Rhus typhyna* за дії викидів автотранспорту. *Biosystems Diversity*. 2017. Т. 25, вип. 2. С. 102-107. <https://doi.org/10.15421/011715>

фізіологічні показники контрольних і дослідних рослин майже не відрізняються (крім вмісту пігментів). Найгірше на кронування реагують *A. pseudoplatanus* і особливо *R. pseudoacacia*.

5. Вважаємо за необхідне продовжити вивчення реакції цих видів на омолодження за іншими показниками, а також розширити діапазон досліджень як за кількістю показників, так і за видовим складом деревних рослин.

7. Иванов Л. А., Силина А.А, Цельникер Ю.Л. О транспирации полезащитных пород в условиях Деркульской степи. *Ботанический журнал*. 1952. Т. 37, № 2. С. 113-127.

8. Кочунова Н.А., Тимченко Н.А. Комплекс ксилотрофных грибов на тополях (*Populus L.*) в зелёных насаждениях города Благовещенска (Амурская область). *Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология*. 2019. С. 3-15. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2019.27.3>

9. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Вид. 2-ге. Львів: Світ. 2008. 456 с.

10. Олексійченко Н.О., Матковська С.І. Екологічна роль омолоджувального обрізування дерев роду *Tilia L.* у вуличних насадженнях Житомира. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. Вип. 25.9. С. 14-18. <https://doi.org/10.15421/40250902>

11. Пономарьова О. А. Вплив обрізки на життєвий стан дерев роду *Tilia L.* *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2011. Вип. 164. Ч. 3. С. 314-321.

12. Пономарьова О. А., Бессонова В.П. Вплив омолоджувального обрізування на водний режим видів роду *Tilia L.*

Пономарьова О. А., Мильнікова О. О., Прокопенко Н. А.

Інтродукція рослин. К.: Наукова думка. 2011. № 4. С. 78-83.

13. Пономарьова О. А., Бессонова В.П. Вплив омолоджувальної обрізки дерев *T. cordata* Mill. та *T. platyphyllos* Scop. на анатомічну будову їх пагонів та листків. Матеріали I міжнародної наукової конференції «Сучасна фітоморфологія», 24–26 квіт. 2012р. Львів. С. 221-225.

14. Рунова Е.М., Аношкина Л.В. Инструментальная оценка состояния городских посадок тополя бальзамического. *Лесотехнический журнал.* 2017. №3. С. 136-142. DOI: 10.12737/article_59c22400a6bf23.26328219

15. Теодоронский В.С., Леонова В.А. Принципиальные подходы к озеленению и реконструкции насаждений древнерусских малых городов. *Лесной вестник.* 2019. Т. 23. №5. С. 79-87. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-5-79-87

16. Тюкавина О.Н. Устойчивость тополей к кронированию в условиях города Архангельска. *Вестник КрасГАУ.* 2018. №3. С. 229-233.

17. Шупранова Л.В., Лихолат Ю.В., Хромых Н.О., Грицай З.В., Алексеева А.А., Більчук В.С. Реакція фотосинтетичного апарату представника екстразональної рослинності степу *Quercus robur* на забруднення атмосфери транспортними емісіями. *Biosystems diversity.* 2017. Т.25. №4. С. 268-273. <https://doi.org/10.15421/011741>

18. Shigo A. L. «Tree decay and pruning» *Arboricultural Journal.* Volume 8, 1984. P. 1-12. <https://doi.org/10.1080/03071375.1984.9746646>

References

1. Alekseev V.A. (1989). Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derev'iev i drevostoiev. [Diagnostics of the vital state of trees and stands]. *Lesovedenie.* 4, 51–57.

2. Aliev M.G., Yusufov A.G. (2008). Starenie list'ev i faktory ego regulyatsii. [Aging of leaves and factors of its regulation]. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskij region. Yestestvenniye nauki.* №2. С. 34–38.

3. Bessonova V.P. (2006). *Praktykum z fiziologii roslyn: praktykum dlia stud. vyshch. navch. zakl. 2-4 rivniv akredytatsii.*

[Workshop on Plant Physiology] D. : RVV DDAU, 316.

4. Bessonova V.P., Gluboka V.M. (2008). Vplyv omolodzhuiuchoi obrizky na urazhenist' khvorobamy derevnykh roslyn v umovakh dii avtomobilnykh vykydiv. [Effect of rejuvenating pruning on disease incidence of woody plants under the influence of car emission]. *Pytannia bioindykatsii ta ekolohii. Zaporizhzhia: ZNU.* 13, № 2., 105–112.

5. Bessonova V.P., Ponomaryova O. A. (2017). Morfometrychni pokaznyky ta vmist plastydnykh pihmentiv khvoi *Picea pungens* zalezno vid vidstani do avtoshliakhu. [Morphometric characteristics and the content of plastid pigments of the needles of *Picea pungens* depending on the distance from the highways]. *Biosystems Diversity. Dniprovskiyi natsionalnyi universytet,* 25 (2), 96–101.

6. Dzhyhan O.P. (2017). Morfofiziologichni pokaznyky *Rhus typhina* za dii vykydiv avtotransportu. [The effect of motor vehicle emission on morphological and physiological characteristics of *Rhus typhina*]. *Biosystems Diversity.* 25, 2. 102–107.

7. Ivanov L. A., Silina A.A, Cel'niker YU.L. (1952). O transpiratsii polezashchitnykh porod v usloviyah Derkul'skoj stepi. [On transpiration of field-protective rocks in the conditions of the Derkul steppe]. *Botanicheskij zhurnal.* Т. 37, № 2. С. 113–127.

8. Kochunova N.A., Timchenko N.A. (2019). Kompleks ksilotrofnih gribov na topolyah (*Populus L.*) v zelyonykh nasazhdeniyah goroda Blagoveshchenska (Amurskaya oblast'). [Xylotrophic Fungal Community on Poplars (*Populus L.*) in Green Spaces of City of Blagoveshchensk (Amur Region, Russia)]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya. Ekologiya,* 3–15.

9. Kucheryavij V.P. (2008). *Ozelenennya naselenih misc: pidruchnik dlya studentiv vishih navchalnih zakladiv.* [Greening of populated areas: a textbook for students of higher educational institutions]. Vid. 2-ge. Lviv: Svit

10. Oleksiychenko N.O., Matkovska S.I. (2015). *Ekolohichna rol omolodzhualnoho obrizuvannya derev rodu Tilia L. u vulychnykh nasazhenniakh*

Пономарьова О. А., Мильнікова О. О., Прокопенко Н. А.

Zhytomyra. [Environmental role of rejuvenation pruning of *Tilia* L. trees in Zhitomir greenery]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*. 25.9. 4–18.

11. Ponomaryova O. A. (2011). Vplyv obrizky na zhyttievyy stan derev rodu *Tilia* L. [Effect of pruning on the vital state of trees of the genus *Tilia* L.]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya: Lisivnytstvo ta dekoratyvne sadivnytstvo*, 164, 3, 314–321.

12. Ponomaryova O. A., Bessonova V.P. (2011). Vplyv omolodzhuval'noho obrizannia na vodnyi rezhym vydiv rodu *Tilia* L. [Effect of rejuvenating pruning on the water regime of genus *Tilia* L. species]. *Introduktsiia roslyn. K.: Naukova dumka*, 4, 78–83.

13. Ponomaryova O. A., Bessonova V.P. (2012). Vplyv omolodzhuvalnoi obrizky derev *T. sordata* Mill. ta *T. platyphyllos* Scop. na anatomichnu budovu yikh pahoniv ta lystkiv. [Effect of rejuvenating tree pruning *T. cordata* Mill. and *T. platyphyllos* Scop. on the anatomical structure of their shoots and leaves]. *Materialy I mizhnarodnoi naukovoï konferentsii «Suchasna fitomorfolohiia»*, 24–26 kvit. Lviv, 221–225.

14. Runova E.M., Anoshkina L.V. (2017) Instrumental'naya ocenka sostoyaniya gorodskih posadok topolya bal'zamicheskogo. [Instrumental assessment of the state of urban

plantings of balsam poplar]. *Lesotekhnicheskij zhurnal*. №3, 136–142.

15. Teodoronskij V.S., Leonova V.A. (2019). Principial'nye podhody k ozeleneniyu i rekonstrukcii nasazhdenij drevnerusskikh malyh gorodov. [Fundamental Approaches to Greening and Reconstruction of Plantation in Old Russian Small cities]. *Lesnoj vestnik*. 23. №5, 79–87.

16. Tyukavina O.N. (2018). Ustojchivost' topolej k kronirovaniyu v usloviyah goroda Arhangel'ska. [Steadiness of poplars to pruning in the conditions of Arkhangelsk' city]. *Vestnik KrasGAU*. 3, 229–233.

17. Shupranova L.V., Lykholat Yu.V., Khromykh N.O., Hrytsai Z.V., Aleksieieva A.A., Bilchuk V.S. (2017). Reaktsiia fotosyntetychnoho aparatu predstavnyka ekstrazonalnoi roslynnosti stepu na zabrudnennia atmosfery transportnyimi emisiiamy. [Reaction of photosynthetic apparatus of a representative of extrazonal steppe plants *Quercus robur* to air pollution by motor vehicle emissions]. *Biosystems diversity*, 25, 4, 268–273.

18. Shigo A. L. «Tree decay and pruning» *Arboricultural Journal*. Volume 8, 1984. P. 1–12. <https://doi.org/10.1080/03071375.1984.9746646>

АНАЛИЗ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ УЛИЧНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПОСЛЕ ОМОЛАЖИВАЮЩЕЙ ОБРЕЗКИ (НА ПРИМЕРЕ г. ДНЕПР)

Е. А. Пономарёва, О. А. Мильникова, Н. А. Прокопенко

Аннотация. Изучено влияние радикальной обрезки кроны (топпинга) на состояние 5-ти видов деревьев: *Robinia pseudoacacia* L., *Ulmus pumila* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Acer pseudoplatanus* L. та *Populus bolleana* Lauch. За визуальными признаками у деревьев, которые подверглись омолаживающей обрезке, увеличилась доля здоровых деревьев. С другой стороны, в опытном варианте появились погибшие растения среди представителей таких видов как *G. triacanthos*, *A. pseudoplatanus* та *R. pseudoacacia*. Наилучшее жизненное состояние присуще представителям *P. bolleana*. В целом, у растений после кронирования возрастает оводненность листьев, снижается водоудерживающая способность, возрастает количество хлорофилла. Интенсификация вышеуказанных процессов происходит не у всех видов в одинаковой мере – сильнее всего она выражена у *U. pumila* и *G. triacanthos*. У *P.*

Пономарьова О. А., Мильнікова О. О., Прокопенко Н. А.

bolleana активность процессов фотосинтеза и водного обмена в обоих вариантах отличается несущественно, а у *R. pseudoacacia* наблюдается ухудшение по всем показателям, что, вероятно, и объясняет плохое жизненное состояние кронированных деревьев этого вида.

Ключевые слова: омолаживающая обрезка; жизненное состояние; хлорофилл; водный обмен

ANALYSIS OF STREET PLANTATIONS VITALITY AFTER THE REJUVENATION PRUNING (ON THE EXAMPLE OF DNIPRO CITY)

O. A. Ponomaryova, O. A. Mylnikova, N. A. Prokopenko

Abstract. *The influence of pruning of the crown on the state of five tree species has been studied (*Robinia pseudoacacia* L., *Ulmus pumila* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Acer pseudoplatanus* L. and *Populus bolleana* Lauch.). The trees were pruning at a height of 8 meters, leaving only the trunk and lower branches. Control plants were not pruned. All plants are growing on the boulevard near the highway with high traffic. It was found that among the rejuvenated trees there are more both healthy plants and severely damaged ones. Dead plants appeared among species such as *G. triacanthos*, *A. pseudoplatanus*, and *R. pseudoacacia* also. The best vital state was found in *P. bolleana* and *U. pumila*. Plants after crowning have more water content in leaves. *U. pumila* and *G. triacanthos* have the greatest difference in water content between the two variants. The intensity of transpiration in pruning plants *P. bolleana* and *G. triacanthos* is 2 times higher, and in *U. pumila* – by 20 %. In *A. pseudoplatanus* and *R. pseudoacacia*, there is no difference in this indicator between the variants. Pruned plants have a lower water-holding capacity by an average of 30 % compared to control (except for *P. bolleana*, in which the difference between the variants is insignificant). The content of green pigments is higher than in the control samples in the leaves of the rejuvenated plants. The exception is *R. pseudoacacia*, which has a reverse reaction. Thus, the intensification of the processes of water exchange and the pigment system does not occur in all species to the same extent. It is most pronounced in *U. pumila* and *G. triacanthos*. The activity of photosynthesis and water exchange in both variants differs insignificantly at *P. bolleana*. *R. pseudoacacia* have deterioration in all parameters. This probably explains the poor condition of pruned trees of this species.*

Key words: crowning; state of life; chlorophyll; water exchange

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ ПІДПРИЄМСТВ НА ПРИКЛАДІ УСТАНОВОК HELIOTHERM

З. С. СІРКО, кандидат технічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В. А. КОРЕНДА, І. Ю. ВИШНЯКОВ, О. С. ПРОТАСОВ,

С. М. ОХРИМЕНКО, Н. Л. ЦІРЕНЬ

Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»

E-mail: z.sirko@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.016>

Анотація. Стаття присвячена висвітленню сутності та змісту такої проблеми, як використання установок, що працюють на альтернативних джерелах енергії для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання будівель, а саме теплових насосів. Теплові насоси використовують для своєї роботи низькопотенційне тепло, яке береться з повітря, водою та надр землі. Підприємства та організації мають різноманітні джерела низькопотенційної теплової енергії: пожежні водойми, вільні земельні ділянки на територіях та ін.

Ключові слова: тепловий насос, тепла енергія, монтаж, теплопостачання

Актуальність. Тепловий насос – пристрій для переносу теплової енергії від джерела низькопотенційної теплової енергії (з низькою температурою) до споживача (теплоносія) з більш високою температурою. Термодинамічний цикл теплового насоса аналогічний холодильній машині. Однак, у холодильній машині основною метою є виробництво холоду шляхом відбору теплоти з будь-якого обсягу випарником, а конденсатор здійснює скидання теплоти в навколишнє середовище. У тепловому насосі картина зворотна. Конденсатор являється теплообмінним апаратом, що виділяє теплоту для споживача, а випарник –

теплообмінним апаратом, що утилізує низько потенційну теплоту: вторинні енергетичні ресурси і (або) нетрадиційні поновлювані джерела енергії.

Залежно від принципу роботи теплові насоси поділяються на компресійні і абсорбційні. Компресійні теплові насоси завжди наводяться в дію за допомогою механічної енергії (електроенергії), у той час, як абсорбційні теплові насоси можуть також використовувати тепло в якості джерела енергії (за допомогою електроенергії або палива). Найбільше розповсюдження отримали компресійні теплові насоси. Принципова схема компресійного теплового насоса зображена на рис. 1.

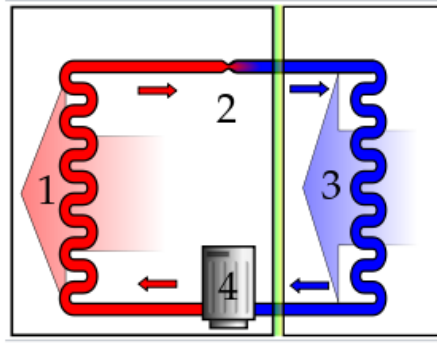


Рис. 1. Принципова схема (1 – конденсатор; 2 – дросель; 3 – випарник; 4 – компресор)

У процесі роботи компресор споживає електроенергію. Співвідношення теплової енергії, що виробляється і споживаної електричної називається коефіцієнтом трансформації (або коефіцієнтом продуктивності (англ. COP - скор. від coefficient of performance) і служить показником ефективності теплового насоса. Для обчислення COP використовується наступна формула:

$$COP = \frac{Q}{E},$$

де Q – тепла енергія передана споживачеві, Вт; E – споживання електричної енергії, Вт.

Мета дослідження – визначення доцільності встановлення теплових насосів на підприємствах і організаціях (на прикладі підприємств системи Держрезерву України) на прикладі установок HELIOTHERM.

Методи досліджень. Залежно від джерела відбору низько потенціального тепла теплові насоси підрозділяються на:

1) **Геотермальні** (використовують тепло землі,

наземних або підземних ґрунтових вод)

- *горизонтальні (ґрунт)*

Колектор розміщується кільцями або спіралями в горизонтальних траншеях нижче глибини промерзання ґрунту (зазвичай від 1,2 м і більше) з розрахунку: один метр труби еквівалентний 20-30 Вт. Труби заповнюються антифризом (розчин пропилен-гліколю). Відстань між трубами повинна бути не менше 0,5-0,6 м. Після нескладних математичних підрахунків визначаємо, що для отримання 10 кВт енергії, буде потрібно контур довжиною 333-500 метрів. Контур укладається досить компактно, займаючи приблизно до 600 квадратних метрів площі. Такий спосіб є найбільш економічно ефективним для житлових об'єктів за умови відсутності дефіциту земельної площі під контур. При правильному розрахунку контур мало впливає на зелені насадження. Зовнішній вид горизонтального геотермального теплового насоса з горизонтальним контуром приведений на рис. 2.

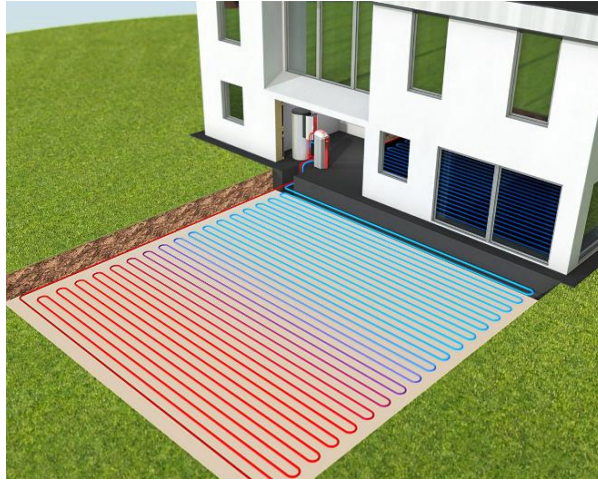


Рис. 2. Геотермальний тепловий насос з горизонтальним контуром (система “грунт-вода”)

- вертикальні (грунт, гірська порода)

Колектор розміщується вертикально в свердловині, кожен метр труби буде дорівнювати 50-60 Вт енергії. Для нормальної роботи геотермального насоса потужністю 10 кВт, буде потрібно створити контур загальною глибиною 170-200 м. Труби заповнюються, як правило, антифризом (розчин пропілен-гліколю). Свердловина заповнюється ґрунтовими водами природним шляхом, і вода проводить тепло від ґрунту чи каменю до теплоносія. При

недостатній довжині свердловини або спробі отримати від ґрунту надлишкову потужність, ця вода і навіть антифриз можуть замерзнути що і обмежує максимальну теплову потужність таких систем. Цей спосіб застосовується у випадках, коли площа земельної ділянки не дозволяє розмістити контур горизонтально або існує загроза пошкодження ландшафту або у гірській місцевості. Зовнішній вид геотермального теплового насоса з вертикальним контуром приведений на рис. 3.



Рис. 3. Геотермальний тепловий насос з вертикальним контуром (система “грунт-вода”)

- водні (водойми)

Колектор розміщується спіралями або кільцями у водоймі

Сірко З.С., Коренда В.А., Вишняков І.Ю., Протасов О.С., Охріменко С.М., Цірень Н.Л.

(озері, ставку, річці) нижче глибини промерзання. Такий варіант є ідеальним за всіма показниками: короткий контур, найбільш висока температура навколишнього середовища, як наслідок висока ефективність роботи. Один метр труби підводного контуру дорівнює 30 Вт теплової енергії. Для отримання

10 кВт тепла, потрібно 330 метра контурної труби. Це найбільш дешевий варіант, але є вимоги по мінімальній глибині і обсягом води у водоймі для конкретного регіону. Зовнішній вид геотермального теплового насоса для водойм (з притопленим контуром) приведений на рис. 4.



Рис. 4. Геотермальний тепловий насос з притопленим контуром (система “вода-вода”) - водні (грунтові води)

Грунтові води є кращим джерелом енергії, завдяки тому, що навіть в зимовий час температура цього ресурсу не опускається нижче негативною позначки та знаходиться в діапазоні від +5 до +15 °С. Насоси,

які отримують енергію від ґрунтових вод, мають найбільш високий ККД. Проходячи через нього, вода віддає своє тепло. Зовнішній вид геотермального теплового насоса з використанням ґрунтових вод приведений на рис. 5.

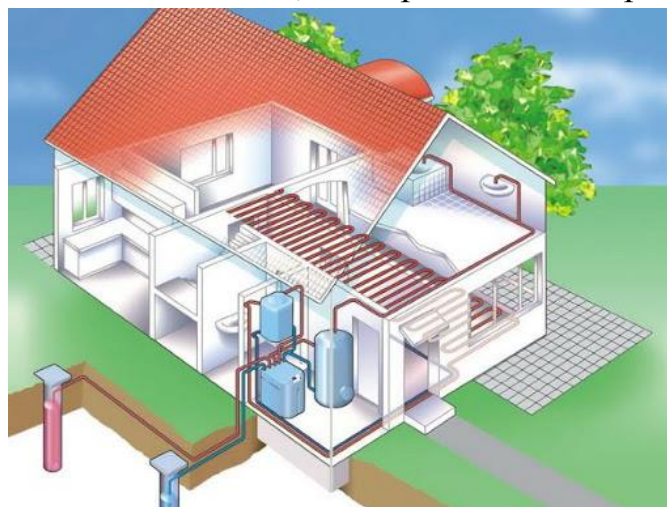


Рис. 5. Тепловий насос з використанням ґрунтових вод (система “вода-вода”)

Сірко З.С., Коренда В.А., Вишняков І.Ю., Протасов О.С., Охріменко С.М., Цірень Н.Л.

2) **Повітряні** (джерелом відбору тепла є повітря) використовують як джерело низькопотенційної теплової енергії повітря. Причому джерелом теплоти може бути не тільки зовнішній (атмосферне) повітря, а й витяжний вентиляційний повітря (загальнообмінної або місцевої) вентиляції будівель. Даний агрегат не вимагає монтажу підземного чи підводного контуру. Як правило, установки даного типу використовуються в тому випадку, коли інші варіанти відбору тепла не

можуть бути реалізовані. Теплова енергія повітря використовується до позначки $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Якщо вдарили сильні морози, і температура опустилася нижче цього показника, за справу в загальному випадку береться додатковий теплогенератор, але теплові насоси Heloitem мають робочий діапазон температур від -25 до $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ і додатковий теплогенератор не потрібний. Зовнішній вид повітряного теплового насоса (система “повітря-вода”) приведений на рис. 6.

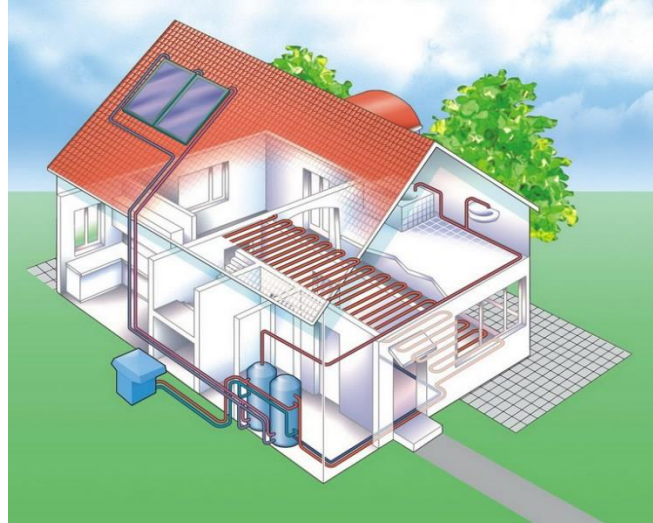


Рис. 6. Повітряний тепловий насос (система “повітря-вода”)

Існують також повітряні теплові насоси, які відбирають низькопотенційне тепло з повітря і використовує його для обігріву приміщень в будинку за допомогою повітряної каналної системи (система “повітря-повітря”). Особливість даного типу повітряного теплового насоса в тому, що вони

працюють або в режимі нагріву, або в режимі охолодження. Повітряне опалення використовується в офісних будівлях, торгових центрах, промислових і складських приміщеннях. Зовнішній вид повітряного теплового насоса (система “повітря-повітря”) приведений на рис. 7.

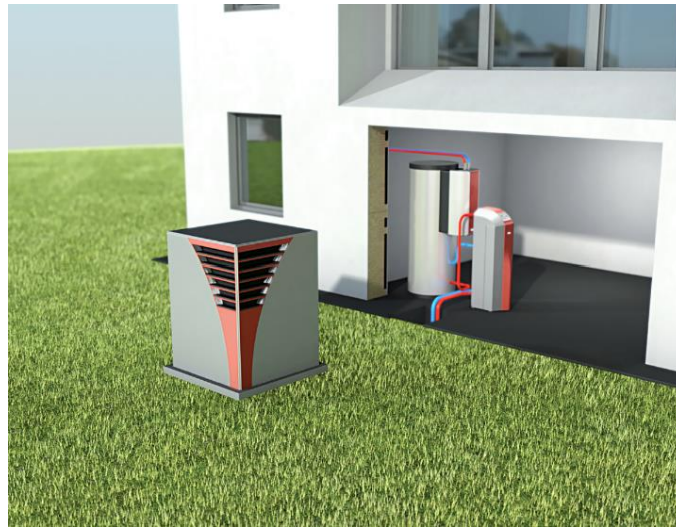


Рис. 7. Повітряний тепловий насос (система “повітря-повітря”)

3) **Теплові насоси, які використовують вторинне тепло** (наприклад, тепло трубопроводу центрального опалення, вентиляційні викиди тощо). Подібний варіант є найбільш доцільним для промислових об'єктів, де є джерела скидного тепла, яке вимагає утилізації. Одним з найефективніших джерел даного типу являється використання відпрацьованого тепла повітряних та холодильних компресорів, оскільки воно має високу температуру.

За останні роки в різних засобах масової інформації, включаючи Інтернет видання, з'явилися численні публікації, що стосуються використання технології теплових насосів в системах опалення і гарячого водопостачання об'єктів різної сфери - від окремих будинків до житлових мікрорайонів. Виникли десятки компаній, що пропонують теплові насоси різних виробників для згаданих цілей, був прийнятий ряд урядових рішень щодо використання теплових насосів в комунальній сфері [1, 2, 3]. Однак, на сьогоднішній день

в Україні не реалізовано жодного, скільки-небудь значимого проекту, пов'язаного з використанням теплових насосних технологій. Автори мають багаторічний досвід спільного науково-технологічного співпраці з провідними технічними університетами та промисловими компаніями Західної Європи в області розробок і практичного використання теплових насосних технологій.

Сьогодні світ весь час прагне до вдосконалення. В області енергетики це виражається в розвитку енергоефективних технологій. Ще 15-20 років тому більшість новозбудованих будівель розраховувалися за середніми тепловтратами до 100 Вт/м². Зараз практикуючому інженеру-теплотехніку важко уявити собі приміщення з втратою тепла вище, ніж 75 Вт/м², а бувають випадки, коли до уваги береться цифра в 25 Вт/м².

Внаслідок зниження питомих тепловтрат будівлі актуальною стала тематика низькопотенційних систем опалення.

Сірко З.С., Коренда В.А., Вишняков І.Ю., Протасов О.С., Охріменко С.М., Цірень Н.Л.

Актуалізація сталася через те, що знизилася розрахункові температурні режими систем, а це спричинило за собою зменшення габаритних розмірів опалювальних приладів (у більшості випадків радіаторів).

Загальні переваги, недоліки і особливості експлуатації теплових насосів. Основною перевагою теплових насосів є можливість перемикання з режиму опалення взимку на режим кондиціонування влітку: просто замість радіаторів до зовнішнього колектору підключаються фанкойли або система «холодні стелі».

Тепловий насос надійний, його роботою керує автоматика. В процесі експлуатації система не потребує спеціального обслуговування, можливі маніпуляції не вимагають особливих навичок і описані в інструкції.

Тепловий насос компактний (його модуль за розмірами не перевищує звичайний холодильник) і практично безшумний.

До недоліків геотермальних теплових насосів, які використовуються для опалення, слід віднести велику вартість встановленого обладнання (300-1200 \$ за 1 кВт встановленої потужності), необхідність складного і дорогого монтажу зовнішніх підземних або підводних теплообмінних контурів. Період окупності теплових насосів становить 4-9 років, при терміні служби 15-20 років до капітального

ремонту. Існує і альтернативний погляд на економічну доцільність установки теплонасосів. Так, якщо установка теплонасоса проводиться на кошти, взяті в кредит, економія від використання теплового насоса може бути менше, ніж вартість використання кредиту. Тому масове використання теплонасосів в приватному секторі можна очікувати, якщо вартість теплонасосного обладнання буде порівнянна з витратами на установку газового опалення та підключення до газової мережі.

Основним недоліком теплового насоса є зворотна залежність його ефективності від різниці температур між джерелом теплоти і споживачем. Це накладає певні обмеження на використання систем типу «повітря - вода». Реальні значення ефективності сучасних теплових насосів становлять близько COP = 2,0 при температурі джерела -20 °С, і порядку COP = 5,0-6,0 при температурі джерела +7 °С. Це призводить до того, що для забезпечення заданого температурного режиму споживача при низьких температурах повітря необхідно використовувати обладнання зі значною надлишковою потужністю, що пов'язане з нераціональним використанням капіталовкладень (втім, це стосується і будь-яких інших джерел теплової енергії). Всі, навіть найефективніші теплові насоси є нагрівають воду в системі опалення не більше +62 °С ÷

Сірко З.С., Коренда В.А., Вишняков І.Ю., Протасов О.С., Охріменко С.М., Цірень Н.Л.

+65 °С, причому, чим вище температура води, що нагрівається, тим менше ефективність і надійність теплового насоса. Якщо тепла із зовнішнього контуру все ж недостатньо для опалення в сильні морози, практикується експлуатація насоса в парі з додатковим генератором тепла (в таких випадках говорять про використання бівалентної схеми опалення). Коли вулична температура опускається нижче розрахункового рівня (температури бівалентності), в роботу включається другий генератор тепла - найчастіше невеликий електронагрівач, рідше газовий або твердопаливний котли.

Оптимальна потужність теплонасосної установки становить 60-70% від необхідної встановленої потужності, що також впливає на закупівельну вартість установки опалення тепловим насосом. В цьому випадку тепловий насос забезпечує не менше 95 % потреби споживача в

тепловій енергії за весь опалювальний сезон. При такій схемі середньосезонний коефіцієнт перетворення енергії для кліматичних умов Центральної Європи дорівнює порядку COP = 3.

Потенціал застосування низькопотенційного тепла в Україні

ТЕПЛОТА АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Атмосферне повітря є необмеженим джерелом низькопотенційної енергії. Технічно досяжний ресурс теплоти атмосферного повітря обмежується тільки технічними характеристиками теплового насоса. У кліматичних умовах України можуть використовуватися серійні теплові насоси у кліматичному виконанні на температури від -15 °С до -20 °С [3]. Діаграму енергетичного потенціалу використання теплоти атмосферного повітря для регіонів України приведений на рис. 8.

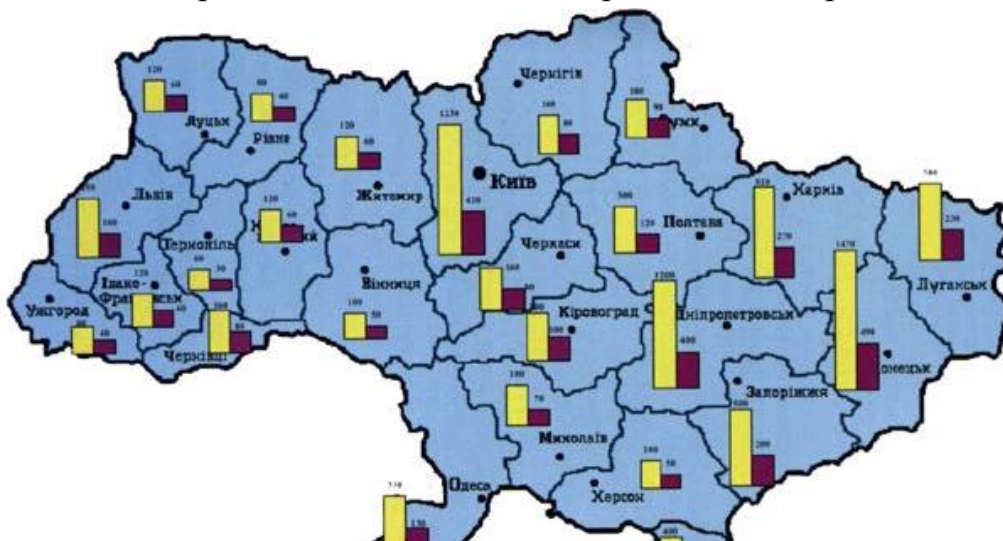


Рис. 8. Енергетичний потенціал повітря в Україні

- технічно-досяжний: 9,01 млн. т у.п./рік
- технічно-доцільний: 3,48 млн. т у.п./рік

Переваги роботи теплових насосів з використанням в якості джерела теплоти атмосферного повітря: необмежене джерело теплоти; невисокі початкові капіталовкладення; можливість розміщення установок на будь-якому об'єкті.

Недоліки роботи теплових насосів з використанням в якості джерела теплоти атмосферного повітря: невисокий коефіцієнт трансформації при температурах повітря нижчих за нуль; при невисоких температурах зовнішнього повітря необхідно використовувати спеціальні пристрої для запобігання обмерзанню зовнішнього блоку.

ТЕПЛОТА ПОВЕРХНЕВИХ, ГРУНТОВИХ ТА СТИЧНИХ ВОД

Середня температура поверхневих вод близько 10 °С, мінімальна – 0 °С. Ґрунтові води мають досить стабільну температуру протягом всього року в діапазоні 7÷12 °С. Допустимий ступінь охолодження води тепловими насосами складає 2 °С (умова льодоутворення). Практичне використання цього ресурсу є складним з огляду на природоохоронні обмеження та високі капіталовкладення [3].

Ґрунтова вода охолоджується у випарнику теплового насоса максимально на 5°С. У порівнянні з іншими низькотемпературними джерелами теплоти, забезпечує найвищий коефіцієнт перетворення. Для використання теплоти ґрунтової

води застосовуються свердловини, колодязі. З метою виключення взаємного впливу, відстань між водозабірними та водоприймальними свердловинами повинна бути не меншою 50-80 м, а відстань між однотипними свердловинами – не меншою 30-50 м.

Річкова і озерна вода мають суттєвий недолік – низьку температуру в зимовий період (може досягати 0 °С). При проектуванні системи необхідно особливу увагу приділяти запобіганню заморожування випарника ТН.

Крім того для вилучення теплоти озерної води у теплових насосах використовується петльовий придонний теплообмінник з пластикових труб з циркулюючим етиленгліколем, загальною довжиною декілька сотень метрів, тому є небезпека аварії з витоком етиленгліколю і забрудненням навколишнього середовища.

Також можуть використовуватися геотермальні води та води, що відкачуються з видобувних шахт залізорудного та вугільного комплексів. Використання 20 % теплоти шахтних вод за допомогою теплових насосів дозволить покрити всі технологічні потреби шахтного фонду у тепловій енергії. Значним та більш досяжним є потенціал теплоти систем водовідведення, стоків промислових підприємств та комунально-побутового господарства. Діаграму

Сірко З.С., Коренда В.А., Вишняков І.Ю., Протасов О.С., Охріменко С.М., Цірень Н.Л.

затрати на інсталяцію обладнання; використання горизонтального ґрунтового теплообмінника потребує значної площі для його розміщення.

ТЕХНІЧНО ДОСЯЖНИЙ ПОТЕНЦІАЛ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОТИ

Наявні ресурси теплової енергії довкілля багаторазово перевищують прогнозований рівень споживання всіма секторами промисловості України.

На сьогоднішній день для вирішення проблем енергозбереження тепловий насос є найбільш перспективним серед джерел нетрадиційної енергетики. Використання відновлювальних джерел енергії дає можливість обмежити використання традиційних палив, зменшити забруднення довкілля. Потенціал енергозбереження від впровадження теплових насосів різного типу наведений в діаграмі на рис. 11.

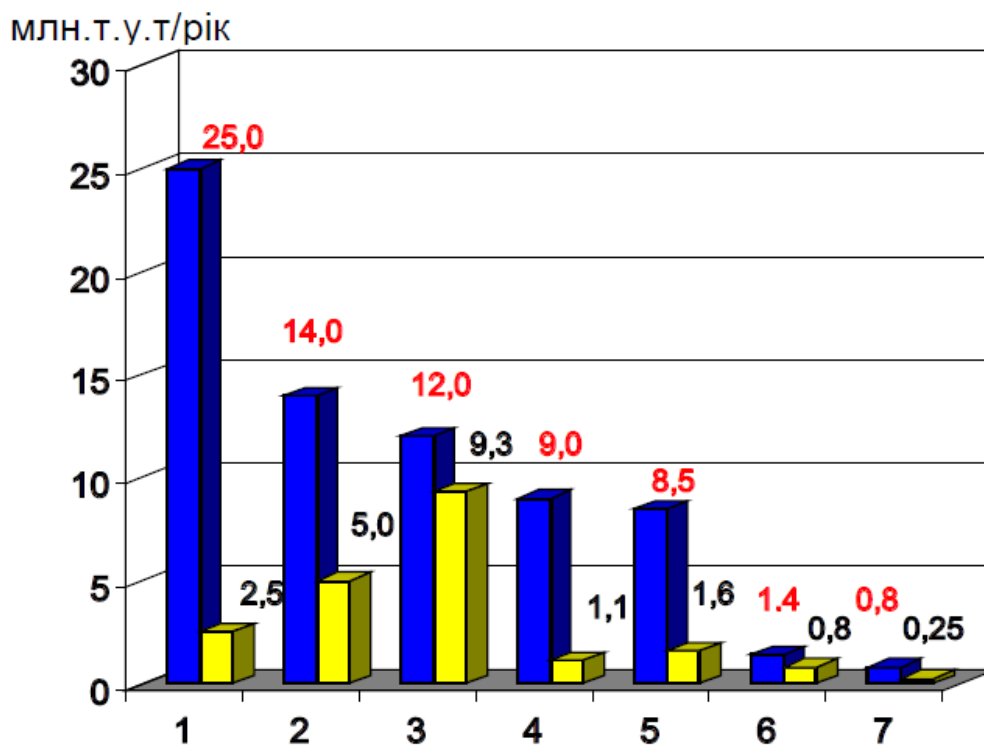


Рис. 11. Потенціал енергозбереження

■ загальний

■ економічно-досяжний до 2025 р.

1 – водооборотні цикли в енергетиці і промисловості; 2 – тепло відкритих водойм; 3 – геотермальна енергія; 4 – верхній шар ґрунту; 5 – стічні води; 6 – шахтні води; 7 – вентиляційні викиди.

В табл. 1 наведені температурні рівні, характерні для основних джерел теплоти, що використовуються в системах на

основі теплових насосів в режимі опалення, гарячого водопостачання та вентиляції.

1. Температурні рівні основних джерел теплоти

Джерело теплоти	Температурний діапазон
Зовнішнє повітря	-10/+5
Витяжна вентиляція	15/25
Озерна вода	0/10
Річкова вода	0/10
Морська вода	3/8
Ґрунт	0/10
Ґрунтові води	>10
Геотермальна вода	20/50

Основною перевагою теплових насосів є можливість перемикання з режиму опалення взимку на режим кондиціонування влітку: просто замість радіаторів до зовнішнього колектору підключаються фанкойли або система «холодних стель».

Тепловий насос надійний, його роботою керує автоматика. В процесі експлуатації система не потребує спеціального обслуговування, можливі маніпуляції не вимагають особливих навичок і описані в інструкції.

Теплові насоси HELIOTERM

Виробник теплових насосів компанія HELIOTERM (Австрія) існує на ринку понад 30 років. За цей час її продукція зарекомендувала себе як високоякісними, ефективними та надійними джерелами тепла, вона включає в себе повітряні, ґрунтові та водяні теплові насоси.

Теплові насоси HELIOTERM мають наступні переваги:

- екологічність (абсолютно безпечні для навколишнього середовища);
- високий коефіцієнт перетворення (COP=5-7 в залежності від виду теплового насоса);
- система три в одному (опалення, гаряче водопостачання і охолодження будівлі);
- можливість дистанційного керування (функція Web-control)
- довговічність конструкції;
- низький рівень шуму (до 55 дБ);
- можливість повної енергонезалежності (поєднання теплового насосу з сонячною електростанцією).

Зовнішній вид теплових насосів HELIOTERM зображений на рис. 12.



Рис. 12. Теплові насоси HELIOTHERM

Теплові насоси HELIOTHERM

мають наступні модифікації:

1. Повітряні теплові насоси (повітря-вода) Comfort Compact (теплова потужність 8-18 кВт, COP=4,0-5,0), використовуються для опалення та гарячого водопостачання приватних будинків.

2. Повітряні теплові насоси (повітря-вода) Basic Comfort у поєднанні з сонячними батареями (теплова потужність 8-18 кВт, COP=4,0-5,0), використовуються для опалення та гарячого водопостачання приватних будинків.

3. Повітряні теплові насоси (повітря-вода) Solid Split з можливістю встановлення сонячних батарей (теплова потужність 30-55 кВт, COP=4,0-5,0), використовуються для опалення та гарячого водопостачання приватних та багатоквартирних будинків.

4. Ґрунтові теплові насоси (росіл-вода) Solid з можливістю встановлення сонячних батарей (теплова потужність 30-120 кВт, COP=6,0-7,0), використовуються для опалення та гарячого водопостачання приватних, багатоквартирних та інших будинків.

5. Водяні теплові насоси (вода-вода) Solid з можливістю встановлення сонячних батарей (теплова потужність 30-120 кВт, COP=6,0-7,0), використовуються для опалення та гарячого водопостачання приватних, багатоквартирних та інших будинків.

Результати досліджень.

Можливості впровадження теплових насосів на підприємствах та організаціях системи Держрезерву наведені нижче в таблиці 2.

2. Можливості впровадження теплових насосів на підприємствах та організаціях системи Держрезерву.

№ п/п	Назва підприємства	Джерело теплопостачання	Паливо	Тип теплових насосів, які можна встановити	Доцільність встановлення
Аграрні активи					
1	ДП «Златодар»	Опалення будівель - електрокотли	-	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, повітряні, водяні при наявності пожежної водойми	Так
2	ДП «Кіровоградський КХП № 2»	Опалення будівель - електрокотли	Кам'яне вугілля	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, повітряні, водяні при наявності пожежної водойми	Так
3	ДП «Куліндорівський КХП»	Газова котельня - опалення будівель	Природний газ	Вертикальні ґрунтові, насоси, що використовують тепло компресорного обладнання, повітряні.	Так
4	ДП «Охтирський КХП»	Газова котельня - опалення будівель	Природний газ	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, повітряні, водяні при наявності пожежної водойми	Так
5	Філія ДП «Охтирський КХП» «Хлібна база 82»	Газова міні-котельня - опалення будівель,	Природний газ	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, повітряні, водяні при наявності пожежної водойми	Так
6	ДП «Стрийський КХП № 1»	Газова котельня - опалення будівель,	Природний газ	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, повітряні, водяні при наявності пожежної водойми	Так
7	ДП «Чортківський КХП»	Газова та твердопаливна міні-котельні - опалення будівель	Природний газ, дрова	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, повітряні, водяні при наявності пожежної водойми	Так
8	ДП «Хлібна база № 73»	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Кам'яне вугілля, дрова	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, водяні при наявності пожежної водойми	Так
9	ДП «Хлібна база № 76»	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Кам'яне вугілля, дрова	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, водяні при наявності пожежної водойми	Так

№ п/п	Назва підприємства	Джелело теплопостачання	Паливо	Тип теплових насосів, які можна встановити	Доцільність встановлення
10	ДП «Хлібна база № 77»	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Кам'яне вугілля, дрова	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові при наявності пожежної водойми	Так
11	ДП «Хлібна база № 85»	Опалення будівель - електрокотли	-	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові	Так
Склади та холодильники					
12	ДО "Комбінат "Прогрес"	Газова котельня - опалення будівель	Природний газ	Вертикальні ґрунтові	Так
13	ДО "Комбінат "Дніпро"	Газова котельня - опалення будівель	Природний газ	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові	Так
14	ДО "Комбінат "Салют"	Опалення будівель - електрокотли	-	Вертикальні ґрунтові	Так
15	ДО "Комбінат "Світанок"	Опалення будівель - електрокотли	-	Вертикальні ґрунтові	Так
16	ДО "Комбінат "Трикутник"	Котельні газова та твердопаливна - опалення будівель	Природний газ; вугілля	Вертикальні ґрунтові	Так
17	ДО "Комбінат "Троянда"	Котельня на вугільних брикетах - опалення будівель	Вугільні брикети	Вертикальні ґрунтові	Так
18	ДО "Укрпродконтракт"	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Кам'яне вугілля, дрова	Вертикальні ґрунтові	Так
Нафтобази					
19	ДО "Комбінат "Айстра"	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Дрова	Вертикальні та горизонтальні ґрунтові при наявності пожежної водойми	Ні
20	ДО "Комбінат "Рекорд"	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Дрова	Вертикальні та горизонтальні ґрунтові при наявності пожежної водойми	Ні
21	ДО "Комбінат "Естафета"	Централізоване	-	Вертикальні та горизонтальні ґрунтові при наявності пожежної водойми	Ні

№ п/п	Назва підприємства	Джелело теплопостачання	Паливо	Тип теплових насосів, які можна встановити	Доцільність встановлення
22	ДО "Комбінат "Зірка" (ділянка Запоріжжя)	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Дрова	Водні	Ні
23	ДО "Комбінат "Зірка" (ділянка Бердянськ)	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Дрова	Водні	Ні
24	ДО "Комбінат "Планета"	Котельні газова та твердопаливна - опалення будівель	Природний газ, дрова	Вертикальні та горизонтальні ґрунтові при наявності пожежної водойми	Ні

Розглянемо встановлення водного теплового насосу на прикладі ДО «Комбінат», «Естафета» в м. Славута. На підприємстві знаходяться дві опалювані будівлі адміністративно-побутового (опалюваний об'єм 4532 м³) та господарсько-технічного корпусів (опалюваний об'єм 8263 м³), крім цього в адміністративно-побутовому корпусі також присутня система гарячого водопостачання душових сіток та умивальників (в розрахунках орієнтуємось на 20 чоловік виробничого персоналу). Необхідна теплова потужність теплового насосу на 1 м³ опалюваного об'єму становить 70 Вт/м³, для гарячого водопостачання при витраті на 1 людину 50 літрів води при температурі 45°C - 800 Вт/людину. Теплове навантаження адміністративно-побутового корпусу становитиме 333,25 кВт (3 них на гаряче водопостачання 16 кВт),

господарсько-технічного корпусу - 578,27 кВт.

На території підприємства знаходиться пожежне озеро з площею 600 м² та середньою глибиною 3 м. На 10 кВт теплової потужності насоса потрібно до 300 м.п. колектора. З врахуванням конструкції водойми та особливостей прокладки колектора, на підприємстві можна встановити лише водяний тепловий насос HELIOTHERM Solid (вода-вода) потужністю 16 кВт для покриття навантаження системи гарячого водопостачання в адміністративному корпусі. Тому для даного підприємства найбільш актуальним буде встановлення ґрунтових теплових насосів.

Іншим прикладом послужить адміністративна будівля ДО «Айстра» в м.Чернігів. Опалюваний об'єм будівлі становитиме 1450 м³, в будівлі гаряча вода використовується для рукомийників, кількість працюючого

Сірко З.С., Коренда В.А., Вишняков І.Ю., Протасов О.С., Охріменко С.М., Цірень Н.Л.

персоналу що постійно перебуває у будівлі 25 чоловік. Теплове навантаження системи опалення становитиме 46,0 кВт, системи гарячого водопостачання – 5,2 кВт, сумарне 51,2 кВт. Враховуючи географічне розташування будівлі, особливості ландшафту, правила пожежної безпеки та ін. для покриття теплового навантаження даної будівлі найбільше підходить тепловий повітряний насос HELIOTERM Solid Split (повітря-вода) потужністю 55 кВт.

Висновки.

1. Використання теплових насосів передбачає лише оплату за електроенергію на роботу та технічне обслуговування установки, сума у порівнянні з витратами на центральне опалення або роботу газових або електричних котлів аналогічної потужності в декілька раз менша.

2. Впровадження теплових насосів являється перспективним напрямком використання альтернативних джерел енергії для забезпечення потреб систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання будівель, але даний процес суттєво залежить від місцезнаходження об'єкта та наявності доступу до певного оптимального для нього джерела низько потенціальної теплової енергії.

3. Термін окупності від впровадження теплового насоса, не

зважаючи на високу собівартість установки (300-1200\$ за 1 кВт потужності) та складний монтаж зовнішніх підземних або підводних теплообмінних контурів, становить на даний момент 4-9 років. Але в останній час спостерігається тенденція поступового зниження собівартості обладнання та його монтажу

4. Незважаючи на свою ефективність теплові насоси (особливо повітряні) далеко не завжди повноцінно покривають теплове навантаження будівель в сильні морози (особливо повітряні), тому необхідно поєднувати їх експлуатацію з додатковим джерелом тепла: електричним, газовим або твердопаливним котлом, які будуть вмикатися при досягненні вуличної температури певного критичного значення (точки бівалентності).

5. Найефективнішим джерелом низькопотенціальної теплової енергії являються геотермальні води, оскільки значення їх температури знаходиться в межах 20-50 °С, коефіцієнт перетворення теплового насосу при цьому найвищий;

6. Також високоефективними джерелами низькопотенціальної теплоти являються скидне тепло від водооборотних процесів в енергетиці та промисловості, вентиляційні скиди та відпрацьоване тепло повітряних і холодильних компресорів та ін.

Сірко З.С., Коренда В.А., Вишняков І.Ю., Протасов О.С., Охріменко С.М., Цирень Н.Л.

7. Найбільшим потенціалом з природних низькотемпературних джерел тепла являються тепло ґрунтів

і ґрунтових вод, повітря, а також річкових, озерних і морських вод.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про альтернативні джерела енергії»

2. Закон України №1959-VIII від 21.03.2017 "Про внесення змін до Закону України "Про теплопостачання" щодо стимулювання виробництва теплової енергії з альтернативних джерел енергії"

3. Теплонасосні установки в харчовій та іншій галузях: публікація в рамках проекту UNIDO «Підвищення нергоєфективності та стимулювання використання відновлюваної енергії в агро-харчових та інших малих та середніх підприємствах (МСП) України» / В.Ф. Мокляк, О.М. Рябчук. К.: ЮНІДО, 2015.

4. Безродний М.К., Прытула Н.О. Енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання: моногр. К.: НТУУ «КПІ», 2012. 208 с.

5. Пісарев В.Є. Теплові насоси та холодильні установки. Навчальний посібник. К.: КНУБА, 2002. 124с.

6. Снежкін Ю.Ф., Чалаєв Д.М., Шаврін В.С., Дабіжа Н.О. Теплові насоси в системах теплохолодопостачання [монографія]// під під ред. акад. НАН України А.А. Долінського; НАН України, Ін-т техн. теплофізики. К.: [б. в.], 2008. 104с.

7. Ткаченко С.Й., Остапенко О.П. Парокомпресійні теплонасосні установки в системах теплопостачання. Вінниця: ВНТУ, 2009. 177с.

8. Руководство по проектированию и монтажу тепловых насосов Dimplex [Електронний ресурс]// Режим доступу http://geowatt.kz/downloads/HP_planning_and_installation_Rus.pdf

9. Васьков Е.Т. Термодинамические основы тепловых насосов: учебное пособие/

СПб гос.архит. строит. ун-т. СПб, 2007. 127 с.

References

1. Law of Ukraine "On Alternative Energy Sources"

2. Law of Ukraine №1959-VIII of 21.03.2017 "On Amendments to the Law of Ukraine" On Heat Supply "To stimulate the production of thermal energy from alternative energy sources"

3. Moklyak V.F., Ryabchuk O.M. (2015) Heat pump installations in food and other industries: publication in the framework of the UNIDO project "Improving energy efficiency and stimulating the use of renewable energy in agri-food and other small and medium enterprises (SMEs) of Ukraine". UNIDO.

4. Bezrodniy M.K., Prytula H.O. (2012) Energy efficiency of heat pump schemes of heat supply: [monograph]. NTUU "KPI". 208.

5. Pisarev V.E. (2002) Heat pumps and refrigeration units. KNUBA.124.

6. Snezhkin Y.F., Chalaev D.M., Shavrin V.S., Dabizha N.O. (2008) Heat pumps in heat and cold supply systems [monograph] NAS of Ukraine, Institute of thermophysics.104.

7. Tkachenko S.Y., Ostapenko O.P. (2009) Steam compression heat pump installations in heat supply systems. VNTU. 177.

8. Guide for the design and installation of Dimplex heat pumps [Electronic resource] // Access mode http://geowatt.kz/downloads/HP_planning_and_installation_Rus.pdf

9. Vaskov E.T. (2007) Thermodynamic bases of heat pumps/ St. Petersburg State Arch. builds. un-t. - СПб, 2007. 127 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

З.С. Сирко, В.А. Коренда, И.Ю. Вишняков, А.С. Протасов, С.Н.

Охрименко, Н.Л. Цирень

Аннотація. Стаття посвячена обоснованию сущности и содержания такой проблемы, как использование установок, работающих на

Сірко З.С., Коренда В.А., Вишняков І.Ю., Протасов О.С., Охріменко С.М., Цірень Н.Л.

альтернативных источниках энергии для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения зданий, а именно тепловых насосов. Тепловые насосы используют для своей работы низкопотенциальное тепло, которое берется из воздуха, водоемов и недр земли. Предприятия и организации имеют различные источники низкопотенциальной тепловой энергии: пожарные водоемы, свободные земельные участки на территориях и др.

Ключевые слова: тепловой насос, тепловая энергия, монтаж, теплоснабжение

Prospect for the using of heat pumps for heating of buildings in enterprises
Z.S. Sirko, V.A. Korenda, I.Y. Vyshnyakov, O.S. Protasov, S.M. Ochrimenko,
N.L. Tsiren

***Abstract.** Heat pump - a device for transferring thermal energy from a source of low potential thermal energy to a consumer with a higher temperature. The thermodynamic cycle of a heat pump is similar to a refrigerating machine. Depending on the principle of operation, heat pumps are divided into compression and absorption. The most commonly used compression heat pumps.*

In recent years, numerous publications on the use of heat pump technology in heating and hot water supply facilities of various spheres - from individual homes to residential neighborhoods have appeared in various media.

The authors of the publication have many years of experience in joint scientific and technical cooperation with leading technical universities and industrial organizations in the field of development and practical use of heat pump technology.

The authors analyze the possibilities of introducing heat pumps at enterprises and organizations of the State Reserve System of Ukraine. It has been shown that the amount of expenses in comparison with central heating or operation of gas and electric boilers of similar power is several times smaller. It is noted that the implementation of heat pumps is a promising direction in the use of alternative energy sources to meet the heating, ventilation and hot water supply needs of buildings. The payback period from the introduction of heat pumps at enterprises is 4-9 years, depending on the location of the object and the type of source of low-temperature heat.

The article meets the requirements of the State Tax Code of Ukraine and can be recommended for publication.

Key words: heat pump, heat energy, assembling, heat supply