

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

**ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ
ЗЕМЛЕРОБСТВО
І ТВАРИННИЦТВО**

МІЖВІДОМЧИЙ ТЕМАТИЧНИЙ НАУКОВИЙ ЗБІРНИК

Заснований у 1967 р.

Випуск 70

Частина 1

Львів-Оброшине 2021

УДК 631.636

Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2021. Вип. 70 (1)

ISSN 0130-8521

*Рекомендовано до друку вченою радою Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН, протокол № 7 від 21 вересня 2021 р.*

Редакційна колегія:

Влізло В. В., Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок, Україна, відповідальний редактор

Кониц Г. С., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, заступник відповідального редактора

Седіло Г. М., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, заступник відповідального редактора

Панахид Г. Я., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, відповідальний секретар

Бойко П. І., Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», Україна

Вовк С. О., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Волощук О. П., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Дармограй Л. М., Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, Україна

Дзюбайло А. Г., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Ільчук Р. В., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Каплінський В. В., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Качмар О. Й., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Ковалишин С. Й., Львівський національний аграрний університет, Україна

Лихочвор В. В., Львівський національний аграрний університет, Україна

Марунек М., Інститут тваринництва, Чеська Республіка

Останів Д. Д., Інститут біології тварин НААН, Україна

Петриченко В. Ф., Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, Україна

Пілярчик Б., Західнопоморський технологічний університет в м. Щецин, Республіка Польща

Рівіс Й. Ф., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Стасів О. Ф., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Чернявська-Пятковська Є., Західнопоморський технологічний університет в м. Щецин, Республіка Польща

Шувар І. А., Львівський національний аграрний університет, Україна

Адреса редколегії:

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине

Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115.

Тел./факс +38 (032) 227 97 33, e-mail: inagrokarpat@isgkr.com.ua

© Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН, 2021

NATIONAL ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE
INSTITUTE OF AGRICULTURE
OF CARPATHIAN REGION

**FOOTHILL AND MOUNTAIN
AGRICULTURE
AND STOCKBREEDING**

INTERDEPARTMENTAL THEMATIC SCIENTIFIC COLLECTION

Since 1967

Volume 70

Issue 1

Lviv-Obroshyne 2021

UDC 631.636

Foothill and mountain agriculture and stockbreeding. 2021. V. 70 (1)

ISSN 0130-8521

Recommended for the print of a Academic council of the Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, protocol No. 7, 25 september 2021.

Editorial board:

Vlízlo V. V., Academician of NAAS, State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives, Ukraine, editor-in-chief

Konyk H. S., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine, deputy of editor-in-chief

Sedilo H. M., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine, deputy of editor-in-chief

Panakhid H. Ya., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine, executive secretary

Boiko P. I., National Science Center "Institute of Agriculture of NAAS", Ukraine

Vovk S. O., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Voloshchuk O. P., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Darmohrai L. M., Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Dziubailo A. H., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Ilchuk R. V., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Kaplinskyi V. V., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Kachmar O. Y., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Kovalyshyn S. Y., Lviv National Agrarian University, Ukraine

Lykhochvor V. V., Lviv National Agrarian University, Ukraine

Marounek M., Institute of Animal Science, Czech Republic

Ostapiv D. D., Institute of Animal Biology of NAAS, Ukraine

Petrychenko V. F., Institute of Feed and Agriculture of Podillya NAAS, Ukraine

Pilyarchik B., West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Poland

Rivis Y. F., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Stasiv O. F., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Czerniawska-Piątkowska E., West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Poland

Shuvar I. A., Lviv National Agrarian University, Ukraine

Editorial board address:

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS,

st. Grushevskogo, 5, Obroshyne village,

Pustomyty district, Lviv region, 81115.

Tel./fax +38 (032) 227 97 33, e-mail: inagrokarpat@isgkr.com.ua

© Institute of Agriculture
of Carpathian Region of NAAS, 2021

ЗМІСТ**CONTENT****ЗЕМЛЕРОБСТВО
І РОСЛИННИЦТВО****AGRICULTURE
AND PLANT GROWING**

<i>Коваль А. В.</i> Вплив макро- та мікроелементів на динаміку росту посівів картоплі на 60-й день після садіння.....	8	<i>Koval A.</i> Influence of macro- and microelements on the growth dynamics of potato crops on the 60th day after planting
<i>Сметана С. І., Котяш У. О., Бугрин Л. М., Пукало Д. Л.</i> Кормова продуктивність сіяних травостоїв залежно від складу травосумішки та удобрення.....	23	<i>Smetana S., Kotiash U., Buhryn L., Pukalo D.</i> Feed productivity of sowed grasslands depending on the composition of grass mixtures and fertilizers
<i>Бегей С. С., Карасевич Н. В.</i> Вплив основного обробітку грунту на його щільність та вологість у посівах жита озимого на схилі землях Передкарпаття.....	34	<i>Begei S., Karasevych N.</i> Influence of main soil treatment on its density and humidity in winter rye crops on the slope lands of the Precarpathia
<i>Вавринович О. В., Качмар О. Й., Дубицька А. О., Дубицький О. Л., Щерба М. М.</i> Герботологічний стан посівів гречки в ланці сівозміни.....	49	<i>Vavrynovych O., Kachmar O., Dubytska A., Dubytskyi O., Shcherba M.</i> Herbological condition of buckwheat crops in the range change
<i>Ващышин О. А., Біловус Г. Я., Дорота Г. М.</i> Скринінг стійкості колекційних зразків льону до антракнозу в умовах Західного Лісостепу України.....	63	<i>Vashchyshyn O., Bilovus H., Dorota H.</i> Screening of resistancy of samples in collection of flax to anthracnosis in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine

<i>Волощук І. С., Волощук О. П., Глива В. В., Герешко Г. С., Слущак О. М., Запісоцька М. С.</i>	<i>Voloshchuk I., Voloshchuk O., Hlyva V., Hereshko H., Sluchak O., Zapisotska M.</i>
Вплив сортових технологій вирощування пшениці м'якої озимої на рентабельність виробництва в Західному Лісостепу України.....	Influence of varietal cultivation technologies of soft winter wheat on the profitability of production in the Western Forest-Steppe of Ukraine
76	76
<i>Ільчук Р. В., Ільчук Ю. Р.</i>	<i>Ilchuk R., Ilchuk Yu.</i>
Характеристика гібридних популяцій картоплі (<i>Solanum Tuberosum</i>) за продуктивністю та вмістом крохмалю.....	Characteristics of hybrid populations of potatoes (<i>Solanum Tuberosum</i>) by productivity and content of starch
90	90
<i>Квасніцька Л. С., Войтова Г. П.</i>	<i>Kvasnitska L., Voitova H.</i>
Ефективність зернових сівозмін зони достатнього зволоження Правобережного Лісостепу.....	Efficiency of grain crop rotations in the zone of sufficient moisture of the Right-Bank Forest-Steppe
102	102
<i>Коник Г. С., Іванців Р. Є.</i>	<i>Konyk H., Ivantsiv R.</i>
Продуктивність райграсу високого в умовах Передкарпаття.....	Productivity of tall oatgrass in the conditions of Peredkarpattia
116	116
<i>Рівіс Й. Ф., Федак В. В., Мамчур О. В., Клим О. Я.</i>	<i>Rivis Yo., Fedak V., Mamchur O., Klym O.</i>
Фотосинтезувальні процеси та нагромадження жирних кислот у рослинах кукурудзи впродовж онтогенезу та за впливу удобрення і регулятора росту.....	Photosynthetic processes and accumulation of fatty acids in maize plants during ontogenesis under the influence of fertilization and growth regulator
128	128
<i>Сіроштан А. А., Заїма О. А., Кавунець В. П., Дубовик Д. Ю.</i>	<i>Siroshtan A., Zaima O., Kavunets V., Dubovyk D.</i>
Вплив обробки насіння протруйниками і мікродобривами на посівні якості та врожайність пшениці озимої.....	Influence of seed treatment with protectors and microfertilizers on sowing qualities and yield of winter wheat
150	150

<i>Яцух К. І., Ваццишин О. А., Пристацька О. Н., Тимчук І. С.</i> Ефективність протруйників проти корневих гнилей пшениці озимої	166	<i>Yatsukh K., Vashchyshyn O., Prystatska O., Tymchuk I.</i> Efficacy of pesticides against root rotof winter wheat
---	-----	--

ТВАРИННИЦТВО

STOCKBREEDING

<i>Дяченко О. Б.</i> Вміст неестерифікованих форм жирних кислот в еритроцитах крові корів різної молочної продуктивності.....	183	<i>Diachenko O.</i> The content of non-esterified forms of fatty acids in the erythrocytes of the blood of cows of different milkproductivity
<i>Чумаченко С. П., Федак Н. М., Душара І. В., Дармограй Л. М., Кравченко Н. О.</i> До питання збереженості високоволого зернофуражу.....	194	<i>Chumachenko S., Fedak N., Dushara I., Darmohrai L., Kravchenko N.</i> To the question of high-humidgrain forage preservation

ЗЕМЛЕРОБСТВО І РОСЛИННИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2021-70-1-1

UDC 635.21+631.8

A. V. KOVAL, postgraduate

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Hrushevskoho street, 5, v. Obroshyne, Pustomyty district, Lviv region,

81115, e-mail: anton.koval02@ukr.net

INFLUENCE OF MACRO- AND MICROELEMENTS ON THE GROWTH DYNAMICS OF POTATO CROPS ON THE 60TH DAY AFTER PLANTING

Studies of the influence of growth regulators and microfertilizers with L-amino acids on potato yield were conducted in the crop rotation of the sector of potato study of the Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS in the Western Forest-Steppe zone on gray forestal soils.

The studies were conducted at different plant nutrition areas (70×20 cm; 70×25 cm; 70×30 cm) and different groups of potato ripeness, namely the middle-early variety Aria and the medium-ripe variety Hurman.

To increase the aboveground vegetative mass of plants with the formation of the maximum daily increase in yield of potato tubers is important for increasing the productivity of potatoes. In the process of growth and development, each stem becomes an independent plant with its own root system, which forms stolons and forms tubers.

When studying the dynamics of the potato crops development on the 60th day after planting, it is important to increase the productivity of potato plants and the growth of vegetative mass. The application of drugs, such as hros korenerist 1 l/ha, ecoline bor premium 1 l/ha and hros amino mahnii 1.5 l/ha, showed an effect on increasing the number of stems in the bush, plant height and leaf area surface. Increase in potato yield depends on the increase in vegetative mass of plants.

As a result of observations it was found that on the 60th day after planting potatoes, the variety Aria on a feeding area of 70×30 cm with the recommended dose of fertilizer N₉₀P₉₀K₁₂₀ and treatment with microfertilizers observed the largest number of stems (3.3), plant height (74 cm) and leaf surface area (38.6 thousand m²/ha). In the Hurman variety, the largest increase in vegetative mass was observed at a feeding area of 70×20 cm with the application of the recommended dose of N₉₀P₉₀K₁₂₀ fertilizers and micronutrient treatment: the number of stems was 4.5, plant height 76.2 cm and leaf surface area 41.7 thousand m²/ha.

Therefore, in the process of observing the growth dynamics of potato plants, it was found that the use of the recommended dose of N₉₀P₉₀K₁₂₀ and

* Supervisor – Doctor of Agricultural Sciences R. V. Ilchuk.

microfertilizers containing L-a-amino acids causes increases in the vegetative mass on different feeding areas and different maturity groups of potatoes.

Key words: potatoes, variety, fertilizers, microfertilizers, vegetative mass.

Коваль А. В.

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

Вплив макро- та мікроелементів на динаміку росту посівів картоплі на 60-й день після садіння

Дослідження впливу регуляторів росту та мікродобрих з L-амінокислотами на динаміку росту картоплі проводили в сізовміні сектору картоплярства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН у зоні Західного Лісостепу на сірих лісових ґрунтах.

Дослідження здійснювали за різних площ живлення (70×20;70×25; 70×30 см) та різних груп стиглості картоплі, а саме: середньораннього сорту Арія та середньостиглого сорту Гурман.

Важливим для підвищення продуктивності картоплі є наростання надземної вегетативної маси рослин із формуванням максимального добового приросту врожайності бульб. У процесі росту й розвитку кожне стебло стає самостійною рослиною з власною кореневою системою, яка утворює столони й формує бульби.

Під час проведення дослідження динаміки розвитку посівів картоплі на 60-й день після садіння виявлено підвищення продуктивності та приросту вегетативної маси картоплі.

За внесення препаратів, таких як «Грос коренеріст», 1 л/га, «Еколайн бор преміум», 1,0 л/га, та «Грос аміно магній», 1,5 л/га, було помічено збільшення кількості стебел у куці, висоти рослин та площі листової поверхні, оскільки приріст урожаю картоплі залежить від наростання вегетативної маси рослин.

У результаті спостережень було встановлено, що на 60-й день після садіння картоплі в сорту Арія на площі живлення 70×30 см із внесенням рекомендованої дози добрив N₉₀P₉₀K₁₂₀ та обробкою мікродобривами була найбільша кількість стебел (3,3 шт.), висота рослин (74 см) та площа листової поверхні (38,6 тис. м²/га). У сорту Гурман найбільший приріст вегетативної маси спостерігали на площі живлення 70×20 см із внесенням рекомендованої дози добрив N₉₀P₉₀K₁₂₀ та обробкою мікродобривами: кількість стебел становила 4,5 шт., висота рослин – 76,2 см та площа листової поверхні – 41,7 тис. м²/га.

Отже, в процесі спостережень за динамікою росту рослин картоплі було встановлено, що застосування рекомендованої дози N₉₀P₉₀K₁₂₀ та використання мікродобрих із вмістом L-амінокислот зумовлює збільшення вегетативної маси на різних площах живлення та за різних груп стиглості картоплі.

Ключові слова: картопля, сорт, удобрення, мікродобрива, вегетативна маса.

Introduction. Of all the crops grown in Ukraine, potatoes are one of the most demanding to nutrients and respond positively to fertilizers.

An important requirement for the growth and development of potato plants is nutritional conditions. Many scientists – O. M. Bunchak [7], A. A. Bondarchuk [13], M. Ya. Molotsky, Yu. V. Fedoruk, K. V. Zhytetsky [21] note that the need of plants in the appropriate number and ratio nutrients are due to potato plants and its biological properties. They also emphasize that potatoes are more demanding on nutrients than other crops. This is explained by the fact that it is an extremely very productive plant.

To obtain a high yield, it is necessary to ensure a sufficient level of nutrition throughout the growing season [16, 23, 26]. For normal growth and development, as well as high productivity, potato plants need mineral nutrients: nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, sulfur, boron, manganese and others. However, potatoes need nitrogen, phosphorus and potassium the most.

It is believed that 50% of the increase in yield belongs to fertilizers [1]. Effective use of fertilizers in growing potatoes has always been relevant [16, 19].

With the cultivation technology potatoes accumulate high yields of biological mass, which requires a large number of nutrients.

Depending on the variety and agro-climatic conditions, 10.0 tons of tubers and 8.0 tons of potato greens absorb 40–60 kg of nitrogen, 10–18 phosphorus, 60–100 potassium, 20–40 sulfur, 10–25 magnesium, 20–50 calcium. The higher the yield, the greater the removal of nutrients from the soil. The main source of soil replenishment with nutrients and a necessary condition for obtaining high yields of quality tubers in all soil – climatic zones is the introduction of basic nutrients in the form of fertilizers.

For potatoes, the period of maximum use of plant nutrients falls on the beginning of tuber formation, ie the period of maximum mineralization of organic fertilizers. Therefore, it is very important to provide the required amount of nutrients in the soil in the first 10–15 days after emergence. Various deficiency or excess of them negatively affects the growth and development of plants. If it is not possible to apply the full amount of mineral fertilizers locally, it is necessary to allocate 15–20 kg of nitrogen, phosphorus and potassium from the main fertilizer for row fertilization. The rest of the fertilizer is applied during the preparation of the soil for planting. High yield increments with the application of complete mineral fertilizers are observed on all types of soils [3].

Today potatoes are the main food, fodder and industrial crop. Modern economic conditions in the agricultural sector encourage the search

for technologies based on the mobilization of cheap local mineral and organic resources. Promising in this aspect is the involvement in the biological cycle of secondary crop products of green manures and production on their basis of a new generation of organomineral bioactive fertilizers, which, applied in doses an order of magnitude lower than the recommended doses of traditional organic fertilizers, are not inferior or even exceed efficiency.

Compared to other crops, potatoes are more demanding of nutrients, so they require a significant amount of fertilizer. The solution to this problem is the use of new modern organo-mineral fertilizers, which contain not only the basic nutrients, but also a whole arsenal of trace elements (copper, molybdenum, manganese, zinc, boron, selenium, silicium, etc.). Their use is most effective in optimal doses because they regulate different metabolic processes.

Under such conditions, the use of fertilizers should meet the needs of plants in macro-and micronutrients at all stages of their organogenesis. Current plant growth stimulants on the Ukrainian market are available in the form of chemical compounds and humic preparations isolated from natural substances of organic origin. The positive effect of foliar fertilization on yield and quality of potato tubers is proven by numerous experimental studies in different soil and climatic conditions.

One of the ways to increase the efficiency of mineral fertilizers by reducing their rates is the use of growth stimulants. Synthetic drugs increase yields, resistance of plants to adverse weather conditions, to damage by pests and diseases, etc. [20].

As already mentioned, a very important factor in yield and quality of potatoes is the meteorological conditions of the growing season [28, 29]. They also affect the effectiveness of mineral fertilizers. However, the relationship between rainfall and potato yields is zonal. It was found that in the Steppe there is a close connection between them, in the Forest-Steppe it decreases and is almost not felt in Polissia, where an important limiting factor is cloudiness, which reduces the inflow of solar radiation by 5–6 times. The degree of provision of the potato plant with solar insolation affects its mineral nutrition. In sunny summer there is a need to increase potassium nutrition, and in cloudy – calcium.

Mineral fertilizers affect a number of plant parameters. These are photosynthetic activity and leaf area; height and bushiness [2], yield and its quality [10, 11, 23, 24, 25, 31]; nitrate content in tubers and degeneration, etc.

The normal life cycle of potato plants consists of a number of periods, which are characterized by changes in physiological functions and organ-forming processes. At the same time there are changes in phenological phases, ie morphological and physiological changes in plant organs that have formed [3].

In their research, scientists [12] found that the density of potato plants should correspond to its biological characteristics to create a potential opportunity to increase yields due to a well-developed leaf surface and root system. The density of agrophytocenosis depends on soil fertility, tuber size and variety [13]. The economic yield of potato tubers largely depends on the biometric indicators of plants and plantations: plant height, leaf area and quantity of stems in the bush and in the area.

It is known that the height of plants largely depends on varietal characteristics and predecessor. With constant cultivation of potatoes there was a decrease in plant height, compared with options where it was grown in short-rotation crop rotation. Thus, in permanent plantations, the height of plants of the variety Borodianska rozheva averaged 45 cm, which is 4% less than in the variety Yavir (47 cm).

When placing potatoes in crop rotation, the height of plants was, respectively, by varieties: Borodianska rozheva – 49 cm, Yavir – 52 cm, and its growth is 9 and 11% plus, compared with permanent cultivation. The difference in varieties under these conditions was greater and amounted to 6%.

With increasing nutrition, there was a tendency to increase the height of plants of both varieties, both in constant cultivation and in crop rotation. If in the control variant, where fertilizers were not applied, the height of plants averaged 42 cm, then when applying 40 t/ha of manure this figure increased by 21%, with the use of mineral fertilizers in the norm $N_{45}P_{45}K_{45}$ with the manure background – by 35%.

The size of the potato yield is significantly influenced by the leaf surface area of plants per hectare. The efficiency of the formation of the leaf surface area of plants varies depending on the varietal characteristics and growing conditions [3].

At the Department of Agrochemistry and Plant Quality of NUBiP, research was conducted on the effect of fertilizers on the photosynthetic activity of table potatoes of medium-ripe variety Saturn. The formation of the leaf surface was influenced by both applied fertilizers and meteorological conditions. The maximum leaf surface area was in a variant with 1.5 doses of mineral fertilizers given in two steps ($N_{60}P_{70}K_{100} + N_{60}P_{50}K_{80}$ at planting) – 45.2 thousand m^2/ha [2].

Various agro-technological methods significantly affect the value of potato yield. It is known that plant density is the most important element of the crop structure and it must be established depending on the size of the seed material, the properties of the variety and soil fertility [22].

Depending on the density of plantings, the yield of potatoes increases or decreases significantly [2].

In other studies studying the effect of feeding area on yield when growing potatoes on peat-swamp soils, the highest yield of seed tubers was obtained at feeding area $70 \times 20 - 25$ and $90 \times 15 - 20$ cm, which is 9–20% more than the control of 70×35 cm (40 thousand/ha) – 27.6 t/ha.

Potato yield is closely related to the area of nutrition, which in turn depends on biological characteristics, soil fertility, variety, size of planting tubers, planting density and soil cultivation [4, 6].

Studies of the Institute of Potato NAAS over the years have shown that using a row spacing of 75 cm it is necessary to plant 67 or 54 thousand tubers per 1 ha according to the scheme $75 \times 20 - 25$ cm [17].

According to T. V. Klymenko [15] in connection with the shortage of organic and mineral fertilizers in the cultivation of potatoes, it is recommended to use straw in combination with green manure, which will provide environmentally friendly products, manure and moderate rates of mineral fertilizers, which increases the active leaf surface of plants, carbohydrate synthesis and obtaining a high yield of potato tubers.

It was believed that the main crops widely used for food purposes are cereals and vegetables. However, the advent of potatoes changed the structure of agriculture. Potatoes are a valuable crop and are used in many areas of human activity. It is an indispensable food product, widely used for feeding animals and as a raw material for various potato products, starch, alcohol. In addition, it is a good precursor for different crops.

It is known that the optimal lighting conditions for photosynthesis of plant are in the case if the total leaf surface is approximately 3–4 times or more exceeds the soil area and is not less than 35–40 thousand m^2/ha

The main organ of photosynthesis of plants are green leaves, so the main attention when growing potatoes should be paid to the formation of the optimal leaf surface area [1].

In areas of traditional potato growing, it has been established that the optimal leaf area is 40–45 thousand m^2/ha . Further increase in it not only did not increase the productivity of plantations, but on the contrary, led to smaller yields due to the stronger suppression of such crops by soil and air drought. Numerous studies have shown that the leaf surface area of potato plants largely depends on agronomic measures. It is known that crop yields are

formed in the process of photosynthesis, when green plants form organic matter from carbon monoxide, water and minerals. In this case, solar energy is converted into energy from plant biomass. The efficiency of this process and ultimately the level of yield depend on the functioning of the leaf surface of the crop as a photosynthetic system. The productivity of photosynthesis, in turn, depends on environmental factors, technology of cultivation, other factors and is determined by two main components: the total area of assimilation surface of plants and net productivity of photosynthesis [27].

Materials and methods. In 2018–2020, field research was conducted on the experimental field of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region on gray forestal soils. The subject of research – the productivity of potatoes depending on the influence of agro-technological factors. The object of study – potatoes medium-early variety Aria and medium-ripe Hurman and five options for mineral fertilizers and micronutrients: 1) control without fertilizers (70×30 cm); 2) Recommended dose of fertilizer N₉₀P₉₀K₁₂₀ (70×30 cm); 3) Recommended dose of fertilizers N₉₀P₉₀K₁₂₀ + microfertilizers (70×20 cm); 4) Recommended dose of fertilizer N₉₀P₉₀K₁₂₀ + microfertilizers (70×25 cm); 5) The recommended dose of fertilizers N₉₀P₉₀K₁₂₀ + microfertilizers (70×30 cm).

The objective of the study was to determine the effect of the recommended dose of fertilizers and microfertilizers with L-a-amino acids on potato yield.

In all variants except the first and the second, foliar fertilization was carried out with microfertilizers gros korenerist 1 l/ha, ecoline bor premium 1.0 l/ha and gross amino magnesium 1.5 l/ha.

Results and discussion. It is important to increase the productivity of potatoes and increase of aboveground vegetative mass with the formation of the maximum daily growth of tubers. The yield of potatoes is significantly affected by the number of stems in the bush. In the process of growth and development each stem becomes an independent plant with its own root system, which forms stolons and forms tubers. There is a direct relationship between the number of stems in the bush and the number of tubers, so the growth of the first indicator always leads to the growth of the second. (Table 1)

Thus, for three years of our research, the largest number of formed stems in the bush of medium-early and medium-ripe varieties Aria and Hurman on day 60 after planting potatoes in 2018 on feeding areas 70×20 cm and 70×25 cm with the recommended dose of fertilizer N₉₀P₉₀K₁₂₀ and microfertilizer treatment was 3.5–4.5 pcs. In 2019, the largest number of stems in the Aria variety was on the feeding area of 70×30 cm after the

application of the recommended dose of fertilizers and treatment with microfertilizers – 3.2 pcs. In the Hurman variety, the largest number of stems was on the feeding area of 70×20 cm with the introduction of the recommended dose of fertilizers and treatment with microfertilizers – 6 pcs.

In 2020, the largest number of stems was in the variety Aria on a feeding area of 70×30 cm with the recommended dose of fertilizers and microfertilizers – 3.3 pcs, and in the Hurman variety the largest number of stems was observed on the area of 70×20 cm with the recommended dose of fertilizers and microfertilizers – 4.5 pcs.

Thus, on average over 3 years of research, the largest number of stems was in the variety Aria – 3.3 pieces on a feeding area of 70×30 cm with the introduction of the recommended dose of fertilizer $N_{90}P_{90}K_{120}$ and treatment with microfertilizers.

1. The number of stems of potato plants on the 60th day after planting

Options	Years of research	Number of stems, pcs	
		Aria	Hurman
Control without fertilizers	2018	3	5
	2019	2.5	5
	2020	2.8	5
	Average for years	2.8	5
Recommended dose $N_{90}P_{90}K_{120}$	2018	2	3
	2019	3.5	5
	2020	2.8	4
	Average	2.8	4
Recommended dose $N_{90}P_{90}K_{120}$ + microfertilizers (70×20)	2018	3.5	3
	2019	2.5	6
	2020	3	4.5
	Average	3	4.5
Recommended dose $N_{90}P_{90}K_{120}$ + microfertilizers (70×25)	2018	3	4.5
	2019	3	3
	2020	3	3.8
	Average	3	3.8
Recommended dose $N_{90}P_{90}K_{120}$ + microfertilizers (70×30)	2018	3	5
	2019	3.5	3.5
	2020	3.3	4.3
	Average	3.3	4.3

In the Hurman variety at a feeding area of 70×20 cm with the application of the recommended dose of fertilizer N₉₀P₉₀K₁₂₀ and treatment with microfertilizers, the number of stems was 4.5 pcs.

We also conducted research to determine the growth rates of potato plants in height (Table 2).

2. The height of potato plants on the 60th day after planting

Options	Years of research	Plant height, cm	
		Aria	Hurman
Control without fertilizers	2018	74	57.5
	2019	50	72.5
	2020	62	65
	Average for years	62	65
Recommended dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	2018	60	70
	2019	55	73.5
	2020	58	71.8
	Average	58	71.8
Recommended dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + microfertilizers (70×20)	2018	85	85
	2019	63.7	67.5
	2020	74.4	76.2
	Average	74.4	76.2
Recommended dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + microfertilizers (70×25)	2018	57.5	72.5
	2019	62.5	75
	2020	60	73.8
	Average	60	73.8
Recommended dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + microfertilizers (70×30)	2018	82.5	70.5
	2019	65	72.5
	2020	73.8	71.5
	Average	73.8	71.5

Thus, the highest plant height of the studied varieties of potatoes of medium-early and medium-ripe varieties Aria and Hurman in height in 2018 was on the options with the recommended dose of fertilizer N₉₀P₉₀K₁₂₀ and micronutrient treatment with a feeding area of 70×20 cm – 85 cm.

In 2019, the highest plant height was observed in the Aria variety with a feeding area of 70×30 cm with the recommended dose of N₉₀P₉₀K₁₂₀ and microfertilizer treatment – 65 cm, and in the Hurman variety the highest

plant height was observed at a feeding area of 70×25 cm with the recommended dose of $N_{90}P_{90}K_{120}$ and microfertilizer treatment – 75 cm.

In 2020, the highest plant height at 60 days after planting potatoes was observed in the Aria variety with a feeding area of 70×30 cm with the recommended dose of fertilizer $N_{90}P_{90}K_{120}$ and microfertilizer treatment – 73.8 cm, in the Hurman variety the highest plant height was 70×20 cm with application of the recommended dose of $N_{90}P_{90}K_{120}$ and treatment with microfertilizers – 76.2 cm.

It should be noted that the average indicators for 2018–2020 studies showed that the highest plant height was observed in both medium-early cultivar Aria and medium-ripe cultivar Hurman on a feeding area of 70×20 cm with the recommended dose of fertilizer $N_{90}P_{90}K_{120}$ and microfertilizer treatment – 74.4–76.2 cm.

Potato yield is also significantly affected by the leaf surface area of plants per hectare. The formation of the leaf surface area of potato plants varies depending on varietal characteristics and growing conditions.

On the 60th day after planting potatoes, the area of the potato leaf surface was determined. According to the data (Table 3), the leaf surface area on the control options without fertilizers with a feeding area of 70×30 cm in 2018 in the middle-early variety Aria was 16.0 thousand m^2/ha , and in the medium-ripe variety Hurman – 11.0 thousand m^2/ha .

The leaf surface area in 2019 on the variant of control without fertilizers in the variety Aria was 11.1 thousand m^2/ha , and in the variety Hurman – 31.6 thousand m^2/ha .

In 2020, the leaf surface area on the control option without fertilizers in the variety Aria 13.6 thousand m^2/ha , and in the variety Hurman – 21.6 thousand m^2/ha .

Thus, in the control variant without fertilizers, the average value of the leaf surface area for 2018–2020 in the variety Aria 13.6 thousand m^2/ha , and in the variety Hurman – 21.6 thousand m^2/ha .

In the variant with the application of the recommended dose of fertilizer $N_{90}P_{90}K_{120}$, the leaf surface area in 2018 for the middle-early variety Aria was 18.0 thousand m^2/ha , in the medium-ripe variety Hurman – 15.5 thousand m^2/ha . In 2019, the leaf surface area of the Aria variety was 29.6 thousand m^2/ha , and of the Hurman variety 36.0 thousand m^2/ha .

In 2020, the leaf surface area on the variant with the application of the recommended dose of fertilizer $N_{90}P_{90}K_{120}$ in the variety Aria was 23.8 thousand m^2/ha , in the variety Hurman – 25.8 thousand m^2/ha . On average, over the years of the study, the leaf surface area in the variant with the application of the recommended dose of fertilizers was

23.8 thousand m²/ha in the Aria variety and 25.8 thousand m²/ha in the Hurman variety.

3. Potato leaf surface area for 60 days after planting

Options	Years of research	Leaf surface area, thousand m ² /ha	
		Aria	Hurman
Control without fertilizers	2018	16.0	11.5
	2019	11.1	31.6
	2020	13.6	21.6
	Average for years	13.6	21.6
Recommended dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	2018	18.0	15.5
	2019	29.6	36.0
	2020	23.8	25.8
	Average	23.8	25.8
Recommended dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + microfertilizers (70×20)	2018	21.5	38.0
	2019	47.1	45.3
	2020	34.3	41.7
	Average	34.3	41.7
Recommended dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + microfertilizers (70×25)	2018	18.5	21.0
	2019	35.9	38.4
	2020	27.2	29.7
	Average	27.2	29.7
Recommended dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + microfertilizers (70×30)	2018	22.0	26.5
	2019	55.1	33.1
	2020	38.6	29.8
	Average	38.6	29.8

The leaf surface area on the variants with the application of the recommended dose of fertilizer N₉₀P₉₀K₁₂₀ and treatment with microfertilizers of the Aria variety for 2018 was 70×20 cm – 21.5 thousand m²/ha, 70×25 cm – 49.9 thousand m²/ha, 70×30 cm – 22.0 thousand m²/ha. For the Hurman variety, the feeding area is 70×20 cm – 38.0 thousand m²/ha, 70×25 cm – 21.0 thousand m²/ha, 70×30 cm – 26.5 thousand m²/ha.

When conducting research in 2019 on the variant with the introduction of the recommended dose of fertilizer N₉₀P₉₀K₁₂₀ and treatment with microfertilizers in the variety Aria, the leaf surface area was 70×20 cm

– 47.1 thousand m²/ha, 70×25 cm – 35.9 thousand m²/ha, 70×30 cm – 55.1 thousand m²/ha. In the Hurman variety on the feeding area of 70×20 cm – 45.3 thousand m²/ha, 70×25 cm – 38.4 thousand m²/ha, 70×30 cm – 33.1 thousand m²/ha.

In 2020, the leaf surface area of the Aria variety was 70×20 cm – 34.3 thousand m²/ha, 70×25 cm – 27.2 thousand m²/ha, 70×30 cm – 38.6 thousand m²/ha. In the Hurman variety on the feeding area of 70×20 cm – 41.7 thousand m²/ha, 70×25 cm – 29.7 thousand m²/ha, 70×30 cm – 29.8 thousand m²/ha.

According to the results of 2018–2020 research, the average value of the leaf surface area in the middle-early variety Aria on variants with the recommended dose of N₉₀P₉₀K₁₂₀ and micronutrient treatment is 70×20 cm – 34.3 thousand m²/ha, 70×25 cm – 27.2 thousand m²/ha, 70×30 cm – 38.6 thousand m²/ha. The medium-ripe Hurman variety has a feeding area of 70×20 cm – 41.7 thousand m²/ha, 70×25 cm – 29.7 thousand m²/ha, 70×30 cm – 29.8 thousand m²/ha.

Conclusions. In the course of observations it was found that the use of the recommended dose of fertilizers and the use of microfertilizers with L-a-amino acids affects the increase in stem numbers, plant height and leaf surface area in different areas and with different groups of potato ripeness. During the research period, when applying the recommended dose of fertilizer N₉₀P₉₀K₁₂₀ with the addition of microfertilizers on the studied varieties Aria and Hurman, changes in the increase of leaf surface area were observed in the experiment variants with a feeding area of 70×25 and 70×30 cm.

Список використаної літератури

1. Андришко А. Ю. Загальні аспекти сучасних технологій вирощування картоплі. *Агроном.* 2004. № 3. С. 10–12.
2. Бикін А. В., Кішчак В. М. Вплив добрив на показники фотосинтетичної діяльності посівів картоплі столової для насіннєвих цілей. *Наукові доповіді НУБіП.* 2010. Вип. 1 (17). С. 17–25.
3. Бондарчук А. А., Куценко В. С. Технологія вирощування картоплі на Поліссі. *Картопля.* Біла Церква, 2007. Т. 3. С. 7–75.
4. Бондарчук А. А., Молоцький М. Я., Куценко В. С. Сидератні добрива під картоплю в Україні. Вінниця, 2018. С. 272.

References

1. Andriushko A. Yu. General aspects of modern technologies for growing potatoes. *Ahronom.* 2004. No. 3. P. 10–12.
2. Bykin A. V., Kishchak V. M. Influence of fertilizers on indicators of photosynthetic activity of table potato crops for seed purposes. *Naukovi dopovidi NUBiP.* 2010. Issue 1 (17). P. 17–25.
3. Bondarchuk A. A., Kutsenko V. S. Potato growing technology in Polissia. *Kartoplia.* Bila Tserkva, 2007. Vol. 3. P. 7–75.
4. Bondarchuk A. A., Molotskyi M. Y., Kutsenko V. S. Green manure fertilizers for potatoes in Ukraine. Vynnytsia, 2018. P. 272.

5. Бондарчук А. А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні. Біла Церква, 2010. 400 с.
6. Бунчак О. М. Вплив органічних добрив універсальної дії (ОДУД) на урожайність і якість бульб картоплі. *Зб. наук. праць Подільського аграрно-техн. ун-ту*. 2010. Вип. 18. С. 140–145.
7. Васильев А. А., Бобоев Д. А. Агротехника новых сортов картофеля в условиях Южного Урала. *Картофелеводство* : сб. науч. тр. Материалы науч.-практ. конф. и координационного совещания «Современные тенденции и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля» (к 80-летию ВНИИКС) / Россельхозакадемия, Всерос. НИИ картоф. х-ва / под ред. Е. А. Симакова. Москва, 2011. С. 344–349.
8. Вишнеvsька О. А. Продуктивність сортів картоплі залежно від комбінованої системи удобрення в умовах Полісся. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 10. С. 17–19.
9. Горкуценко О. В., Губар М. І., Губар Н. О. Продуктивність ранньостиглих сортів картоплі при зрошенні на різних фонах удобрення у Північному Лісостепу України. *Овочівництво і багтанництво*. 2009. Вип. 55. С. 222–228.
10. Данилюк В., Вислободська М., Сало Г. Продуктивність картоплі залежно від удобрення. *Вісник Львів. нац. аграрного ун-ту*. 2014. Вип. 18. С. 174–177.
11. Личук Р. В. Вплив позакореневого підживлення Кристалонами на врожайність картоплі. *Зб. наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур та цукрових буряків*. 2012. Вип. 14. С. 64–67.
12. Каленська С. М. Формування продуктивності картоплі в умовах Закарпаття. *Наук. вісник НУБіП України*. Серія: Агрономія. 2012. Вип. 176. С. 17–24.
13. Картопля – вирощування, якість, збереженість / А. А. Бондарчук та ін. Київ : КИТ, 2009. 232 с.
14. Клименко Т. В. Вплив системи удобрення на формування індексу площі
5. Bondarchuk A. A. Scientific bases of potato seed production in Ukraine. Bila Tserkva, 2010. 400 p.
6. Bunchak O. M. Influence of organic fertilizers of universal action (ODUD) on yield and quality of potato tubers. *Zb. nauk. prats Podilskoho ahrarno-tekh. univesytetu*. 2010. Issue 18. P. 140–145.
7. Vasil'ev A. A., Boboev D. A. Agrotechnics of new varieties of potatoes in the Southern Urals. *Kartofelevodstvo* : sb. nauch. tr. Materialy nauch.-prakt. konf. i koordinacionnogo soveshhanija "Sovremennye tendencii i perspektivy razvitiija selekcii i semenovodstva kartofelja" (k 80-letiju VNIiKKh) / Rossel'hozakademija, Vseros. NII kartof. h-va. / ed. E. A. Simakov. Moscow, 2011. P. 344–349.
8. Vyshnevskaja O. A. Productivity of potato varieties depending on the combined fertilizer system in Polissia. *Vishyk anrarnoi nauky*. 2013. No. 10. P. 17–19.
9. Horkutsenko O. V., Hubar M. I., Hubar N. O. Productivity of early-maturing varieties of potatoes under irrigation on different backgrounds of fertilizer in the Northern Forest-Steppe of Ukraine. *Ovochivnytstvo i bashitannytstvo*. 2009. Issue 55. P. 222–228.
10. Danyliuk V., Vyslobodska M., Salo H. Productivity of potatoes depending on fertilizer. *Visnyk Lviv. nats. ahrar. un-tu*. 2014. Issue 18. P. 174–177.
11. Ilchuk R. V. Influence of foliar feeding with Crystalons on potato yield. *Zb. nauk. prats In-tu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*. 2012. Issue 14. P. 64–67.
12. Kalenska S. M. Formation of potato productivity in the conditions of Transcarpathia. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriya: Ahronomiia*. 2012. Issue 176. P. 17–24.
13. Potatoes – cultivation, quality, safety / A. A. Bondarchuk et al. Kyiv : KYT, 2009. 232 p.
14. Klymenko T. V. Influence of fertilizer system on the formation of the

- листової поверхні картоплі. *Агрпромислове виробництво Полісся*. 2016. Вип. 9. С. 29–31.
15. Котвицький Б. Б. Системи удобрення картоплі в Західному Поліссі України. *Картоплярство України*. 2013. Вип. 1/2. С. 51–58.
16. Кравченко О. А., Шарапа М. Г. Агротехнічні прийоми вирощування високих урожаїв картоплі в зонах Полісся та Лісостепу України. *Картоплярство України*. 2010. Вип. 1/2 (18/19). С. 20–30.
17. Кризька М. А., Потапенко Л. В. Агрохімічна, агроекологічна та економічна оцінки різних систем удобрення при вирощуванні картоплі. *Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 21. С. 33–39.
18. Лekomтсева Е. В., Иванова Т. Е., Иванов И. Л. Удобрение картофеля. *Картофель и овощи*. 2015. Вып. 4. С. 34–35.
19. Лященко С. А. Технологічні прийоми удобрення картоплі в короткоротаційній сівозміні на супіщаних дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67 (II). С. 152–169.
20. Молоцький М. Я. Продуктивність картоплі за комплексного застосування добрив і регулятора росту рослин в умовах Центрального Лісостепу. *Картоплярство України*. 2009. Вип. 3/4 (16/17). С. 40–49.
21. Мороз І. Х., Кравченко О. А., Рожнятовський А. О. Технологічні прийоми виробництва картоплі. *Картоплярство : міжвід. темат. наук. зб.* 2011. Вип. 40. С. 165–176.
22. Оліфір Ю. М. Вплив різних видів органічних та органо-мінеральних добрив на урожайність і якість бульб картоплі та поживний режим ґрунту. *Картоплярство України*. 2012. № 1/2 (26/27). С. 23–27.
23. Пархуць І. Вплив рівня мінерального удобрення на урожайність та якість картоплі на темно-сірих опідзолених ґрунтах Володимир-Волинського району Волинської області. *index of the leaf surface area of potatoes. Ahropromyslove vyrobnytstvo Polissia*. 2016. Issue 9. P. 29–31.
15. Kotvytsky B. B. Potato fertilizer systems in western Polissia of Ukraine. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2013. Issue 1/2. P. 51–58.
16. Kravchenko O. A., Sharapa M. H. Agrotechnical methods of growing high yields of potatoes in the areas of Polissia and Forest-Steppe of Ukraine. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2010. Issue 1/2 (18/19). P. 20–30.
17. Kryzka M. A., Potapenko L. V. Agrochemical, agroecological and economic evaluation of different fertilizer systems in potato growing. *Nauk. pr. In-tu bioenerhet. kultur i tsukrovkykh buriakiv*. 2014. Issue 21. P. 33–39.
18. Lekomtseva E. V., Ivanova T. E., Ivanov I. L. Fertilization of potatoes. *Kartofel i ovoshhi*. 2015. Issue 4. P. 34–35.
19. Liashchenko S. A. Technological methods of potato fertilization in short-rotational crop rotation on sandy sod-podzolic soils of Ukrainian Polissia. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynhystvo*. 2020. Issue 67 (II). P. 152–169.
20. Molotsky M. Y. Productivity of potatoes with integrated application of fertilizers and plant growth regulator in the Central Forest-Steppe. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2009. Issue 3/4 (16/17). P. 40–49.
21. Moroz I. Kh., Kravchenko O. A., Rozhniatovskiy A. O. Technological methods of potato production. *Kartopliarstvo : mizhid. temat. nauk. zb.* 2011. Issue 40. P. 165–176.
22. Olifir Y. M. Influence of different types of organic and organo-mineral fertilizers on the yield and quality of potato tubers and soil nutrition. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2012. No. 1/2 (26/27). P. 23–27.
23. Parkhuts I. Influence of mineral fertilizer level on yield and quality of potatoes on dark gray podzolic soils of

Вісник Львів. нац. аграрного ун-ту. 2014. Вип. 18. С. 109–112.

24. Петренко А. М. Вплив удобрення за різних норм і способів унесення на врожайність бульб картоплі. *Вісник аграрної науки.* 2014. № 2. С. 72–74.

25. Підвищення урожайності бульб картоплі при застосуванні різних видів, норм та способів внесення мінеральних добрив / Л. Є. Кармазіна та ін. *Картоплярство* : міжвід. темат. наук. зб. 2010. Вип. 39. С. 171–181.

26. Сайдак Р. В. Формування врожайності картоплі за різних систем удобрення залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду. *Вісник аграрної науки.* 2014. № 3. С. 74–77.

27. Соколовська І. М. Формування фотосинтетичного потенціалу картоплі в складних умовах вегетації 2017 року. *Картоплярство* : міжвід. темат. наук. зб. 2019. Вип. 44. С. 143–150.

28. Черниченко І. І., Балашова Г. С., Черниченко О. О. Вплив метеорологічних факторів на урожай картоплі та способи пом'якшення їх негативної дії. *Матеріали Всеукр. наук-практ. інтернет-конф. «Адаптація землеробства до змін клімату – шлях підвищення ефективності функціонування сільського господарства».* Херсон, 2013. С. 74–76.

29. Черниченко І. І., Балашова Г. С., Черниченко О. О. Вплив метеоумов вегетаційного періоду на урожай картоплі на Півдні України при зрошенні. *Зрошуване землеробство.* 2015. Вип. 63. С. 41–44.

30. Яворов В. Залежність щільності ґрунту від способу використання угідь. *Техніка і технології АПК.* 2012. № 2 (29). С. 27–29.

31. Ярошко М. Вплив добрив на якість та врожай картоплі. *Вироб. журн.* 2012. № 4. С. 104–106.

Volodymyr-Volynskiy district of Volyn region. *Visnyk Lviv. nats. ahrarnoho un-tu.* 2014. Issue 18. P. 109–112.

24. Petrenko A. M. Influence of fertilizer at different rates and methods of application on the yield of potato tubers. *Visnyk ahrarnoi nauky.* 2014. No. 2. P. 72–74.

25. Increasing the yield of potato tubers when using different types, standards and methods of mineral fertilizers / L. Ye. Karmazina et al. *Kartopliarstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2010. Issue 39. P. 171–181.

26. Saidak R. V. Formation of potato yield under different fertilization systems depending on the hydrothermal conditions of the growing season. *Visnyk ahrarnoi nauky.* 2014. No. 3. P. 74–77.

27. Sokolovska I. M. Formation of photosynthetic potential of potatoes in difficult growing conditions of 2017. *Kartopliarstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2019. Issue 44. P. 143–150.

28. Chernychenko I. I., Balashova H. S., Chernychenko O. O. Influence of meteorological factors on potato yield and ways to mitigate their negative effects. *Vseukr. nauk-prakt. Internet-konf. "Adaptatsiia zemlerobstva do zmin klimatu – shliakh pidvyshchennia efektyvnosti funktsionuvannia silskoho hospodarstva"*. Kherson, 2013. P. 74–76.

29. Chernychenko I. I., Balashova H. S., Chernychenko O. O. Influence of meteorological conditions of the vegetation period on the potato harvest in the south of Ukraine under irrigation. *Zroshuvane zemlerobstvo.* 2015. Issue 63. P. 41–44.

30. Yavorov V. Dependence of soil density on the method of land use. *Tekhnika i tekhnolohii APK.* 2012. No. 2 (29). P. 27–29.

31. Yaroshko M. Influence of fertilizers on the quality and yield of potatoes. *Vyrob. zhurn.* 2012. No 4. P. 104–106.

Received 26.02.2021

DOI: 10.32636/01308521.2021-70-1-2

UDC 633.2

S. I. SMETANA, U. O. KOTIASH, L. M. BUHRYN, candidates of agricultural sci.

D. L. PUKALO, researcher

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Hrushevskoho street, 5, v. Obroshyne, Pustomytsi district, Lviv region,

81115, e-mail: sergijsmetana@gmail.com

FEED PRODUCTIVITY OF SOWED GRASSLANDS DEPENDING ON THE COMPOSITION OF GRASS MIXTURES AND FERTILIZERS

The development of animal husbandry depends on the quality of feed production. The aim of our research is to study the productivity of sown grasslands depending on the composition of grass mixtures, the formation of phytocenoses for haymaking. Field experiments were carried out in the feed production department on the experimental basis of the Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS (Western Forest-Steppe).

Of particular relevance is the study of species and varietal characteristics of perennial legumes and cereals, their response to agroecological conditions of cultivation and identification of basic patterns of formation of agrophytocenoses and development of effective methods of managing their productivity based on improving the species composition of grass mixtures, doses of fertilizers. biological nitrogen fixation in agrophytocenoses with legumes and cereals.

The experiments are based on gray forestal loamy soils. The results of research on the influence of the composition of grass mixtures, the frequency of mowing and mineral fertilizers on the formation of forage productivity of sown legumes and grasses are presented.

During the growing season of 2017–2018, the productivity of legume-cereal meadow grasslands turned out to be extremely diverse. The results of research have shown that the application of nitrogen fertilizers on the background of P₆₀K₉₀ and the use of grass when it reaches economic maturity, significantly affects the yields.

The application of a set of studied factors allowed to obtain the highest yields during the growing season, phytocenoses of orchard grass, perennial fenugreek, meadow thyme with clover and hybrid clover when applying fertilizers in the norm N₄₅₍₃₀₊₁₅₎ – 16.0 t/ha.

In the control version (without fertilizer) we collected 5.7–6.6 (by two-phase mowing) and 6.2–7.5 t/ha of feed units (by three-phase mowing). Phosphorus-potassium fertilizers in the norm P₆₀K₉₀ provided an increase in dry weight by 116–132%, the productivity of hay grass 116–121% of feed units compared to the

© Smetana S. I., Kotiash U. O.,
Buhryn L. M., Pukalo D. L., 2021

control. Application of nitrogen fertilizers at the rate of N_{30} on a phosphorus-potassium background ($P_{60}K_{90}$) provided an increase from 125 to 135 % t/ha of feed units.

Key words: seeds, mineral fertilizers, feed unit, yield, hay

Сметана С. І., Котяш У. О., Бугрин Л. М., Пукало Д. Л.

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

Кормова продуктивність сіяних травостоїв залежно від складу травосумішки та удобрення

Розвиток тваринництва залежний від якісного виробництва кормів. Метою наших досліджень є вивчення продуктивності сіяних травостоїв залежно від складу травосумішок, формування лучних фітоценозів сінокісного використання. Польові досліди проводили у відділі кормовиробництва на експериментальній базі Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (Лісостеп Західний).

Особливої актуальності набуває вивчення видових і сортових особливостей багаторічних бобових і злакових трав, їхньої реакції на агроecологічні умови вирощування, виявлення основних закономірностей формування агрофітоценозів й розроблення ефективних прийомів управління їхньою продуктивністю на основі удосконалення видового складу травосумішок, доз мінеральних добрив, режимів використання травостоїв та прийомів інтенсифікації біологічної азотфіксації в агрофітоценозах із бобовими і злаковими травами.

Досліди закладено на сірих лісових легкосуглинкових ґрунтах. Наведено результати досліджень з вивчення впливу складу травосумішок, кратності скошування та мінерального удобрення на формування кормової продуктивності сіяного бобово-злакового травостою.

За вегетаційний період 2017–2018 рр. продуктивність бобово-злакових лучних травостоїв виявилась надзвичайно строкатою. Результати досліджень показали, що внесення азотних добрив на фоні $P_{60}K_{90}$ і використання травостою при досягненні ним господарської стиглості значно впливає на одержання високих урожаїв.

Застосування комплексу досліджуваних факторів дало змогу одержати найвищу врожайність за вегетаційний період фітоценозів грядиці збірної, пажитниці багаторічної, тимофіївки лучної з конюшиною лучною та конюшиною гібридною при внесенні добрив у нормі $N_{45(30+15)}$ – 16,0 т/га.

У контрольному варіанті (без удобрення) зібрано від 5,7 до 6,6 (при двохукісному) і від 6,2 до 7,5 т/га кормових одиниць (при трьохукісному використанні). Фосфорно-калійні добрива в нормі $P_{60}K_{90}$ забезпечили приріст сухої маси на 116–132%, продуктивність сінокісного травостою – від 116 до 121% кормових одиниць порівняно з контролем. Внесення азотних добрив у нормі N_{30} на фосфорно-калійному фоні ($P_{60}K_{90}$) забезпечило приріст від 125 до 135% т/га кормових одиниць.

Ключові слова: насіння, мінеральні добрива, кормова одиниця, врожайність, сінокіс.

Introduction. The development of animal husbandry depends on the quality of feed production. In the structure of natural forage lands of Ukraine there are hayfields (agricultural lands that are systematically used for haymaking) and pastures (agricultural lands that are systematically used for grazing animals, as well as other land plots suitable for cattle grazing). They are unevenly distributed throughout the country in terms of area and conditions of their habitat, methods of use and production potential [1, 2, 5, 6, 13, 15].

Researches conducted in various countries around the world has shown that increasing the yield of crops by 2–3 times leads to an increase in energy consumption per unit of production by 10–50 times. In addition, the intensification of agriculture has caused processes that cause the loss of humus. Constantly increasing chemical load on the environment leads to ecological imbalance in agricultural landscapes, which in turn can have a negative impact on the deterioration of soil, water and crop products, and consequently, livestock products [8, 11, 12, 20, 21, 22].

Ukraine has a great variety of soil and climatic conditions. All this requires an appropriate set of perennial herbs.

In the Forest-Steppe of Ukraine meadow clover, hybrid clover, alfalfa, birdsfoot trefoil, sainfoin, orchard grass, bromus inermis, phalaris arundinacea, meadow fescue, perennial fenugreek, common couch grow well.

A very responsible link in the creation of highly productive legume-cereal grass mixtures is the right choice of herbs [7, 9, 14, 16, 18, 19].

It has been proven that properly selected legume-cereal grass mixtures will provide stable yields of highly nutritious fodder for many years and will be less dependent on adverse weather conditions. Herbaceous perennial legumes should be highly nutritious, productive for many years, contain all the necessary nutrients, vitamins, micro - and micronutrients in the optimal ratio. It is necessary to take into account the biological features of grasses, their yield, nutritional value, growth rate, durability, drought and winter hardiness, soil and climatic conditions of the region [10, 20, 23, 24, 29].

To create sown leguminous-cereal grass mixtures in the Polissia and Forest-Steppe zone, it is expedient to choose the following intensive species: from cereals – meadow and tall fescue, orchard grass, perennial fenugreek, high ryegrass, black bent, tall foxtail, meadow timothy, common couch, and from legumes – meadow clover, pink clover, birdsfoot trefoil, meadow vetchling, sainfoin, alfalfa [25, 26, 28, 30].

Rational use of fertilizers of biological and chemical origin promotes the transformation of nutrients in the soil, activation of growth processes in plants, increase the biological activity of soil microflora, and most importantly – increases the productivity of crops [22].

Sown meadow grasses with optimal fertilization and use can remain highly productive not only for 3–5 years, but 10 or more. After all, the biological potential of grasses and the ability to self-recover from spare buds of aboveground and underground shoots is still insufficiently studied.

However, to date, insufficient research has been conducted to increase the productivity of meadow agrophytocenoses, taking into account the soil and climatic characteristics of the regions. Reproduction of meadow lands has a multifunctional significance: landscape-forming, ecological: soil protection, water protection. The development of the fodder base of agricultural production is relevant in the Western Forest-Steppe, where natural and climatic conditions are most favorable for growing perennial grasses.

Materials and methods. Field experiments were conducted in the feed production department on the experimental basis of the Institute of Agriculture of the Carpathian region (Western Forest-Steppe). The experiments were performed on gray forest loamy soils with the following agrochemical parameters in the horizon 0–20 cm: pH – 5.1, humus content – 2.1% and low nitrogen content – 99.7, average content of mobile phosphorus 68.0. Three herbal mixtures were studied in the experiments: 1 – orchard grass, perennial fenugreek, meadow timothy, meadow clover, hybrid clover; 2 – orchard grass, perennial fenugreek, meadow timothy, meadow clover, birdsfoot trefoil; 3 – orchard grass, perennial fenugreek, meadow timothy, clover, hybrid clover, birdsfoot trefoil.

The research is carried out according to the method of the Institute of Forage UAAS [27]. The harvest accounting was carried out separately. Yield data were processed by the method of analysis of variance [17, 28]. Phenological observations were carried out in experiments on hayfields, indicating the phases of development of the main components of grass mixtures (DSTU 6017: 2008). The studies determined the yield of feed units and digestible protein in the feed.

The necessity of selection of perennial leguminous grasses and leguminous-cereal grass mixtures for elimination of protein deficiency, which has developed in fodder production systems, is substantiated [11, 22, 25, 30].

Results and discussion. Sowing of perennial legume-cereal mixtures was carried out on May 6, 2016. Restoration of vegetation of

perennial grasses of the current 2018 was noted at the end of the second decade of March. However, spring frosts and a sharp drop in temperature after short-term warming negatively affected the growth and development of perennial grasses. In particular, it should be noted double damage to the vegetative mass of clover and birdsfoot trefoil (burns) under the action of a sharp decrease in night temperature to $-4-7^{\circ}\text{C}$. Frequent fluctuations in temperature during the spring vegetation period of grasses negatively affected the interphase periods of development of both legumes and cereals components of phytocenoses, which led to their oblique ripeness only on June 7–10 (earring of fenugreek and budding-beginning of flowering legumes), almost on 12–15 days later than the data of long-term observations in the conditions of the Western Forest-Steppe.

On average, during the vegetation period of 2017–2018, the productivity of legume-grass meadow grasses turned out to be extremely diverse. As can be seen from table 1, on average during the growing season in the control without fertilizers by dual mowing, the yield of dry matter came in the smallest amount (11.8–11.2 t/ha), and with the introduction of phosphorus-potassium – increased by 1.4–2.4 t/ha. The application of mineral fertilizers in the dose of $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$ made it possible to obtain a slightly higher collection of dry matter in the first mowe (6.9–7.3 t/ha). As a rule, in the second mowe the productivity of grassland was lower than in the first, which is explained by insufficient rainfall and slightly higher than normal air temperature.

With an increase in the dose of nitrogen fertilizer in the norm of $\text{N}_{45(30+15)}$, the highest yields during the growing season were provided by phytocenoses of comfrey, fenugreek, meadow timothy with clover and hybrid clover (16.0 t/ha).

The results of research have shown that the applied nitrogen fertilizers on the background of $\text{P}_{60}\text{K}_{90}$ and the use of grass, when it reaches economic maturity, significantly affects the yields.

Despite the intensity of grass fertilization, the results show that in all cases, the highest percentage of feed came in the first mowing. Thus, with the three-phase use of meadow grass in the first mowe received 6.2–8.5 t/ha, and in subsequent mowes 4.0–4.5 and 2.9–3.2 t/ha, respectively.

1. Yield of dry mass of meadow phytocenoses (average for 2017–2018)

№	Fertilizer	First mowe		Second mowe		Third mowe		During the growing season
		t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha
2 mowe use								
1	control	6	50.6	5.8	49.4	–	–	11.8
	P ₆₀ K ₉₀	6.5	49.1	6.7	50.9	–	–	13.2
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	6.9	47.4	7.6	52.6	–	–	14.5
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	7.6	47.7	8.4	52.3			16.0
2	control	6	53.3	5.2	46.7	–	–	11.2
	P ₆₀ K ₉₀	7.0	51.6	6.6	48.4	–	–	13.6
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	7.3	48.2	7.8	51.8	–	–	15.1
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	8.1	50.3	8.1	49.7	–	–	16.2
3	control	5.1	50.2	5.1	49.8	–	–	10.2
	P ₆₀ K ₉₀	6.8	54.2	5.8	45.8	–	–	12.6
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	7.6	56.5	5.9	43.5	–	–	13.5
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	8.1	54.5	6.7	45.5	–	–	14.8
3 mowe use								
1	control	6.2	44.7	6.0	43.6	1.6	11.7	13.8
	P ₆₀ K ₉₀	6.6	42.9	6.8	44.1	2.1	13.0	15.5
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	7.4	46.2	6.7	41.8	1.9	12.0	16
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	6.8	41.0	7.3	43.4	2.6	15.6	16.7
2	control	5.6	44.3	5.0	39.2	2.1	5	12.7
	P ₆₀ K ₉₀	7.1	44.3	6.7	42.4	2.1	3	15.9
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	7.4	46.6	6.3	39.4	2.3	14.0	16
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	7.8	46.3	6.8	40.1	2.3	13.6	16.9
3	control	5.2	46.4	4.05	36.2	1.95	17.4	11.2
	P ₆₀ K ₉₀	7.2	49.8	5.1	34.7	2.2	15.5	14.55
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	7.6	49.3	5.1	32.9	2.8	8	15.5
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	8.1	48.8	6.0	35.9	2.6	15.3	16.7

According to Table 2, the highest dry matter yield (11.1–11.4 t/ha) was provided by the first and second grass mixtures with $N_{45}P_{60}K_{90}$ fertilizer, which amounted to 8.8 and 9.4 t/ha of fodder units, respectively.

2. Productivity of legume-cereal phytocenoses, average for 2017 – 2018

№	Fertilizers	Yield of 1 ha, t		Increase to control, %	
		dry weight	feed units	dry weight	feed units
2 mowe use					
1	control	7.9	6.6	–	–
	$P_{60}K_{90}$	9.2	7.7	116	116
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	9.8	8.2	124	125
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	11.1	8.8	140	133
2	control	7.9	6.4	–	–
	$P_{60}K_{90}$	9.6	7.9	121	123
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	10.5	8.7	133	135
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	11.4	9.4	144	146
3	control	6.9	5.7	–	–
	$P_{60}K_{90}$	9.1	7.6	132	133
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	9.7	8.5	140	149
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	10.7	8.8	155	154
3 mowe use					
1	control	7.8	7.5	–	–
	$P_{60}K_{90}$	9.1	8.8	117	117
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	9.7	9.5	124	126
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	9.8	9.6	125	128
2	control	7.6	7.3	–	–
	$P_{60}K_{90}$	9.5	8.9	125	122
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	9.7	9.6	127	131
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	10.5	10.2	138	139
3	control	6.2	6.2	–	–
	$P_{60}K_{90}$	8.8	8.3	142	133
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	9.4	8.9	152	143
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	10.4	9.5	168	153

In the control version (without fertilizer) collected 5.7–6.6 (by two-mowe use) and 6.2–7.5 t/ha (by three-mowe use) of feed units. Phosphorus-potassium fertilizers in the norm $P_{60}K_{90}$ provided an increase in dry weight by 116–132%, the yield of hay grass from 116 to 121% of feed units compared to the control. Application of nitrogen fertilizers at the rate of N_{30}

on a phosphorus-potassium background ($P_{60}K_{90}$) provided an increase in yield from 125 to 135% t/ha of feed units.

Conclusions. The application of a set of studied factors allowed to obtain the highest yields during the growing season, phytocenoses of orchard grass, perennial fenugreek, meadow thyme with clover and hybrid clover when applying fertilizers $N_{45(30+15)} - 16.0$ t/ha.

In the control version (without fertilizer) collected 5.7–6.6 (by two-mowe use) and 6.2–7.5 t/ha (by three-mowe use) of feed units. Phosphorus-potassium fertilizers in the norm $P_{60}K_{90}$ provided an increase in dry weight by 116–132%, the yield of hay grass from 116 to 121% of feed units compared to the control. Application of nitrogen fertilizers at the rate of N_{30} on a phosphorus-potassium background ($P_{60}K_{90}$) provided an increase in yield from 125 to 135% t/ha of feed units.

Список використаної літератури

1. Агроекобіологічні основи створення та використання лучних фітоценозів / М. Т. Ярмолюк та ін. Львів, 2013. 304 с.
2. Бабич А. О. Кормові і білкові ресурси світу. Київ, 1995. 298 с.
3. Бабич А. О. Проблема кормового білка і шляхи її вирішення в регіонах. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2001. Вип. 43 (I). С. 11–15.
4. Бегей С. С. Вплив удобрення і режимів використання на продуктивність травостоїв у Передкарпатті. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2013. Вип. 55 (II). С. 8–14.
5. Бобылев В. С. Факторы, влияющие на подбор компонентов травосмеси многолетних трав. *Вестник Курской гос. с.-х. акад.* 2012. № 9. С. 41–42.
6. Боговін А. В. Вимоги до добору видів трав і травосумішей для створення сіяних лук різного господарського використання. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2009. Вип. 3. С. 112–120.
7. Боговін А. В., Пташник М. М., Оксимець О. Л. Вплив способів відновлення лукопасовищних травостоїв на їхню продуктивність і якість корму.

References

1. Agroecobiological bases of creation and use of meadow phytocenoses / M. T. Yarmoliuk et al. Lviv, 2013. 304 p.
2. Babych A. O. World's resources of feed and protein. Kyiv, 1995. 298 p.
3. Babych A. O. The problem of feed protein and ways to solve it in the regions. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2001. Issue 43 (I). P. 11–15.
4. Behey S. S. Effect of fertilizer and use regimes on the productivity of grasslands in Precarpathians. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2013. Issue 55 (II). P. 8–14.
5. Bobylev V. S. Factors influencing the selection of components of a mixture of perennial grasses. *Vestnik Kurskoy gos. sel'skhozjajstvennoj akademii*. 2012. No. 9. P. 41–42.
6. Bohovin A. V. Requirements for the selection of types of herbs and grass mixtures for the creation of sown meadows for various economic uses. *Zb. nauk. pr. NNTS «Instytut zemlerobstva UAAH»*. 2009. Issue 3. P. 112–120.
7. Bohovin A. V., Ptashnyk M. M., Oksymets O. L. Influence of methods of restoration of meadow grasslands on their productivity and forage quality. *Zb. nauk.*

- 3б. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2014. Вип. 4. С. 123–130.
8. Боговін А. В., Слюсар І. Т., Царенко В. К. Трав'янисті біогеоценози, їх поліпшення та раціональне використання. Київ : Аграрна наука, 2005. 360 с.
9. Борщенко В. В. Управління випасом та економічна ефективність використання природних пасовищ на Північному Поліссі України. *Наук.-техн. бюлетень* / Ін-т тваринництва. 2013. № 109. Ч. 2. С. 20–33.
10. Ботанічний склад травостою залежно від обробітків ґрунту та удобрення / Я. І. Машчак та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2010. Вип. 52 (I). С. 70–79.
11. Векленко Ю. А., Підпалій І. Ф. Сучасний стан та перспективи розвитку виробництва кормів в Україні. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 2. С. 45–52.
12. Вплив удобрення на продуктивність бобово-злакової травосумішки / В. О. Оліфірович та ін. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 48–53.
13. Гаврилюк М. М., Кургак В. Г. Сучасні напрями досліджень у лувківництві. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 8. С. 14–18.
14. Гетман Н. Я., Квітко Г. П. Агробіологічне обґрунтування ресурсоощадних технологій вирощування фітоценозів багаторічних та однорічних кормових культур у польовому кормовиробництві. *Вісник аграрної науки*. 2013. Спец. вип. С. 44–48.
15. Демидась Г. І., Демцюра Ю. В. Кормова продуктивність бобово-злакових травосумішок залежно від видового складу та способу створення травостою. *Зб. наук. пр. ВНАУ*. 2011. № 9 (49). С. 95–101.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов пр. NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN». 2014. Issue 4. P. 123–130.
8. Bohovin A. V., Sliusar I. T., Tsarenko V. K. Herbaceous biogeocenoses, their improvement and rational use. Kyiv : Ahrarna nauka, 2005. 360 p.
9. Borshchenko V. V. Grazing management and economic efficiency of natural pastures use in the Northern Polissia of Ukraine. *Naukovo-tehnichniy biuleten* / Instytut tvarynnytstva. 2013. No. 109, part 2. P. 20–33.
10. Botanical composition of grassland depending from soil cultivation and fertilizing / Ya. I. Mashchak et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2010. Issue 52 (I). P. 70–79.
11. Veklenko Yu. A., Pidpalyi I. F. Current state and prospects of feed production development in Ukraine. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2015. No. 2. P. 45–52.
12. The effect of fertilizer on the productivity of legumes and cereals / V. O. Olifirovych et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No. 11. P. 48–53.
13. Havryliuk M. M., Kurhak V. H. Modern directions of research in meadow farming. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2010. No. 8. P. 14–18.
14. Hetman N. Ya., Kvitko H. P. Agrobiological substantiation of resource-saving technologies for growing of perennial and annual fodder crops phytocenoses in field fodder production. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2013. Special issue. P. 44–48.
15. Demydas H. I., Demtsiura Yu. V. Forage productivity of leguminous-cereal grass mixtures depending on the species composition and method of grass production. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*. 2011. No. 9 (49). P. 95–101.
16. Dosphehov B. A. Methodology of field experiment (with basics of statistical processing of research results). 5th ed. Moscow, 1985. 351 p.

исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва, 1985. 351 с.

17. Квітко Г. П., Ткачук О. П., Гетман Н. Я. Багаторічні бобові трави – основа природної інтенсифікації кормовиробництва та поліпшення родючості ґрунту в Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 113–117.

18. Козяр О. М. Підбір одновидових і змішаних посівів багаторічних трав для створення високопродуктивних сіножатей в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наук. вісник Нац. аграрного ун-ту*. 2002. № 48. С. 216.

19. Крамаренко М. В. Влияние динамики содержания бобовых трав в урожайной массе на продуктивность многолетних бобово-злаковых травосмесей длительного использования. *Известия ОГАУ*. 2015. № 3 (53). С. 61–62.

20. Луквівництво / П. С. Макаренко, Г. І. Демидась, О. М. Козяр. Київ : Нора-прінт, 2002. 394 с.

21. Методика польового досліду (зрошуване землеробство) : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Грінь Д. С., 2018. 448 с.

22. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / УААН, Інститут кормів УААН ; під ред. А. О. Бабича. Вінниця, 1994. 88 с.

23. Мойсієнко В. В. Наукове обґрунтування шляхів підвищення кормової продуктивності та довголіття багаторічних травостоїв. *Вісник ЖНАЕУ*. 2011. № 1. Т. 1. С. 35–57.

24. Наукові та технологічні основи органічного луквівництва / В. Г. Кургак та ін. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 11. С. 28–33.

25. Петриченко В. Ф., Гетман Н. Я. Фактори підвищення ефективності агрофітоценозів багаторічних бобових трав в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 84. С. 3–10.

17. Kvitko H. P., Tkachuk O. P., Hetman N. Ya. Perennial legumes as the basis of natural intensification of feed production and improvement of soil fertility in the Forest-Steppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2012. Issue 73. P. 113–117.

18. Koziar O. M. Selection of single-species and mixed crops of perennial grasses to create highly productive hayfields in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Naukovi visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2002. No. 48. P. 216.

19. Kramarenko M. V. Influence of the dynamics of the content of leguminous grasses in the yield mass on the productivity of perennial legume-cereal grass mixtures of long-term use. *Izvestiya OGAU*. 2015. No. 3 (53). P. 61–62.

20. Meadow cultivation / P. S. Makarenko, H. I. Demydas, O. M. Koziar. Kyiv : Nora-print, 2002. 394 p.

21. Methods of field experiment (irrigated agriculture) : navch. posib. / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Hrin D. S., 2018. 448 p.

22. Methods of conducting experiments on feed production / UAAAN, Instytut kormiv UAAN ; pid red. A. O. Babycha. Vinnytsia, 1994. 88 p.

23. Moisienko V. V. Scientific substantiation of ways to increase fodder productivity and longevity of perennial grasses. *Visnyk ZhNAEU*. 2011. No. 1. Vol. 1. P. 35–57.

24. Scientific and technological bases of organic meadow farming / V. H. Kurhak et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2019. No. 11. P. 28–33.

25. Petrychenko V. F., Hetman N. Ya. Factors for increasing the efficiency of agrophytocoenoses of perennial legumes in the Right-bank Forest-Steppe. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2017. Issue 84. P. 3–10.

26. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В., Векленко Ю. А. Сталий розвиток лукопасовищного кормовиробництва в умовах змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 6. С. 25–32.
27. Роль бобових культур в совершенствовании полевого травосеяния / Ю. К. Новоселов и др. *Кормопроизводство*. 2010. № 7. С. 19–22.
28. Стан і перспективи розвитку молочного скотарства України / М. І. Башченко та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 54. С. 6–14.
29. Теорія і практика луківництва / Я. І. Машчак та ін. Дрогобич, 2011. 372 с.
30. Цимбал С. Я., Кушук М. А. Роль багаторічних бобових трав у поліпшенні кормових угідь. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 1. С. 131–139.
26. Petrychenko V. F., Kornii chuk O. V., Veklenko Yu. A. Sustainable development of pasture fodder production in the conditions of climate change. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No. 6. P. 25–32.
27. The role of legumes in improving field grass cultivation / Yu. K. Novoselov et al. *Kormoproizvodstvo*. 2010. No. 7. P. 19–22.
28. The state and prospects for the development of dairy farming in Ukraine / M. I. Bashchenko et al. *Rozvedennya i henetyka tvaryn*. 2017. Issue 54. P. 6–14.
29. Theory and practice of meadow farming / Ya. I. Mashchak et al. Drohobych, 2011. 372 p.
30. Tsymbal S. Ya., Kushhuk M. A. The role of perennial legumes in the improvement of forage lands. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2018. Issue 1. P. 131–139.

Received 25.03.2021

DOI: 10.32636/01308521.2021-70-1-3

УДК 631.51:631.423

С. С. БЕГЕЙ, кандидат сільськогосподарських наук

Н. В. КАРАСЕВИЧ, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: begey100357@gmail.com

ВПЛИВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЙОГО ЩІЛЬНІСТЬ ТА ВОЛОГІСТЬ У ПОСІВАХ ЖИТА ОЗИМОГО НА СХИЛОВИХ ЗЕМЛЯХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ

Ґрунтовий покрив Передкарпаття представлений здебільшого дерново-підзолистими поверхнево оглеєними ґрунтами. Ці ґрунти малородючі через несприятливі фізико-хімічні властивості при відносному багатстві валових форм поживних речовин. Тому необхідно розробляти агротехнічні заходи, які спрямовані на поліпшення аерації, теплового режиму й послаблюють негативний вплив надмірного зволоження, а в критичні періоди покращують забезпечення вологою.

Одним з основних заходів, спрямованих на поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту та його родючості, є впровадження раціональної системи обробітку ґрунту, зокрема основного обробітку.

Метою досліджень було встановлення зміни агрофізичних властивостей (щільності складення, вологості й загальної пористості) ґрунту залежно від різноглибинних способів основного обробітку і їхнього впливу на врожайність жита озимого в умовах Передкарпаття.

Встановлено, що виконання оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см забезпечило зменшення щільності ґрунту на 0,01–0,04 г/см³, що позитивно впливало на ріст і розвиток озимого жита.

Оранка з розпушуванням підорного шару ґрунту сприяла кращому нагромадженню і збереженню вологи порівняно з іншими варіантами. Так, у варіанті з оранкою на 20–22 см запаси продуктивної вологи були вищими на 2,6–7,9%, а у варіанті з мілкою оранкою (на 12–14 см) – на 2,6–7,0%. Одна з причин цього явища полягає в тому, що загальна пористість ґрунту після оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см вища порівняно з іншими варіантами. Так, загальна пористість на 0,1–1,2% і повітряємність ґрунту на 0,2–1,1% на початок весняної вегетації і на 0,1–0,8% та 0,2–1,7% відповідно перед збиранням були вищі після оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см порівняно з полицевою (20–22 см) та мілкою (14–16 см) оранками.

© Бегей С. С., Карасевич Н. В., 2021

Застосування оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см забезпечило зростання врожайності озимого жита порівняно зі звичайною оранкою (20–22 см) на 1,2%, а з мілкою (14–16 см) – на 4,3%, причому внесення мінеральних добрив підвищило ефективність цього агрозаходу на 5,3–11,1%.

Вищу на 17,8–17,2% рентабельність забезпечує оранка на 20–22 см із розпушуванням підорного шару ґрунту на 12–14 см у варіантах з удобренням порівняно з такими ж варіантами, де застосовували мілку оранку (14–16 см) та оранку на 20–22 см.

Ключові слова: обробіток, агрофізичні властивості ґрунту, об'ємна маса, вологість, пористість, урожайність.

Stepan Begei, Nataliia Karasevych

Institute of Agriculture of the Carpathian Region NAAS

Influence of main soil treatment on its density and humidity in winter rye crops on the slope lands of the Precarpathia

The soil cover of Precarpathia is represented mainly by sod-podzolic surface-gleyed soils. These soils have low fertility due to unfavorable physicochemical properties with a relative richness of gross forms of nutrients. In this regard, it is necessary to develop agronomic measures aimed at improving aeration, heat supply, reducing harmful effects of excessive moisture, and in critical periods improve moisture supply.

One of the main measures aimed at improving the agrophysical properties of the soil and its fertility is the introduction of a rational system of tillage, in which a significant place is given to the main tillage.

The aim of the research was to establish changes in agrophysical properties (composition density, moisture and total porosity) of soil depending on different depths of the main tillage methods and their influence on winter rye yield in the Precarpathia conditions.

It was found that plowing 20–22 cm in depth with loosening of the subsoil layer by 12–14 cm provided a decrease in the bulk density of the soil by 0.01–0.04 g/cm³, which had a positive effect on the growth and development of winter rye.

Plowing with loosening of the subsoil layer of the soil contributed to better accumulation and retention of moisture compared to other options. Thus, in comparison with the options for conventional plowing (20–22 cm), the reserves of productive moisture were higher by 2.6–7.9%, and for the options where shallow plowing was carried out (12–14 cm) by 2.6–7.0%. One of the reasons for this phenomenon is that the total porosity is higher compared to other options.

Higher total porosity (by 0.1–1.2%) and air capacity of the soil (by 0.2–1.1%) at the beginning of spring vegetation and by 0.1–0.8% and 0.2–1.7%, respectively, before harvesting was obtained by plowing 20–22 cm with loosening of the subsoil layer by 12–14 cm in comparison with shelf plowing (20–22 cm) and shallow plowing (14–16 cm).

Carrying out plowing on 20–22 cm with loosening of a subsoil layer on 12–14 cm provided increase in productivity of winter rye in comparison with usual plowing (20–22 cm) on 1.2%, and with shallow (14–16 cm) on 4.3%, and the application of mineral fertilizers increased the efficiency of this agricultural measure by 5.3–11.1%.

Carrying out plowing on 20–22 cm with loosening of a subsoil layer of soil on 12–14 cm provides on fertilized variants higher by 17.8–17.2% profitability in comparison with the same variants where shallow plowing (14–16 cm) and plowing was carried out. at 20–22 cm.

Key words: tillage, agrophysical properties of soil, bulk density, moisture, porosity, yield.

Вступ. Раціональний механічний обробіток ґрунту відіграє важливу роль у регулюванні ґрунтових умов життя рослин [1, 11, 14, 31, 33, 39]. Від його якості залежить ефективність багатьох агротехнічних заходів (удобрення, урожайність тощо). Основною ланкою в системі механічного обробітку ґрунту як складової технологічного циклу з вирощування сільськогосподарських культур є основний обробіток ґрунту, тобто дія ґрунтообробними знаряддями на глибину орного шару чи глибше з метою надання ґрунту оптимальних параметрів для росту рослин. Обробіток сам по собі не додає чогось у ґрунт, однак він впливає на співвідношення твердої, рідкої та газоподібних фаз ґрунтової системи, на різносторонні фізико-хімічні й біологічні процеси, тобто відіграє роль основного фактора, створюючи фізичні умови родючості ґрунту, і є одним з основних способів боротьби з бур'янами, хворобами і шкідниками сільськогосподарських культур [6, 19, 24, 25, 32].

Однак зниження ступеня інтенсивності шляхом необґрунтованої заміни плужного обробітку безвідвальними способами, зменшення його глибини не завжди є виправданими з огляду як на рівень продуктивності культур, так і на екологічну рівновагу в ґрунті. Науковими дослідженнями доведено (В. Сайко, А. Малієнко, 2009; О. Качмар та ін., 2013; Я. Цвей та ін. 2014; S. Grynyuk, 2019, та ін.), що в системах обробітку ґрунту мають раціонально поєднуватись різноглибинні полицеві оранки й поверхневі безполицеві операції.

ґрунтовий покрив Передкарпаття представлений здебільшого дерново-підзолистими поверхнево оглеєними ґрунтами. Основним фактором, що обмежує їхню родючість, є оглеєння верхніх горизонтів ґрунту, викликане застоєм атмосферних опадів над щільним ілювіальним горизонтом, що негативно впливає на ріст і розвиток рослин. Крім того, вони малоструктурні, мають низьку аерацію і

водопроникність. Тому розроблення агротехнічних заходів, які спрямовані на поліпшення аерації, теплового режиму й послаблюють негативний вплив надмірного зволоження, а в критичні періоди покращують забезпечення вологою, є актуальним.

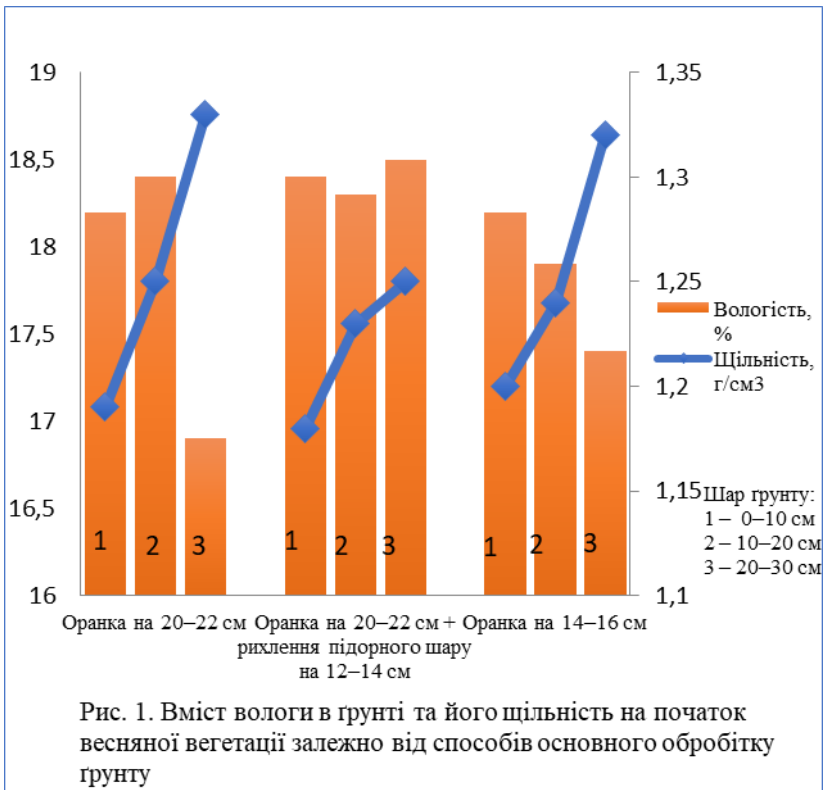
Метою досліджень було встановлення зміни агрофізичних властивостей (щільності складення й загальної пористості) ґрунту залежно від різноглибинних способів основного обробітку і їхнього впливу на врожайність жита озимого в умовах Передкарпаття.

Матеріали і методи. Дослідження проводили на дерново-підзолистому поверхнево оглеєному ґрунті зі схилом 1–3° в короткоротаційній зерновій сівозміні: 1) озиме жито; 2) овес + горох; 3) озимий ріпак; 4) кормові боби. Об'єктом досліджень було обрано агроценоз жита озимого (сорт Ант). Предмет досліджень – різноглибинні обробітки ґрунту, урожайність жита озимого. Агрофізичні властивості визначали за такими методиками. Щільність складення – методом ріжучого кільця пошарово через кожні 10 см до глибини 30 см (ДСТУ ISO 11272–2001) [28]. Загальну пористість обчислювали співвідношенням щільності складення ґрунту й щільності твердої фази, польову вологість – термоваговим методом, Зразки ґрунту відбирали через 10 см на глибину 30 см (ДСТУ ISO 11465:2001) [28] при відновленні вегетації (весною) та перед збиранням жита озимого.

Основний обробіток ґрунту: оранку проводили плугом ПЛН-3-35, оранку з розпушуванням підорного шару – плугом із ґрунтопоглиблювачами, дискування – БДТ-3,0. Інші операції – загальноприйняті для умов Передкарпаття.

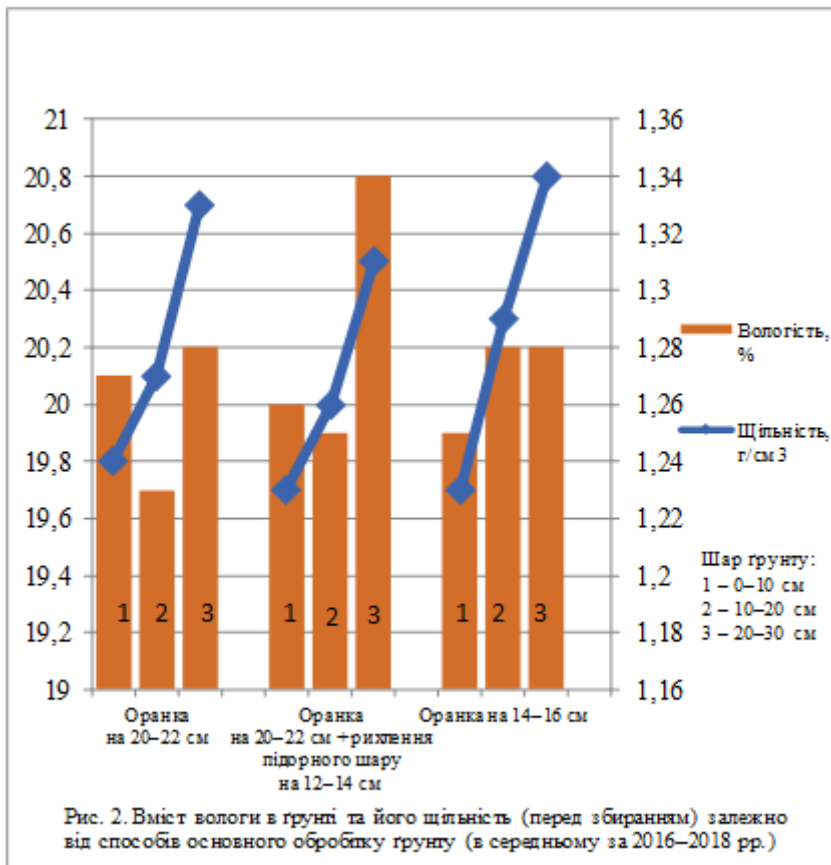
Результати та обговорення. На врожайність рослин великий вплив мають водно-фізичні властивості ґрунту, у формуванні яких значна роль належить основному обробітку [3, 5, 29, 30, 38].

Дані наших досліджень виявили певну залежність водно-фізичних властивостей ґрунту від способів основного обробітку. Вода належить до найбільш істотних біофізичних факторів, що відіграють величезну роль у формуванні врожаю культур та ґрунтової родючості. Аналіз вмісту вологи в ґрунті в період відновлення весняної вегетації засвідчив, що застосування обробітку сприяло накопиченню вологи саме в тих шарах, на які були спрямовані заходи механічного обробітку (рис. 1).



Проведені дослідження підтвердили, що заходи обробітку ґрунту розпушували верхні шари, що сприяло утворенню значної кількості вільного простору між ґрунтовими агрегатами. У свою чергу, наявність вільного простору між ґрунтовими часточками сприяла накопиченню вологи, яка надходила з атмосферними опадами. Так, у період відновлення весняної вегетації у шарі ґрунту 0–10 см у варіантах, де проводилася різноглибинна оранка (оранка на 20–22 см, оранка на 20–22 см + рихлення підорного шару на 12–14 см, оранка на 14–16 см), вологість ґрунту становила 18,2–18,6%, у шарі 10–20 см – 17,5–19,1%, у шарі ґрунту 20–30 см – 16,9–18,6% і була вищою у варіанті, де проводилася оранка на 20–22 см + рихлення підорного шару на 12–14 см. Отже, проведення звичайної (на 20–22 см) та мілкої

(на 12–14 см) оранок порівняно з оранкою на 20–22 см + рихлення підорного шару на 12–14 см призводить до непродуктивних втрат гравітаційної вологи. Подібну закономірність відмічено й перед збиранням урожаю (рис. 2).



Умови формування врожайності сільськогосподарських культур оцінюють за кількістю вологи, яка доступна й використовується рослинами, її називають продуктивною вологою [7, 9, 16]. На створення 1 ц зерна жито витрачає 6–8 мм запасів продуктивної вологи. В наших дослідженнях після проведення різноглибинних обробітків запас продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–30 см на початок весняної вегетації становив 34,2–36,9 мм. Зокрема, у

варіантах, де проводилася оранка на 20–22 см, – 34,2–35,1 мм, у варіантах з оранкою на 20–22 см + розпушування підорного шару на 12–14 см – 35,7–36,9 мм і у варіантах, де застосовувалась мілка оранка (на 14–16 см), – 34,5–35,1 мм, а перед збиранням урожаю – 49,4–49,6; 50,1–50,7 та 50,4–50,8 мм відповідно.

Отже, оранка з розпушуванням підорного шару ґрунту сприяла кращому нагромадженню і збереженню вологи, ніж інші варіанти. Так, порівняно з варіантами з проведенням звичайної оранки (на 20–22 см) запаси продуктивної вологи були вищими на 2,6–7,9%, а з варіантами, де проводилась мілка оранка (на 12–14 см), – на 2,6–7,0%. Одна з причин цього явища полягає в тому, що загальна пористість вища, ніж в інших варіантах (табл. 1).

1. Вплив способів обробітку та норм удобрення на загальну пористість та повітроємність ґрунту під озимим житом (0–30 см), % (в середньому за 2016–2018 рр.)

№	Варіант		Початок весняної вегетації		Перед збиранням	
	Обробіток	Норми удобрення	Загальна пористість	Повітроємність	Загальна пористість	Повітроємність
1	Оранка на 20–22 см	Без добрив	55,4	42,5	51,6	26,4
2		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	55,5	41,8	51,6	26,6
3		N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	55,8	42,2	51,6	26,6
4	Оранка на 20–22 см + рихлення підорного шару на 12–14 см	Без добрив	56,6	43,6	51,9	27,0
5		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	56,0	42,6	51,7	26,2
6		N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	55,6	41,8	51,9	26,4
7	Оранка на 14–16 см	Без добрив	55,6	43,0	51,1	25,3
8		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	55,6	42,4	51,2	26,2
9		N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	55,0	41,9	51,2	25,7

Об'ємна маса є основною агрономічною характеристикою ґрунту, яка відображає його будову, водно-фізичні властивості й

біологічну активність [12, 35, 36]. Попри досить тривалий період від проведення основного обробітку восени до початку весняного відновлення вегетації, впродовж якого ґрунт самоущільнюється, різниця в показниках щільності орного шару у варіантах досліду була досить помітною. В наших дослідженнях щільність у шарі ґрунту 0–30 см (на початок весняної вегетації) у варіантах, де проводилась звичайна оранка (20–22 см), становила 1,25–1,26 г/см³, у варіантах із рихленням підорного шару – 1,22–1,23 г/см³ і у варіантах із мілкою оранкою (14–16 см) – 1,25 г/см³. Перед збиранням – 1,28, 1,26–1,27 і 1,28–1,29 г/см³ відповідно. Як і на початок весняної вегетації, так і перед збиранням урожаю нижчу щільність ґрунту (на 0,01–0,04 г/см³) відмічено у варіантах, де проводилося рихлення підорного шару ґрунту (табл. 2).

2. Щільність ґрунту під озимим житом залежно від способів основного обробітку та норм удобрення (в середньому за 2016–2018 рр.)

№	Варіант		Шар ґрунту, см	Оранка на 20–22 см	Оранка на 20–22 см + рихлення підорного шару на 12–14 см	Оранка на 14–16 см
	Обробіток	Норми удобрення				
1	2	3	4	5	6	7
1	Початок весняної вегетації	Без добрив	0–10	1,19	1,18	1,20
2			10–20	1,25	1,23	1,24
3			20–30	1,33	1,25	1,32
4		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0–10	1,18	1,18	1,19
5			10–20	1,26	1,24	1,24
6			20–30	1,32	1,26	1,31
7		N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0–10	1,18	1,19	1,19
8			10–20	1,25	1,23	1,25
9			20–30	1,31	1,25	1,31

1	2	3	4	5	6	7
10	Перед збиранням	Без добрив	0–10	1,24	1,23	1,23
11			10–20	1,27	1,26	1,29
12			20–30	1,33	1,31	1,34
13		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0–10	1,23	1,23	1,23
14			10–20	1,28	1,26	1,28
15			20–30	1,33	1,30	1,34
16		N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0–10	1,23	1,23	1,23
17			10–20	1,28	1,26	1,28
18			20–30	1,32	1,30	1,34

Отже, проведення оранки на 20–22 см з рихленням підорного шару на 12–14 см забезпечило зниження об'ємної маси ґрунту на 0,01–0,04 г/см³, що позитивно вплинуло на ріст і розвиток озимого жита.

Поряд з об'ємною масою ґрунту важливими агрофізичними показниками є пористість та повітроємність, необхідні для нормальної діяльності мікроорганізмів, росту й розвитку кореневої системи рослин і накопичення вологи в ґрунті [13, 22, 26, 37]. Сумарна кількість проміжків (капілярних і некапілярних) становить загальну пористість ґрунту. Найбільш відомі оцінки якості порового простору запропоновано Н. А. Качинським [10] і О. Г. Дояренко [7]. Згідно зі шкалою Н. А. Качинського, якість орного шару ґрунту є найкращою, якщо він має загальну пористість 65–55%, задовільною – 55–50%, незадовільною – менше 50%. Вважається, що оптимальні умови аерації мінеральних ґрунтів забезпечуються при вмісті ґрунтового повітря на рівні 20–40%. При падінні повітроємності нижче 15% газообмін між атмосферою і ґрунтом розглядається як незадовільний [4]. Вищу загальну пористість (на 2,2%) і повітроємність ґрунту (на 2,6%) на початок весняної вегетації і на 1,6 та 10,7% відповідно перед збиранням отримано при проведенні оранки на 20–22 см з рихленням підорного шару на 12–14 см порівняно з полицевою (20–22 см) та мілкою (14–16 см) оранками.

Внесення мінеральних добрив не мало істотного впливу на повітряні властивості ґрунту. Так, після оранки на 20–22 см на початок весняної вегетації загальна пористість у шарі ґрунту 0–30 см у варіанті без добрив становила 55,4%, при внесенні N₆₀P₆₀K₆₀ – 55,5%, N₉₀P₉₀K₉₀ – 55,8%, повітроємність – 42,5; 41,8 та 42,2%. При проведенні оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см у варіанті без добрив загальна пористість була 56,6%, при внесенні N₆₀P₆₀K₆₀ –

56,0%, $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 55,6%, повітроємність – 43,6; 42,6 та 41,8%; при оранці на 14–16 см загальна пористість становила 55,6; 55,6 та 55,0%, повітроємність – 43,0; 42,4 та 41,9% відповідно. Перед збиранням урожаю також не відмічено значного впливу норм добрив на загальну пористість та повітроємність ґрунту.

Отже, на загальну пористість і повітроємність ґрунту (в шарі 0–30 см) значний вплив мали способи основного обробітку, впливу норм удобрення не відмічено. Вищу загальну пористість на 2,2% і повітроємність ґрунту на 2,6% на початок весняної вегетації та на 1,6 і 10,7% перед збиранням забезпечила оранка на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см.

Приріст урожайності становив від проведення оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару ґрунту на 12–14 см у варіантах без добрив 1,2–4,3%, при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 5,3–8,6%, а зі збільшенням норм удобрення до $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 6,9–11,1% порівняно з іншими варіантами обробітку ґрунту.

Отже, в середньому за три роки досліджень проведення оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см забезпечувало підвищення врожайності озимого жита порівняно із звичайною оранкою (20–22 см) на 1,2%, а з мілкою (14–16 см) – на 4,3%, причому внесення мінеральних добрив збільшувало ефективність цього агрозаходу на 5,3–11,1%.

Аналіз економічної ефективності вирощування озимого жита на зерно засвідчив, що вищий рівень рентабельності отримано у варіантах, де проводили оранку на 20–22 см з рихленням підорного шару ґрунту на 12–14 см. Отже, проведення оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару ґрунту на 12–14 см забезпечує в удобрених варіантах вищу на 17,8–17,2% рентабельність порівняно з такими ж варіантами, де проводили мілку оранку (14–16 см) й оранку на 20–22 см.

Енергетична оцінка вирощування сільськогосподарських культур є стабільним показником і передбачає визначення співвідношення певної кількості енергії, вираженої рівнем їхньої врожайності, та сукупних витрат енергії на виробництво цього врожаю [2, 15, 21]. Енергетичний аналіз запропонованих способів основного обробітку ґрунту свідчить, що більш ефективним є проведення оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару ґрунту на 12–14 см порівняно з оранкою на 20–22 см і мілкою оранкою (14–16 см). Так, вищий енергетичний еквівалент на 3,8–7,2% порівняно зі звичайною оранкою і на 3,2–14,3% порівняно з мілкою (14–16 см) забезпечила

оранка на 20–22 см з розпушуванням підорного шару ґрунту на 12–14 см.

Висновки:

1. Проведення звичайної (на 20–22 см) та мілкої (на 12–14 см) оранок порівняно з оранкою на 20–22 см + рихлення підорного шару на 12–14 см призводить до непродуктивних втрат гравітаційної вологи. Подібну закономірність відмічено й перед збиранням урожаю. Так, порівняно з варіантами з проведенням звичайної оранки (на 20–22 см) запаси продуктивної вологи були вищими на 2,6–7,9%, а з варіантами, де проводилась мілка оранка (на 12–14 см), – на 2,6–7,0%. Одна з причин цього явища полягає в тому, що загальна пористість вища, ніж в інших варіантах.

2. Проведення оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см забезпечує зниження об'ємної маси ґрунту на 0,01–0,04 г/см³, що позитивно впливає на ріст і розвиток озимого жита.

3. Вищу загальну пористість на 0,1–1,2% і повітроємність ґрунту на 0,2–1,1% на початок весняної вегетації і на 0,1–0,8 та 0,2–1,7% відповідно перед збиранням отримано при проведенні оранки на 20–22 см з рихленням підорного шару на 12–14 см порівняно з полицевою (20–22 см) та мілкою (14–16 см) оранками.

4. Проведення оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см забезпечувало підвищення врожайності озимого жита порівняно зі звичайною оранкою (20–22 см) на 1,2%, а з мілкою (14–16 см) – на 4,3%, причому внесення мінеральних добрив збільшувало ефективність цього агрозаходу на 5,3–11,1%.

5. Проведення оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару ґрунту на 12–14 см забезпечує в удобрених варіантах вищу на 17,8–17,2% рентабельність порівняно з такими ж варіантами, де проводили мілку оранку (14–16 см) та оранку на 20–22 см.

6. Вищий енергетичний еквівалент на 3,8–7,2% порівняно зі звичайною оранкою і на 3,2–14,3% порівняно з мілкою (14–16 см) забезпечила оранка на 20–22 см з розпушуванням підорного шару ґрунту на 12–14 см.

Список використаної літератури

1. Беліхіна А. В. Реакція сортів проса на способи основного обробітку ґрунту залежно від попередників в Лісостепу України. *Вісник Центру наук забезпечення АПВ Харків. обл.* 2014. Вип. 16. С. 12–17.

References

1. Belikhina A. V. Reaction of millet varieties to the methods of basic tillage depending on the predecessors in the Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of the Center for Scientific Support of the APV of Kharkiv region.* 2014. Vol. 16. P. 12–17.

2. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва / за ред. Ю. О. Тараріко. Київ : Аграрна наука, 2005. 200 с.
3. Бондарев А. Г. Воздушные свойства и воздушный режим почв. *Агрофизические методы исследования почв*. Москва : Наука, 1966. С. 122–142.
4. Гадзало Я. М., Гладій М. В., Саблук П. Т. Агрономічний потенціал України: напрями розвитку. Київ : Аграрна наука, 2016. 330 с.
5. Гангур В. В. Влияние сельскохозяйственных культур, их соотношения в разноротационных севооборотах Левобережной Лесостепи Украины на плотность почвы и урожайность. *Вестник Прикаспия*. 2018. № 1 (20). С. 36–43.
6. Дегодюк С. Е., Літвінова О. А., Кириченко А. В. Баланс поживних речовин за тривалого застосування добрив у зерно-просапній сівозміні. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 7. С. 16–19.
7. Дояренко А. Г. Избранные сочинения. Москва : Изд-во с.-х. литературы, плакатов и журналов, 1963. 495 с.
8. Економічна й енергетична ефективність вирощування пшениці озимої за різних способів основного обробітку ґрунту та доз мінерального живлення / М. П. Малярчук та ін. *Зрошувальне землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 96–100.
9. Камінський В. Ф., Гангур В. В. Динаміка продуктивної вологи в ґрунті за вирощування пшениці озимої в сівозмінах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2018. № 3. С. 11–14.
10. Качинский Н. А. Оценка основных физических свойств в агрономических целях и природного плодородия по механическому составу. *Почвоведение*. 1958. № 5. С. 80–83.
11. Кирилюк В. П. Продуктивність гречки залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Вісник*
2. Bioenergy assessment of agricultural production / za red. Yu. O. Tarariko. Kyiv : Ahrarna nauka, 2005. 200 p.
3. Bondarev A. G. Air properties and air regime of soils. *Agrophysical methods of soil research*. Moskva : Nauka, 1966. P. 122–142.
4. Gadzalo Y. M., Gladiy M. V., Sabluk P. T. Agronomic potential of Ukraine: directions of development. Kiev : Agricultural Science, 2016. 330 p.
5. Hanhur V. V. Influence of agricultural crops, their ratios in multi-rotation crop rotations of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine on soil density and productivity. *Vestnyk Prykaspia*. 2018. No. 1 (20). P. 36–43.
6. Dehodiuk S. E., Litvinova O. A., Kyrychenko A. V. Balance of nutrients with long-term application of fertilizers in grain-row crop rotation. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2014. No. 7. P. 16–19.
7. Doyarenko A. G. Selected works. Moskva : Izd-vo s.-h. literature, posters and magazines, 1963. 495 p.
8. Economic and energy efficiency of growing winter wheat with different methods of basic tillage and doses of mineral nutrition / M. P. Maliarchuk et al. *Zroshuvalne zemlerobstvo*. 2019. Vol. 71. P. 96–100.
9. Kaminskyi V. F., Hanhur V. V. Dynamics of productive moisture in the soil for growing winter wheat in crop rotations of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. No. 3. P. 11–14.
10. Kachynskiy N. A. Evaluation of basic physical properties for agronomic purposes and natural fertility by mechanical composition. *Pochvovedenie*. 1958. No. 5. P. 80–83.
11. Kyryliuk V. P. Productivity of buckwheat depending on systems basic tillage and fertilizer. *Bulletin of the Center for Scientific Support of the APV of Kharkiv region*. 2014. Vyp. 17. P. 28–33

Центру наук. забезпечення АПВ Харків. обл. 2014. Вип. 17. С. 28–33.

12. Ковриго В. П., Кауричев И. С. Почвоведение с основами геологии. Москва : Колос, 2000. 416 с.

13. Кулаковская Т. Н., Костиюкевич Л. И. Особенности превращений органических удобрений как гумусообразователей в дерново-подзолистой супесчаной почве. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1983. № 7. С. 2–5.

14. Медведев В. В. Агро- и экофизика почв. Харьков : Полосатая типография, 2015. 312 с.

15. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.

16. Мишин И. Ю. Влияние растительных остатков и гумусовых веществ на эффективное плодородие дерново-подзолистых почв в Украине. *Економіка АПК*. 2015. № 12. С. 5–8.

17. Нові системи основного обробітку ґрунту в умовах Західного Лісостепу й Передкарпаття / О. Й. Качмар та ін. *Аграрна наука – виробництво*. Київ, 2013. № 1. С. 13.

18. Омеляненко Г. Г. Концептуальні положення відновлення та розвитку зернового виробництва в Україні. *Економіка АПК*. 2015. № 12. С. 5–8.

19. Порівняльна оцінка оранки та чизельного обробітку ґрунту під ячмінь ярій / В. С. Зуза та ін. *Вісник ХНАУ*. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання. 2016. Вип. 2. С. 93–104.

20. Сайко В. Ф., Малієнко А. М. Мінімальний та нульовий обробітки ґрунту, стан і перспективи їх запровадження в Україні. *Посібник українського хлібороба*. 2009. С. 178–188.

21. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Є., Глушенко Л. Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур : метод. рекомендації. Київ : Нора-принт, 2001. 59 с.

22. Царенко О. М., Злобін Ю. А., Скляр В. Г. Комп'ютерні методи в

12. Kovryho V. P., Kaurychyev Y. S. Soil science with the basics of geology. Moskva : Kolos, 2000. 416 p.

13. Kulakovskaia T. N., Kostiukovich L. Y. Features of transformations of organic fertilizers as humus-forming agents in sod-podzolic sandy soil. *Dokladu VASKhNYL*. 1983. No. 7. P. 2–5.

14. Medvedev V. V. Agro- and ecophysics of soils. Kharkiv : Striped Printing House LLC, 2015. 312 p.

15. Medvedovskiy O. K., Ivanenko P. I. Energy analysis of intensive technologies in agricultural production. Kyiv : Urozhai, 1988. 208 p.

16. Myshyn Y. Yu. Influence of plant residues and humic substances on the effective fertility of sod-podzolic soils in Ukraine. *Ekonomika APK*. 2015. No. 12. P. 5–8.

17. New systems of basic tillage in the conditions of the Western Forest-Steppe and Precarpathians / O. Y. Kachmar et al. *Ahrarna nauka – vyrobnytstvu*. 2013. No. 1. P. 13.

18. Omelianenko H. H. Conceptual provisions for the restoration and development of grain production in Ukraine. *Ekonomika APK*. 2015. No. 12. P. 5–8.

19. Comparative evaluation of plowing and chisel tillage under spring barley / V. S. Zuzha et al. *Bulletin of KhNAU*. Series: Crop production, selection and aspen growing, fruit and vegetable growing and storage. 2016. Issue 2. Vyp. 2. P. 93–104.

20. Saiko V. F., Malienko A. M. Minimum and zero tillage, the state and prospects of their introduction in Ukraine. *Posibnyk ukraïnskoho khliboroba*. 2009. P. 178–188.

21. Tarariko Yu. O., Nesmashna O. Ye., Hlushchenko L. D. Energy assessment of farming systems and technologies for growing crops: guidelines. Kyiv : Nora-rynt, 2001. 59 p.

22. Tsarenko O. M., Zlobin Yu. A., Skliar V. H. Computer methods in

- сільському господарстві та біології. Суми : Університетська книга, 2000. 203 с.
23. Цвей Я. П. Родючість ґрунтів і продуктивність сівозмін : монографія. Київ : Компрінт, 2014. 414 с.
24. Центило Л. В. Вплив систем удобрення та обробітку ґрунту на гумусний стан і біологічні процеси чорнозему типового. *Таврій. наук. вісник*. 2019. Вип. 107. С. 171–177.
25. Циліорик О. І., Шапка В. П. Забур'яненість ячменю ярого залежно від обробітку ґрунту та удобрення у сівозмінах короткої ротації. *Бюлетень Ін-ту зернових культур*. 2016. № 10. С. 25–31.
26. Цюк О. А., Центило Л. В., Мельник В. І. Структурно-агрегатний склад ґрунту залежно від основного обробітку та удобрення. *Агрономія*. 2018. Т. 10. № 5–6. С. 139–145.
27. Якість ґрунту. Визначання сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод : ДСТУ ISO 11465-2001 [чинний від 2003-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2001. 10 с.
28. Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу : ДСТУ ISO 11272-2001 [чинний від 2003-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2001. 15 с.
29. Capehart T., Allen E., Bond J. K. Feed Outlook No. (FDS-14D). Economic Research Service, USDA. April, 2014. P. 17.
30. Cluster and principle component analyses of maize accessions under normal and water stress conditions / S. B. M. Hafiz et al. *Journal of Agricultural Sciences*. 2015. Vol. 60. No. 1. P. 33–48.
31. Cumulative effects of a 17-year chemical fertilization on the soil quality of cropping system in the Loess Hilly Region, China / Q. Li et al. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2013. No. 176. P. 249–259.
32. Determination of the quality index of a Paleudult under sunflower culture and different management systems / agriculture and biology. Sumy : Universytetska knyha, 2000. 203 p.
23. Tsvei Ya. P. Soil fertility and crop rotation productivity. Kyiv : Komprynnt, 2014. 414 p.
24. Tsentylo L. V. Influence of fertilization and tillage systems on humus condition and biological processes of typical chernozem. *Tavriiyski naukovyi visnyk*. 2019. Vol. 107. P. 171–177.
25. Tsyliuryk O. I., Shapka V. P. Weediness of spring barley depending on tillage and fertilization in short rotation crop rotations. *Biuletyn instytutu zernovykh kultur*. 2016. No. 10. P. 25–31.
26. Tsiuk O. A., Tsentylo L. V., Melnyk V. I. Structural and aggregate composition of the soil depending on the main tillage and fertilizer. *Ahronomiia*. 2018. Vol. 10 (5–6). P. 139–145.
27. Soil quality. Determination of dry matter and moisture by weight. Gravimetric method : DSTU ISO 11465-2001 [valid from 2003-01-01]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2001. 10 p.
28. Soil quality. Determination of the density of addition to the dry mass : DSTU ISO 11272-2001 [valid from 2003-07-01]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2001. 15 p.
29. Capehart T., Allen E., Bond J. K. Feed Outlook. No. (FDS-14D). Economic Research Service, USDA. April, 2014. P. 17.
30. Cluster and principle component analyses of maize accessions under normal and water stress conditions / S. B. M. Hafiz et al. *Journal of Agricultural Sciences*. 2015. Vol. 60. No. 1. P. 33–48.
31. Cumulative effects of a 17-year chemical fertilization on the soil quality of cropping system in the Loess Hilly Region, China / Q. Li et al. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2013. Vol. 176. P. 249–259 (30).
32. Determination of the quality index of a Paleudult under sunflower culture and different management systems /

J. C. Fernandes et al. *Soil and Tillage Research*. 2011. No. 112. P. 167–174.

33. Directions of the organizational and investment Mechanism of agricultural landscapes use / O. I. Drebot, M. Kh. Shershun, L. I. Sakharnatska, M. Y. Vysochanska. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2019. Vol. 19. Issue 3. P. 125–132.

34. Grynyk S. I. Efficiency of the basic soil tillage and fertilizer system at growing spring wheat in the conditions of Precarpathian region. *Agrology*. 2019. No. 2 (2). P. 117–121. DOI: <https://doi.org/10.32819/019017/>.

35. Farmlands with smaller crop fields have higher within-field biodiversity / L. Fahrig et al. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2015. Vol. 200. P. 219–234. DOI: 10.1016 / j.agee.2014.11.018.

36. Hallett P., Mooney S., Whalley R. Soil physics: New approaches and emerging challenges. *European Journal of Soil Science*. 2013. Vol. 64 (3). P. 277–278.

37. Hedgerow trees and extended-width field margins enhance macro-moth diversity: implications for management / T. Merckx et al. *J. Appl. Ecol*. 2012. Vol. 49. P. 1396–1404.

38. Mukherjee A., Lal R. Comparison of Soil Quality Index Using Three Methods. *PLoS ONE*. 2014. Vol. 9. Issue 8. e105981. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105981>.

39. The influence of primary soil tillage on soil weed seed bank and weed incidence in a cereal-grass crop rotation / R. Skuodeiene et al. *Zemdirbyste – Agriculture*. 2013. Vol. 100. No. 1. P. 25–32.

J. C. Fernandes et al. *Soil and Tillage Research*. 2011. No. 112. P. 167–174.

33. Directions of the organizational and investment Mechanism of agricultural landscapes use / O. I. Drebot, M. Kh. Shershun, L. I. Sakharnatska, M. Y. Vysochanska. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2019. Vol. 19. Issue 3. P. 125–132.

34. Grynyk S. I. Efficiency of the basic soil tillage and fertilizer system at growing spring wheat in the conditions of Precarpathian region. *Agrology*. 2019. No. 2 (2). P. 117–121. DOI: <https://doi.org/10.32819/019017/>.

35. Farmlands with smaller crop fields have higher within-field biodiversity / L. Fahrig et al. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2015. Vol. 200. P. 219–234. DOI: 10.1016 / j.agee.2014.11.018.

36. Hallett P., Mooney S., Whalley R. Soil physics: New approaches and emerging challenges. *European Journal of Soil Science*. 2013. Vol. 64 (3). P. 277–278.

37. Hedgerow trees and extended-width field margins enhance macro-moth diversity: implications for management / T. Merckx et al. *J. Appl. Ecol*. 2012. Vol. 49. P. 1396–1404.

38. Mukherjee A., Lal R. Comparison of Soil Quality Index Using Three Methods. *PLoS ONE*. 2014. Vol. 9. Issue 8. e105981. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105981>.

39. The influence of primary soil tillage on soil weed seed bank and weed incidence in a cereal-grass crop rotation / R. Skuodeiene et al. *Zemdirbyste – Agriculture*. 2013. Vol. 100. No. 1. P. 25–32.

Отримано 20.05.2021

DOI: 10.32636/01308521.2021-70-1-4

УДК 631.582:632.51:633.12

О. В. ВАВРИНОВИЧ, О. Й. КАЧМАР, А. О. ДУБИЦЬКА, кандидати с.-г. наук

О. Л. ДУБИЦЬКИЙ, кандидат біологічних наук

М. М. ЩЕРБА, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: vavrynovychoksana@gmail.com

ГЕРБОЛОГІЧНИЙ СТАН ПОСІВІВ ГРЕЧКИ В ЛАНЦІ СІВОЗМІНИ

Досліджено потенційну й актуальну забур'яненість, шкодочинність бур'янів у посівах гречки та величину вносу поживних речовин сеgetальною рослинністю. Найменший банк насіння сеgetальної рослинності – 20,2 тис. шт/м² відмічено у варіанті з внесенням N₆₀P₆₀K₆₀. При застосуванні побічної продукції та N₃₀P₃₀K₃₀ кількість насіння бур'янів зросла до 27,5 тис. шт/м², найбільшою їхня кількість була на контролі (без добрив) – 28,3 тис. шт/м².

Забур'яненість гречки на початку вегетації у варіантах із внесенням N₆₀P₆₀K₆₀ була найбільшою – 245 шт/м², що в 1,2 разу вище порівняно з контролем, дещо нижчим цей показник був у варіанті з внесенням побічної продукції та N₃₀P₃₀K₃₀ – 228 шт/м².

Перед збиранням культури чисельність бур'янів в усіх варіантах знизилась. Однак найменша кількість сеgetалів була відмічена за підвищених доз добрив (N₆₀P₆₀K₆₀) і становила 130 шт/м² із масою бур'янів 117,3 г/м². Переважаючими видами бур'янів були плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.), мишій сизий (*Setaria glauca* L.), гірчак шорсткий (*Polygonum lapathifolium* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.).

Вища конкурентоспроможність гречки щодо бур'янів була у варіантах із внесенням N₆₀P₆₀K₆₀: співвідношення мас культури й бур'янів становило 5,8. За отриманої врожайності 1,91 т/га втрати сягали 8,9% з умовно чистим прибутком 29,1 тис. грн/га та рівнем рентабельності 390,4%.

У посівах гречки найменший сумарний внос мінеральних речовин сеgetальною рослинністю виявлено у варіанті без добрив (контроль) – 112,5 кг/га. Дещо вищим він був у варіанті з внесенням побічної продукції та N₃₀P₃₀K₃₀ – 153,4 кг/га. Однак внесення мінеральних добрив у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ збільшило внос поживних речовин на 58% порівняно з контролем. При цьому в посівах гречки найбільше з бур'янами виносилось азоту (від 63,36 до 86,20 кг/га), дещо менше – калію (від 35,48 до 70,33 кг/га) і найменше – фосфору (від 13,61 до 21,31 кг/га). Встановлено, що найменшу потенційну та актуальну забур'яненість ґрунту перед збиранням врожаю забезпечило застосування мінеральних добрив у нормі N₆₀P₆₀K₆₀. При цьому сумарний внос мінеральних речовин був найвищим.

© Вавринович О. В., Качмар О. Й., Дубицька А. О.,
Дубицький О. Л., Щерба М. М., 2021

Ключові слова: сівозмiна, удобрення, гречка, забур'яненiсть, бур'яни.

Oksana Vavrynovych, Oksana Kachmar, Anhelina Dubytska, Oleksandr Dubytskyi, Mariia Shcherba

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Herbological condition of buckwheat crops in the range change

The potential and actual weeds insemination, the harmfulness of weeds in buckwheat crops and the amount of nutrient removal by segetal vegetation were studied. The smallest bank of seeds of segetal vegetation – 20.2 ths. pcs./m² is noted on a variant with adding N₆₀P₆₀K₆₀. With the use of by-products and N₃₀P₃₀K₃₀ the number of weed seeds increased to 27.5 ths. pcs./m², the largest number of them was in control (without fertilizers) – 28.3 ths. pcs./m².

Buckwheat weediness at the beginning of the growing season in the variants with the introduction of N₆₀P₆₀K₆₀ was the largest – 245 pcs./m², which is 1.2 times higher than in control, slightly lower this figure was in the variant with the introduction of by-products and N₃₀P₃₀K₃₀ – 228 pcs./m².

Before harvesting, the number of weeds in all varieties decreased. However, the lowest number of segetals was observed at increased doses of fertilizers (N₆₀P₆₀K₆₀) and was 130 pcs./m², with a weed weight of 117.3 g/m². The predominant species of weeds were *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Setaria glauca* L., *Polygonum lapathifolium* L., *Chenopodium album* L.

The higher competitiveness of buckwheat in relation to weeds was in the variants with the introduction of N₆₀P₆₀K₆₀: the ratio of crop mass and weeds was 5.8. With the obtained yield of 1.91 t/ha, the losses amounted to 8.9% with a relatively net profit – 29.1 ths. UAH/ha and a level of profitability of 390.4%.

In buckwheat crops, the lowest total removal of minerals by segetal vegetation was in the option without fertilizers (control) – 112.5 kg/ha. Slightly higher was the option with the introduction of by-products and N₃₀P₃₀K₃₀ 153.4 kg/ha. However, the application of mineral fertilizers in the norm N₆₀P₆₀K₆₀ increased the removal of nutrients by 58% compared to the control. At the same time, in crops of buckwheat most of the weeds carried nitrogen (from 63.36 to 86.20 kg/ha), slightly less potassium (from 35.48 to 70.33 kg/ha) and the least phosphorus (from 13.61 to 21.31 kg/ha).

It was found that the lowest potential and actual weeding of the soil before harvesting ensured the use of mineral fertilizers in the norm N₆₀P₆₀K₆₀. The total removal of minerals was the highest.

Key words: crop rotation, fertilizers, buckwheat, weeds.

Вступ. Одним із пріоритетних напрямів у сучасному землеробстві, важливою умовою високоефективного екологічно збалансованого ведення сільськогосподарського виробництва, стабілізації і подальшого збільшення виробництва конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції є розроблення наукових принципів оцінювання, прогнозування й оптимального

управління гербологічним станом посівів. Успішне вирішення цих завдань сприятиме поліпшенню біопродуктивності сільськогосподарських культур, якості продукції та економічній доцільності їх вирощування.

Бур'яни є основним біотичним обмеженням виробництва в різних системах посіву. Боротьба із сегеталями повністю не забезпечує належного довгострокового знищення бур'янів, натомість часто призводить до розвитку стійкості проти них [24].

Втрати врожаю сільськогосподарських культур через бур'яни залежать від кількох факторів: часу появи сходів бур'янів, їхньої густоти, типу тощо. Якщо залишити їх неконтрольованими, вони можуть призвести до 100% втрати врожаю. В Австралії загальна вартість бур'янів для австралійських зерноводів оцінюється в 3,3 млрд австралійських доларів на рік [26]. З точки зору втрат врожаю, через бур'яни втрачається 2,7 млн т зерна на національному рівні. В Індії ці витрати значно вищі. Бур'яни коштують індійському сільськогосподарському виробництву щорічно понад 11 млрд доларів США [22].

Ефективне контролювання бур'янів можливе лише за поєднання механічних, хімічних і біологічних заходів. При цьому слід враховувати поширеність бур'янів, зокрема найбільш злісних, та їхні біологічні особливості [15, 21, 23, 32].

До основних агротехнічних заходів контролю шкідливості бур'янів у посівах сільськогосподарських культур належить їх правильне чергування в часі, побудоване на біологічних особливостях росту й розвитку рослин. Зниження присутності бур'янів у посівах до економічно допустимого рівня досягається лише в сівозмінах, де науково обґрунтована послідовність зміни культур обмежує поширення спеціалізованих бур'янів у наступні роки.

Система боротьби з ними має спрямовуватися як на знищення самої сегетальної рослинності, так і на зменшення запасів у ґрунті їхнього насіння, органів вегетативного розмноження, запобігання їхній появі на оброблюваних землях, а також посилення конкурентоспроможності культур в агрофітоценозах. Унаслідок різних біологічних особливостей культурних рослин (швидкість росту, висота й форма стебла, розташування й форма листкової поверхні тощо), а також під впливом агротехнічних заходів у посівах культурних рослин створюються різні умови для росту бур'янів [20, 31].

Отже, чергування культур у сівозміні впливає на динаміку проростання різних видів бур'янів, що зумовлює зниження запасів

їхнього насіння в ґрунті. Кількість життєздатного насіння бур'янів в орному шарі з часом зменшується. На третій рік перебування в ґрунті життєздатного насіння з однорічних бур'янів залишається менше 5%. За два роки, коли поле зайняте озимими та ранніми ярими культурами, в ґрунт не надходить насіння пізніх ярих бур'янів, оскільки в бур'яновому угрупованні холодостійких культур вони майже відсутні. За цей період насіння тих видів, що є в ґрунті, здебільшого втрачає життєздатність. У результаті фактичний рівень забур'яненості ними наступних пізніх ярих культур різко знижується [19, 20].

Дослідженнями багатьох учених [1, 10, 14, 27, 28] доведено, що саме сівозміна є основним профілактичним заходом, що дає змогу різко обмежити шкідливість або й повністю нейтралізувати численну групу потенційних, переважно спеціалізованих шкідників, хвороб і бур'янів. Її провідний принцип полягає в розмежуванні в часі й просторі біологічно споріднених культур та поєднанні в ланках рослин різних родин. При визначенні цінності попередника враховують такі показники: ступінь відновлення родючості ґрунту, вимоги до водного, фізичного й поживного режимів, а також його вплив на фітосанітарний стан [28, 31].

Агротехнічне значення гречки полягає в тому, що вона зменшує забур'яненість посівів, покращує фізичні властивості й фітосанітарний стан ґрунту, поліпшує його родючість. Гречка завдяки пізнім строкам висівання та скоростиглості є страховою культурою для пересівання загиблої озимини. Її використовують для післяукісних і післяжнивних посівів, а також як сидеральну культуру на зелене добриво. Гречка – добрий попередник для інших культур. Пояснюється це тим, що на площах, де її вирощують широкорядним способом, значно зменшується кількість бур'янів через кількаразові допосівні обробки ґрунту та міжрядні розпушування, а на звичайних рядкових – унаслідок пригнічення бур'янів під покривом гречки. Культури, які розміщують у сівозміні після гречки, краще забезпечуються фосфором і калієм, на які багаті післяжнивні рештки гречки [16].

Матеріали і методи. Експериментальну роботу проводили в польовому стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, який внесено до Реєстру довготривалих стаціонарних дослідів України (номер атестата – 053).

Дослід закладено у 2001 р. (першу реконструкцію проведено 2011 р.) на сірому лісовому поверхнево оглеєному крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті. Короткоротаційні сівозміни вивчали за

різного насичення зерновими культурами. Кількість досліджуваних факторів – 3 (ділянки першого порядку – короткоротаційні сівозміни, другого – удобрення, третього – захист рослин).

Агрохімічні показники його орного шару такі: вміст гумусу – 1,67–1,71%, сума вбирних основ – 4,4–5,0 мг-екв/100 г ґрунту, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 9,2–9,9, рухомого фосфору та обмінного калію (за Кірсановим) – відповідно, 10,8–11,13 і 9,3–9,5 мг/100 г ґрунту. Реакція ґрунтового розчину (pH_{KCl}) – 4,70–4,84, гідролітична кислотність – 2,26 мг-екв/100 г ґрунту.

Обробіток ґрунту – загальноприйнятий для умов Західного Лісостепу. Об'єктом дослідження були посіви гречки (с. Аеліта) після пшениці озимої в п'ятипільній зерно-просапній сівозміні. Варіанти удобрення: 1 – без добрив (контроль), 2 – $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$, 3 – побічна продукція (п. п.) + $\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$.

У процесі досліджень визначали:

– кількісно-видовий склад бур'янів – на постійно встановлених облікових ділянках із площею 0,25 м² в 4-кратній повторності за фазами вегетації культур. Під час останнього обліку – масу бур'янів;

– період максимальної шкодочинності бур'янів за масою методом модельних ділянок. Використовували три ділянки розміром 1 м²: на першій культурі росла з бур'янами; на другій протягом усієї вегетації культури бур'яни видаляли; на третій видаляли культуру, залишаючи самі бур'яни;

– потенційну забур'яненість (кількість насіння бур'янів) ґрунту шляхом відбору зразків буром у 15–20 точках дослідних ділянок із їх подальшою відмивкою на ситах із діаметром 0,25 мм навесні й восени після оранки. Повторність – 3-кратна [8];

– вміст елементів живлення (азоту, фосфору, калію) в сегетальній рослинності; азот – за методом К'єльдаля, фосфор – фотометрично, калій – на полум'яному фотометрі.

Результати та обговорення. Гречка – культура, яку часто недооцінюють. Вона не тільки має цінні харчові властивості та використовується як медонос, а й вирощується як сидерат у проміжних посівах. Серед сільськогосподарських культур гречка вирізняється низкою корисних властивостей. Маючи добрі смакові, поживні та дієтичні показники якості, гречана крупа посідає перше місце за складом білкового комплексу та поживністю серед інших круп. Народногосподарське значення гречки полягає ще й у тому, що вона є цінною лікарською рослиною, а побічна продукція її виробництва – половина й солома – це гарний корм для тварин [30].

Ґрунтовий потенціал бур'янів пов'язаний із наявністю запасів насіння й вегетативних органів розмноження. В умовах сільськогосподарського виробництва він практично необмежений: досягає мільярдів і десятків мільярдів штук на гектар [17]. Потенційна забур'яненість орних земель в Україні насінням бур'янів і вегетативними частинами нині надзвичайно висока. У загальних запасах насіння в ґрунті частка злаків у середньому становить від 6,4 до 11,2% або, відповідно, 9408–12 768 шт/м² [13, 23].

Інтегрованим показником кількісних змін потенційної забур'яненості посівів і водночас протибур'янової ефективності агротехнічних заходів є баланс насіння сеgetалів в оброблюваному шарі за певний період [3].

За нашими спостереженнями, в посівах гречки у варіанті з внесенням N₆₀P₆₀K₆₀ був найменший банк насіння сеgetалів у ґрунті – 20,2 тис. шт/м², у варіанті із застосуванням побічної продукції та N₃₀P₃₀K₃₀ кількість насіння бур'янів зросла до 27,5 тис. шт/м², найбільше їх було на контролі (без добрив) – 28,3 тис. шт/м².

До причин засміченості посівів гречки належить потенційна забур'яненість ґрунту насінням бур'янів, однак значну загрозу становить та частина насіння сеgetалів, яка здатна прорости протягом вегетаційного періоду.

Шляхи надходження насіння бур'янів і вегетативних зачатків у ґрунт – його осипання з рослин, внесення неякісних органічних добрив, використання для сівби некондиційного насіння, порушення технології обробітку ґрунту, метеорологічні умови тощо. Головними заходами зі зниження потенційної забур'яненості ріллі є запобігання утворенню насіння бур'янів, що ростуть на полях, очищення від життєздатного насіння бур'янів органічних добрив, використання в сівозміні ланок із високою протибур'яною ефективністю [13].

Дослідження, які ми проводили в посівах гречки, виявили, що забур'яненість гречки на початку вегетації у варіантах із внесенням N₆₀P₆₀K₆₀ була найбільшою і становила 245 шт/м², що в 1,2 разу перевищує контроль. Дещо нижчим цей показник був у варіанті з внесенням побічної продукції та N₃₀P₃₀K₃₀ – 228 шт/м². Найбільш поширеними видами в цій фазі розвитку були лобода біла (*Chenopodium album L.*), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli (L.) Beauv.*), мишій сизий (*Setaria glauca (L.) Beauv.*). Перед збиранням культури чисельність бур'янів в усіх варіантах знизилась. Однак найменша кількість сеgetалів була відмічена у варіантах внесення N₆₀P₆₀K₆₀ і становила 130 шт/м² із масою бур'янів 117,3 г/м² (табл. 1).

Переважаючими видами бур'янів були мишій сизий (*Setaria glauca* L.), гірчак шорсткий (*Polygonum lapathifolium* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.).

1. Актуальна забур'яненість гречки, середнє за 2016–2020 рр.

Попередник	Удобрєння	Кількість бур'янів, шт/м ²		Маса бур'янів, г/м ²
		кущення	збирання	
Пшениця озима	Контроль (без добрив)	212	195	153,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	245	130	117,3
	П. п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	228	161	134,7

Найбільш інформативним критерієм оцінювання шкодочинності бур'янів є їхня маса в посівах сільськогосподарських культур. Вивчення їхнього сумісного росту, накопичення вегетативної маси дає змогу оцінити низку показників, що характеризують конкурентні відносини між культурами й бур'янами.

Забур'яненість кожної культури в сівозміні залежить від складу та співвідношення в ній груп культур, які по-різному протидіють конкуренції бур'янів. Пояснюється це тим, що їхні окремі види та біологічні групи в процесі еволюції пристосувалися до певних культур і стали їхніми супутниками. Чим більше подібності в циклах розвитку культурних рослин і бур'янів, тим частіше вони ростуть разом і пригнічують одні одних [2, 11].

Гречка – це культура із середньою конкурентоспроможністю щодо бур'янів. Оскільки гербіцидів мало, гречку краще висівати на відносно вільних від сеgetалів землях. Однак у звичайних умовах тиск на бур'яни не є великим. При висадці в теплі ґрунти зі швидким сходом і зростанням гречка стає сильним конкурентом більшості однорічних бур'янів. При посіві найкраще уникати таких попередників, як ріпак, соняшник та гірчиця.

Конкуренція загалом є універсальним процесом для всіх видів угруповань. Вона завжди охоплює повний комплекс життєвих ресурсів, багатогранна у своїх механізмах і проявах. Сільськогосподарські культури й бур'яни – трофічні еквіваленти, які належать до одного автотрофного блоку. За цих умов конкурентні

відносини між ними характеризуються гостротою і часто стають вирішальним фактором у формуванні врожаю [7, 31].

Проаналізувавши особливості конкурентних відносин гречки та бур'янів, ми встановили, що вища конкурентоспроможність гречки щодо бур'янів спостерігалась у варіантах із внесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$: співвідношення мас культури й бур'янів становило 5,8. Стійкість культури до проростання бур'янів у посівах значно знижується на контролі, коефіцієнт конкурентоздатності – 3,0. Однак співвідношення бур'янів у культурі і без неї зросло в 0,46 разу (табл. 2).

2. Конкурентні відносини між гречкою і бур'янами, середнє за 2016–2020 рр.

Попередник	Удобрення	Культура без бур'янів, г/м ²	Сумісний розвиток культури й бур'янів		Бур'яни без культури, г/м ²	Співвідно- шення маси	
			культура, г/м ²	бур'яни, г/м ²		культури й бур'янів	бур'янів у культурі й без неї
Пшениця озима	Контроль (без добрив)	584,0	454,2	153,8	336,6	3,0	0,46
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	909,6	675,0	117,3	421,2	5,8	0,28
	П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	724,6	577,4	134,7	389,5	4,3	0,35

Отже, показник конкурентоздатності сільськогосподарських культур щодо бур'янів свідчить про перевагу застосування мінерального живлення, що значною мірою впливає на зниження шкідливості бур'янових компонентів. Також збільшення або зменшення маси сегетальної рослинності веде до зміни врожаю сільськогосподарських культур.

Винос бур'янами поживних речовин залежить від багатьох чинників. Він є надзвичайно важливим критерієм оцінювання агротехнічних факторів. Концептуальна модель інтегрованої системи захисту рослин від бур'янів повинна мати інформацію про показники виносу поживних речовин та їхні зміни залежно від агротехнічних факторів. Це дасть змогу знаходити раціональні шляхи ефективного

використання добрив, приймати рішення із запобігання втратам поживних речовин із ґрунту в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [5].

Однією з причин зниження врожайності сільськогосподарських культур є шкодочинність бур'янів. Це обумовлюється виносом ними з ґрунту поживних речовин, необхідних для культурних рослин, що погіршує нормальний ріст і розвиток останніх. Виносячи з ґрунту значну частину доступних сполук мінерального живлення, бур'яни знижують коефіцієнт їхнього використання культурними рослинами [18].

Через відсутність належних заходів захисту від бур'янів у посівах сільськогосподарських культур у Лісостепу України бур'яни здатні поглинати: азоту 160–200 кг/га; фосфору 55–90 кг/га; калію 170–250 кг/га [6, 9, 10].

Спостереження свідчать, що при забезпеченні азотом та калієм бур'яни добре розвиваються, сильніше конкурують із культурними рослинами. Вміст фосфору в сухій речовині різних видів сеgetалів, на відміну від азоту й калію, значно менший.

У посівах гречки найменший сумарний винос мінеральних речовин сеgetальною рослинністю спостерігався у варіанті без добрив (контроль) – 112,5 кг/га. Дещо вищим він був у варіанті з внесенням побічної продукції та $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 153,4 кг/га. Однак внесення мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшило винос поживних речовин на 58% порівняно з контролем. Встановлено, що в посівах гречки найбільше з бур'янами виносилось азоту (від 63,36 до 86,20 кг/га), дещо менше – калію (від 35,48 до 70,33 кг/га) і найменше – фосфору (від 13,61 до 21,31 кг/га) (табл. 3).

Отже, винос мінеральних речовин бур'янами залежить насамперед від сформованої ними маси на 1 га посіву. Вегетативна маса бур'янів є інтегрованим показником, що об'єднує вплив фітоценозу і вказує на роль конкретного організму в агроценозі.

Проблема шкідливості бур'янів, що належить до проблем захисту рослин, ускладнюється недостатнім вивченням відносин між компонентами агрофітоценозу, які можуть мати позитивний і негативний характер [4, 12]. Крім дослідження шкоди як загального негативного впливу бур'янового угруповання, важливе значення має вивчення шкодочинності – об'єктивно інтегрованої властивості бур'янів пригнічувати ріст і розвиток культурних рослин, знижуючи їхній урожай та погіршуючи його якість.

3. Винос мінеральних речовин сегетальною рослинністю в посівах гречки, середнє за 2016–2020 рр.

Попередник	Удобрєння	Вміст поживних речовин у сегетальній рослинності, %			Винос поживних речовин, кг/га			Сумарний винос NPK бур'янами, кг/га
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Пшениця озима	Контроль (без добрив)	5,08	1,07	2,97	63,36	13,61	35,48	112,5
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	6,54	1,58	5,27	86,20	21,31	70,33	177,8
	П. п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,80	1,23	4,32	76,08	17,92	59,37	153,4

За результатами наших досліджень, у посівах гречки у варіантах із внесенням N₆₀P₆₀K₆₀ сформувалась вища врожайність – 1,91 т/га, на контролі – 1,17 т/га. Важливу роль у зменшенні втрат врожаю відіграло удобрєння: зниження врожаю від присутності бур'янів у варіантах із внесенням N₆₀P₆₀K₆₀ становило 8,9%, при застосуванні побічної продукції та N₃₀P₃₀K₃₀ – 9,4% (табл. 4).

4. Шкодочинність бур'янів у посівах гречки, т/га

Попередник	Удобрєння	Середня врожайність, т/га		Зниження врожаю від присутності бур'янів у посіві, %
		на фоні гербіциду	без гербіциду	
Пшениця озима	Контроль (без добрив)	1,17	1,01	13,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,91	1,74	8,9
	П. п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,71	1,55	9,4

NP ₀₅ т/га для: попередників	0,31	0,21
удобрєння	0,56	0,37
взаємодія попередників + удобрєння	0,45	0,29

Поряд із зростанням врожайності вирощуваних культур, зменшенням затрат фінансових і трудових ресурсів на одиницю виробленої продукції пріоритетного значення набуває оцінка ефективності застосування різних доз органічних і мінеральних добрив, використання як добрива побічної продукції рослинництва,

запровадження післяживних сидератів, науково обґрунтованих сівозмін з оптимальним насиченням найприбутковішими культурами.

Результати розрахунку економічної ефективності вирощування гречки виявили, що вартість продукції залежить від рівня врожайності та ціни реалізації продукції. Найвищу економічну ефективність за рахунок вищої врожайності забезпечило застосування мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$: умовно чистий прибуток становив 29,1 тис. грн/га з рівнем рентабельності 390,4%.

Отже, більші втрати врожаю спостерігаються при підвищеному рівні забур'яненості. Із внесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$ покращуються ріст і розвиток сільськогосподарських культур і водночас знижується забур'яненість, що приводить до найменших втрат врожаю.

Висновки. В посівах гречки у варіанті з внесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$ відмічено найменший банк насіння бур'янів у ґрунті – 20,2 тис. шт/м². Найвища забур'яненість у фазі куцнення – 245 шт/м², перед збиранням кількість сегеталів зменшилась і становила 130 шт/м² із масою бур'янів 117,3 г/м². Переважаючими видами бур'янів були мишій сизий (*Setaria glauca* L.), гірчак шорсткий (*Polygonum lapathifolium* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.).

Вища конкурентоспроможність гречки щодо бур'янів була у варіантах із внесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$: співвідношення мас культури й бур'янів становило 5,8. За отриманої врожайності 1,91 т/га втрати дорівнювали 8,9% з умовно чистим прибутком 29,1 тис. грн/га та рівнем рентабельності 390,4%.

Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшило винос поживних речовин на 58% порівняно з контролем. У посівах гречки найбільше з бур'янами виносилось азоту (від 63,36 до 86,20 кг/га), дещо менше – калію (від 35,48 до 70,33 кг/га) і найменше – фосфору (від 13,61 до 21,31 кг/га).

Список використаної літератури

1. Бойко П., Коваленко Н. Сівозмінний контроль бур'янів. *Farmer*. 2011. № 1. С. 58–59.
2. Бородань В. О., Скурятин Ю. М. Вплив польових сівозмін на забур'яненість посівів у Поліссі. *Вісник аграрних наук*. 2002. № 7. С. 35–38.
3. Вавринович О. В., Качмар О. Й. Вплив систем удобрення і вапнування на потенційну забур'яненість ґрунту. *Вісник Львів. нац. аграрного ун-ту*. Серія: Агрономія. 2014. № 18. С. 93–98.

References

1. Boiko P., Kovalenko N. Crop rotation control of weeds. *Farmer*. 2011. No. 1. P. 58–59.
2. Borodan V. O., Skuriatin Yu. M. Influence of field crop rotations on weeding of crops in Polissia. *Visnyk ahrarykh nauk*. 2002. No. 7. P. 35–38.
3. Vavrynovych O. V., Kachmar O. Y. Influence of fertilizer and liming systems on potential soil weeding. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahramoho*

4. Вавринович О. В., Качмар О. Й., Дубицька А. О. Вплив сівозмінного фактора на гербологічний стан посівів кукурудзи. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 64. С. 3–17.
5. Винос основних елементів живлення бур'янами в агрофітоценозах Полісся / Л. І. Ворона та ін. *Зб. наук. пр. ННЦ «Ін-т землеробства НААН»*. 2006. Вип. 1/2. С. 26–33.
6. Дерев'янський В. П. Залежно від засміченості. *Карантин і захист рослин*. 2004. № 6. С. 26–27.
7. Злобин Ю. А. Агрофітоцелогія. Харьков, 1986. 73 с.
8. Исаев В. В. Прогноз и картографирование сорняков. Москва, 1990. 192 с.
9. Івашченко О. О. Наші завдання сьогодні. *Матеріали 3-ї наук.-теорет. конф. Укр. наук. тов-ва гербологів «Забур'яненість посівів та засоби і методи її зниження»*, Київ, 5–6 берез. 2002 р. Київ, 2002. С. 3–6.
10. Івашченко О. О. Сучасні проблеми гербології. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 3. С. 27–29.
11. Іоніцой Ю., Шам І. Захист посівів від бур'янів: проблеми сьогодення. *Пропозиція*. 2014. № 10. С. 76–81.
12. Корнилова Е. Н., Воеводин А. В. Вредоносность подмаренника цепкого в посевах озимой пшеницы. *Бюл. ВИЗР*. Москва, 1984. № 58. С. 50–54.
13. Корнійчук М. С. Моніторинг фітосанітарного стану польових культур в технологічних дослідах. *Землеробство : міжвид. темат. наук. зб.* 2017. Вип. 1. С. 93–97.
14. Красиловець Ю. Г. Оптимізація системи фітосанітарної безпеки зернових колосових культур. *Посібник українського хлібороба*. 2010. С. 38–47.
15. Методичні рекомендації і програма досліджень з обробітку ґрунту / А. М. Малієнко та ін. Чабани, 2008. 87 с.
16. Танчик С. П., Павлов О. С., Чумбей В. В. Потенційна забур'яненість ґрунту залежно від його обробітку за *universytetu. Ser.: Ahronomiia*. 2014. No. 18. P. 93–98.
4. Vavrynovych O. V., Kachmar O. Y., Dubytska A. O. Influence of crop rotation factor on the herbological condition of corn crops. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2018. Vol. 64. P. 3–17.
5. Removal of the main elements of weed nutrition in agrophytocenoses of Polissia / L. I. Vorona ta in. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN"*. 2006. Vol. 1/2. P. 26–33.
6. Deriv'ianskyi V. P. Depending on the litter. *Karantyn i zachyst roslын*. 2004. No. 6. P. 26–27.
7. Zlobin Yu. A. Agrophytocenology. Kharkiv, 1986. 73 p.
8. Ysaev V. V. Forecast and mapping of weeds. Moscow, 1990. 192 p.
9. Ivashchenko O. O. Our tasks today. *Materialy 3-i naukovo-teoretychnoi konferentsii Ukrainshoho naukovoho tovarystva herbolohiv "Zabur'ianenist posiviv ta zasoby i metody yii znyzhennia"*, Kyiv, 5–6 bereznia, 2002 r. Kyiv, 2002. P. 3–6.
10. Ivashchenko O. O. Modern problems of herbology. *Visnyk aharnoi nauky*. 2004. No. 3. P. 27–29.
11. Ionitsoi Yu., Sham I. Protection of crops from weeds: problems of today. *Propozytsiia*. 2014. No. 10. P. 76–81.
12. Korniylova E. N., Voevodyn A. V. Harmfulness of butterbur in winter wheat crops. *Biul. VYZR*. Moskva, 1984. No. 58. P. 50–54.
13. Kornichuk M. S. Monitoring of phytosanitary condition of field crops in technological experiments. *Zemlerobstvo : mizhvid. temat. nauk. zb.* 2017. Vol. 1. P. 93–97.
14. Krasylavets Yu. H. Optimization of the system of phytosanitary safety of grain crops. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 2010. P. 38–47.
15. Methodical recommendations and research program for tillage / A. M. Malienko ta in. Chabany, 2008. 87 p.

виращування гречки посівної у Прикарпатті України. *Наук. доповіді НУБіП України*. 2020. № 1 (83). С. 20–25.

17. Цьова Ю. А. Екоморфична структура банку насіння бур'янів агроecosистем. *Вісник Дніпропетров. держ. аграрно-економ. ун-ту*. 2016. № 1 (39). С. 37–42.

18. Шувар І. А., Корпіта Г. М. Контролювання забур'янення агроценозів ячменю ярого і картоплі в Західному Лісостепу України. *Зб. наук. пр. ННЦ «Ін-т землеробства НААН»*. 2017. Вип. 4. С. 65–74.

19. Anderson R. L. An ecological approach to strengthen weed management in the semiarid Great Plains. *Advances in Agronomy*. 2003. No. 80. P. 33–62.

20. Anderson R. L. Integrating a complex rotation with no-tillim proves weed management in organic farming. *Agron. Sustain. Dev.* 2015. Vol. 35 (3). P. 967–974.

21. Assessing innovative sowing patterns for integrated weed management with a 3D crop: weed competition / N. Colbach et al. *Eur. J. Agron.* 2014. Vol. 53. P. 74–89.

22. Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India / Y. Gharde et al. *Crop Prot.* 2018. Vol. 107. P. 12–18.

23. Chauhan B., Singh R., Mahajan G. Ecology and management of weeds under conservation agriculture. *Crop Prot.* 2012. Vol. 38. P. 57–65.

24. Chauhan B. S. Grand Challenges in Weed Management. *Front. Agron.* 2020. Vol. 1 (3). P. 1–4.

25. Gunton R., Petit S., Gaba S. Functional traits relating arable weed communities to crop characteristics. *J. Veg. Sci.* 2011. Vol. 22. P. 541–550.

26. Llewellyn R. S. Impact of weeds on Australian grain production: the cost of weeds to Australian grain growers and the adoption of weed management and tillage. *Report for GRDC. CSIRO*. 2020. 112 p.

27. Mahajan G., Chauhan B. The role of cultivars in managing weeds in dry-seeded rice production systems. *Crop Prot.* 2013. Vol. 49. P. 52–57.

16. Tanchyk S. P., Pavlov O. S., Chumbei V. V. Potential weediness of the soil depending on its cultivation for growing buckwheat in Prykarpattia Ukraine. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2020. No. 1 (83). P. 20–25.

17. Tsova Yu. A. Ecomorphic structure of weed seed bank of agroecosystems. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu*. 2016. No. 1 (39). P. 37–42.

18. Shuvar I. A., Korpita H. M. Weed control of agrocenoses of spring barley and potatoes in the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN"*. 2017. Vol. 4. P. 65–74.

19. Anderson R. L. An ecological approach to strengthen weed management in the semiarid Great Plains. *Advances in Agronomy*. 2003. No. 80. P. 33–62.

20. Anderson R. L. Integrating a complex rotation with no-tillim proves weed management in organic farming. *Agron. Sustain. Dev.* 2015. Vol. 35 (3). P. 967–974.

21. Assessing innovative sowing patterns for integrated weed management with a 3D crop: weed competition / N. Colbach et al. *Eur. J. Agron.* 2014. Vol. 53. P. 74–89.

22. Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India / Y. Gharde et al. *Crop Prot.* 2018. Vol. 107. P. 12–18.

23. Chauhan B., Singh R., Mahajan G. Ecology and management of weeds under conservation agriculture. *Crop Prot.* 2012. Vol. 38. P. 57–65.

24. Chauhan B. S. Grand Challenges in Weed Management. *Front. Agron.* 2020. Vol. 1 (3). P. 1–4.

25. Gunton R., Petit S., Gaba S. Functional traits relating arable weed communities to crop characteristics. *J. Veg. Sci.* 2011. Vol. 22. P. 541–550.

26. Llewellyn R. S. Impact of weeds on Australian grain production: the cost of weeds to Australian grain growers and the adoption of weed management

28. Marin C., Weiner J. Effects of density and sowing pattern on weed suppression and grain yield in three varieties of maize under high weed pressure. *Weed Res.* 2014. Vol. 54. P. 467–474.
29. Ngwira A., Aune J., Thierfelder C. On-farm evaluation of the effects of the principles and components of conservation agriculture on maize yield and weed biomass in Malawi. *Exp. Agric.* 2014. Vol. 50. P. 591–610.
30. Production potential and economics feasibility of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) as influenced by integrated weed management practices under Terai region of West Bengal / Binoy Chhetri et al. *Hind Agricultural Research and Training Institute.* 2015. No. 6 (2). P. 144–150.
31. Stacked crop rotations exploit weed-weed competition for sustainable weed / A. Garrison et al. *Weed Sci.* 2014. Vol. 62. P. 166–176.
32. Van Acker R. C. Weed biology serves practical weed management. *Weed research* 2009. Vol. 49. P. 1–5.
- and tillage. *Report for GRDC. CSIRO.* 2020. 112 p.
27. Mahajan G., Chauhan B. The role of cultivars in managing weeds in dry-seeded rice production systems. *Crop Prot.* 2013. Vol. 49. P. 52–57.
28. Marin C., Weiner J. Effects of density and sowing pattern on weed suppression and grain yield in three varieties of maize under high weed pressure. *Weed Res.* 2014. Vol. 54. P. 467–474.
29. Ngwira A., Aune J., Thierfelder C. On-farm evaluation of the effects of the principles and components of conservation agriculture on maize yield and weed biomass in Malawi. *Exp. Agric.* 2014. Vol. 50. P. 591–610.
30. Production potential and economics feasibility of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) as influenced by integrated weed management practices under Terai region of West Bengal / Binoy Chhetri et al. *Hind Agricultural Research and Training Institute.* 2015. No. 6 (2). P. 144–150.
31. Stacked crop rotations exploit weed-weed competition for sustainable weed / A. Garrison et al. *Weed Sci.* 2014. Vol. 62. P. 166–176.
32. Van Acker R. C. Weed biology serves practical weed management. *Weed research.* 2009. Vol. 49. P. 1–5.

Отримано 30.07.2021

DOI: 10.32636/01308521.2021-70-1-5

УДК 632.938:633.521

О. А. ВАЩИШИН, науковий співробітник

Г. Я. БІЛОВУС, кандидат сільськогосподарських наук

Г. М. ДОРОТА, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

*вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,
81115, e-mail: kitoksanaantonivna@gmail.com*

СКРИНІНГ СТІЙКОСТІ КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ ЛЬОНУ ДО АНТРАКНОЗУ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В останні роки посіви льону в Україні посідають найнижчі позиції за площами та обсягами виробництва серед олійних культур.

Для запобігання втратам льону від хвороб необхідно використовувати комплексну систему заходів захисту рослин, що дає змогу попередити розвиток патогенів, зменшити їхню шкідливість до господарсько незначущого рівня.

Створення сортів, стійких до антракнозу, – це один із шляхів підвищення врожайності льону, який є екологічно чистим та економічно вигідним, оскільки зводить до мінімуму використання фунгіцидів.

Для створення нових стійких до хвороб сортів важливе значення має вихідний матеріал, який слугує джерелом як окремих, так і комплексу цінних ознак і властивостей.

Наведено результати дослідження динаміки розвитку антракнозу в умовах Західного Лісостепу України. Встановлено вплив стійкості сорту та абіотичних факторів (температури повітря та вологості) на ступінь ураження льону хворобою. Виділено колекційні зразки, які рекомендовано для використання в селекційному процесі як вихідний матеріал при створенні стійких сортів.

В умовах Західного Лісостепу України найбільш поширеною хворобою льону є антракноз, розвиток якого у 2019 р. становив 16,0–72,0%, у 2020 р. – 20,0–54,0%. Досліджувані колекційні зразки, які уразилися антракнозом у фазі бутонізації, мали слабкий ступінь ураження (бал 1), у фазі початку ранньої жовтої стиглості – середній (бал 2) та сильний (бал 3).

Класифікація колекційних зразків льону за стійкістю до антракнозу засвідчила, що відсоток стійких зразків за період 2019–2020 рр., відповідно, становив 15,4 і 28,8%. Найбільшу частку серед досліджуваних зразків у 2019 р. займали сприйнятливі зразки (59,6%), у 2020 р. – середньостійкі (65,4%).

Стійкі колекційні зразки льону Байкал, Оріон, Luna, Рушничок, Опочецький кряж, Оршанський, Ірма, Кримський-250, Reina, Tammes T-17, Abissinian, Jitka, Хейя-14, Хейя-15 та гібриди Св / (Св / 806/3/Св / Пр),

Св / (Св / 806/3 / Св / Пр) / (Св / 806/3), ЛД-147, Ком / 806/3, К-65, Лінія ЛЗУ-5, Лінія ЛЗУ-3, Лінія ЛЗУ-2, Лінія ЛЗУ-4 рекомендовано для використання в селекційному процесі як вихідний матеріал при створенні стійких сортів.

Ключові слова: льон, сорт, антракноз, стійкість, вихідний матеріал, селекційний процес.

Oksana Vashchyshyn, Halyna Bilovus, Hanna Dorota

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Screening of resistancy of samples in collection of flax to anthracnosis in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine

In recent years, flax crops in Ukraine occupy the lowest position in terms of area and volume of production among oilseeds.

For prevention of flax loss from illnesses it is necessary to use the complex system of measures of plants' defence, that gives an opportunity to warn development of pathogens, decrease their harmfulness to economic not meaningful level.

Creating varieties resistant to anthracnose is one way to increase the yield of flax, which is environmentally friendly and cost-effective, as it minimizes the use of fungicides.

For creation of new varieties proof to illnesses an important value has a feedstock, that comes forward as a source both separate and to the complex of valuable signs and properties.

The results of the study of the dynamics of development of anthracnosis in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine are presented. The influence of the stability of the variety and abiotic factors (air temperature and humidity) on the degree of flax disease is determined. Sustainable collectible samples are allocated, which are recommended for use in the selection process as a starting material when creating stable varieties. In the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine, the most common illness of flax is anthracnosis, whose development in 2019 was 16.0–72.0%, in 2020 – 20.0–54.0%. All investigated collectible samples were attacked by anthracnosis in the phase of budding and had a weak degree of lesions (point 1), in the phase of early yellow ripeness – average (point 2) and strong (point 3).

The classification of collectible samples in resistance to anthracnosis showed that the percentage of stable samples for the period of 2019–2020 was respectively 15.4 and 28.8%. The largest share among the studied samples in 2019 were susceptible samples (59.6%), in 2020 – medium-stable (65.4%).

Resistant collection samples of flax Baikal, Orion, Luna, Rushnychok, Opochetskyi kriazh, Orshanskyi, Irma, Krymskyi-250, Reina, Tammes T-17, Abissinian, Jitka, Kheiia-14, Kheiia-15 ta hibrydy Sv / (Sv / 806/3/Sv / Pr), Sv / (Sv / 806/3 / Sv / Pr) / (Sv / 806/3), LD-147, Kom / 806/3, K-65, Liniia LZU-5, Liniia LZU-3, Liniia LZU-2, Liniia LZU-4 recommended for use in the selection process as a source material when creating stable varieties.

Key words: flax, variety, anthracosis, resistance, source material, selection process.

Вступ. Світове сільське господарство в останні десятиліття послідовно розвивається в бік застосування екологічних технологій, скорочення або відмови від використання пестицидів, що пов'язано з боротьбою проти хвороб рослин насамперед шляхом створення стійких сортів.

Селекція рослин – важливий спосіб підвищення продуктивності рослинництва. Для планомірної селекції на імунітет до хвороб і шкідників необхідна детальна інформація про потенційних донорів, яка показує характер спадковості й особливості появи ознаки стійкості. Тривалість стійкості сорту залежить як від біології патогену й активності еволюції в його популяціях, так і від закладених у рослині механізмів стійкості. Імунологи всього світу вже давно приділяють увагу проблемі підтримання стійкості сортів і гібридів.

Льон-довгунець є основною прядильною культурою західних регіонів України, в стеблах якої міститься 25–31% волокна з найціннішими технологічними властивостями [4, 7, 26].

В останні роки посіви льону в Україні посідають найнижчі позиції за площами та обсягами виробництва серед культур. У загальній структурі посівів льону-довгунцю належить 0,02%. На початку 1990-х рр. Україна виробляла 15% світових обсягів льоноволокна, а нині спостерігається тенденція до стрімкого зниження показників розвитку галузі льонарства, що негативно впливає на внутрішній ринок її продукції [12, 23, 24].

На загальному фоні занепаду виробництва льону-довгунцю відбувається нарощування експорту його товарного насіння, популяризація виробів із лляних тканин, розширення асортименту споживчих продуктів із нього. Через високу ринкову ціну насіння льону є предметом експорту, але в останні роки змінюється співвідношення в напрямках його споживання та повільними темпами зростає внутрішній попит на лляну олію, насіння, льоноволокно. Особливою перевагою льону як товару на аграрному ринку є його безвідхідність, яка створює перспективи для його відродження в Україні [12, 13, 15, 16, 20].

В умовах Західного регіону України найбільш поширеною хворобою льону-довгунцю є антракноз, прояв і розвиток якого значною мірою залежить від метеорологічних умов вегетаційного періоду та стійкості сорту [6, 31].

Оптимальні умови для розвитку збудника антракнозу – відносна вологість 60–90% та температура повітря 16–19°C, але зараження рослин відбувається за температури вище 9°C [1].

При ураженні льону антракнозом недобір волокна може сягати 35%, а насіння, отримане від рослин, які були на 80% і більше уражені антракнозом, має низьку схожість [1, 24].

Для запобігання втратам урожаю льону від хвороб необхідно використовувати стійкі сорти. Напрямок селекції на стійкість до хвороб є однією з найголовніших проблем сучасності. Незважаючи на вагомі досягнення в цьому напрямі, спостерігається втрата сортами стійкості й значне поширення епіфітотій. Це відбувається внаслідок зміни вірулентності патогенів у певному регіоні (поява нових, агресивніших рас, штамів) та подолання ними генетичних систем захисту культури [8, 13, 15, 20].

Для створення нових стійких до хвороб сортів важливе значення має вихідний матеріал, який слугує джерелом як окремих, так і комплексу цінних ознак і властивостей [11, 31].

Результативність селекції на імунітет у багатьох випадках залежить від наявності в селекціонера добре вивченого вихідного матеріалу, науково обґрунтованого підходу до його використання та регулярного моніторингу патогенного комплексу збудника. Здебільшого оцінювання за стійкістю до хвороб проводять на рівні популяцій, оскільки для селекційної практики найціннішим є матеріал, стійкий не до окремих рас, а загалом до всієї популяції гриба [1, 25].

Поява й розмноження нових рас патогенів призводять до втрати сортами стійкості. Накопичений досвід свідчить, що селекцію на стійкість можна вести, враховуючи еволюційні закономірності мінливості патогенів і рослин. Планомірне створення стійких форм рослин, а також тривале зберігання стійкості мають ґрунтуватися на використанні досягнень імунології.

Для ефективного ведення селекції необхідне поєднання в сортах та гібридах сільськогосподарських культур різних типів стійкості до патогенів. Стійкість рослин визначається комплексом імунних механізмів, які пригнічують розвиток патогену й захищають рослину.

При оцінюванні стійкості рослин до збудників хвороб необхідно враховувати, що результати ураження залежать не тільки від факторів стійкості рослин, а й від стану популяції патогену та умов середовища [1, 8].

Метою наших досліджень було вивчення та виявлення стійких до антракнозу сортів та гібридів льону в колекційному розсаднику, які будуть використані як вихідний матеріал у селекційному процесі при створенні стійких сортів.

Матеріали і методи. У 2019–2020 рр. проведено дослідження з вивчення стійкості колекційних зразків льону до антракнозу та впливу абіотичних чинників на прояв і розвиток хвороби в умовах Західного Лісостепу України.

Експериментальну роботу виконано в колекційному розсаднику відділу рослинництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН згідно з методичними рекомендаціями [4, 17–19, 22].

У 2019–2020 рр. проведено імунологічний моніторинг стійкості до антракнозу колекційних зразків, для порівняння ураження антракнозом використовували сорт-стандарт Зоря-87 (St).

Ступінь ураження льону антракнозом визначали згідно з методичними рекомендаціями [17, 18] за шкалами.

Шкала оцінки ураження льону антракнозом:

а) фаза сходів:

0 – здорові рослини;

1 – слабкий ступінь – дуже малі плями на одній або двох сім'ядолях, оранжеві штрихи й малопомітні плями на стеблах і коренях;

2 – середній ступінь – великі плями або відмирання однієї сім'ядолі. Добре виражені оранжеві плями на коренях і стеблах;

3 – сильний ступінь – відмирання двох сім'ядоль або точки росту. Найбільша перетяжка на головному корені – не вище розгалуження основної маси коренів;

4 – дуже сильний ступінь – перетяжки різної величини на підсім'ядольному коліні, стеблі або головному корені вище основної маси кореня. Загибель рослин;

б) перед збиранням:

0 – здорові рослини;

1 – слабкий ступінь – коричнево-бурі плями на листочках або декілька плям на стеблі;

2 – середній ступінь – суцільні глибокі плями-заглибини на нижній частині стебла, дрібна плямистість до половини стебла або суцільне побуріння нижньої частини стебла;

3 – сильний ступінь – мармурова плямистість по всьому стеблу, яка займає не менше 2/3 частини стебла, або суцільне побуріння не менше половини стебла;

4 – дуже сильний ступінь – суцільне побуріння стебла.

Класифікацію сортів і гібридів льону за ступенем стійкості до антракнозу визначали за показником ступеня розвитку хвороби:

розвиток хвороби до 30% – стійкі, 31–50% – середньостійкі, понад 51% – сприйнятливі [27].

Результати та обговорення. Дослідження з вивчення ураження льону антракнозом засвідчило, що інтенсивність розвитку захворювання та швидкість поширення залежать від стійкості сорту та абіотичних чинників вегетаційного періоду.

Погодні умови вегетаційного періоду 2019 р. були нерівнозначні, суттєво відрізнялися по декадах за температурним режимом, кількістю та періодичністю опадів.

Травень характеризувався великою кількістю опадів, яка перевищувала норму в трьох декадах місяця, відповідно, на 12,7; 49,1; 22,8 мм, температура повітря в першій декаді була нижча за норму на 2,1°C, другій і третій декадах – вища за норму, відповідно, на 0,9 і 2,2°C.

Червень був теплим, температура повітря перевищувала норму в усіх декадах місяця, відповідно, на 4,6; 6,9; 3,4°C, кількість опадів була різною: в першій декаді за норми 30 мм опадів не випало, в другій декаді їх було на 1,8 мм більше за норму, в третій – на 18,3 мм менше за норму (рис. 1, 2).

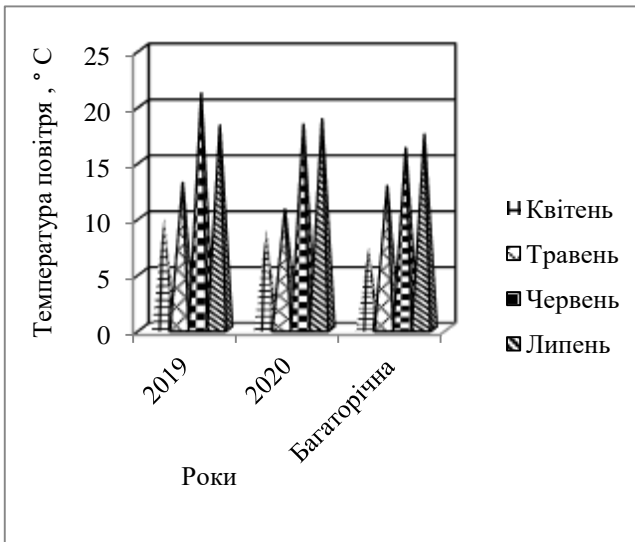


Рис. 1. Температура повітря за квітень – липень відносно багаторічної, °C (2019–2020)

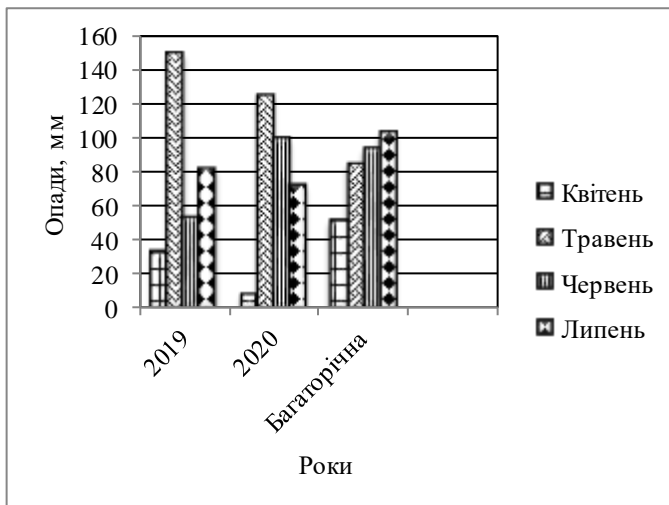


Рис. 2. Кількість опадів за квітень – липень відносно багаторічної, мм (2019–2020)

В липні температура повітря в першій і третій декадах була вищою за норму, відповідно, на 0,9 і 3,1°C, в другій – нижчою за норму на 1,6°C; кількість опадів була меншою за норму в першій і другій декадах на 9,9 і 24,0 мм та більшою за норму в третій декаді на 13,1 мм (див. рис. 1, 2).

У фазі сходів ураження льону антракнозом в колекційному розсаднику було в межах 0–1,0%, у фазі бутонізації – 3,0–18,0%, у фазі початку ранньої жовтої стиглості – 16,0–72,0% (рис. 3).

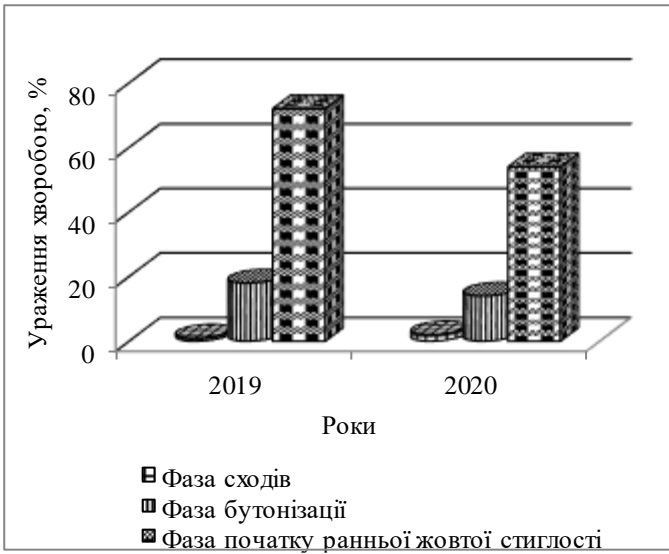


Рис. 3. Ураження льону антракнозом в колекційному розсаднику, % (2019–2020)

У фазі початку ранньої жовтої стиглості антракнозом найменше уразилися сортозразки Байкал (22,0%), Оріон (19,0%), Luna (27,0%), Рушничок (23,0%) та гібриди Лінія ЛЗУ-5 (16,0%), Лінія ЛЗУ-3 (18,0%), Лінія ЛЗУ-2 (25,0%), Лінія ЛЗУ-4 (28,0%).

Класифікація колекційних зразків за стійкістю до антракнозу виявила, що у 2019 р. стійких сортозразків було 15,4%. Найбільшу частку серед досліджуваних зразків займали сприйнятливі (59,6%). Частка середньостійких зразків – 25,0% (рис. 4).

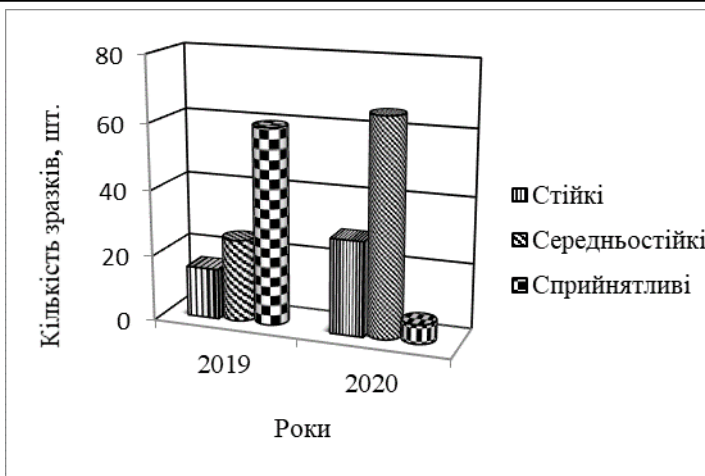


Рис. 4. Класифікація колекційних зразків за стійкістю до антракнозу (2019–2020)

Метеорологічні умови вегетаційного періоду 2020 р. були різними: температура повітря суттєво відрізнялася по декадах, кількість опадів була нерівномірною.

Травень характеризувався температурою повітря, вищою за норму в усіх декадах місяця на 0,9; 2,6; 2,6°C, та великою кількістю опадів, яка перевищувала норму в трьох декадах місяця, відповідно, на 8,5; 7,6; 24,2 мм.

Температура повітря в червні перевищувала норму в усіх декадах місяця, відповідно, на 0,1; 3,4; 2,8°C. Кількість опадів була різною: в першій і другій декадах – більша за норму на 3,2 і 4,9 мм, в третій – менша за норму на 2,7 мм. Такі погодні умови сприяли розвитку антракнозу на льоні, який у колекційному розсаднику у фазі сходів становив 0–2,0%. У фазі бутонізації всі досліджувані сортозразки льону уразилися антракнозом, розвиток хвороби коливався від 3,0 до 14,0%.

Метеорологічні умови липня характеризувалися температурою повітря, вищою за норму в першій і другій декадах, відповідно, на 2,7 і 2,1 С, в третій декаді – меншою за норму на 0,6°C. Кількість опадів перевищувала норму в першій декаді на 10,9 мм, в другій і третій була меншою за норму на 6,7 і 34,3 мм. Сприятливі метеорологічні умови спричинили ураження сортів льону антракнозом у фазі початку

ранньої жовтої стиглості, розвиток якого сягнув 20,0–54,0% (див. рис. 3).

За класифікацією колекційних зразків за стійкістю до антракнозу, у 2020 р. частка стійких зразків становила 28,8%. Найбільшу частку серед досліджуваних зразків займали середньостійкі – 65,4%, частка сприйнятливих зразків – 5,8% (див. рис. 4).

За вегетаційний період 2020 р. в колекційному розсаднику стійкими до антракнозу виявилися сорти Опочецький кряж (2,0–20,0%), Оршанський (1,0–30,0%), Ірма (0–20,0%), Кримський-250 (0–28,0%), Reina (0–23,0%), Tammes T-17 (0–28,0%), Abissinian (1,0–23,0%), Jitka (0–30,0%), Хейя-14 (2,0–26,0%), Хейя-15 (1,0–27,0%) та гібриди Св / (Св / 806/3/Св / Пр) (2,0–28,0%), Св / (Св / 806/3 / Св / Пр) / (Св / 806/3) (0–25,0%), ЛД-147 (0–22,0%), Ком / 806/3 (1,0–23,0%), К-65 (0–24,0%).

Висновки. В умовах Західного Лісостепу України найбільш поширеною хворобою льону за період 2019–2020 рр. був антракноз, розвиток якого у 2019 р. досяг 72,0%.

За досліджуваний період 2019–2020 рр. частка стійких колекційних зразків до антракнозу становила: у 2019 р. – 15,4%, у 2020 р. – 28,8%.

Найбільша частка серед досліджуваних колекційних зразків у 2019 р. належала сприйнятливим зразкам (59,6%), у 2020 р. – середньостійким (65,4%).

Стійкі колекційні зразки льону Байкал, Оріон, Luna, Рушничок, Опочецький кряж, Оршанський, Ірма, Кримський-250, Reina, Tammes T-17, Abissinian, Jitka, Хейя-14, Хейя-15 та гібриди Св / (Св / 806/3/Св / Пр), Св / (Св / 806/3 / Св / Пр) / (Св / 806/3), ЛД-147, Ком / 806/3, К-65, Лінія ЛЗУ-5, Лінія ЛЗУ-3, Лінія ЛЗУ-2, Лінія ЛЗУ-4 рекомендовано для використання в селекційному процесі як вихідний матеріал при створенні стійких сортів.

Список використаної літератури

1. Бірюкова Т. С., Чучвага В. І. Дослідження прояву розвитку фузаріозу та антракнозу перспективних сортів в умовах Північно-Східного Полісся України. *Зб. наук. пр. Ін-ту луб'яних культур НААН*. 2014. Вип. 12. С. 82–87.
2. Бурік О. Ю. Ураження льонувдовгунцю хворобами залежно від строків збирання. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 2. С. 78–80.

References

1. Biriukova T. S., Chuchvaha V. I. Study of the manifestation of the development of fusarium wilt and anthracnose of promising varieties in the North-Eastern Polissya of Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu lub'ianykh kultur NAAN*. 2014. Out. 12. P. 82–87.
2. Buryk O. Yu. Defeat of flax by diseases depending on the timing of

3. Домінська О. Я. Вплив факторів на розвиток льонарства в Україні. *Агросвіт*. 2015. № 7. С. 13–19.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва, 1985. 351 с.
5. Дрозд О. М. Продуктивність льону-довгунцю. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 2. С. 25–26.
6. Иммунологический мониторинг сортообразцов льна на устойчивость к антракнозу в условиях Западной Лесостепи Украины / О. А. Ващишин и др. *Аграрная наука*. 2020. № 2. С. 73–78.
7. Ільків Л. А. Сучасний стан та ефективність виробництва льону. *Економічні науки*. 2018. № 12. С. 614–618.
8. Йотка О. Ю., Чучвага В. І., Кривошеєва Л. М. Ознакова колекція льону за стійкістю до фузаріозу та антракнозу – джерело вихідного матеріалу для селекції. *Генетичні ресурси рослин*. 2017. № 20. С. 73–84.
9. Костенко Н. М. Оновлення офіційних зразків сортів льону-довгунцю. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2012. № 2. С. 11–13.
10. Кравчук В. Перспективи вирощування льна-долгунца в Україні. *Техніка і технології АПК*. 2010. № 11. С. 21–22.
11. Кривошеєва Л. М. Ознакова колекція льону – джерело вихідного матеріалу для селекції на якість волокна. *Генетичні ресурси рослин*. 2011. № 9. С. 54–60.
12. Лімонт А. Льон-довгунець і конкурентоспроможність льонарства та його відродження. *Техніка і технології АПК*. 2016. № 11. С. 14–19.
13. Логінов М. І. Перспективи селекції сортів льону-довгунцю з високою прядивною здатністю волокна та підвищеною насінневою harvest. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2013. No. 2. P. 78–80.
3. Dominska O. Ya. Influence of factors on the development of flax growing in Ukraine. *Ahrosvit*. 2015. No. 7. P. 13–19.
4. Dosphehov B. A. Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). 5th, ed. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
5. Drozd O. M. Productivity of long flax. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2010. No. 2. P. 25–26.
6. Immunological monitoring of flax cultivars for resistance to anthracnose in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine / O. A. Vashchyshyn et al. *Ahrarnaia nauka*. 2020. No. 2. P. 73–78.
7. Ilkiv L. A. Current state and efficiency of flax production. *Ekonomichni nauky*. 2018. No. 12. P. 614–618.
8. Yotka O. Yu., Chuchvaha V. I., Kryvosheieva L. M. Significant collection of flax for resistance to fusarium wilt and anthracnose – a source of raw material for breeding. *Henetychni resursy roslyn*. 2017. No. 20. P. 73–84.
9. Kostenko N. M. Update of official samples of long flax varieties. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. 2012. No. 2. P. 11–13.
10. Kravchuk V. Prospects for growing fiber flax in Ukraine. *Tehnika i tehnologii APK*. 2010. No. 11. P. 21–22.
11. Kryvosheieva L. M. The iconic collection of flax is a source of raw material for selection for fiber quality. *Henetychni resursy roslyn*. 2011. No. 9. P. 54–60.
12. Limont A. Long flax and the competitiveness of flax growing and its revival. *Tehnika i tehnolohii APK*. 2016. No. 11. P. 14–19.
13. Lohinov M. I. Prospects for selection of long flax varieties with high fiber spinning capacity and increased seed productivity. *Visnyk Sumskoho NAU*. 2014. No. 3 (27). P. 201–204.

- продуктивністю. *Вісник Сумського НАУ*. 2014. № 3 (27). С. 201–204.
14. Логінов М. І. Селекція і насінництво льону-довгунцю. Глухів, 2010. 49 с.
15. Макаренко В. Культурні-фаворити. *Агроперспектива*. 2014. № 4. С. 20–21.
16. Марков І. Секрети успішного вирощування льону-довгунцю. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 4. С. 299.
17. Методические указания по селекции льна-долгунца / А. Р. Рогаш и др. Торжок, 1987. 31 с.
18. Методические указания по фитопатологическим работам со льном-долгунцом / Л. В. Караджевая и др. Москва : Колос, 1969. 32 с.
19. Методичні рекомендації: Селекція та первинне насінництво льону-довгунцю / М. І. Логінов та ін. Глухів, 2010. 50 с.
20. Наукові досягнення в селекції та створення нових сортів льону-довгунцю / М. І. Логінов та ін. *Вісник Сумського НАУ*. 2016. № 2 (31). С. 209–213.
21. Наукові основи комплексної переробки стебел та насіння льону олійного / Л. А. Чурсіна та ін. Херсон, 2011. 354 с.
22. Облік шкідників та хвороб сільськогосподарських культур / за ред. В. П. Омелюти. Київ, 1984. 294 с.
23. Примаков О. А., Маринченко І. О., Козорізенко М. П. Шляхи розвитку льонарства в Україні. *Економіка АПК*. 2013. № 11. С. 32–37.
24. Рудік О. Л. Вплив вологозабезпечення на процеси росту та розвитку сортів льону в умовах Півдня України. *Таврій. наук. вісник*. 2017. Вип. 98. С. 113–121.
25. Слісарчук М. В. Удосконалення техніки гібридизації льону олійного і льону-довгунцю при створенні нового вихідного матеріалу. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 3. С. 45–49.
26. Сторчоус І. Технологічні основи вирощування льону-довгунцю в Україні. *Агробізнес сьогодні*. 2018. № 11. С. 72–73.
14. Lohinov M. I. Selection and seed production of flax. Hlukhiv, 2010. 49 p.
15. Makarenko V. Cultures are favorites. *Agroperspektiva*. 2014. No. 4. P. 20–21.
16. Markov I. Secrets of successful cultivation of flax. *Ahrobiznes sohodni*. 2015. No. 4. P. 299.
17. Methodical instructions on selection of long flax / A. R. Rogash et al. Torzhok, 1987. 31 p.
18. Metodycheskye ukazanyia po fytopatolohycheskym rabotam so Inom-dolhuntsom / L. V. Karadzhevaia y dr. Moskva : Kolos, 1969. 32 p.
19. Methodical recommendations: Selection and primary seed production of flax / M. I. Loginov, V. P. Dynnyk, V. B. Kovalev and others. Glukhiv, 2010. 50 p.
20. Scientific achievements in breeding and creation of new varieties of long flax / M. I. Lohinov et al. *Visnyk Sumskoho NAU*. 2016. No. 2 (31). P. 209–213.
21. Scientific bases of complex processing of stalks and seeds of oil flax / L. A. Chursina ta in. Kherson, 2011. 354 p.
22. The accounting of pests and diseases of crops / ed. V. P. Omeliuty. Kyiv : Urozhai, 1984. 296 p.
23. Prymakov O. A., Marynchenko I. O., Kozorizenko M. P. Ways of development of flax growing in Ukraine. *Ekonomika APK*. 2013. No. 11. P. 32–37.
24. Rudik O. L. Influence of moisture supply on growth and development processes varieties of flax in the conditions of the south of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2017. Issue 98. P. 113–121.
25. Slisarchuk M. V. Improving the technique of hybridization of oil flax and long flax when creating a new source material. *Visnyk aharnoi nauky*. 2014. No. 3. P. 45–49.
26. Storchous I. Technological bases of growing flax in Ukraine. *Ahrobiznes sohodni*. 2018. No. 11. P. 72–73.

27. Струкова С. І. Оцінка фітосанітарного стану посівів льону. *Захист і карантин рослин*. 2008. Вип. 54. С. 382–393.
28. Чехова І. В. Світовий ринок олійних культур. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 9. С. 71–77.
29. Чехова І. В., Чехов С., Шкурко М. П. Вітчизняний ринок льону. *Економіка України*. 2017. № 1. С. 52–63.
30. Шкарлет С. М. Коробка А. М. Стан та тенденції діяльності підприємств галузі льонарства України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. Вип. 1. С. 35–41.
31. Яцух К. І., Тымчук І. С., Ващишин О. А. Антракноз льонувдовгунцю на Львівщині. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54. Ч. II. С. 135–145.
27. Strukova SI Estimation of phytosanitary condition of flax crops. *Plant protection and quarantine*. 2008. No. 54. P. 382–393.
28. Chekhova I. V. World market of oilseeds. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2017. No. 9. P. 71–77.
29. Chekhova I. V., Chekhov S., Shkurko M. P. Domestic flax market. *Ekonomika Ukrainy*. 2017. No. 1. P. 52–63.
30. Shkarlet S. M. Korobka A. M. Status and trends of enterprises of the flax industry of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*. 2013. Issue 1. P. 35–41.
31. Yatsukh K. I., Tymchuk I. S., Vashchyshyn O. A. Anthracnose of flax in the Lviv region. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2012. No. 54. Part II. P. 135–145.

Отримано 21.05.2021

DOI: 10.32636/01308521.2021-70-1-6

УДК 633.111:631.526.3:631.559:658.155

І. С. ВОЛОЩУК, О. П. ВОЛОЩУК, доктори сільськогосподарських наук

В. В. ГЛИВА, кандидат сільськогосподарських наук

Г. С. ГЕРЕШКО, О. М. СЛУЧАК, наукові співробітники

М. С. ЗАПСОЦЬКА, аспірант

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: olexandravoloschuk53@gmail.com

ВПЛИВ СОРТОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ НА РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Доведено ефективність впливу сортової технології різного екологічного типу вирощування пшениці м'якої озимої на рентабельність виробництва базового насіння за технологій вирощування (базової, інтенсивної, біологізованої), на основі статистичних даних визначено вартість реалізованого насіння, затрати на 1 га посіву, собівартість продукції та рентабельність у польових умовах лабораторії насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН упродовж 2013–2017 рр. Обґрунтовано переваги біологізованої технології вирощування насіння над базовою та інтенсивною методами морфологічного й лабораторного аналізу, математико-статистичними – кореляційним, варіаційним, дисперсійним, які застосовували завдяки комп'ютерним програмам «Excel» та «Statistica 6.0».

Установлено, що показники економічної оцінки вирощування базового насіння пшениці озимої є важливим аргументом для впровадження в сільськогосподарське виробництво регіону найбільш продуктивних сортів та досліджуваних агротехнологічних заходів. Досліджено, що, порівнюючи різні за рівнем інтенсивності технології вирощування пшениці озимої на насіння, можна визначити перспективність їх застосування у виробництві з точки зору ресурсозбереження. Порівняно з базовою технологією показник рентабельності був нижчим на 7,1% за інтенсивної і вищим на 2,6% за біологізованої, між інтенсивною і біологізованою технологіями різниця становила 9,7%.

Уперше в умовах Західного Лісостепу України виявлено адаптивний і продуктивний потенціал сортів пшениці м'якої озимої різних екологічних типів установ-оригінованих України та визначено найбільш продуктивні за рентабельністю виробництва базового насіння за біологізованої технології вирощування.

Запропоновані підходи до вирощування базового насіння сортів пшениці м'якої озимої різних екологічних типів за біологізованою

технологією вирощування забезпечуються біологічно повноцінним насінням (4,2 т/га), що дає зниження собівартості при вищому рівні рентабельності (49,6–62,2%) порівняно з базовою за екологічно безпечного ведення сільськогосподарського виробництва.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, продуктивність, екологічний тип, технологія вирощування, рівень рентабельності, умовно чистий прибуток, собівартість.

Ihor Voloshchuk, Oleksandra Voloshchuk, Valentyna Hlyva, Halyna Hereshko, Oksana Sluchak, Mariia Zapisotska

Institute of Agriculture of the Carpathian Region NAAS

Influence of varietal cultivation technologies of soft winter wheat on the profitability of production in the Western Forest-Steppe of Ukraine

The effectiveness of the influence of varietal technology of different ecological types of cultivation of soft wheat on the profitability of production of the basic seed in cultivation technologies (basic, intensive, biologized) has been proved on the basis of statistical data, the cost of sold seeds, costs per hectare of sowing, production cost and profitability in the field of the seed production laboratory of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the NAAS during 2013–2017. The advantages of biologized technology of growing seeds over the basic and intensive methods of morphological and laboratory analysis, mathematical and statistical methods – correlation, variation, dispersion, which were carried out using the computer programs "Microsoft Office Excel" and "Statistica 6.0", have been substantiated.

It has been established that the indicators of the economic assessment of the cultivation of basic winter wheat seeds are an important argument for the introduction of the most productive varieties and the studied agrotechnological measures into the agricultural production of the region. It has been proved that by comparing technologies of growing winter wheat for seeds of different intensity levels, it is possible to determine the prospects of their application in production from the point of view of resource conservation. In comparison with the basic technology, the profitability indicator was lower by 7.1% with intensive and higher by 2.6% for biologized technologies, the difference between intensive and biologized technologies was 9.7%.

For the first time, in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine, the adaptive and productive potential of soft winter wheat varieties of various ecological types of originating institutions of Ukraine has been identified and the most productive ones with the profitability of the production of basic seeds in the biologization of growing technologies have been determined.

The proposed approaches to the cultivation of basic seeds of soft winter wheat varieties of various ecological types are provided with biologically valuable seeds (4.2 t/ha) according to biologized cultivation technology in comparison with the basic one, which gives a decrease in the cost price at a high level of profitability (49.6–62.2%) for environmentally friendly agricultural production.

Key words: soft winter wheat, productivity, ecological type, cultivation technology, level of profitability, conditionally net profit, cost.

Вступ. Освоєння ринкової економіки докорінно змінило мету, завдання й мотивацію природи виробництва, оскільки основою стали пріоритет споживача й кон'юнктура ринку. Усі, хто господарює на землі, мають право самостійно визначати свою виробничу програму й беруть на себе весь ризик та повну відповідальність за наслідки роботи [1, 6, 13, 17]. Вагоме місце відводиться створенню й впровадженню інновацій, завдяки чому забезпечуються, з одного боку, висока конкурентоспроможність продукції і якість виробництва, з іншого – широке запровадження завершених наукових розробок у сільськогосподарське виробництво, що сприяє його зростанню та підвищенню ефективності [24, 29].

Значимість одержання високого прибутку є результатом ефективної фінансово-господарської діяльності, винагородою за ризики, найдешевшим джерелом фінансування потреб, джерелом зростання добробуту його власника та передумовою конкурентоспроможності підприємства чи фермерства. За такої постановки питання галузі мають виробляти конкурентоспроможну продукцію, яка б відповідала купівельній спроможності споживача й була вигідною для виробництва [23, 25].

Економічна ефективність передбачає досягнення максимального ефекту від господарської діяльності підприємств за мінімальних витрат ресурсів. При цьому враховується вплив сукупності факторів, що формують її рівень і зумовлюють тенденції розвитку галузі. Під час оцінювання на підприємствах необхідно правильно визначати систему взаємопов'язаних показників, які найбільш об'єктивно відображають її рівень [2, 5, 9, 12].

Галузь насінництва має особливе значення для продовольчої безпеки кожної держави. Вагомий сортовий потенціал рослин є запорукою подальшого зростання агровиробництва. Крім можливості задовольнити внутрішню потребу в насінні й садивному матеріалі, це ще й нагода наростити їх експорт, тому ефективність насінництва в контексті розвитку національної економіки належить до стратегічних питань. Нині насінництво в Україні – досить прибуткова галузь, тому в неї щорічно спрямовуються значні інвестиції. За розрахунками фахівців Інституту аграрної економіки, потенційний обсяг виробництва сортового насіння й садивного матеріалу може щорічно становити від 20,0 до 25,0 млрд грн. Найбільші потенційні можливості

має виробництво насіння пшениці озимої (55,5%), ячменю (20,9%) і сої (9,1%), їхня частка складає 85,5% від загального обсягу виробленого в країні насіння, також наша держава є великим виробником і експортером насіння ріпаку, кукурудзи та соняшнику [4, 11, 16, 19].

За сучасних умов господарювання змінилося розуміння ролі сорту як об'єкта інтелектуальної власності й сільськогосподарського виробництва, він став реальним об'єктом ринку. У період, коли сорти використовувалися у виробництві по 10–20 років, спеціалісти господарств мали можливість оцінити їх і визначити кожному місце в сортовій структурі посівів. Нині – за скорочених строків сортозаміни – такої можливості немає, тому завершальним етапом у проведенні науково-дослідних робіт є економічне оцінювання результатів, які обґрунтовують переваги кожного сорту для широкого впровадження у виробництво [3, 15].

Інтенсифікація галузі насінництва впливає на умови виробництва, прискорення сортозаміни, підвищує вимоги виробництва до формування сортової структури посівів. Збереження суттєвих відмінностей природно-економічних умов вирощування певної зернової культури у великих регіонах і в конкретних господарствах зумовлює об'єктивну необхідність висівати одночасно декілька сортів, займати ними відповідну площу на час поширення сорту. Найгострішою проблемою сільськогосподарського виробництва є відсутність обігових коштів для придбання матеріально-технічних ресурсів, тому використання потенціалу сорту, його швидке впровадження за ресурсозбережною технологією вирощування – головне завдання галузі насінництва [10, 14, 18, 20, 27].

Системний зв'язок екологічних ресурсів поля з біологічними особливостями вирощуваних сортів – головне завдання технологічних розробок, де ознаки високої насінневої продуктивності й посівних якостей насіння визначаються трьома основними показниками: ґрунтово-кліматичними умовами, у яких вирощується сорт, рівнем агротехнології у виробництві та напрямом використання. Лише за їх оптимального поєднання формується високий потенціал урожайності – 8–10 т/га. Як засоби виробництва, сорт і насіння залежно від якісних характеристик визначають реалізацію природних й економічних ресурсів рослинницької продукції і є об'єктами інтенсифікації галузі насінництва. Тому підвищення врожайності й посівних якостей насіння озимих зернових культур залежить від технології вирощування культури, у якій енергозбереження розглядають як головний агрозахід доведення до товарних посівів закладеного селекцією генетичного

ресурсу. Дослідження, спрямовані на вдосконалення елементів технології вирощування насіння зернових культур шляхом оптимізації агротехнічних заходів, залишаються актуальними як у науковому, так і у виробничому плані, тому сортовій технології приділяється велика увага [21, 22, 28, 30].

Мета досліджень полягала у встановленні економічної ефективності вирощування базового насіння сортів різного екологічного типу пшениці м'якої озимої за різних технологій (базової, інтенсивної, біологізованої).

Матеріали і методи. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконували впродовж 2013–2017 рр. у лабораторії насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН з типовим для зони Західного Лісостепу чергуванням культур за загальноприйнятою агротехнікою.

Об'єктом досліджень були сучасні сорти пшениці озимої (*Triticum aestivum L.*) різних установ-оригіраторів України, зокрема: Краєвид, Бенефіс (Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»); Щедра нива, Лісова пісня (Білоцерківська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН); Колос Миронівщини, Ювіляр миронівський (Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН, Інститут фізіології рослин і генетики НАНУ); Статна, Досконала (Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН); Овідій, Херсонська 99 (Інститут зрошуваного землеробства НААН); Ластівка одеська, Служниця одеська (Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення НААН).

Доведено ефективність впливу сортової технології різного екологічного типу вирощування пшениці м'якої озимої на рентабельність виробництва базового насіння за технологій вирощування (базової, інтенсивної, біологізованої), на основі статистичних даних визначено вартість реалізованого насіння, затрати на 1 га посіву, собівартість продукції та рентабельність у польових умовах лабораторії насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН упродовж 2013–2017 рр.

Базова технологія вирощування насіння пшениці озимої охоплювала: передпосівне протруювання насіння препаратом «Вітавакс 200 ФФ», 34% в. с. к. (3,0 л/т); внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{90}K_{90}$ під посів та поетапне внесення азоту N_{30} на IV і VII етапах органогенезу; хімічний захист від бур'янів, хвороб і шкідників: гербіциди «Гроділ максі», 37,5% о. д. (0,09–0,11 л/га), + «Зенкор

ліквід», 60% к. с. (0,1–0,4 л/га), фунгіцид «Ламардор ПРО», 18% т. к. с. (0,5–0,6 л/га), інсектицид «Фастак», 10% к. с. (0,1–0,25 л/га).

Інтенсивна ґрунтувалася на максимальній концентрації та високоінтенсивному використанні матеріально-технічних ресурсів, зокрема, вищій нормі мінеральних добрив $N_{120}P_{120}K_{120}$ з поетапним внесенням азоту, застосуванні пестицидів «Гроділ максі», 37,5% о. д. (0,09–0,11 л/га), + «Зенкор ліквід», 60% к. с. (0,1–0,4 л/га), у фазу кушіння; першому обробленні посіву фунгіцидом «Рекс дуо», 49,7% к. е. (0,6 л/га у фазу кушіння – виходу в трубку), другому – «Карамба» (1,25 л/га у фазу виходу в трубку – колосіння), інсектицидом «Фастак», 10% к. с. (0,1–0,25 л/га), ретардантом хлормекватхлорид (стабілан), 75% в. р. к. (0,8–2,0 л/га), на початку виходу в трубку.

Біологізована технологія передбачала застосування біологічних препаратів і мікродобрив для зниження негативного впливу на рослину хімічних препаратів. Передпосівне оброблення насіння було проведено стимулятором росту «Вимпел-К» (500 г/т) + мікродобривом «Оракул насіння» (1,0 л/т). Рівень мінерального живлення рослин – $N_{30}P_{90}K_{90}$ під посів із внесенням азоту N_{30} на IV і VII етапах органогенезу та листкове застосування регулятора росту «Вимпел» (1,0 л/га) з мікродобривом «Оракул мультикомплекс» (1,0–2,0 л/га) на VII етапі органогенезу. Захист від бур'янів і хвороб охоплював: «Гроділ максі», 37,5% о. д. (0,09–0,11 л/га), + «Зенкор ліквід», 60% к. с. (0,1–0,4 л/га), у фазу кушіння; перше оброблення посіву препаратом «Оракул мультикомплекс» (1,5 л/га) у фазу кушіння – виходу в трубку; друге – «Оракул колофермин міді» (1,0 л/га) + регулятор росту «Вимпел-2» (0,5 л/га) у фазу виходу в трубку – колосіння рослин.

Площа дослідної ділянки – 56 м², облікової – 50 м². Розміщення варіантів – рендомізоване, повторність – 3-разова.

Норма висіву насіння – 5,5 млн схож. нас/га. Посівні якості висіяного за роки досліджень насіння сортів пшениці озимої відповідали ДСТУ 4138-2002 [8].

По кожному сорту визначали норму висіву насіння за формулою:

$$H = \frac{K \times M \times 100}{G_{п}}$$

де K – кількість мільйонів схожих насінин на 1 га; M – маса 1000 насінин; $G_{п}$ – господарська придатність.

Господарську придатність визначали за формулою:

$$G_{п} = \frac{\text{схож.} \times \text{чист.}}{100}$$

За методикою Г. К. Фурсової, Д. І. Фурсова, В. В. Сергєєва [26] проводили фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин у фазу повних сходів, у варіантах досліді визначали польову схожість.

Технічну й збиральну стиглість зерна пшениці озимої з'ясовували ваговим методом (методом висушування), який дає змогу встановити терміни настання цих фаз із точністю до одного дня, за формулою:

$$A = \frac{(a-b)100}{a},$$

де А – вологість, %; а – маса сирого зерна; б – маса абсолютно сухого зерна.

Опрацювання та узагальнення результатів досліджень проводили за допомогою програми «Excel». Одержані дані обробляли методом дисперсійного та кореляційного аналізу за Б. О. Доспеховим [7].

Економічну оцінку вирощування насіння сортів пшениці озимої визначали за методикою, рекомендованою для досліджень у сільськогосподарській галузі [20].

Результати та обговорення. За базової технології вирощування пшениці озимої в наших досліді рівень рентабельності виробництва насіння коливався від 44,4% в сорту Херсонська 99 до 62,7% в сорту Колос Миронівщини (табл. 1). Залежно від екологічної пластичності сорту різниця між ними становила 18,3%. Сорти лісостепового еко типу порівняно зі степовим забезпечили вищу рентабельність виробництва насіння на 11,2–14,1%.

1. Економічна ефективність вирощування базового насіння сортів пшениці озимої за базової технології вирощування (2013–2017)

Сорт	Урожайність насіння, т/га	Вартість реалізованого насіння, тис. грн	Запрати на 1 га, тис. грн	Умовно чистий прибуток, тис. грн/т	Собівартість продукції, тис. грн/т	Рентабельність, %
1	2	3	4	5	6	7
Лісостеповий еко тип						
Краєвид (контроль)	4,02	22,1	14,2	7,9	3,5	55,6
Бенефіс	4,12	22,7	14,2	8,5	3,4	59,9
Щедра нива	4,18	23,0	14,2	8,8	3,4	62,0
Лісова пісня	4,10	22,6	14,2	8,4	3,5	59,2

1	2	3	4	5	6	7
Колос Миронівщини	4,20	23,1	14,2	8,9	3,4	62,7
Ювіляр миронівський	4,13	22,7	14,2	8,5	3,4	59,9
Середнє	4,16	22,7	14,2	8,5	3,4	59,9
Степовий екотип						
Статна	3,82	21,0	14,2	6,8	3,7	47,9
Досконала	3,74	20,6	14,2	6,4	3,8	45,1
Овідій	3,77	20,7	14,2	6,5	3,8	45,8
Херсонська 99	3,73	20,5	14,2	6,3	3,8	44,4
Ластівка одеська	3,83	21,1	14,2	6,9	3,7	48,6
Служниця одеська	3,81	21,0	14,2	6,8	3,7	47,9
Середнє	3,78	20,8	14,2	6,6	3,8	46,6
Різниця за екотипом	0,35	1,9	0	1,9	0,4	13,3

Збільшення виробничих ресурсів за інтенсивної технології вирощування пшениці озимої обумовило зниження рентабельності виробництва насіння. Залежно від продуктивності сорту рентабельність становила від 32,7 (у сорту Досконала) до 56,4% (у сорту Колос Миронівщини) з різницею між сортами 23,7% (табл. 2).

2. Економічна ефективність вирощування базового насіння сортів пшениці озимої за інтенсивної технології вирощування (2013–2017)

Сорт	Урожайність насіння, т/га	Вартість реалізова- ного насіння, тис. грн	Затрати на 1 га, тис. грн	Умовно чистий прибуток, тис. грн/т	Собівартість продукції,	Рентабельність, %
1	2	3	4	5	6	7
Лісостеповий екотип						
Краєвид (контроль)	4,38	24,1	16,5	7,6	3,8	46,1
Бенефіс	4,64	25,5	16,5	9,0	3,6	54,5
Щедра нива	4,63	25,5	16,5	9,0	3,6	54,5
Лісова пісня	4,55	25,0	16,5	8,5	3,6	51,5

1	2	3	4	5	6	7
Колос Миронівщини	4,69	25,8	16,5	9,3	3,5	56,4
Ювіляр миронівський	4,58	25,2	16,5	8,7	3,6	52,7
Середнє	4,57	25,2	16,5	8,7	3,6	52,6
Степовий екотип						
Статна	4,06	25,3	16,5	8,8	4,1	53,3
Досконала	3,98	21,9	16,5	5,4	4,1	32,7
Овідій	4,24	23,3	16,5	6,8	3,9	41,2
Херсонська 99	4,06	22,3	16,5	5,8	4,1	35,2
Ластівка одеська	4,14	22,8	16,5	6,3	4,0	38,2
Служниця одеська	4,13	22,7	16,5	6,2	4,0	37,6
Середнє	4,10	23,1	16,5	6,6	4,0	39,7
Різниця за екотипом	0,47	2,1	0	2,1	0,4	12,9

Нижча вартість біологічних препаратів та вища ефективність їхньої дії на продуктивність рослин за біологізованої технології вирощування забезпечили рівень рентабельності в межах від 47,8 (сорт Досконала) до 66,2% (сорт Колос Миронівщини) (табл. 3), різниця між сортами за цим показником становила 18,4%.

3. Економічна ефективність вирощування базового насіння сортів пшениці озимої за біологізованої технології вирощування (2013–2017)

Сорт	Урожайність насіння, т/га	Вартість реалізованого насіння, тис. грн	Зарати на 1 га, тис. грн	Умовно чистий прибуток, тис. грн/т	Собівартість продукції, тис. грн/т	Рентабельність, %
1	2	3	4	5	6	7
Лісостеповий екотип						
Краєвид (контроль)	4,22	23,2	14,8	8,4	3,5	56,8
Бенефіс	4,35	23,9	14,8	9,1	3,4	61,5
Щедра нива	4,36	24,0	14,8	9,2	3,4	62,2

1	2	3	4	5	6	7
Лісова пісня	4,33	23,8	14,8	9,0	3,4	60,8
Колос Миронівщини	4,47	24,6	14,8	9,8	3,3	66,2
Ювіляр миронівський	4,46	24,5	14,8	9,7	3,7	65,5
Середнє	4,37	24,0	14,8	9,2	3,5	62,2
Степовий екотип						
Статна	3,99	21,9	14,8	7,1	3,7	48,2
Досконала	3,87	20,4	14,8	5,6	3,8	47,8
Овідій	4,11	22,6	14,8	7,8	3,6	52,7
Херсонська 99	4,00	22,0	14,8	7,2	3,7	48,6
Ластівка одеська	4,02	22,1	14,8	7,3	3,7	49,3
Служниця одеська	4,06	22,3	14,8	7,5	3,6	50,7
Середнє	4,00	21,9	14,8	7,1	3,7	49,6
Різниця за екотипом	0,37	2,1	0	2,1	0,2	12,6

Умовно чистий прибуток за базової та інтенсивної технології складав 7,6 тис. і 7,7 тис. грн/га, за біологізованої був вищим – 8,1 тис. грн/га. Собівартість 1 т еліти становила 3,8 тис. грн/т за інтенсивної технології і була нижчою (3,6 тис. і 3,7 тис. грн/т) за базової і біологізованої. Рентабельність виробництва насіння за базової технології вирощування сягала 53,3%, за інтенсивної – 46,2%, за біологізованої – 55,9% (рис. 1).

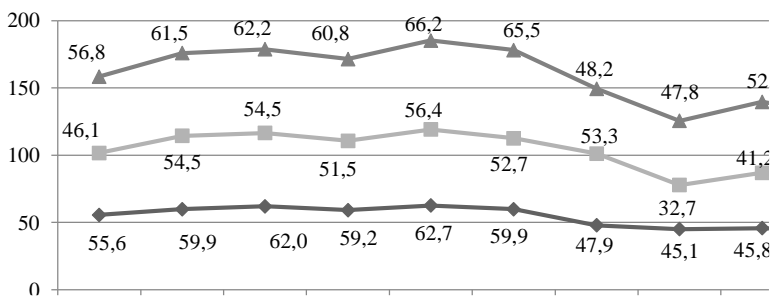


Рис. 1. Рівень рентабельності виробництва базового насіння сортів пшениці озимої за різних технологій вирощування (2013–2017), %

Примітки. Сорти лісостепового екотипу: 1 – Краєвид (контроль), 2 – Бенефіс, 3 – Щедра нива, 4 – Лісова пісня, 5 – Колос Миронівщини, 6 – Ювіляр миронівський; сорти степового екотипу: 7 – Статна, 8 – Досконала, 9 – Овідій, 10 – Херсонська 99, 11 – Ластівка одеська, 12 – Служниця одеська.

Висновки:

1. Показники економічної оцінки вирощування базового насіння пшениці озимої є важливим аргументом для впровадження в сільськогосподарське виробництво регіону найбільш продуктивних сортів та досліджуваних агротехнологічних заходів.

2. Порівнюючи різні за рівнем інтенсивності технології вирощування пшениці озимої на насіння, можна визначити перспективність їхнього застосування у виробництві з точки зору ресурсозбереження. Порівняно з базовою технологією показник рентабельності був нижчим на 7,1% за інтенсивної і вищим на 2,6% за біологізованої, між інтенсивною і біологізованою технологіями різниця становила 9,7%.

Список використаної літератури

1. Андрийчук В. Г. Економіка підприємств агропромислового комплексу. Київ : КНЕУ, 2013. 779 с.
2. Бай С. І., Яцишина К. В. Співробітництво в триаді «держава – наука – бізнес»: проблеми та шляхи вирішення. *Бізнесінформ*. 2012. № 10. С. 6–11.
3. Билувус Г. Я., Волощук И. С. Экономическая эффективность применения микробных препаратов на пшенице озимой в условиях Западной Лесостепи Украины. *Agricultural science știința agricolă* : universitatea agrară de stat din Moldova. Аграрная наука. 2017. № 2. С. 152–157.
4. Вожегова Р. А., Кривенко А. І. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої та економічно-енергетичну ефективність технології її вирощування в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 1 (101). С. 39–46. DOI: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-1\(101\)-6](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-1(101)-6).
5. Горпинич О. В. Економічна ефективність виробництва продукції в сільськогосподарських підприємствах. URL: http://archive.nbuv.gov.ua/Portal/Soc_gum/Vbumb/2011_3/10.pdf (дата звернення: 15.06.2021).
6. Державна служба статистики України. Економічна статистика /

References

1. Andriichuk V. H. Economy of enterprises of the agro-industrial complex. Kyiv : KNEU, 2013. 779 p.
2. Bai S. I., Yatsyshyna K. V. Cooperation in the "State – Science – Business" triad: Problems and Solutions. *Biznesinform*. 2012. No. 10. P. 6–11.
3. Bilovus H. Ya., Voloshchuk Y. S. Economic efficiency of the use of microbial preparations on winter wheat in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Agricultural science știința agricolă* : universitatea agrară de stat din Moldova. *Ahrarnaia nauka*. 2017. No. 2. P. 152–157.
4. Vozhehova R. A., Kryvenko A. I. The influence of biological products on the productivity of winter wheat and the economic energy efficiency of the technology of its cultivation in the conditions of the South of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*. 2019. Issue 1 (101). P. 39–46. DOI: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-1\(101\)-6](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-1(101)-6).
5. Horpynych O. V. Economic efficiency of production in agricultural enterprises. URL: http://archive.nbuv.gov.ua/Portal/Soc_gum/Vbumb/2011_3/10.pdf (data zvernennia: 15.06.2021).
6. State Statistics Service of Ukraine. Economic statistics / Economic activity / Agriculture, forestry and fisheries.

- Економічна діяльність / Сільське, лісове та рибне господарство. Сільське господарство. Рослинництво. Рослинництво (1991–2020). URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 30.06.2021).
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва, 1985. 351 с.
8. DSTU ISO 4138:2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості : видання офіційне [чинний від 28.12.2002]. Київ, 2003. 148 с.
9. Економічна ефективність елементів технології вирощування озимих зернових культур в умовах Південного Степу України / В. В. Гамаюнова та ін. *Таврій. наук. вісник*. 2019. № 110. Ч. 1. С. 40–47. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.6>.
10. Жарун О. В., Наумова О. В. Ефективність виробництва зернових культур у сільськогосподарських підприємствах Уманського району. *Зб. наук. пр. Уман. нац. ун-ту садівництва*. 2012. Вип. 81 (2). С. 51–55.
11. Захарчук О. В. Ефективність виробництва насіння та перспективи розвитку насінництва в Україні. *Економіка АПК*. 2020. № 3. С. 6.
12. Камінський В. Ф. Науково-методичні основи досліджень з розроблення технологій вирощування сільськогосподарських культур. *Зб. наук. пр. Нац. наук. центру «Ін-т землеробства НААН»*. Київ, 2013. Вип. 1/2. С. 3–9.
13. Кизим М. О., Феденко Г. М. Теорія та практика оцінки пріоритетності та результативності державних цільових програм в Україні. *Бізнесінформ*. 2012. № 12. С. 6–13.
14. Клоц О. С. Ефективність виробництва зернових культур в сільськогосподарських підприємствах Запорізької області. *Економіка та управління підприємствами*. 2016. Вип. 14. С. 390–393.
- Agriculture. Plant growing. Crop production (1991–2020). URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (last accessed: 30.06.2021).
7. Dosphehov B. A. Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results). Izd. 5-e, dop. i pererab. Moskva, 1985. 351 p.
8. DSTU ISO 4138:2002. Agricultural seeds. Methods for determining quality : official edition [valid from 2002-12-28]. Kyiv, 2003. 148 p.
9. Economic efficiency of the elements of the technology of growing winter grain crops in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine / V. V. Hamaiunova et al. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2019. No. 110. Ch. 1. P. 40–47. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.6>.
10. Zharun O. V., Naumova O. V. Efficiency of production of grain crops in agricultural enterprises of the Uman region. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskooho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2012. Issue 81 (2). P. 51–55.
11. Zakharchuk O. V. Efficiency of seed production and prospects for the development of seed production in Ukraine. *Ekonomika APK*. 2020. No. 3. P. 6.
12. Kaminskyi V. F. Scientific and methodological foundations of research on the development of technologies for growing crops. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovooho tsentru "Instytut zemlerobstva NAAN"*. Kyiv, 2013. Issue 1/2. P. 3–9.
13. Kyzym M. O., Fedenko H. M. Theory and practice of assessing the priority and effectiveness of state target programs in Ukraine. *Biznesinform*. 2012. No. 12. P. 6–13.
14. Kliuts O. S. Efficiency of production of grain crops in agricultural enterprises of the Zaporizkyi region. *Ekonomika ta upravlinnia pidpryemstvamy*. 2016. Issue 14. P. 390–393.
15. Kompaniets V. O., Solodushko M. M., Kulyk A. O. Economic efficiency of growing modern varieties of winter wheat in the Northern Steppe of Ukraine. *Visnyk PDAA*. 2015. No. 4. P. 81–85.

15. Компанієць В. О., Солодушко М. М., Кулик А. О. Економічна ефективність вирощування сучасних сортів пшениці озимої в умовах Північного Степу України. *Вісник ПДАА*. 2015. № 4. С. 81–85.
16. Лагодієнко В. В., Богданов О. О., Місце та роль України на світовому ринку пшениці. *Укр. журнал прикладної економіки*. 2019. № 3. С. 297–308.
17. Мацибора В. І. Економіка сільського господарства. Київ : Вища школа, 1994. 415 с.
18. Мельник І. О. Основні шляхи підвищення економічної ефективності зерновиробництва підприємствами Миколаївської області. *Вісник Чернівецького торгов.-економ. ін-ту*. 2011. Вип. II (42). Ч. 2. Т. 1.: Економічні науки. 512 с.
19. Месель-Веселяк В. Я. Виробництво зернових культур в Україні: потенційні можливості. *Економіка АПК*. 2018. № 5. С. 5–14.
20. Методика определения экономической эффективности исследований в сельском хозяйстве, результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений / Г. В. Лоза и др. Москва : Колос, 1980. 112 с.
21. Мірзоева Т. В., Гуртовенко В. О. Економічна ефективність виробництва пшениці озимої в розрізі виробничих витрат. *Бізнесінформ*. 2018. № 10. С. 203–208.
22. Мороз О. В., Несен Л. М., Філатова Л. С. До питання методології дослідження сучасних ринків. *Бізнесінформ*. 2014. № 11. С. 8–14.
23. Олійник О. В., Скромна О. Ю. Інтегральна оцінка ефективності управління формуванням прибутку від реалізації продукції в сільськогосподарських підприємствах. *Економіка АПК*. 2016. № 4. С. 75–80.
24. Павлик П. В., Ткач Л. Л., Дендебера О. П. Аграрна наука в інноваційному розвитку аграрного
16. Lahodiienko V. V., Bohdanov O. O. Place and role of Ukraine in the world wheat market. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky*. 2019. No. 3. P. 297–308.
17. Matsyhora V. I. Economy of agriculture. Kyiv : Vyshcha shkola, 1994. 415 p.
18. Melnyk I. O. The main ways to increase the economic efficiency of grain production by enterprises of the Mykolaiv region. *Visnyk Chernivetskoho torhovelno-ekonomichnoho instytutu*. 2011. Issue II (42). Ch. 2. Vol. 1.: Ekonomichni nauky. 512 p.
19. Mesel-Veseliak V. Ya. Grain production in Ukraine: potential opportunities. *Ekonomika APK*. 2018. No. 5. P. 5–14.
20. Methodology for determining the economic efficiency of research in agriculture, the results of research and development work, new technology, inventions and rationalization proposals / G. V. Loza i dr. Moskva : Kolos, 1980. 112 s.
21. Mirzoieva T. V., Hurtovenko V. O. Economic efficiency of winter wheat production in the context of production costs. *Biznesinform*. 2018. No. 10. P. 203–208.
22. Moroz O. V., Nesen L. M., Filatova L. S. On the question of the methodology of researching modern markets. *Biznesinform*. 2014. No. 11. P. 8–14.
23. Oliinyk O. V., Skromna O. Yu. Integral assessment of the effectiveness of management of the formation of profits from the sale of products in agricultural enterprises. *Ekonomika APK*. 2016. No. 4. P. 75–80.
24. Pavlyk P. V., Tkach L. L., Dendebera O. P. Agrarian science in the innovative development of agricultural production. *Ekonomika APK*. 2016. No. 1. P. 75–83.
25. Tohachynska O. V., Tymoshchuk T. M. Assessment of the technology of growing winter wheat by ecological and agrochemical indicators of dark gray

- виробництва. *Економіка АПК*. 2016. № 1. С. 75–83.
25. Тогачинська О. В., Тимошук Т. М. Оцінка технології вирощування пшениці озимої за еколого-агрохімічними показниками темно-сірого опідзоленого ґрунту. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2017. № 1/2. С. 56–63.
26. Фурсова Г. К., Фурсов Д. І., Сергеева В. В. Рослинництво: лабораторно-практичні заняття. Ч. 1. Зернові культури : навч. посіб. / за ред. Г. К. Фурсової. Харків : Ексклюзив, 2004. 380 с.
27. Шкуренко Л. В. Залежність ефективності виробництва пшениці озимої від ступеня інтенсивності сорту. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2012. № 2. С. 56–57.
28. Шпикуляк О. Г., Тивончук С. О., Тивончук С. В. Трансфер технологій в агропромисловому виробництві України. *Економіка АПК*. 2012. № 10. С. 105–110.
29. Шпичак О. М., Бондар О. В., Пархоменко Л. М. Витрати та ефективність виробництва продукції в сільськогосподарських підприємствах. *Економіка АПК*. 2016. № 1. С. 103–104.
30. Экономическая оценка выращивания семян пшеницы озимой при разных агротехнических приемах в условиях Западной Лесостепи Украины / А. П. Волошук и др. *Вестник НГАУ* : Новосибирский гос. аграрный ун-т. Новосибирск, 2014. № 3 (32). С. 17–21.
- podzolic soils. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahramnoi akademii*. 2017. No. 1/2. P. 56–63.
26. Fursova H. K., Fursov D. I., Serhieieva V. V. Plant growing: laboratory and practical training. Part 1. Grain crops: textbook; za red. H. K. Fursovoi. Kharkiv : Ekskliuzyv, 2004. 380 p.
27. Shkurenko L. V. Dependence of the efficiency of winter wheat production on the degree of intensity of the variety. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. 2012. No. 2. P. 56–57.
28. Shpykuliak O. H., Tyvonchuk S. O., Tyvonchuk S. V. Transfer of technologies in the agro-industrial production of Ukraine. *Ekonomika APK*. 2012. No. 10. P. 105–110.
29. Shpychak O. M., Bondar O. V., Parkhomenko L. M. Costs and efficiency of production in agricultural enterprises. *Ekonomika APK*. 2016. No. 1. P. 103–104.
30. Economic evaluation of growing winter wheat seeds with different agrotechnical methods in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine / A. P. Voloshhuk i dr. *Vestnik NGAU* : Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. Novosibirsk, 2014. No. 3 (32). P. 17–21.

Отримано 10.08.2021

DOI: 10.32636/01308521.2021-70-1-7

УДК 631.527:635.21

Р. В. ІЛЬЧУК, доктор сільськогосподарських наук

Ю. Р. ІЛЬЧУК, технік

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: roman_ilchuk@ukr.net

ХАРАКТЕРИСТИКА ГІБРИДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ КАРТОПЛІ (*SOLANUM TUBEROSUM*) ЗА ПРОДУКТИВНІСТЮ ТА ВМІСТОМ КРОХМАЛЮ

Наведено результати досліджень прояву спадковості в гібридного потомства, отриманого від самозапилення та міжсортового схрещування, за господарсько цінними ознаками. Виявлено комбінації, де вона в потомства залежить від фенотипу батьківських форм.

Для досягнення ефекту в селекції бажаним типом зв'язку між ознаками буде такий: якщо значення ознаки збільшується зі збільшенням ознаки, що селектується, то зв'язок між ними має бути позитивним, і навпаки, якщо значення ознаки зменшується одночасно зі збільшенням значення ознаки, що селектується, то зв'язок між ними має бути негативним.

За добору, гібридизації важливе значення мають кореляційні взаємозв'язки між господарсько цінними ознаками. При створенні гібридної популяції її цінність буде залежати від того, які кореляційні взаємозв'язки має ознака, яка селектується, а також від типу зв'язку між ознаками (позитивний або негативний). Неврахування цього фактора може призвести до того, що створена гібридна популяція буде певною мірою задовольняти селекціонера за ознакою, що селектується, а за іншими господарсько корисними ознаками виявиться гіршою, ніж вихідний матеріал.

Аналіз першого бульбового покоління від схрещування між сортами різних груп стиглості за всіма показниками, а саме – продуктивністю одного куща та вмістом крохмалю в кращих зразках, виявив покращення цих ознак в отриманого потомства за винятком одного.

Вміст крохмалю в кращих зразках гібридного потомства від комбінації схрещування Легенда × Аксаміт був нижчим від вихідної батьківської форми (материнської) сорту Легенда на 0,2%. Коефіцієнт кореляції був низьким додатним – від +0,078 до +0,195.

У результаті аналізу кількісних показників селекційних номерів, отриманих на основі схрещування сортів картоплі *S. tuberosum* (селекційний розсадник), відмічено тенденцію до покращення їхніх господарсько цінних показників, а саме – вмісту сухої речовини та крохмалю.

Дослідженнями встановлено, що перше бульбове покоління, отримане як від самозапильних форм, так і від проведених міжсортових схрещувань, має

кращі показники за продуктивністю та господарсько цінними ознаками порівняно з вихідними батьківськими формами.

Практично всі гібриди, що вивчалися у селекційному розсаднику, мали вищий вміст крохмалю порівняно із сортами-стандартами, а збільшення коливалося на рівні від 0,2 до 3,7%. При цьому коефіцієнт кореляції був близьким до середнього додатного й становив +0,437 та +0,331 щодо згаданих гібридів.

Ключові слова: картопля, гібрид, потомство, сорт, коефіцієнт кореляції.

Roman Ilchuk, Yurii Ilchuk

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Characteristics of hybrid populations of potatoes (*Solanum Tuberosum*) by productivity and content of starch

The results of research on the manifestation of heredity in hybrid offspring obtained from self-pollination and inter-varietal crossing, according to economically valuable traits, are presented. Combinations have been identified where it depends on the phenotype of the parental forms in the offspring.

To achieve the effect in selection, the desired type of relationship between traits will be as follows: if the value of the trait increases with increasing selected trait, the relationship between them should be positive, and vice versa, if the trait value decreases simultaneously with increasing trait value. is selected, the relationship between them must be negative.

In the selection and hybridization, the correlations between economically valuable traits are important. When creating a hybrid population, its value will depend on the correlations between the selected trait and the type of relationship between the traits (positive or negative). Failure to take this factor into account may lead to the fact that the created hybrid population will to some extent satisfy the breeder on the basis of the selected trait, and on other economically useful traits may be worse than the source material.

The starch content in the best samples of hybrid offspring from the combination of crossing Legend x Velvet was slightly lower than the original parent form (maternal) variety Legend by 0.2%. The correlation coefficient was low positive – from +0.078 to +0.195. Analyzing the quantitative indicators of selection numbers obtained on the basis of crossing varieties of potatoes *S. tuberosum* (breeding nursery) there is a tendency to improve their economically valuable indicators, namely the content of dry matter and starch.

Studies have shown that the first generation of tubers obtained from both self-pollinating forms and from inter-varietal crosses has better performance and economically valuable traits compared to the original parent forms.

Almost all hybrids studied in the breeding nursery had a higher starch content compared to the standard varieties, and the percentage increase ranged from 0.2 to 3.7. The correlation coefficient was close to the positive average and was + 0.437 and + 0.331 in relation to the above-mentioned hybrids.

Key words: potato, hybrid, offspring, variety, coefficient of correlation.

Вступ. Картопля є найпродуктивнішою сільськогосподарською культурою, що забезпечує вихід з одиниці площі вуглеводів у 2 рази більший, ніж зернові культури. У 100 г картоплі міститься 8% добової потреби людини в білках, 20–50% у вітаміні С, 100% у вітаміні В. А за рахунок того, що 100 г картоплі містить приблизно 15 г крохмалю, вона – найкалорійніша серед інших овочів та фруктів [7].

Суттєвим резервом збільшення ефективності картоплярства є сорт із високими властивостями пристосування до місцевих (зональних) умов [8]. В адаптивних селекційних програмах значну увагу приділяють не тільки зростанню потенційної врожайності, а й здатності сорту протистояти дії абіотичних стресів. До основних причин таких напрямів селекції належать тенденції до зменшення різниці між максимальною та середньою врожайністю, залежності величини та якості врожаю від погодних умов, бо, як відомо, варіабельність урожайності за роками на 60–80% обумовлена погодними умовами та все більшим впливом факторів навколишнього середовища [9].

Для теорії селекції важливим є узагальнення, отримане щодо популяційної біології, а саме: наявність специфічних системних механізмів, які співвідносяться із цілісністю надорганізменності біологічних систем [17].

Об'єктом, на який спрямовані дослідження селекціонерів, слугує макросистемна рослина, у нашому випадку – рослина картоплі, запрограмована на певний рівень формування макроознак як засобу отримання продукції. Зусилля зосереджуються на функціональній організації власне цієї макросистеми, зокрема, на фенотипічному прояві продукційного процесу, генетичному захисті та якості створеної продукції [16].

Сучасний рівень біологічних знань: генетики, індивідуального розвитку, популяційної біології та екології – дає змогу сформуванню теоретичну основу селекції, головним положенням якої є створення вихідного матеріалу з використанням різних методів.

Основними умовами селекції на стабілізацію врожайності мають бути: ретельне генетико-фізіологічне обґрунтування моделі сорту для певного регіону з урахуванням наявності основних лімітуючих факторів зовнішнього середовища, підбір вихідного матеріалу з високою адаптивністю, використання елементів природного добору в процесі опрацювання популяцій у поколіннях, застосування екологічного випробування для виділення пластичних форм, наукове обґрунтування вибору пунктів для селекційного

випробування з урахуванням максимальної інформативності, широке застосування математичних методів для оцінювання адаптивності випробуваного матеріалу, надання сортам тривалої стійкості проти шкідливих організмів [18–27].

З огляду на викладене й враховуючи позицію інших учених, відмінністю адаптивної селекції від традиційної на певних етапах розвитку є її регіональний характер, екологічна цілеспрямованість, орієнтація не на потенційну, а на реальну продуктивність [4].

Багато вчених вважають, що особливу увагу слід приділяти спадковості врожайності сіяньців першого року і їхній кількості задля вивчення, яка має сягати від 7 до 15 тис. від 150–200 популяцій чи комбінацій. В їхніх дослідженнях саме на цьому етапі найбільше реалізовується згадана ознака (у 40% комбінацій сіяньці мали вищу врожайність, ніж бульбові покоління). Водночас результати досліджень інших учених свідчать про значну позитивну кореляційну залежність між сіяньцями першого року й першим бульбовим поколінням не тільки за врожайністю, а й іншими господарськими ознаками [5]. Проте практично неможливо хоч якийсь, навіть короткий, час випробовувати весь отриманий матеріал. Тому, щоб зменшити кількість гібридів у наступних розсадниках, потрібно проводити добори кращих форм уже серед сіяньців першого року та в першому бульбовому поколінні [6].

Встановлено, що потомство від самозапилення проявляє депресію врожайності порівняно з вихідною формою [11, 12]. Проте, підбираючи певні вихідні форми для самозапилення, і в першу чергу багатовидові гібриди, можливо відібрати високоврожайні генотипи картоплі. В потомстві від самозапилення можна відібрати лінії, здатні проявити гетерозис [13].

Щодо самозапилення тривалий час існувала думка про помилковість використання цього методу для оцінювання батьківських компонентів. Основним аргументом було існування інбредної дисперсії у вираженні кількісних ознак [1, 10]. Не заперечуючи справедливості такого судження, деякі дослідники довели, що за використання батьківських форм, створених на основі міжвидової гібридизації внаслідок самозапилення, можливе виділення цінного за комплексом ознак матеріалу. Підтвердженням правильності такого судження може бути виведення з використанням методу самозапилення сорту Горлиця (F_3 гібриду 938 с.70), Забава (відібраний у F_2 сорту Слов'янка) та Промінь (F_2 сорту Повінь) [2].

В Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН поряд із методом гібридизації у 1970 р. з використанням методу самозапилення було створено високофітофторостійкий сорт Карпатська [3].

Висвітлені питання свідчать про генетичну відмінність батьківських форм, залучених до схрещування, тому щодо створення вихідного селекційного матеріалу як на основі самозапилення, так і на багатовидовій основі залежність між проявом ознак у сіянів першого року та першим бульбовим поколінням не вивчено, що вказує на актуальність досліджень.

За добору, гібридизації важливе значення мають кореляційні взаємозв'язки між господарсько цінними ознаками. При створенні гібридної популяції її цінність буде залежати від того, які кореляційні взаємозв'язки має ознака, яка селектується, а також від типу зв'язку між ознаками (позитивний або негативний). Неврахування цього фактора може призвести до того, що створена гібридна популяція буде певною мірою задовольняти селекціонера за ознакою, що селектується, а за іншими господарсько корисними ознаками виявиться гіршою, ніж вихідний матеріал [14].

Для досягнення ефекту в селекції бажаним типом зв'язку між ознаками буде такий: якщо значення ознаки збільшується зі збільшенням ознаки, що селектується, то зв'язок між ними має бути позитивним, і навпаки, якщо значення ознаки зменшується одночасно зі збільшенням значення ознаки, що селектується, то зв'язок між ними має бути негативним. Збіг або незбіг типів зв'язку з бажаними може мати важливе значення для вибору ознаки, за якою ведуть селекцію [15].

Матеріали і методи. Селекційні досліди проводили на полях 4-пільної сівозміни відділу селекції сільськогосподарських культур Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.). Попередником картоплі були озимі зернові з післязливною сівою сидеральної культури.

Мінеральні добрива вносили у формі нітроамофоски ($N_{16}P_{16}K_{16}$), нестачу калію балансували калімагnezією ($K_{28}Mg_8S_{15}$).

Ґрунти під дослідями сірі лісові поверхнево оглеєні крупнопилувато-легкосуглинкові на лесоподібних відкладах. Вони неоднорідні за профілем механічного складу, і від цього значною мірою залежить режим їх зволоження. Верхні горизонти мають вищу вологість порівняно з нижніми. З цієї причини ґрунти в дощові сезони

або роки з великою кількістю опадів підпадають під надмірне зволоження й оглеєння. В посушливі роки вони досить забезпечені продуктивною вологою. Крім того, на оглеєння значний вплив мають і підґрунтові води, глибина залягання яких коливається в межах 1,5–1,8 м.

На основі проведених агрохімічних аналізів встановлено, що ґрунти під дослідями бідні на гумус (1,58–1,67%), мають кислу реакцію ґрунтового розчину (рН 4,80–5,17), суму ввібраних основ 6,20–7,22, гідролітичну кислотність 2,87–3,29 мг-екв/100 г ґрунту.

Дослідження проводили згідно із загальноприйнятими методиками в картоплярстві [28, 29, 30], експериментальні дані обробляли на комп'ютері з використанням програми «Microsoft Excel».

Результати та обговорення. Після аналізу кращик зразків першого гібридного покоління на вміст крохмалю отримано дані позитивного зростання вмісту крохмалю в усіх гібридів на 0,2–2,2%, окрім покоління від самозапилення сорту Червона рута, де показник був нижчим на 0,2% порівняно з вихідною батьківською формою (табл. 1, 2).

1. Характеристика гібридних популяцій картоплі, отриманих від схрещування сортів, за продуктивністю і вмістом крохмалю, 2020 р.

Гібридна комбінація	К-ть сіянців, <i>n</i>	Продуктивність, г/кущ			Вміст крохмалю у найбільш продуктивних зразках	
		Lim (від і до)	X (середня)	+/- до St	%	+/- до St
Легенда × Аксаміт	20	310–950	630	+5	13,7	–0,2
Оксаміт-99×Аксаміт	59	220–704	462	+74	14,0	+0,1
Віра × Околиця	57	405–980	693	+288	15,2	+1,2
Світанок київський × Околиця	42	311–790	550	+160	17,7	+2,7

St Оксаміт-99

388

14,3

St Легенда

625

13,9

St Віра

405

15,0

St Світанок київський

390

15,0

2. Кореляційно-регресійна залежність між продуктивністю батьківських (X) та окремих вихідних форм картоплі (Y), 2020 р.

Вихідна батьківська форма (материнська)	К-ть номерів	Коефіцієнт кореляції	Коефіцієнт детермінації	Рівняння регресії
Оксамит-99	20	+0,078	0,7	$Y = 1,2 X + 0,3$
Легенда	59	+0,170	1,08	$Y = 2,6 X + 1,2$
Віра	57	+0,195	1,94	$Y = 3,9 X + 0,2$
Світанок київський	42	+0,130	1,2	$Y = 2,3 X + 0,9$

Аналіз першого бульбового покоління від схрещування між сортами різних груп стиглості за всіма показниками, а саме – продуктивністю одного куща та вмістом крохмалю в краcich зразках, виявив покращення цих ознак в отриманого потомства за винятком одного.

Вміст крохмалю в краcich зразках гібридного потомства від комбінації схрещування Легенда × Аксаміт був нижчим від вихідної батьківської форми (материнської) сорту Легенда на 0,2%. Коефіцієнт кореляції був низьким додатним – від +0,078 до +0,195.

Проведеними дослідженнями встановлено, що перше бульбове покоління, отримане як від самозапильних форм, так і від проведених міжсортних схрещувань, має краcці показники за продуктивністю та господарсько цінними ознаками порівняно з вихідними батьківськими формами, але потребує подальшого вивчення в селекційних розсадниках.

У селекційному розсаднику у 2019 р. відібрано для подальшого вивчення 181 гібрид різних комбінацій схрещування та самозапильних форм, які у 2020 р. було проаналізовано за господарсько цінними ознаками (табл. 3).

Дослідженнями встановлено, що всі гібриди, які вивчали в селекційному розсаднику, мали вищий вміст крохмалю порівняно із сортами-стандартами, а збільшення коливалося на рівні від 0,2 до 3,7%. У двох гібридах від комбінацій схрещування 88.1450 с.2 × Чернігівська рання та Либідь × 90.841 с.2 за участі філогенетично віддалених видів вміст крохмалю збільшився в гібридного потомства, відповідно, на 3,7 та 3,1%. При цьому коефіцієнт кореляції був

близьким до середнього додатного й становив +0,437 та +0,331 щодо згаданих гібридів.

3. Характеристика гібридів селекційного розсадника за господарсько цінними ознаками, 2020 р.

Комбінація схрещування	Вміст крохмалю, %		Коефіцієнт кореляції
	X (середня)	+/- до St	
Фантазія × Бонус	14,5	+1,2	+0,120
Тирас × Веста	14,7	+1,0	+0,104
Серпанок × Сузор'є	13,2	+2,1	+0,218
Либідь × 90.841 с.2	16,7	+3,1	+0,331
(Слава × Зов) × Падарунок	16,9	+1,4	+0,146
(Мавка × Західна) × Талісман	17,1	+0,8	+0,080
Фантазія × Бімонда	16,0	+0,3	+0,039
Либідь × Західна	16,4	+0,7	+0,104
(Слава × Мавка) × Оксамит-99	16,4	+1,3	+0,213
Красень × Гарант	16,6	+0,7	+0,087
88.1450 с.2 × Чернігівська рання	18,0	+3,7	+0,437
Мінерва × Подолія	13,2	-0,1	-0,109
(Брігантіна × Тетерів) × Моллі	14,1	+1,0	+0,102
Арія × Подолія	16,1	+1,8	+0,218
Городенківська × Подолія	14,7	+1,6	+0,216
Моцарт × Подолія	14,7	+1,6	+0,189
Свалявська × Ужгородська	16,0	+0,2	+0,062
St Арія*	14,3		
St Городенківська*	15,7		
St Моцарт*	13,1		
St Слава*	16,2		

Примітка. За стандарт взято материнську форму комбінації схрещування.

Висновки. Аналіз кількісних показників селекційних номерів, отриманих на основі схрещування сортів картоплі *S. tuberosum* (селекційний розсадник), виявив тенденцію до покращення їхніх господарсько цінних показників, а саме – вмісту сухої речовини та крохмалю.

Дослідженнями встановлено, що перше бульбове покоління, отримане як від самозапильних форм, так і від проведених міжсорткових схрещувань, має кращі показники за продуктивністю та господарсько цінними ознаками порівняно з вихідними батьківськими формами.

Практично всі досліджувані гібриди в селекційному розсаднику мали вищий вміст крохмалю порівняно із сортами-стандартами: Арія, Городенківська, Моцарт і Слава, а збільшення коливалося на рівні від 0,2 до 3,7%. У двох гібридів від комбінацій схрещування 88.1450 с.2 × Чернігівська рання та Либідь × 90.841 с.2 за участі філогенетично віддалених видів уміст крохмалю збільшився в гібридного потомства, відповідно, на 3,7 та 3,1%. При цьому коефіцієнт кореляції був близьким до середнього додатного й становив +0,437 та +0,331 щодо згаданих гібридів.

Список використаної літератури

1. Бондарчук А. А., Захарчук Н. А., Вишневська О. В. Сортові ресурси і якість насінневої картоплі та проблеми інноваційного розвитку насінництва картоплі в Україні. *Картоплярство України*. 2013. № 3/4 (32/33). С. 12–18.
2. Бондарчук А. А., Сидорчук В. І., Писаренко Н. В. Відбір селекційного матеріалу та створення сортів, стійких проти звичайного та агресивних канцер патотипів раку. *Картоплярство України*. 2018. № 1/2 (44/45). С. 2–11.
3. Вишневська О. В., Бондарчук А. А., Столярчук Л. В. Урожайність та насіннева продуктивність сортів картоплі в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. *Картоплярство України*. 2015. № 1/2 (38/39). С. 3–9.
4. Гончарова Н. Н. Создание высокопродуктивных инбредных линий картофеля. *Картофелеводство* : сб. науч. тр. РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и

References

1. Bondarchuk A. A., Zakharchuk N. A., Vyshnevskaya O. V. Varietal resources and quality of seed potatoes and problems of innovative development of potato seed production in Ukraine. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2013. No. 3/4 (32/33). P. 12–18.
2. Bondarchuk A. A., Sydoruk V. I., Pysarenko N. V. Selection of breeding material and creation of varieties resistant to common and aggressive cancer pathotypes. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2018. No. 1/2 (44/45). P. 2–11.
3. Vyshnevskaya O. V., Bondarchuk A. A., Stoliarchuk L. V. The productivity and seed productivity of potato varieties in the different ground-climatic zones of Ukraine. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2015. No. 1/2 (38/39). P. 3–9.
4. Honcharova N. N. Creation of highly productive lines of potato. *Kartofelevodstvo* : sb. nauch. tr. RUP «Nauch.-prakt. tsentr Nats. akad. nauk Belarusy po kartofelevodstvu y

- плодоовощеводству». 2016. Т. 24. С. 5–19.
5. Еланский С. Н., Дьяков Ю. Т., Милотина Д. И. Популяции возбудителя фитофтороза картофеля в России. *Картофелеводство России*. 2017. Т. 56. С. 103–111.
6. Жученко А. А. Стратегия адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства. Кишинев : Штиинца, 2015. 303 с.
7. Зеля А. Г., Мельник А. Т., Олійник Т. М. Метод визначення стійкості картоплі до збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc в умовах *in vitro*. *Картоплярство України*. 2012. № 3/4. С. 22–23.
8. Кильчевский А. В. Генетические основы селекции растений : в 4 т. Минск : Беларуская наука, 2008. Т. 1: Общая генетика растений. 386 с.
9. Кириченко В. В. Теоретичні основи та практичне використання гетерозису. *Теоретичні основи селекції польових культур*. Харків, 2007. С. 325–362.
10. Козлов В. А., Русецкий Н. В., Чашинский А. В. Результаты работы по созданию исходного материала картофеля. *Картофелеводство* : сб. науч. тр. РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». 2017. Т. 25. С. 153–165.
11. Методика наукових досліджень в агрономії / Е. Р. Ермантраут та ін. Біла Церква, 2018. 104 с.
12. Методичні настанови з впровадження вимог стандарту Global g. a. p. у картоплярстві. Проект USAID «Підтримка аграрного та сільського розвитку». Київ, 2018. 80 с.
13. Методологія оцінювання сортрозрзків картоплі на стійкість проти основних шкідників і збудників хвороб / С. О. Трибель та ін. ; за наук. ред. С. О. Трибеля і А. А. Бондарчука. Київ : Аграрна наука, 2013. 264 с.
14. Новожилов К. В. Некоторые направления экологизации защиты плодовоовощеводству». 2016. Vol. 24. P. 5–19.
5. Elansky S. N., Diakov Yu. T., Myliutyna D. Y. Populations of causative agent of potato in Russia. *Kartofelevodstvo Rossyy*. 2017. Vol. 56. P. 103–111.
6. Zhuchenko A. A. Strategy of adaptive intensification of agricultural production. Kyshynov : Shtyynntsa, 2015. 303 p.
7. Zelia A. H., Melnyk A. T., Oliynyk T. M. Method of determination of potato resistance to the causative agent of cancer *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc in the conditions *in vitro*. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2012. No. 3/4. P. 22–23.
8. Kylchevskiy A. V. Genetic basis of plant breeding : in 4 vol. Mynsk : Belarusskaia nauka, 2008. Vol. 1: General phytoгенetics. 386 p.
9. Kyrychenko V. V. Theoretical bases and practical use of heterosis. *Theoretical bases of selection of the field cultures*. Kharkiv, 2007. P. 325–362.
10. Kozlov V. A., Rusetskiy N. V., Chashynskiy A. V. Results of on creation of potato initial material. *Kartofelevodstvo* : sb. nauch. tr. RUP "Nauch.-prakt. tsentr Nats. akad. nauk Belarusy po kartofelevodstvu y plodoovoshchevodstvu". 2017. Vol. 25. P. 153–165.
11. Methodology of scientific researches in agronomy / E. R. Ermantraut. Bila Tserkva, 2018. 104 p.
12. The methodical instructions is from introduction of requirements of standard Global of g. a. p. in potato growing. A project of USAID "Support of agrarian and rural development". Kyiv, 2018. 80 s.
13. Methodology of evaluation of potato variety-samples on resistance against basic pests and causative agents of diseases / S. O. Trybel et al. ; za nauk. red. S. O. Trybelia i A. A. Bondarchuka. Kyiv : Ahrarna nauka, 2013. 264 p.

- растений. *Защита и карантин растений*. 2013. № 8. С. 14–17.
15. Осипчук А. А. Результати та завдання селекції картоплі в Україні. *Картоплярство* : міжвід. темат. наук. зб. ІК НААН. 2011. Вип. 38. С. 15–21.
16. Осипчук А. А. Селекція картоплі в Україні з урахуванням зон вирощування. *Картоплярство* : міжвід. темат. наук. зб. ІК НААН. 2011. Вип. 38. С. 25–31.
17. Осипчук А. А. Селекція картоплі в Україні. *Картоплярство* : міжвід. темат. наук. зб. ІК НААН. 2012. Вип. 39. С. 35–41.
18. Осипчук А. А., Фурдига М. М. Селекція картоплі на стійкість до несприятливих умов. *Картоплярство України*. 2014. № 1/2 (34/35). С. 6–10.
19. Перегудов В. Н. Планирование многофакторных полевых опытов с удобрением и математическая обработка их результатов. Москва : Колос, 2018. 184 с.
20. Поправко М. Й. Добір батьківських форм і комбінацій в селекції картоплі. *Картоплярство*. 1971. Вип. 2. С. 46–51.
21. Росс Х. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы. Москва, 1989. 183 с.
22. Теоретичні основи базової технології селекції. Школа академіка В. Я. Юр'єва / П. П. Літун та ін. *Теоретичні основи селекції польових культур*. Харків, 2007. С. 9–12.
23. Теслюк П. С., Верменко Ю. Я., Купріянов В. П. 125 років досліджень з картоплярства України : наук. статті. Луцьк : Арт-студія, 2015. 156 с.
24. Тринклер Ю. Г. Поведение самозапыленных линий при селекции картофеля, размножаемого семенами. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1976. № 4. С. 6–8.
25. Ушкаренко В. А. Дисперсионный анализ данных четырехфакторного опыта. *Агротехника*. 1975. № 12. С. 121–130.
26. Фаворов О. М. Досвід селекційної роботи з картоплею в передгірській та гірській зонах Українських Карпат. *Картоплярство*. 1970. Вип. 1. С. 13–19.
14. Novozhylov K. V. Some directions of ecologization of protection plants. *Zashchitya y karantyn rastenyi*. 2013. No. 8. P. 14–17.
15. Osypchuk A. A. Results and tasks of potato breeding in Ukraine. *Kartopliarstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. IK NAAN. 2011. Issue. 38. P. 15–21.
16. Osypchuk A. A. A potato breeding in Ukraine taking into account the zones of growing. *Kartopliarstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. IK NAAN. 2011. Issue. 38. P. 25–31.
17. Osypchuk A. A. A potato breeding in Ukraine. *Kartopliarstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. IK NAAN. 2012. Issue. 39. P. 35–41.
18. Osypchuk A. A., Furdyha M. M. A potato breeding on resistance to the unfavorable terms. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2014. No. 1/2 (34/35). P. 6–10.
19. Perehudov V. N. Planning of the multivariable field experiments with fertilizers and mathematical treatment of their results. Moscow : Kolos, 2018. 184 p.
20. Popravko M. Y. A selection of paternal forms and combinations breeding. *Kartopliarstvo*. 1971. Issue. 2. P. 46–51.
21. Ross Kh. Breeding of potato. Problems and prospects. Moscow, 1989. 183 p.
22. Theoretical bases of breeding technology. School of academician V. Ya. Yuriev / P. P. Litun et al. *Theoretical bases of selection of the field cultures*. Kharkiv, 2007. P. 9–12.
23. Tesliuk P. S., Vermenko Yu. Ya., Kupriianov V. P. 125 years researches in potato growing of Ukraine : naukovy statii. Lutsk : Art-studiia, 2015. 156 p.
24. Trynkler Yu. H. Behavior of self-pollinating lines at the breeding of potato multiplied by seeds. *Doklady VASKhNIL*. 1976. No. 4. P. 6–8.
25. Ushkarenko V. A. Dispersive analysis of data of four-factors experience. *Ahrokhymia*. 1975. No. 12. P. 121–130.

27. Черемисин А. И., Дергачева Н. В. Сравнительная оценка сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции по продуктивности и качеству в условиях Омской области. *Картофелеводство* : сб. науч. тр. РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству». 2016. Т. 24. С. 50–56.
28. Шанина Е. П., Клюкина Е. М., Стафеева М. А. Анализ комбинационной способности исходных родительских форм картофеля по признаку продуктивности. *Картофелеводство* : сб. науч. тр. РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству». 2017. Т. 25. С. 56–63.
29. Яковлева Г. А., Семанюк Т. В., Кондратиук А. В. Селекция генеративного потомства соматических гибридов и создание новых исходных форм картофеля. *Картофелеводство* : сб. науч. тр. РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству». 2018. Т. 25. С. 94–105.
30. Яшина И. М. Наследование урожайности картофеля и пути селекции на этот признак. *Науч. тр. НИИКХ*. 1976. Вып. 25. С. 6–18.
26. Favorov O. M. Experience of plant-breeding work with potato in the pre-mountain and mountain zones of Ukrainian Carpathians. *Kartopliarstvo*. 1970. Issue 1. P. 13–19.
27. Cheremysyn A. Y., Derhacheva N. V. Comparative estimation of potato varieties of home and foreign breeding on the productivity and quality in the conditions of Omsk area. *Kartofelevodstvo* : sb. nauch. tr. RUP "Nauch.-prakt. tsentr Nats. akad. nauk Belarusy po kartofelevodstvu y plodoovoshchevodstvu". 2016. Vol. 24. P. 50–56.
28. Shanyina E. P., Kliukyna E. M., Stafeyeva M. A. Analysis of combination ability of initial paternal forms of potato on the productivity sign. *Kartofelevodstvo* : sb. nauch. tr. RUP "Nauch.-prakt. tsentr Nats. akad. nauk Belarusy po kartofelevodstvu y plodoovoshchevodstvu". 2017. Vol. 25. P. 56–63.
29. Yakovleva H. A., Semaniuk T. V., Kondratiuk A. V. Breeding of generative offspring of somatic hybrids and creation of new initial forms of potato. *Kartofelevodstvo* : sb. nauch. tr. RUP "Nauch.-prakt. tsentr Nats. akad. nauk Belarusy po kartofelevodstvu y plodoovoshchevodstvu". 2018. Vol. 25. P. 94–105.
30. Yashyna Y. M. Inheritance of the potato productivity and breeding ways on this sign. *Nauch. tr. NYUKKh*. 1976. Issue 25. P. 6–18.

Отримано 25.03.2021

DOI: 10.32636/01308521.2021-70-1-8

УДК 631.582.5:633.1

Л. С. КВАСНІЦЬКА, кандидат сільськогосподарських наук

Г. П. ВОЙТОВА, науковий співробітник

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН

вул. Самчики, 1, с. Самчики Хмельницького р-ну Хмельницької обл.,

31182, e-mail: larusa7215@ukr.net

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗЕРНОВИХ СІВОЗМІН ЗОНИ ДОСТАТНЬОГО ЗВОЛОЖЕННЯ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Представлено результати дослідження впливу сівозмінного фактора й систем удобрення на продуктивність сільськогосподарських культур та п'ятипільних зернових сівозмін, визначено їхні найефективніші варіанти для зони достатнього зволоження Правобережного Лісостепу.

Польові та лабораторні дослідження проведено в довготривалому стаціонарному досліді на Хмельницькій державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН упродовж 2016–2018 рр. на чорноземі опідзоленому в п'яти сівозмінах, насичених на 60–100% зерновими культурами, відповідно до загальноприйнятих методик польових досліджень та методичних рекомендацій.

Встановлено, що насичення сівозмін на 80–100% зерновими культурами на фоні поєднання мінеральної системи удобрення та сидератів забезпечило вихід зерна з 1 га сівозмінної площі 5,39–6,06 т і перевищило показник типової для зони плодозмінної сівозміни на 29–41%.

Найвищий вихід зерна з 1 га сівозмінної площі (6,06 т, у тому числі 1,88 т продовольчого) одержано за альтернативної системи удобрення (поєднання внесення мінеральних добрив із пріорюванням побічної продукції культур та післязнівно вирощеної на сидерат гірчиці білої) у сівозміні із 100% зернових: по 20% пшениці озимої, гречки, вівса та 40% кукурудзи на зерно.

За виходом кормових (11,99 т/га) та зернових одиниць (9,43 т/га) оптимальною була типова для зони сівозміни з 20% конюшини, 60% зернових, 20% буряків цукрових за внесення на 1 га сівозмінної площі 8 т гною N₆₆P₅₆K₇₈.

Економічне оцінювання засвідчило, що сівозміни, насичені на 80–100% зерновими культурами, на фоні поєднання мінеральної системи удобрення та сидератів, забезпечили 22 462,04–23 608,03 грн/га умовно чистого прибутку за рівня рентабельності 131–144%.

Найменший показник енергетичних витрат на 1 т зерна та кормових одиниць отримано в сівозміні за 100% насичення зерновими культурами на фоні поєднання мінеральної системи удобрення та сидератів. Він становив 4,53 та 2,77 ГДж відповідно за коефіцієнта енергетичної ефективності 6,71 ум. од. Застосування альтернативної системи удобрення в сівозміні зі 100-відсотковим насиченням зерновими культурами значно підвищило енергетичні витрати на вирощування продукції та зменшило коефіцієнт енергетичної ефективності до 3,31 ум. од.

Ключові слова: сівозміна, зернові культури, система удобрення, продуктивність, економічна та енергетична ефективність.

Larysa Kvasnitska, Halyna Voitova

Khmelnytsky State Agricultural Experimental Station of the Institute of feed and agriculture of Podillya NAAS

Efficiency of grain crop rotations in the zone of sufficient moisture of the Right-Bank Forest-Steppe

The results of the study of the influence of crop rotation factor and fertilizer systems on the productivity of crops and five-field grain crop rotations are presented. The most effective options for the zone of sufficient moisture of the Right Bank Forest-Steppe are determined.

Field and laboratory studies were conducted in a long-term stationary experiment at the Khmelnytsky State Agricultural Research Station of the Institute of feed and agriculture of Podillya NAAS during 2016–2018 on podzolic chernozem in five crop rotations, saturated with 60–100% of grain crops, according to the methods research and guidelines.

It was found that the saturation of crop rotations by 80–100% of grain crops against the background of the combination of mineral fertilizer system and green manures provided grain yield per hectare of crop rotation area 5.39–6.06 tons and exceeded the typical crop rotation zone by 29–41%.

The highest grain yield per 1 hectare of crop rotation area (6.06 t, including 1.88 t of food) was obtained with an alternative fertilizer system (combination of mineral fertilizers with prioritization of crop by-products and post-harvest green mustard) in crop rotation with 100% grain cultures: 20% of winter wheat, buckwheat, oats and 40% of corn for grain.

The yield of fodder (11.99 t/ha) and grain units (9.43 t/ha) was optimal for a crop rotation zone with 20% clover, 60% grain, 20% sugar beet per application per hectare of crop rotation area of 8 t manure N₆₆P₅₆K₇₈.

The economic assessment showed that crop rotations saturated with 80–100% of grain crops, against the background of a combination of mineral fertilizer and green manure, provided 22462.04–23608.03 UAH/ha of relatively net profit at a level of profitability of 131–144%.

The lowest energy consumption per 1 ton of grain and feed units was obtained in crop rotation at 100% grain saturation against the background of a combination of mineral fertilizer and green manure system, which was 4.53 and 2.77 GJ, respectively, with an energy efficiency factor of 6.71 conventional units.

The use of an alternative fertilizer system in crop rotation with 100% saturation of cereals significantly increased the energy costs of growing products and reduced the energy efficiency ratio to 3.31 conventional units.

Key words: crop rotation, grain crops, fertilizer system, productivity, economic and energy efficiency.

Вступ. Зернове господарство – це пріоритетна галузь аграрного сектору з високим рівнем конкурентоспроможності на внутрішньому й світовому ринках, від якої залежать продовольча безпека, добробут населення й могутність держави. В умовах поглиблення глобалізаційних процесів та інтеграції України у світову економіку саме продукція цієї галузі стає об'єктом зовнішньої торгівлі, що спонукає до нарощування виробництва зерна [18].

Сучасне високотоварне сільськогосподарське виробництво неможливе без суворого регламентованого комплексу технологій і організаційно-господарських заходів, які відповідають виробничій спеціалізації господарств і прийнятій системі землеробства. Структура сівозмін і система удобрення є найдоступнішими й найпростішими агротехнічними заходами, які дають змогу формувати високий фон родючості ґрунту, визначають режим мінерального живлення та забезпечують високу продуктивність сільськогосподарських культур. Високі врожаї з одночасним підвищенням родючості ґрунту отримують лише за оптимальної структури посівних площ, набору, співвідношення і чергування культур у різноротаційних сівозмінах [1, 3, 8, 16, 23, 27, 28, 31]. Найбільш екологічно стабільною за достатнього зволоження є система удобрення з елементами широкої біологізації, яка передбачає поєднання внесення мінеральних добрив із заорюванням побічної продукції та пожнивної сидеральної культури [21].

Слід обґрунтовано підійти до економічних питань організації аграрного виробництва, враховуючи світову кон'юнктуру й аналіз зовнішніх ринків збуту сільськогосподарської продукції, дотримуючись при цьому науково обґрунтованих підходів до чергування культур у сівозміні. Лише за наявності раціональних сівозмін формуються умови для планового застосування технологій на кожному полі, зростає продуктивність кожної культури. Їх безміне вирощування різко знижує врожайність, родючість ґрунту [1, 26, 27], погіршує фітосанітарний стан і його, і посівів порівняно із сівозміною [11]. Правильно складена сівозміна має велике значення для підвищення культури землеробства, зростання врожайності кожної культури й рівня рентабельності землеробства. Вона має бути

динамічною, комбінованою і водночас науково обґрунтованою та інтенсивною [2, 6, 7, 9–15, 17, 19, 22, 24, 29, 30, 32–36]. Тому дослідження щодо впливу структури, набору та розміщення культур у короткоротаційних сівозмінах на їхню загальну продуктивність і врожайність окремих культур є досить актуальними, оскільки можуть бути основою для розроблення більш ефективних агротехнологій.

Мета досліджень – здійснити порівняльне оцінювання короткоротаційних сівозмін, насичених зерновими культурами, за різних систем удобрення та визначити їхні найефективніші варіанти для зони достатнього зволоження Правобережного Лісостепу.

Матеріали і методи. Польові дослідження проведено в довготривалому стаціонарному досліді на Хмельницькій ДСГДС ІКСГП НААН упродовж 2016–2018 рр. на чорноземі опідзоленому в п'яти сівозмінах, насичених на 60–100% зерновими культурами, за різних систем удобрення (табл. 1).

1. Структура посівних площ та система удобрення у п'ятипільних зернових сівозмінах, 2016–2018 рр.

Варіант сівозміни	Структура посівних площ сівозмін, %									Внесено на 1 га сівозміної площі			
	пшениці озимої	кукурудзи	гречки	ячменю ярого	вівса	сої	буряків цукрових	сосяника	конюшини лучної	гною, т	кг діючої речовини		
											N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	20	20	–	20	–	–	20	–	20	8	66	56	78
2	20	40	20	–	20	–	–	–	–	–	76	68	80
3	20	40	20	–	–	20	–	–	–	–	72	68	80
4	20	40	20	–	20	–	–	–	–	–	76	68	54
5	20	20	–	20	–	20	–	20	–	–	62	52	58

За контроль використано типову для зони Правобережного Лісостепу сівозміну 1 з 20-відсотковим насиченням конюшиною на 2 укоси, пшеницею озимою, буряками цукровими, кукурудзою на зерно, ячменем з підсіванням конюшини на фоні органо-мінеральної системи удобрення.

У сівозмінах 2, 3, 4, та 5 на 20% сівозмінної площі вирощували післяжнивню гірчицю білу на зелене добриво. У варіанті 4 у кожному полі щорічно побічну продукцію пріорювали на добриво з компенсуючою дозою азоту $N_{10}/т$.

Повторення досліду – триразове, розміщення повторень і варіантів – систематичне. Площа посівної ділянки – 174 м², облікової – 100 м².

У досліді висівали сорти та гібриди сільськогосподарських культур, занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні. Технології вирощування культур – загальноприйняті для зони достатнього зволоження Правобережного Лісостепу України.

Методи дослідження: польовий – для визначення процесу зміни показників продуктивності короткоротаційних сівозмін під впливом насичення зерновими культурами та систем удобрення; вимірювально-ваговий – для обчислення біометричних показників рослин, структури врожаю; порівняльно-розрахунковий – для визначення економічної та енергетичної ефективності сівозмін; математично-статистичний – для з'ясування вірогідності результатів польових досліджень.

Розрахунки продуктивності сівозмін здійснено за виходом основної та побічної продукції на 1 га ріллі, яку перераховували в зернові одиниці за коефіцієнтами В. Д. Гревцова [25], кормові одиниці та перетравний протеїн – згідно з методикою М. М. Карпуся «Деталізована поживність кормів зони Лісостепу України» [4].

Енергетичну ефективність окремих культур і сівозмін визначали за методикою О. К. Медведовського й П. І. Іваненка [20], економічну – згідно з технологічними картами та нормативними матеріалами для господарств зазначеної зони.

Математично-статистичне опрацювання експериментальних даних здійснювали методом дисперсійного аналізу за методикою Б. О. Доспехова (1979) з використанням програмних засобів «Microsoft Excel» [5].

Погодні умови у 2016–2018 рр. суттєво впливали на ріст і розвиток культур, що вирощувались, а в кінцевому рахунку і на їхню врожайність та продуктивність сівозмін.

Середньодобова температура повітря впродовж вегетаційного періоду 2016 р. була вищою за середньобогаторічний показник на 2,7°C, а кількість опадів – на 33,8 мм, або 6,8%. Значний дефіцит опадів відмічено в липні – 73,0%, серпні – 16,5% щодо середньобогаторічного значення.

Погодні умови вегетаційного періоду 2017 р. характеризувались вищими середньодобовими температурами на 5,7°C – у березні, 1,9°C – у квітні, 2,6°C – у травні та на 2,4°C – у червні. Загалом середньодобова температура повітря впродовж вегетаційного періоду 2017 р. була вищою за середньобогаторічний показник на 2,3°C, а кількість опадів – на 133,2 мм, або 24,8%.

Середньодобова температура повітря вегетаційного періоду 2018 р. була вищою за середньобогаторічний показник на 4,2°C, тоді як кількість опадів – лише на 18,1 мм. Гідротермічний коефіцієнт у період вегетації культур коливався за місяцями від 0,40 до 3,07 ум. од.

Результати та обговорення. Залежність формування врожайності сільськогосподарських культур у сівозмінах пов'язана з місцем розміщення кожної з них, часткою в сівозміні та системою застосування добрив.

Попередниками пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) у досліді були конюшина на 2 укоси, соя та гречка за різних систем удобрення в сівозміні. Різниця урожаю за цих попередників не перевищувала 4% (табл. 2).

2. Урожайність сільськогосподарських культур у сівозмінах, середнє за 2016–2018 рр.

Варіант сівозміни	Урожайність зернових, т/га	Урожайність культур, т/га								
		пшениці озимої	сої	кукурудзи на зерно	ячменю ярого	буряків цукрових	гречки	вівса	соняшника	конюшини лучної
1	6,97	6,98	–	8,23	5,70	59,8	–	–	–	32,0
2	5,89	6,79	–	7,65	–	–	2,53	4,82	–	–
3	6,21	6,95	2,43	7,74	–	–	2,41	–	–	–
4	6,06	7,01	–	7,91	–	–	2,39	5,08	–	–
5	6,63	6,76	2,42	7,78	5,36	–	–	–	3,20	–
НІР ₀₅		0,11	0,07	0,09	0,12	–	0,08	0,08	–	–

Урожайність становила в середньому 6,76–7,01 т/га. Найвищий показник (6,98 т/га) отримано в плодозмінній сівозміні 1, на 60% насиченій зерновими культурами, за рахунок більшої густоти

стеблестою та маси зерна колоса. Адже попередник, конюшина на 2 укоси, забезпечив кращий водний режим у час сівби та найбільш критичний період – цвітіння – початок наливу зерна (вар. 1).

Тенденцію до збільшення врожайності пшениці озимої виявлено за вирощування після гречки за альтернативної системи удобрення у варіанті 4 – 7,01 т/га.

Під впливом погодних умов урожайність змінювалась на 11–17%.

Фактор сівозміни мав вирішальне значення у формуванні врожайності кукурудзи (*Zea mays L.*). Урожайність зерна кукурудзи за вирощування після буряків цукрових становила 8,23 т/га, після вівса – 7,81 т/га, після сої – 7,85 т/га, що на 0,22–0,32 т вище, ніж за такого попередника, як кукурудза на зерно.

Показники, отримані на основі структурного аналізу рослин кукурудзи, вказують на те, що за її повторного вирощування (вар. 2, 3) зменшувалась висота рослин на 3–6%, кількість качанів на рослині – на 4–7%. Під час вегетації спостерігався розрив у часі цвітіння чоловічих і жіночих суцвіть, що призвело до частково порожніх качанів, отже, і до недобору врожаю зерна. Суттєве зниження маси зерна з 1 рослині (на 11%) відмічено за повторного вирощування кукурудзи в сівозміні 2, на 100% насиченій зерновими культурами.

За альтернативної системи удобрення (побічна продукція вівса + N_{10}/t та $N_{120}P_{100}K_{120}$) рівень урожайності кукурудзи на зерно становив 7,98 т/га (вар. 4). За повторної сівби відмічено швидше накопичення сухої речовини в зерні, зменшення кількості качанів на рослині на 7% із меншою масою зерна на 8%.

Під впливом погодних умов урожайність кукурудзи змінювалась на 8–11%. Стабільно високі врожаї забезпечило її вирощування в плодозмінній сівозміні 1.

Вирощування кукурудзи в повторних посівах із використанням сівозмінної ланки «кукурудза на зерно – кукурудза на зерно – гречка» призвело до зростання забур'яненості кукурудз'яних посівів (в 1,3–1,5 разу) за рахунок збільшення числа щиріці, лободи, мишія сизого та зеленого.

Урожайність ячменю (*Hordeum vulgare L.*) у зернопросапній сівозміні 5 за вирощування після соняшника становила 5,36 т/га, що на 7% нижче, ніж у плодозмінній сівозміні 1 за такого попередника, як кукурудза на зерно, і значною мірою (на 25–28%) залежала від погодних умов у період вегетації.

Найвищу урожайність гречки (*Fagopyrum esculentum*) 2,53 т/га отримано в сівозміні 2, на 100% насиченій зерновими культурами, за рахунок збільшення густоти стояння рослин та кількості зерен на рослині. Вагомим чинником були погодні умови, які змінили врожай культури на 11–28%.

Урожайність вівса (*Avena sativa*) за мінеральної системи удобрення в середньому за роки досліджень становила 4,82 т/га. Альтернативна система удобрення зумовила підвищення цього показника на 6%. Під впливом погодних умов урожайність змінювалась на 20%.

Продуктивність короткоротаційних сівозмін залежала від частки зернових культур, їхнього розміщення після попередників та систем удобрення в сівозміні. Так, у типовій для зони сівозміні з 20% конюшини на 2 укоси, 60% зернових, 40% просапних (у тому числі 20% буряків цукрових) за орґано-мінеральної системи удобрення врожайність зернових становила 6,97 т/га (табл. 3).

3. Продуктивність сівозмін, т/га сівозмінної площі, середнє за 2016–2018 рр.

Варіант сівозміни	Вихід з 1 га сівозмінної площі, т							
	зерна	у тому числі продовольчого	коренеплодів	насіння		зернових одиниць	кормових одиниць	перетравного протеїну
				соняшника	сої			
1	4,18	1,40	12,0	–	–	9,43	11,99	0,864
2	5,89	1,86	–	–	–	6,85	9,72	0,626
3	5,39	1,87	–	–	–	7,08	9,54	0,696
4	6,06	1,88	–	–	–	5,95	7,71	0,565
5	3,98	1,35	–	0,64	0,48	6,95	7,91	0,750

Позитивно виділилась сівозміна 5 із 60% зернових та 40% технічних культур за мінеральної системи удобрення, де врожайність зернових культур становила 6,63 т/га. Однак у цій сівозміні зменшився вихід кормових та зернових одиниць, відповідно, до 7,91 та 6,95 т/га.

Найвищий вихід зерна з 1 га сівозмінної площі (6,06 т, у тому числі 1,88 т продовольчого) одержано за альтернативної системи удобрення в зерновій сівозміні 4 зі 100% зернових, у тому числі 40% кукурудзи на зерно.

Насичення сівозмін 2, 3 на 80–100% зерновими культурами на фоні поєднання мінеральної системи удобрення та сидератів забезпечило збільшення збору зерна з 1 га сівозмінної площі на 29–41% порівняно з контролем.

За виходом кормових (11,99 т/га) та зернових одиниць (9,43 т/га) оптимальною була типова для зони сівозміна 1 з 20% конюшини на 2 укоси, 60% зернових, 40% просапних (у тому числі 20% буряків цукрових) за органо-мінеральної системи удобрення.

Поряд із високими показниками продуктивності в цьому варіанті сівозміни завдяки дотриманню чергування стійких і чутливих до бур'янів культур, забезпеченню їх хорошими попередниками до мінімуму було зведено ураження рослин шкідниками та хворобами. Застосування хімічних засобів захисту за такої структури посівних площ досить обмежене.

У сівозмінах 2, 3, 4 збір кормових одиниць зменшився на 19–36%, зернових одиниць – на 25–35% порівняно з контролем (вар. 1). Забезпечення кормової одиниці перетравним протеїном становило 64–73 г.

За насичення сівозмін на 40% технічними культурами (вар. 5), з них – по 20% соняшника та сої, збір із 1 га сівозмінної площі кормових одиниць становив 7,91 т, зернових одиниць – 6,95 т, забезпечення кормової одиниці перетравним протеїном – 95 г.

Економічна оцінка сівозмін засвідчила, що зернові сівозміни 2, 3, насичені на 80–100% зерновими культурами, на фоні поєднання мінеральної системи удобрення та сидератів забезпечують 22 462,04–23 608,03 грн/га умовно чистого прибутку за рівня рентабельності 131–144% (табл. 4).

Збільшення витрат у сівозміні 4 за альтернативної системи удобрення зменшило рівень рентабельності до 106%.

Як засвідчили розрахунки, від структури посівних площ та систем удобрення в сівозмінах залежала собівартість продукції. Встановлено, що вирощування в п'ятипільній сівозміні 80–100% зернових на фоні мінеральної системи удобрення та сидератів забезпечило підвищення собівартості зерна на 45–52% та кормової одиниці на 22–25% порівняно з контролем за рахунок збільшення витрат на вирощування.

4. Економічна та енергетична оцінка сівозмін, середнє за 2016–2018 рр.

Варіант сівозміни	Собівартість продукції, грн/т		Умовно чистий прибуток, грн з 1 га	Рівень рентабельності, %	Енерговитрати, ГДж			К _{еє}
	зерна	кормових одиниць			на 1 га	на 1 т		
						зерна	кормових одиниць	
1	1795,60	1261,53	24 382,28	145	34,6	8,27	2,88	6,63
2	2604,09	1577,99	22 462,04	131	26,7	4,53	2,77	6,71
3	2729,31	1542,03	23 608,03	144	27,9	5,18	2,99	6,23
4	2885,64	2268,09	20 671,36	106	41,4	6,83	5,34	3,31
5	2595,18	2071,34	22 730,26	125	24,1	6,06	3,00	8,39

Найвищі показники енергетичної ефективності отримано в сівозміні 5 із 60% зернових культур за поєднання мінеральної системи удобрення та сидератів, де енергоємність становила 202,2 ГДж/га, а енергетичні витрати на вирощування продукції мали найменше значення – 24,1 ГДж/га. Це дало змогу отримати найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності (К_{еє}) – 8,23 ум. од., який у 1,3 разу був вищий порівняно з контролем.

У сівозміні 2 із 100% зернових культур енергоємність становила 179,1 ГДж/га, але за рахунок збільшення енергетичних витрат до 26,7 ГДж/га коефіцієнт енергетичної ефективності був на рівні 6,71 ум. од. Саме в цій сівозміні було отримано найменший показник енергетичних витрат на 1 т зерна та кормових одиниць, який становив 4,53 та 2,77 ГДж відповідно.

Значне підвищення енергетичних витрат на вирощування продукції до 41,4; 6,83 та 5,34 ГДж/т кормових одиниць, що знижувало коефіцієнт енергетичної ефективності до 3,31 ум. од., відмічено в сівозміні 4 із 100% насиченням зерновими культурами за альтернативної системи удобрення.

Висновки. Висока ефективність сівозмін на чорноземах опідзолених у зоні достатнього зволоження Правобережного Лісостепу є наслідком найбільш оптимального підбору й розміщення в них зернових культур. Використання на 20% сівозмінної площі післязривно вирощеної культури на сидерат зменшило негативний вплив максимального насичення сівозмін зерновими культурами.

Короткоротаційні сівозміни, до 100% насичені зерновими культурами, забезпечили вихід зерна з 1 га сівозмінної площі 5,39–6,06 т, собівартість якого становить 2729,31–2885,64 грн/т за рівня рентабельності 106–144%.

Отримані результати дослідження доцільно враховувати фахівцям у процесі запровадження й освоєння сівозмін у господарствах зернового напрямку спеціалізації зазначеної зони.

Список використаної літератури

1. Адаптивні системи землеробства : навч. посіб. / В. П. Гудзь та ін. ; за ред. В. П. Гудзя. Вид. 2-ге, перероб. та допов. Київ : Центр учбової літератури, 2014. 336 с.
2. Бойко П. І., Коваленко Н. П., Опара М. М. Ефективні короткоротаційні сівозміни у сучасному землеробстві. *Вісник Полтавської ДАА*. 2014. № 3. С. 20–32.
3. Бойко П. І., Мартинюк І. В., Цимбал Я. С. Становлення сівозмінних принципів у системах землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 3 (816). С. 5–13.
4. Деталізована поживність кормів зони Лісостепу України / М. М. Карпусь та ін. Київ, 1995. 347 с.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Колос, 1979. 416 с.
6. Єрмолаєв М. М., Літвінов Д. В. Вплив структури короткоротаційних сівозмін на їх продуктивність і врожайність культур. *Вісник Черкас. ін-ту агропром. виробництва*. 2010. № 10. С. 74–75
7. Єрмолаєв М. М., Літвінов Д. В., Квасніцька Л. С. Ефективність сівозміни як основної ланки в органічному землеробстві на чорноземах. *Зб. наук. пр. ННЦ «Ін-т землеробства НААН»*. 2014. Вип. 1–2. С. 26–30.
8. Єщенко В. О. Роль сівозмін у сучасному землеробстві *Землеробство*. 2015. Вип. 1. С. 23–27.
9. Єщенко В. О. Сівозмінні проблеми сьогодення. *Сучасні аграрні технології*. 2013. № 4. С. 12–18.

References

1. Adaptive farming systems : textbook / V. P. Hudz et al. ; za red. V. P. Hudzia. Second edition, revised and supplemented. Kyiv : Tsentr uchbovoi literatury, 2014. 336 p.
2. Boiko P. I., Kovalenko N. P., Opara M. M. Effective short-rotation crop rotations in modern agriculture. *Visnyk Poltavskoi DAA*. 2014. No. 3. P. 20–32.
3. Boiko P. I., Martyniuk I. V., Tsybmal Ya. S. Formation of crop rotation principles in agricultural systems. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2021. No. 3 (816). P. 5–13.
4. Detailed nutritional feed of the Forest-Steppe zone of Ukraine / M. M. Karpus et al. Kyiv, 1995. 347 p.
5. Dospheov B. A. Field experiment technique. Moskva : Kolos, 1979. 416 p.
6. Yermolaiev M. M., Litvinov D. V. Influence of the structure of short-rotation crop rotations on their productivity and crop yields. *Visnyk Cherkaskoho instytutu ahropromysloвого vyrobnytstva*. 2010. No. 10. P. 74–75.
7. Yermolaiev M. M., Litvinov D. V., Kvasnitska L. S. Efficiency of crop rotation as the main link in organic farming on chernozems. *Zb. nauk. pr. NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2014. Issue 1–2. P. 26–30.
8. Yeshchenko V. O. The role of crop rotations in modern agriculture. *Zemlerobstvo*. 2015. Issue 1. P. 23–27.
9. Yeshchenko V. O. Crop rotation problems of today. *Suchasni ahrarni tekhnolohii*. 2013. No. 4. P. 12–18.

10. Землеробство XXI століття – проблеми та шляхи вирішення / В. Ф. Камінський та ін. ; за ред. В. Ф. Камінського. Київ, 2015. 272 с.
11. Землеробство : навч. посіб. / І. Д. Примак та ін. ; за ред. І. Д. Прымака. Вінниця, 2020. 578 с.
12. Камінський В. Ф. Біологічне землеробство в умовах зміни клімату. *Посібник українського хлібороба*. 2017. Т. 1. С. 28–31.
13. Камінський В. Ф., Бойко П. І. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 6. С. 5–9.
14. Камінський В. Ф. Наукові засади біологічного землеробства в умовах зміни клімату. *Землеробство*. 2016. Вип. 1. С. 3–11.
15. Камінський В. Ф. Сівозміна як основа сталого землекористування та продовольчої безпеки України. *Землеробство*. 2015. Вип. 2. С. 3–13.
16. Камінський В. Ф., Шевченко І. П., Коломієць Л. П. Науково-методичне забезпечення охорони земель сільськогосподарського призначення як передумова сталого розвитку агропромислового комплексу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 1. С. 5–10.
17. Кернасюк Ю. Зовнішньоекономічний орієнтир для українського агроекспорту. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 4. С. 15–17.
18. Козак О. А., Грищенко О. Ю. Розвиток зернової галузі України на сучасному етапі. *Економіка АПК*. 2016. № 1. С. 38–47. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202103-01>.
19. Кудря С. І. Продуктивність короткоротаційної сівозміни з бобовими культурами на чорноземі типовому. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 1. С. 5–9. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202001-02>.
20. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ, 1988. 206 с.
21. Мірошніченко М. М., Потапенко Л. В., Іваніна В. В. Чи може
10. Agriculture of the XXI century – problems and solutions / V. F. Kaminskyi et al. ; za red. V. F. Kaminskoho. Kyiv, 2015. 272 p.
11. Agriculture : navch. posib. / I. D. Prymak et al. ; za red. I. D. Prymaka. Vinnytsia, 2020. 578 p.
12. Kaminskyi V. F. Organic farming in climate change. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 2017. Vol. 1. P. 28–31.
13. Kaminskyi V. F., Boiko P. I. The role of crop rotations in modern agriculture. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2013. No. 6. P. 5–9.
14. Kaminskyi V. F. Scientific principles of organic farming in climate change. *Zemlerobstvo*. 2016. Issue 1. P. 3–11.
15. Kaminskyi V. F. Crop rotation as a basis for sustainable land use and food security of Ukraine. *Zemlerobstvo*. 2015. Issue 2. P. 3–13.
16. Kaminskyi V. F., Shevchenko I. P., Kolomiets L. P. Scientific and methodological support for the protection of agricultural land as a prerequisite for sustainable development of the agro-industrial complex of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No. 1. P. 5–10.
17. Kernasiuk Yu. Foreign economic landmark for Ukrainian agro-export. *Ahrobiznes sohodni*. 2016. No. 4. P. 15–17.
18. Kozak O. A., Hryshchenko O. Yu. Development of the grain industry of Ukraine at the present stage. *Ekonomika APK*. 2016. No. 1. P. 38–47. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202103-01>.
19. Kudria S. I. Productivity of short-rotation crop rotation with legumes on typical chernozem. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2020. No. 1. P. 5–9. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202001-02>.
20. Medvedovskiy O. K., Ivanenko P. I. Energy analysis of intensive technologies in agricultural production. Kyiv, 1988. 206 p.

- бути органічним землеробство без органічних добрив. *Посібник українського хлібороба*. 2017. Т. 1. С. 43–45.
22. Продуктивність польової сівозміни за різних доз і співвідношень добрив / Г. М. Господаренко та ін. *Наукові горизонти*. 2019. № 3 (76). С. 80–86.
23. Продуктивність сільськогосподарських культур у різноротаційних сівозмінах на типових чорноземах / П. І Бойко та ін. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 12. С. 11–16. DOI: 10.33249/2663-2144-2019-76-3-80-86.
24. Перспективи та шляхи удосконалення сівозмін сучасного землеробства / І. А Шувар та ін. *Посібник українського хлібороба*. 2017. Т. 1. С. 96–105.
25. Справочник по планированию в агропромышленном комплексе / под ред. В. Д. Гревцова. Киев : Урожай, 1991. 241 с.
26. Цвей Я. П. Формування родючості ґрунту в короткоротаційних сівозмінах Лісостепу. *Землеробство*. 2015. Вип. 1. С. 56–59.
27. Шувар І. А. Наукові основи сівозмін інтенсивно-екологічного землеробства : монографія. Львів : Каменяр, 1998. 224 с.
28. Crop residue removal and fertilizer N: effects on soil organic carbon in a long-term crop rotation experiment on a Udic Boroll / R. L. Lemke et al. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2010. Vol. 135. P. 42–51. DOI: 10.1016/j.agee.2009.08.010.
29. Crop rotation and nitrogen input effects on soil fertility, maize mineral nutrition, yield, and seed composition / W. E. Riedell et al. *Agronomy Journal*. 2009. Vol. 101. P. 870–879. DOI: 10.2134/agronj2008.0186x.
30. Crop rotations for the 21st century / D. L. Karlen et al. *Advances in Agronomy*. 2014. Vol. 53. P. 1–45.
31. Improving crop yield and nutrient use efficiency via biofertilization – a global meta-analysis / L. Schitz. et al. *Front. Plant*
21. Miroshnychenko M. M., Potapenko L. V., Ivanina V. V. Can be organic farming without organic fertilizers. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 2017. Vol. 1. P. 43–45.
22. Productivity of field crop rotation at different doses and ratios of fertilizers / H. M. Hospodarenko et al. *Naukovi horyzonty*. 2019. No. 3 (76). P. 80–86.
23. Productivity of agricultural crops in rotational crop rotations on typical chernozems / P. I Boiko et al. *Visnyk ahromoi nauky*. 2016. No. 12. P. 11–16. DOI: 10.33249/2663-2144-2019-76-3-80-86.
24. Prospects and ways to improve crop rotations in modern agriculture / I. A Shuvar et al. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 2017. Vol. 1. P. 96–105.
25. A guide to planning in the agro-industrial complex / pod red. V. D. Grevcova. Kiev : Urozhaj, 1991. 241 p.
26. Tsvei Ya. P. Formation of soil fertility in short-rotation crop rotations of the Forest-Steppe. *Zemlerobstvo*. 2015. Issue 1. P. 56–59.
27. Shuvar I. A. Scientific bases of crop rotations of intensive-ecological agriculture : monohrafiia. Lviv : Kameniar, 1998. 224 p.
28. Crop residue removal and fertilizer N: effects on soil organic carbon in a long-term crop rotation experiment on a Udic Boroll / R. L. Lemke et al. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2010. Vol. 135. P. 42–51. DOI: 10.1016/j.agee.2009.08.010.
29. Crop rotation and nitrogen input effects on soil fertility, maize mineral nutrition, yield, and seed composition / W. E. Riedell et al. *Agronomy Journal*. 2009. Vol. 101. P. 870–879. DOI: 10.2134/agronj2008.0186x.
30. Crop rotations for the 21st century / D. L. Karlen et al. *Advances in Agronomy*. 2014. Vol. 53. P. 1–45.
31. Improving crop yield and nutrient use efficiency via biofertilization – a global meta-analysis / L. Schitz. et al.

Sci. 2018. Vol. 8. 14 p. DOI: 10.3389/fpls.2017.02204.

32. Increasing cropping system diversity balances productivity, profitability and environmental health / A. S. Davis et al. *PLoS ONE*. 2012. Vol. 7 (10). P. 1–8. DOI: 10.1371/journal.pone.0047149.

33. Kaminsky V. F., Boyko P. I. Strategy of development and implementation of crop rotations in Ukraine (part 1). *Зб. наук. пр. ННЦ «Ін-т землеробства НААН»*. 2014. Вип. 3. С. 3–9.

34. Kaminsky V. F., Boyko P. I. Strategy of development and implementation of crop rotations in Ukraine (part 2). *Зб. наук. пр. ННЦ «Ін-т землеробства НААН»*. 2014. Вип. 4. С. 3–11.

35. Meeting the demand for crop production: the challenge of yield decline in crops grown in short rotations / A. J. Bennett et al. *Biological Reviews*. 2012. Vol. 87. P. 52–71. DOI: 10.1111/j.1469-185X.2011.00184x.

36. Rimbault B., Vyn T. Crop rotation and tillage effects on corn growth and soil structural stability. *Agronomy Journal*. 1991. Vol. 83. P. 979–985. DOI: 10.2134/agronj1991.00021962008300060011x.

Front. Plant Sci. 2018. Vol. 8. 14 p. DOI: 10.3389/fpls.2017.02204.

32. Increasing cropping system diversity balances productivity, profitability and environmental health / A. S. Davis et al. *PLoS ONE*. 2012. Vol. 7 (10). P. 1–8. DOI: 10.1371/journal.pone.0047149.

33. Kamynskiy V. F., Boiko P. I. Strategy of development and implementation of crop rotations in Ukraine (part 1). *Zb. nauk. pr. NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2014. Issue 3. P. 3–9.

34. Kamynskiy V. F., Boiko P. I. Strategy of development and implementation of crop rotations in Ukraine (part 2). *Zb. nauk. pr. NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2014. Issue 4. P. 3–11.

35. Meeting the demand for crop production: the challenge of yield decline in crops grown in short rotations / A. J. Bennett et al. *Biological Reviews*. 2012. Vol. 87. P. 52–71. DOI: 10.1111/j.1469-185X.2011.00184x.

36. Rimbault B., Vyn T. Crop rotation and tillage effects on corn growth and soil structural stability. *Agronomy Journal*. 1991. Vol. 83. P. 979–985. DOI: 10.2134/agronj1991.00021962008300060011x.

Отримано 19.05.2021

DOI: 10.32636/01308521.2021-70-1-9

УДК 631.52.53.01

Г. С. КОНИК, доктор сільськогосподарських наук

Р. С. ІВАНЦІВ, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: Ivanciv2207@ukr.net

ПРОДУКТИВНІСТЬ РАЙГРАСУ ВИСОКОГО В УМОВАХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ

Однією з поширених багаторічних злакових трав на заході України є райграс високий. Це типова сінокісна трава, що добре відростає після скошування. Зберігається в травостоях 3–5 років і має високу кормову цінність. Краще поїдається тваринами в сумішках з іншими травами через гіркий смак, що обумовлено вмістом кумарину.

Висвітлено результати чотирирічних досліджень селекційних номерів райграсу високого в конкурсному сортовипробуванні за біологічними особливостями розвитку та господарсько цінними показниками. Селекційну роботу проведено на експериментальній базі Передкарпатського відділу наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН протягом 2016–2019 рр. Вивчали чотири номери. Стандарт – № 733. Протягом вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження за ростом та розвитком рослин райграсу високого. Селекційний матеріал оцінювали за зимостійкістю, швидкістю відростання травостою навесні, після укосів, динамікою добового приросту, продуктивністю. Визначено кормову й насіннєву продуктивність селекційних номерів райграсу високого при сінокісному та пасовищному способах використання. Встановлено, що в конкурсному сортовипробуванні за результатами чотирирічних досліджень найкращу кормову продуктивність мав № 1130, причому як при сінокісному, так і при пасовищному способах використання. Він забезпечив при сінокісному способі використання урожайність зеленої маси 35,0 т/га, сухої речовини 9,12 т/га, що на 4,3 і 1,46 т/га вище за стандарт. При пасовищному способі використання врожайність зеленої маси цього ж номера була 19,9 т/га, що вище за стандарт на 2,5 т/га, а сухої речовини – 4,41 т/га, що перевищує стандарт на 0,52 т/га. Насіннєва продуктивність досліджуваних номерів райграсу високого в середньому за чотири роки вивчення склала 0,195–0,205 т/га. Найбільший урожай насіння забезпечив № 783 – 0,205 т/га.

Створено новий селекційний матеріал для виведення сорту райграсу високого з показниками продуктивності та якості, пристосованого до вирощування в умовах Передкарпаття.

Ключові слова: райграс високий, селекція, сорт, кормова продуктивність, насіннєва продуктивність, сортовипробування.

Hryhorii Konyk, Ruslana Ivantsiv

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Productivity of tall oatgrass in the conditions of Peredkarpattia

One of the most common perennial cereal grasses in the west of Ukraine is tall oatgrass. This is a typical hay grass that regrowth well after mowing. It can be stored in the grasslands for 3–5 years and has a high fodder value. It is better eaten by animals in mixtures with other grasses because it has a bitter taste.

The results of four years of studies of selection numbers of tall oatgrass in competitive variety testing by biological features of plant development and economically valuable indicators are presented in this article. The selection work was carried out on the experimental base of Peredkarpattia Department of Scientific Research of the Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS during 2016–2019. Four selection numbers were studied. Number 733 was chosen as the standard. During the growing season we conducted phenological observations of the growth and development of tall oatgrass plants. The selection material was evaluated by winter hardiness, speed of plants regrowth in spring, after mowing, by the dynamics of daily growth and productivity. Fodder productivity and seed productivity of selection numbers of tall ryegrass for hay and as pasture are shown. It was established that in competitive variety testing, according to the results of four-year studies, the best fodder productivity had number 1130. This number had good fodder productivity with both hay and pasture ways of use. This number provided as hay the yield of green mass 35.0 t/ha, dry matter 9.12 t/ha and exceeded the standard by 4.3 and 1.46 t/ha. During pasture way of use the yield of green mass of the same number was 19.9 t/ha that exceeds the standard by 2.5 t/ha, and dry matter – 4.41 t/ha that exceeds the standard by 0.52 t/ha. Seed productivity of studied numbers of tall oatgrass on average for four years of study was 0.195 – 0.205 t/ha. The largest seed yield provided number 783 – 0.205 t/ha.

A new selection material has been created for breeding new variety of tall oatgrass with appropriate indicators of productivity and quality, adapted for cultivation in the conditions of Peredkarpattia.

Key words: tall oatgrass, selection, variety, fodder productivity, seed productivity, variety testing.

Вступ. Основне завдання кормовиробництва – створити стійку кормову базу та забезпечити високоякісні об’ємні корми для тварин. Для підвищення рівня виробництва кормів потрібні високоврожайні сорти кормових культур. Такими кормовими культурами є багаторічні злакові трави – *Poaceae (Graminae)*, які найбільш поширені в травостой природних сіножатей і пасовищ, мають високу кормову цінність і дають високі врожаї сіна, а також пасовищного корму. Вони становлять 60–70% усього травостою [1, 24, 30].

Злакові трави – група рослин, яка домінує в низинних, лісостепових, степових та гірських районах. Ці трави мають особливо

велике значення в докорінному поліпшенні кормових угідь і створенні довготривалих культурних пасовищ, вони здатні давати високобілковий корм із ранньої весни до пізньої осені, відіграють важливу роль у поліпшенні структури ґрунту. Створення культурних пасовищ і їх раціональне використання – складові інтенсифікації тваринництва [2, 4, 15]. Враховуючи, що корми в структурі собівартості тваринницької продукції становлять вагому частку й практично визначають рівень продуктивності тварин та економічної ефективності виробництва в галузі, надзвичайно важливим видається розроблення технологічних моделей виробництва кормових ресурсів з найнижчою собівартістю кормовопротейінової одиниці. Особлива роль у вирішенні цього завдання належить бобовим та злаковим травам [6, 18, 25]. Адже трава – найдешевший і водночас повноцінний корм для великої рогатої худоби в літній період. У зеленому кормі містяться практично всі поживні речовини: протеїни, білки, незамінні амінокислоти, жири, вуглеводи, макро- й мікроелементи [7]. Особлива цінність зеленого корму полягає в наявності в ньому біологічно активних речовин – вітамінів, гормонів, естрогенів. У ньому майже в 10 разів більше, ніж у сні, провітаміну А, в достатній кількості міститься протицинговий вітамін С та вітамін Е, що сприяє розмноженню тварин. Із зеленими кормами в організм тварин надходять провітаміни ергостерол і кальциферол, які мають протирахітну дію [9]. Серед злакових трав, на нашу думку, цінним у кормовому аспекті є райграс високий.

Райграс високий (*Arrhenatherum elatius L.*) – багаторічний нещільно кущовий верховий злак ярого типу розвитку, висотою до 200 см, ранньостиглий. Відзначається високою здатністю до кушіння. Створює міцний, добре облиствлений кущ із численними прямими гладкими стеблами (до 80 штук). Має глибоко проникаючу в ґрунт (1,5–2 м) кореневу систему, тому є посухостійкою культурою. Суцвіття – розкидиста, нещільна, гілляста волоть довжиною 15–21 см. Плід – вузька зеленувато-жовта зернівка довжиною 8–10 мм і шириною 1,5 мм. Маса 1000 насінин – 2,8–3,3 г [3, 25].

Райграс високий – типова сінокісна трава, яка інтенсивно кушиться, рано відростає навесні й після скошування, широко використовується при створенні штучних ценозів як біологічних ґрунтозахисних засобів на порушених еродованих землях, для закріплення змитих схилів, а також для створення травосумішей в агропромисловому комплексі [17]. За тривалістю використання травостою на схилах райграс високий перевищує такі злакові трави, як

пирій безкореневищний та стоколос безостий. Ця особливість робить райграс незамінною культурою при залуженні схилів [8, 9, 11]. Випасання райграс не витримує і тому для пасовищ менш придатний. Зелену масу й сіно хорошої якості добре поїдають тварини в сумішках з іншими кормами. 1 кг зеленої маси відповідає 0,21 кормової одиниці й містить 22 г перетравного протеїну, 1,2 г кальцію, 1 г фосфору, 37 мг каротину. 1 ц сіна відповідає 46–55 кормовим одиницям і містить 12,2 кг перетравного протеїну [3, 14].

Райграс високий – це один із скоростиглих багаторічних злаків. Його фаза цвітіння в зоні Лісостепу починається наприкінці травня, насіння дозріває наприкінці червня – на початку липня. Врожайність насіння райграсу високого становить 0,2–0,4 т/га. Насіння може зберігатися без значного зниження схожості 3–4 роки.

Ця культура належить до верхових злаків, у яких генеративні й подовжені вегетативні пагони з великою кількістю листків дають більше кормової маси при сінокоісному використанні. Дає 2–3 укоси. Найбільший урожай насіння можна отримати в перші два роки використання. Відзначається середнім довголіттям (4–6 років). У чистих посівах поїдається гірше за інші злаки, оскільки має гіркуватий присмак через вміст кумарину. Для вирощування на луках у сінокоісних та сінокоісно-пасовищних сумішках його висівають із люцерною, еспарцетом, конюшиною лучною і рожевою [20, 25, 28]. Урожай і особливо поживна цінність корму значною мірою залежать від вчасного скошування й збирання багаторічних трав. Зниження вмісту протеїну в рослинах пов'язано з тим, що в процесі старіння в них відбувається інтенсивне утворення клітковини. Незважаючи на те, що в злакових трав зменшення вмісту протеїну за фазами розвитку рослин відбувається не так інтенсивно, як у бобових, їх збирання також потрібно проводити вчасно [22].

Щоб отримати високопоживне сіно, райграс високий скошують на початку цвітіння, оскільки рослини швидко грубіють. Дає укоси ніжною, облистяною, тонкостебельною зеленою трави. Одним з основних показників, які впливають на якість корму, є облистяність. Доведено, що саме листя містить найбільшу кількість усіх поживних речовин, особливо легкозасвоюваних тваринним організмом [7, 21, 29].

Дослідження морфобіологічної структури багаторічних трав виявило, що рівень облистяності рослин залежить від їхнього виду, років використання та погодних умов. Найбільша облистяність рослин райграсу високого була в посівах першого року життя й у рослин першого укосу становила 45–50%, другого – 60–80%.

У підвищенні врожайності багаторічних трав у системі польового й лучного травосіяння важлива роль належить правильному добору високопродуктивних видів і сортів трав. Тому необхідно вести селекцію з метою створення повноцінних у кормовому значенні сортів багаторічних трав. Особливо важливими є сорти, адаптовані до агрокліматичних зон вирощування, оскільки вони з найбільшою ефективністю використовують свій генетичний потенціал, а також стійкіші до несприятливих умов зовнішнього середовища, хвороб та добре реагують на підвищені дози мінеральних добрив, зокрема азотних. Нині основним шляхом одержання таких сортів залишається селекція [23, 26].

Успіх селекції перш за все залежить від наявності різних видів вихідних форм, їхньої генетичної вивченості та методів оцінювання й добору для гібридизації. Для сільськогосподарського виробництва потрібні сорти кормових культур спеціального призначення – пасовищні, сінокісні, сінокісно-пасовищні. Саме на це й спрямована селекційна робота з райграсом високим, яку ведуть науковці Передкарпатського відділу наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Це виведення сортів різних способів використання, ранньостиглих, які б швидко відростали після скошування й випасання, а також характеризувалися підвищеною кормовою і насінневою продуктивністю [5, 12, 15, 16, 27].

До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 р. (станом на 06.07.2021), занесено три сорти райграсу високого: Дронго, Полтавський 521, Нагуєвицький [10].

Матеріали і методи. Польові дослідження проводили на експериментальній базі Передкарпатського відділу наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Лішня, зона Передкарпаття) на осушених гончарним дренажем дерново-середньопідзолистих, поверхнево оглеєних середньокислих, суглинкових ґрунтах, які характеризуються такими агрохімічними показниками: вміст гумусу (за Тюрніним) в шарі 0–20 см – 1,22%; рН сольової витяжки (потенціометричний метод) – 4,6; гідролітична кислотність (за Каппеном – Гільковицем) – 4,23 мг-екв/100 г ґрунту; Нг (сума ввібраних основ) – 11,8 мг-екв/100 г ґрунту; рухомого фосфору (за Кірсановим) – 118 мг; обмінного калію (за Кірсановим) – 82 мг; легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 108 мг на 1 кг ґрунту.

У 2015 р. закладено конкурсне сортовипробування райграсу високого згідно з методикою польового досліду за Б. А. Доспеховим (1985) та «Методическими указаниями по селекции многолетних злаковых трав» (2012) [13, 19]. Посівна площа ділянки – 10 м², облікова – 5 м², повторність чотириразова. Обробіток ґрунту загальноприйнятий для зони Передкарпаття. Вивчали чотири селекційні номери: 734, 783, 1220, 1130. Стандарт – № 733.

Протягом вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження. Визначали такі фази росту й розвитку рослин райграсу високого: в рік сівби – сходи, куціння, на другий та в наступні роки – весняне відростання, вихід в трубку, колосіння, цвітіння, господарська стиглість насіння. Початком фази вважали момент, коли в неї вступало 10% рослин, повною фазою – 75% рослин.

Для визначення висоти травостою вимірювали рослини від поверхні ґрунту до вершини суцвіття в п'яти місцях ділянки й виводили середнє значення.

Облік кормової продуктивності здійснювали за сінокісного (два укоси) і пасовищного (чотири укоси) способів використання. За сінокісного використання облік врожаю зеленої маси проводили у фазі колосіння – початку цвітіння, а за пасовищного – на початку пасовищної стиглості при висоті травостою 15–25 см.

Визначення врожаю зеленої маси й сухої речовини здійснювали шляхом скошування й зважування трави з подальшим перерахунком зеленої маси на суху речовину за відсотком усущки пробних снопів масою 1 кг. Облік урожаю насіння виконували шляхом обмолоту, витирання, очищення та зважування окремо з кожної ділянки. Було отримано результати чотирирічних досліджень.

Статистичне опрацювання даних кормової та насінневої продуктивності проводили методом дисперсійного аналізу на персональному комп'ютері з використанням спеціальної прикладної програми для «Windows 98».

Результати та обговорення. Урожай зеленої маси та вихід сухої речовини є найважливішими критеріями добору зразків для їх використання як батьківських компонентів у селекції на продуктивність. Продуктивність – це основна ознака, що характеризує господарську цінність сортів.

Найбільш важливою особливістю селекційної роботи є генетична й методична спрямованість на поетапне нашарування продуктивності та адаптивного потенціалу рослин. Найкращі за врожайністю і якістю сорти, виділені на попередніх етапах селекції,

були залучені нами до конкурсного сортопробування райграсу високого. Основними показниками оцінки сортів у різних фазах вегетації є урожай зеленої маси, сіна й насіння, особливості росту й розвитку, швидкість відростання весною, після укусу, випасання, кущистість, дата проходження фенологічних фаз, висота травостою, зимостійкість, посухостійкість, стійкість проти довготривалого весняного затоплення, стійкість сортів проти ураження хворобами й пошкодження шкідниками.

Як засвідчили результати наших фенологічних спостережень, весняне відростання рослин райграсу високого залежно від погодних умов у 2016–2019 рр. відбувалося в межах 17.03–18.04. Після перезимівлі в посівах спостерігалася густина від 144 до 245 рослин на 1 м². Період від початку відростання до пасовищної стиглості становив 45–49 днів, а від початку відростання до сінокісної стиглості – 69–76 днів.

Одним із критеріїв, що впливають на продуктивність рослин, є висота травостою. Висота рослин у райграсу високого змінювалась залежно від сорту й становила від 112 до 143 см при сінокісному та 20–25 см при пасовищному використанні. Більш повільний ріст трав – від початку весняного відростання до виходу в трубку. Добовий приріст у середньому за цей період не перевищував 0,5 см. Проте у фазі колосіння приріст у висоту збільшувався і сягав 2,8 см. Найбільш інтенсивний ріст рослин спостерігався в період від повного колосіння до цвітіння (3,2 см).

За результатами чотирирічних досліджень, при сінокісному способі використання врожайність зеленої маси була 30,4–35,0 т/га, сухої речовини – 7,63–9,12 т/га. За кормовою продуктивністю стандарт перевищили три номери. Найвищий урожай зеленої маси й сухої речовини отримано в № 1130, який перевищив стандарт за врожаєм зеленої маси на 4,3 т/га і сухої речовини на 1,46 т/га (табл. 1).

При пасовищному способі використання за кормовою продуктивністю стандарт перевищили всі номери. При цьому врожай зеленої маси був 17,8–19,9 т/га, сухої речовини – 4,00–4,41 т/га. Але найкращі показники кормової продуктивності проявив № 1130, який перевищив стандарт за врожаєм зеленої маси на 2,5 т/га і за виходом сухої речовини на 0,52 т/га (табл. 2).

1. Кормова продуктивність селекційних номерів райграсу високого в конкурсному сортовипробуванні при сінокісному способі використання (посів 2015 р., середнє за 2016–2019 рр.)

Зміст варіантів	Зелена маса			Суха речовина		
	т/га	% до St	± до St	т/га	% до St	± до St
№ 733 (St)	30,7	100	–	7,66	100	–
№ 734	33,4	108	+2,7	8,58	112	+0,92
№ 783	30,4	99	–0,4	7,63	98	–0,03
№ 1220	32,0	104	+1,3	8,08	105	+0,42
№ 1130	35,0	114	+4,3	9,12	119	+1,46
НР ₀₅ 2016	1,75			0,44		
2017	0,69			0,28		
2018	0,65			0,43		
2019	0,63			0,41		

2. Кормова продуктивність селекційних номерів райграсу високого в конкурсному сортовипробуванні при пасовищному способі використання (посів 2015 р., середнє за 2017–2019 рр.)

Зміст варіантів	Зелена маса			Суха речовина		
	т/га	% до St	± до St	т/га	% до St	± до St
№ 733 (St)	17,4	100	–	3,89	100	–
№ 734	18,7	107	+1,3	4,11	105	+0,22
№ 783	17,8	102	+0,4	4,00	103	+0,11
№ 1220	19,7	113	+2,3	4,27	109	+0,38
№ 1130	19,9	117	+2,5	4,41	113	+0,52
НР ₀₅ 2017	0,47			0,11		
2018	0,49			0,16		
2019	0,46			0,14		

Насіннева продуктивність досліджуваних номерів райграсу високого за чотири роки обліку становила 0,195–0,205 т/га. Це на 0,001–0,011 т/га більше за стандарт. Найвищий урожай насіння забезпечив № 783 – 0,205 т/га (табл. 3).

3. Насіннева продуктивність селекційних номерів райграсу високого в конкурсуному сортовипробуванні (посів 2015 р., середнє за 2016–2019 рр.)

Зміст варіантів	Урожайність насіння		
	т/га	% до St	± до St
№ 733 (St)	0,194	100	–
№ 734	0,196	101	+0,002
№ 783	0,205	105	+0,011
№ 1220	0,197	102	+0,003
№ 1130	0,195	101	+0,001

НІР ₀₅ 2016	0,01
2017	0,01
2018	0,01
2019	0,01

Висновки:

1. За результатами фенологічних спостережень встановлено, що відростання весною рослин райграсу високого залежно від погодних умов було в межах 17.03–18.04. Період від початку відростання до пасовищної стиглості становив 45–49 днів, сінокісної – 69–76 днів. Висота рослин змінювалась залежно від сорту й становила від 112 до 143 см при сінокісному способі використання й 20–25 см при пасовищному.

2. У середньому за 2016–2019 рр. найвищий урожай зеленої маси й сухої речовини забезпечив № 1130, перевищивши стандарт на 4,3 т/га (зелена маса) і 1,46 т/га (суха речовина) при сінокісному способі використання та, відповідно, на 2,5 і 0,52 т/га при пасовищному використанні.

3. Найбільший урожай насіння отримано з № 783 – 0,205 т/га, що на 0,011 т/га вище за стандарт.

Список використаної літератури

- Агробіологічні основи створення та використання лучних фітоценозів : монографія / М. Т. Ярмолюк та ін. Львів, 2013. 304 с.
- Антипова Л. К. Окремі аспекти формування врожайності багаторічних злакових трав на півдні України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 1. С. 107–114.

References

- Agroecobiological bases of creation and use of meadow phytocenoses : monograph / M. T. Yarmolyuk et al. Lviv, 2013. 304 p.
- Antypova L. K. Separate aspects of forming productivity of perennial cereal grasses in the south of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*. 2015. Issue 1. P. 107–114.

3. Бабич А. О. Кормові і білкові ресурси світу : монографія. Київ, 1995. 298 с.
4. Багаторічні трави – важлива складова екологічного землеробства і кормовиробництва / Л. К. Антипова та ін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 4. С. 35–41.
5. Байструк-Глодан Л. З. Селекція багаторічних трав, придатних для вирощування в Карпатському регіоні. *Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку* : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 95-річчю сортовипробування в Україні, 7 черв. 2018 р. Київ, 2018. С. 15–18.
6. Боговін А. В. Морфометричні особливості багаторічних трав та їх роль у формуванні вертикальної структури лучних фітоценозів. *Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН*. 2001. Вип. 2. С. 47–52.
7. Векленко Ю. А., Ковтун К. А., Яшук В. А. Біологічна ефективність створення і використання багаторічних кормових агрофітоценозів в умовах Лісостепу Правобережного. *Зб. наук. пр. Уманського нац. ун-ту садівництва*. 2014. Вип. 86. С. 196–203.
8. Давидюк О. М. Різностиглі бобово-злакові травосумішки для створення високопродуктивних укісно-пасовищних травостоїв. *Наук.-техн. бюлетень Ін-ту тваринництва УААН*. 2000. Вип. 77. С. 14–17.
9. Демидась Г. І., Демцюра Ю. В. Кормова продуктивність бобово-злакових травосумішок залежно від видового складу та способу створення травостою. *Зб. наук. пр. ВНАУ*. 2011. № 9 (49). С. 95–100.
10. Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні на 2021 рік (чинний станом на 06.07.2021 р.) / Міністерство аграрної політики та продовольства. Київ, 2021. 524 с.
11. Деркач В. С. Формування злакових травостоїв при пасовищному і пасовищно-сінокісному використанні.
3. Babych A. O. World's resources of feeds and protein : monograph. Kyiv, 1995. 298 p.
4. Perennial grasses are an important component of ecological farming and feed production / L. K. Antypova et al. *Visnyk ahrranoi nauky Prychornomoria*. 2018. Issue 4. P. 35–41.
5. Bastruk-Hlodan L. Z. Selection of perennial grasses suitable for cultivation in the Carpathian region. *Svitovi roslinni resursy: stan ta perspektvyvy rozvytku* : materialy IV Mizhnar. nauk.-prakt. konf., prysviachenoi 95-richchiiu sortovyprobuvannia v Ukraini, 7 cherv. 2018 r. Kyiv. P. 15–18.
6. Bohovin A. V. Morphometric features of perennial grasses and their role in the formation of the vertical structure of meadow phytocenoses. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAH*. 2001. Issue 2. P. 47–52.
7. Veklenko Yu. A., Kovtun K. A., Yashchuk V. A. Biological efficiency of creation and use of perennial forage agrophytocenoses in the conditions of right-bank Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2014. Issue 86. P. 196–203.
8. Davydiuk O. M. Different ripening legume-cereal grass mixtures for creation highly productive mowing-pasture grass stands. *Naukovo-tekhnichnyi biuletен Instytutu tvarynnytstva UAAH*. 2000. Issue 77. P. 14–17.
9. Demydas H. I., Demtsiura Yu. V. Forage productivity of legume-cereal grass mixtures depending on the species composition and way to create of grass stand. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*. 2011. No. 9 (49). P. 95–100.
10. State Register of plant varieties suitable for dissemination in Ukraine in 2021 (the register is valid as of 06.07.2021) / Ministry of Agrarian Policy and Food. Kyiv, 2021. 524 p.
11. Derkach V. S. Formation of cereal grass stands during pasture and pasture-hay ways of use. *Korny i*

- Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 72. С. 125–129.
12. Дзюбайло А. Г., Марцінко Т. І., Головчук М. І. Формування продуктивності бобово-злакових травосумішей залежно від удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67 (1). С. 39–54.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва, 1985. 351 с.
14. Зінченко О. І. Кормовиробництво. Київ, 2005. 448 с.
15. Коник Г. С., Іванців Р. Є., Гармич Д. Ю. Селекція багаторічних злакових трав у Передкарпатті. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 15–20.
16. Коник Г. С., Рудавська Н. М. Вплив удобрення і біопрепаратів на якість і поживність корму лучних травостоїв. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 61. С. 70–79.
17. Кохан Т. Т. Продуктивність *Arrhenatherum elatius* (L.) C. et J. Presl в штучних рослинних угрупованнях. *Промышленная ботаника*. 2005. Вип. 5. С. 212–216.
18. Макаренко П. С., Пастушенко В. О. Формування двокомпонентних бобово-злакових травостоїв. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 72. С. 93–99.
19. Методические указания по селекции многолетних злаковых трав / В. М. Косолапов и др. Москва, 2012. 51 с.
20. Мойсієнко В. В. Формування сіяних багаторічних фітоценозів інтенсивного використання шляхом підбору травосумішок. *Вісник НАУ*. 2002. Вип. 50. С. 92–100.
21. Оліфірович В. О. Облістяність зеленої маси лядвенцо рогатого і злакових багаторічних трав залежно від режиму використання. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 85. С. 88–93.
- kormovyrobnytstvo*. 2012. Issue 72. P. 125–129.
12. Dziubailo A. H., Martsinko T. I., Holovchuk M. I. Formation of productivity of legume-cereal grass mixtures depending on fertilization. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynyntstvo*. 2020. Issue 67 (1). P. 39–54.
13. Dospekhov B. A. Methodology of field experiment (with basics of statistical processing of research results). 5th ed., dop. i pererab. Moskva, 1985. 351 p.
14. Zinchenko O. I. Feed production. Kyiv, 2005. 448 p.
15. Konyk H. S., Ivantsiv R. Ye., Harmych D. Yu. Selection of perennial cereal grasses in Peredkarpattia. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2016. Issue 82. P. 15–20.
16. Konyk H. I., Rudavska N. M. Influence of fertilizers and biological products on the quality and nutritional value of feed meadow grass stands. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynyntstvo*. 2017. Issue 61. P. 70–79.
17. Kokhan T. T. Productivity of *Arrhenatherum elatius* (L.) C. et J. Presl in artificial plant groups. *Promyshlennaya botanika*. 2005. Issue 5. P. 212–216.
18. Makarenko P. S., Pastushenko V. O. Formation of two-component legume-cereal grass stands. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2012. Issue 72. P. 93–99.
19. Methodical instructions on selections of perennial cereal grasses / V. M. Kosolapov et al. Moskva, 2012. 51 p.
20. Moisiienko V. V. Formation of sown perennial phytocenoses of intensive use by selection of grass mixtures. *Visnyk NAU*. 2002. Issue 50. P. 92–100.
21. Olifirovych V. O. The share of leaves in the green mass of bird's foot trefoil and perennial cereal grasses depending on the mode of use. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2018. Issue 85. P. 88–93.

22. Оліфірович В. О. Продуктивність багаторічних агрофітоценозів залежно від складу травосумішок і режиму їх використання. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 3. С. 13–17.
23. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В. Стратегія розвитку кормовиробництва в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 3–10.
24. Петриченко В. Ф., Кургак В. Г. Луки України та шляхи їх поліпшення. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 11 (703). С. 11–15.
25. Петриченко В. Ф. Лучне кормовиробництво і насінництво трав : монографія. Вінниця, 2005. 228 с.
26. Рудник-Івашченко О. І. Значення сорту у реалізації продуктивного потенціалу культури. *Сортовивчення та охорона трав на сорти рослин*. 2012. № 1 (15). С. 11–13.
27. Хом'як М. М., Добрянська Н. А., Гармич Д. Ю. Стан і перспективи формування злакових трав у Передкарпатті. *Стан і перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 10-й річниці від дня утворення Укр. ін-ту експертизи сортів рослин, 11–13 лип. 2012 р. Київ, 2012. С. 179–181.
28. Цимбал Я. С. Якість корму багаторічних трав та сумішей однорічних культур у зеленому конвеєрі. *Зб. наук. пр. Нац. наук. центру «Ін-т землеробства НААН»*. 2015. Вип. 1. С. 107–116.
29. Чернолат Л. П., Горбачук Т. В., Ляховченко І. О. Вуглеводні фракції у зеленій масі кормових культур. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 85. С. 132–137.
30. Шанцер И. А. Растения средней полосы Европейской России: Полевой атлас-определитель. Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2020. 461 с.
22. Olifirovych V. O. Productivity of perennial agrophytocenoses depending on the composition of grass mixtures and the mode of their use. *Visnyk ahramoi nauky*. 2018. No. 3. P. 13–17.
23. Petychenko V. F., Korniichuk O. V. Strategy for the development of feed production in Ukraine. *Kormy i kormovyrobnystvo*. 2012. Issue 77. P. 3–10.
24. Petychenko V. F., Kurhak V. H. Meadows of Ukraine and ways to improve them. *Visnyk ahramoi nauky*. 2011. No. 11 (703). P. 11–15.
25. Petychenko V. F. Meadow fodder production and seed production of grasses : monograph. Vinnytsia, 2005. 228 p.
26. Rudnyk-Ivashchenko O. I. The value of the variety in the realization of the productive potential of crop. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslin*. 2012. No. 1 (15). P. 11–13.
27. Khomi'iak M. M., Dobrianska N. A., Harmych D. Yu. Status and prospects of formation of cereal grasses in Peredkarpattia. *Stan i perspektivy formuvannia sortovykh roslinnykh resursiv v Ukraini* : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf., prysviachenoi 10-y richnyi vid dnia utvorennia Ukrainskoho instytutu ekspertyzy sortiv roslin, 11–13 lyp. 2012 r. Kyiv. P. 179–181.
28. Tsymbal Ya. S. Feed quality of perennial grasses and mixtures of annual crops in the green conveyor. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovooho tsentru "Instytut zemlerobstva NAAN"*. 2015. Issue 1. P. 107–116.
29. Chornolata L. P., Horbachuk T. V., Liakhovchenko I. O. Hydrocarbon fractions in the green mass of fodder crops. *Kormy i kormovyrobnystvo*. 2018. Issue 85. P. 132–137.
30. Shanzer I. A. Plants of the middle strip of European Russia. Field atlas determinant. Moskva : Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2020. 461 p.

Отримано 03.08.2021

DOI: 10.32636/01308521.2021-70-1-10

УДК 581.1:574.82:14:143:633.15

Й. Ф. РІВІС¹, доктор сільськогосподарських наук

В. В. ФЕДАК¹, О. В. МАМЧУР², О. Я. КЛИМ¹, кандидати с.-г. наук

¹Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115

²Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Університетська, 1, Львів, 79000, e-mail: oksanamamczur@gmail.com

ФОТОСИНТЕЗУВАЛЬНІ ПРОЦЕСИ ТА НАГРОМАДЖЕННЯ ЖИРНИХ КИСЛОТ У РОСЛИНАХ КУКУРУДЗИ ВПРОДОВЖ ОНТОГЕНЕЗУ ТА ЗА ВПЛИВУ УДОБРЕННЯ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ

Метою досліджень було виявити кількісні зміни процесів фотосинтезу та жирнокислотного складу вегетативної маси рослин кукурудзи впродовж онтогенезу та за впливу мінерального удобрення й регулятора росту.

Встановлено, що функціональна активність фотосинтезувального апарату в листках рослин кукурудзи з їхнім віком зростає та залежить від ґрунтового удобрення й впливу регуляторів росту. Це підтверджується фактом нагромадження листками рослин кукурудзи фотосинтезувальних пігментів упродовж періоду інтенсивного росту та за впливу мінеральних добрив і регулятора росту «Зеастимулін».

Досліджено, що підвищення функціональної активності фотосинтезувального апарату рослин кукурудзи у фази інтенсивного росту супроводжується збільшенням концентрації естерифікованих жирних кислот і зростанням співвідношення вмісту більш цінної поліненасиченої жирної кислоти ліноленої до менш цінної поліненасиченої жирної кислоти лінолевої в стеблі та листках. За впливу мінерального удобрення й регулятора росту «Зеастимулін» у фази інтенсивного росту рослин кукурудзи відбувається нагромадження естерифікованих жирних кислот і зростає співвідношення вмісту поліненасиченої жирної кислоти ліноленої до поліненасиченої жирної кислоти лінолевої в стеблі та листках.

Відзначено, що формування генеративних органів рослин кукурудзи призводить до поступового зменшення концентрації естерифікованих жирних кислот і зниження співвідношення вмісту поліненасиченої жирної кислоти ліноленої до поліненасиченої жирної кислоти лінолевої в стеблі та листках.

При цьому рівень естерифікованих жирних кислот і співвідношення вмісту поліненасиченої жирної кислоти ліноленої до поліненасиченої жирної кислоти лінолевої в стеблі та листках рослин кукурудзи за дії

© Рівіс Й. Ф., Федак В. В.,
Мамчур О. В., Клим О. Я., 2021

мінерального удобрення й регулятора росту «Зеастимулін» залишаються високими.

Констатовано, що інтенсивність нагромадження сирі маси рослинами кукурудзи з їхнім віком зростає та сягає максимальних значень у фазі викидання волоті й цвітіння качанів. За впливу ґрунтового удобрення та регулятора росту «Зеастимулін» підвищуються темпи нагромадження сирі маси рослинами кукурудзи.

Ключові слова: кукурудза, фази вегетації, удобрення, регулятор росту, фотосинтезувальні процеси, жирні кислоти.

Yosyp Rivis¹, Vasył Fedak¹, Oksana Mamchur², Oleh Klym¹

¹Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS

²Ivan Franko National University of Lviv

Photosynthetic processes and accumulation of fatty acids in maize plants during ontogenesis under the influence of fertilization and growth regulator

The aim of the research was to identify quantitative changes in the processes of photosynthesis and fatty acid composition of the vegetative mass of maize plants during ontogenesis and under the influence of mineral fertilizers and growth regulators.

It is established that the functional activity of the photosynthetic apparatus in the leaves of maize plants increases with their age and depends on soil fertilizer and the influence of growth regulators. This is confirmed by the fact that the leaves of corn plants accumulate photosynthetic pigments during the period of intensive growth and under the influence of mineral fertilizers and growth regulator Zeastimulin.

It is investigated that the increase in the functional activity of the photosynthetic apparatus of maize plants in the phase of intensive growth is accompanied by an increase in the concentration of esterified fatty acids and an increase in the ratio of the content of more valuable linolenic polyunsaturated fatty acid to the less valuable linoleic polyunsaturated fatty acid in the stem and leaves. Under the influence of mineral fertilizer and growth regulator Zeastimulin in the phase of intensive growth of maize plants there is an accumulation of esterified fatty acids and more higher ratio of polyunsaturated fatty acid linolenic to polyunsaturated fatty acid linoleic in the stem and leaves.

It is noted that the formation of generative organs of maize plants leads to a gradual decrease in the concentration of esterified fatty acids and a decrease in the ratio of polyunsaturated fatty acid linolenic to polyunsaturated fatty acid linoleic in the stem and leaves.

The level of esterified fatty acids and the ratio of polyunsaturated linolenic fatty acid to polyunsaturated linoleic fatty acid in the stem and leaves of maize plants under the action of mineral fertilizer and growth regulator Zeastimulin remain high.

It is stated that the intensity of accumulation of raw mass by corn plants increases with their age and reaches maximum values in the phase of ejection of panicles and flowering of cobs. Under the influence of soil fertilizer and growth

regulator Zeastimulin, the rate of accumulation of raw mass by maize plants increases.

Key words: maize, phases of vegetation, fertilizer, growth regulator, photosynthetic processes, fatty acids.

Вступ. Гомеостаз рослинної клітини забезпечується злагодженим функціонуванням біологічних мембран. Їхніми основними складовими поряд із протеїнами є ліпіди та жирні кислоти [5]. Дія екзогенних чи ендогенних чинників індукує зміну конформації цих молекул. Тим самим змінюється перебіг і напрям обмінних процесів у клітині. У регулюванні обмінних процесів у клітині важливу роль відіграють рівень удобрення та біологічно активні речовини [4].

Проте даних про вплив рівня удобрення й біологічно активних речовин різних класів на метаболізм ліпідів і жирних кислот, зокрема в рослині, у науковій літературі представлено небагато. Серед іншого показано вплив удобрення й стимуляторів росту на метаболізм фосфоліпідів, насамперед фосфатидилхоліну, у плазматичній мембрані проростків кукурудзи [4, 8, 13]. Є також фрагментарні повідомлення щодо метаболізму жирних кислот в онтогенезі кукурудзи [10, 15]. У цих дослідженнях встановлено, що в процесі вегетації кукурудзи за рахунок частки лінолевої кислоти змінюється жирнокислотний склад ліпідів у листках.

Виходячи з наведеного, метою нашої роботи стало виявити кількісні зміни процесів фотосинтезу та жирнокислотного складу вегетативної маси рослин кукурудзи впродовж онтогенезу та за впливу мінерального удобрення й регулятора росту.

Матеріали і методи. У дослідженнях використано простий середньостиглий гібрид кукурудзи (*Zea mays*) Збруч (ФАО-310), внесений до Державного реєстру сортів рослин України у 2008 р. Гібрид рекомендований до вирощування та районування у Лісостепу та Степу. Цей гібрид кукурудзи інтенсивного типу з високою потенційною врожайністю добре реагує на покращення умов вирощування. Основні морфометричні характеристики рослин гібриду: середня висота рослини – 210–220 см, довжина качана – 20–22 см, висота прикріплення качана – 70–80 см, качан циліндричної форми із червоним стрижнем, містить 14–16 рядів зерен та 38–40 зерен у ряду. Зернівка жовта, зубоподібна, середня маса 1000 зерен становить 280–290 г. Рослинам кукурудзи гібриду Збруч властива стійкість (з 9 балів): до вилягання – 8; до холоду – 8; до посухи – 8; до ураження основними

хворобами – 8; до пошкодження шкідниками – 8. Врожайність зерна – 11,0–13,0 т/га.

У дослідженнях використано розроблений науково-дослідним Інститутом біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України регулятор росту рослин «Зеастимулін», який за своєю ефективністю відповідає світовим стандартам. Згідно із санітарно-гігієнічною класифікацією цей препарат належить до малотоксичних речовин III–IV класів небезпеки (ГОСТ 12.1.007-76), має позитивний вплив на мікрофлору й швидко трансформується ґрунтовими мікроорганізмами й рослинними клітинами [6].

«Зеастимулін» (ТУ У 88.264.036-97) – збалансований композиційний регулятор росту рослин, що містить комплекс івіну з форміатною кислотою в поєднанні з емістимом С, являє собою безколірну рідину зі слабким спиртовим запахом, необмежено розчинну у воді та полярних розчинниках. Зареєстрований Укрґоспхімкомісією як регулятор росту кукурудзи. Препарат сприяє підвищенню врожайності зерна кукурудзи на 7–10 ц/га, зеленої маси – на 50–70 ц/га, збільшує кількість жирів та протеїнів у зерні.

Польові дослідження проводили в сівозміні ячмінь – конюшина (заорювання II укосу) – озима пшениця – кукурудза лабораторії насінництва зернових та кормових культур Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН на сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах. Орний шар (0–20 см) ґрунту характеризується такими агрохімічними показниками: рН сольової витяжки – 4,8–5,2, вміст гумусу (за Тюрінім) – 2,26–2,53%, вміст легкогідролізованого нітрогену – 9,24–12,6 мг на 100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Кірсановим) – 7,11–9,8 мг, обмінного калію (методом полум'яної фотометрії) – 10,2–12,2 мг/100 г ґрунту.

Погодні умови в період досліду загалом сприяли формуванню високого врожаю зеленої маси кукурудзи та зерна.

Технологія вирощування кукурудзи в досліді загальноприйнята для умов ґрунтово-кліматичної зони. Попередник – озима пшениця із заробкою післяжнивних решток та посівом сидерату (редьки олійної) з подальшою оранкою на зяб (25–27 см).

Схема досліду має такий вигляд: 1 – контроль (без добрив), 2 – дослід (добрива $N_{60}P_{45}K_{45}$), 3 – дослід (регулятор росту «Зеастимулін»). Площа посівної ділянки – 39 м², облікової – 25 м².

Насіння кукурудзи висівали широкорядним способом із шириною міжрядь 60 см на глибину 5–6 см. Сівбу проводили наприкінці квітня – на початку травня за оптимальної температури

прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 8–10°C, що сприяло появі дружніх сходів, при нормі розрахунку 63 тис. шт/га (50–55 тис. шт/га + страхова надбавка 15% – 63 тис. шт/га).

Під першу весняну культивуацію вносили мінеральні добрива такого складу: аміачна селітра (34% N), гранульований суперфосфат (19,5% P), калійна сіль (40% K) у дозі $N_{60}P_{45}K_{45}$. На II дослідній ділянці рослини кукурудзи у фазі 5–6 листків обробляли водним розчином стимулятора росту «Зеастимулін» (20 мл/га) згідно з рекомендаціями виробника. Оброблення рослин проводили за допомогою ранцевого оприскувача, розхід суміші становив 200 л/га, контрольні рослини обробляли дистильованою водою.

Фенологічні спостереження здійснювали за вказівками «Проведення та державне випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур» із відзначенням таких фенофаз вегетації: сходи, викидання волоті, початок і повне цвітіння волоті та качанів, молочна, молочно-воскова та повна стиглість зерна.

Збирання та облік урожаю зеленої маси кукурудзи проводили у фенофазі 8–9 листків, викидання волоті та цвітіння качанів.

У зразках листків рослин, відібраних у фенофазі 8–9 листків, викидання волоті та цвітіння качанів, визначали вміст хлорофілів *a* і *b*, а в зразках стебла і листків, відібраних упродовж онтогенезу, – естерифікованих жирних кислот. Визначення вмісту хлорофілів *a* і *b* проводили спектрофотометрично [2]. Для цього із середніх зразків листків пігменти екстрагували ацетоном (за Хольм – Ветшттейном), а отримані розчини спектрофотометрували. Визначення вмісту естерифікованих жирних кислот у досліджуваному матеріалі в складі фосфоліпідів, естерифікованого фітостеролу, моно-, ди- та триацилгліцеролів проводили методом газорідинної хроматографії [3] в лабораторії агрохімії ІСГКР НААН. Для цього загальні ліпіди із середніх зразків стебла й листків екстрагували хлороформ-метанольною сумішшю (2:1 за об'ємом). Отримані ліпіди розчиняли в гексані. Далі до гексанового розчину ліпідів у пробірці добавляли розчин металічного натрію в метиловому спирті, після цього пробірку інтенсивно струшували. Здобуті таким шляхом метилові естери жирних кислот вводили у випаровувач газорідинного хроматографічного апарату. Для отримання кількісних даних щодо естерифікованих жирних кислот користувалися методами внутрішнього нормування та внутрішнього стандарту.

Польові досліді виконано впродовж трьох років у чотирикратній повторності. Біохімічні досліді проведено в трикратній

біологічній та трикратній аналітичній повторностях. Отриманий цифровий матеріал оброблено методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента. Визначено середні арифметичні величини (M) та їхні похибки ($\pm m$). Зміни вважали вірогідними за $P < 0,05$. Для розрахунків використано комп'ютерні програми «Origin 6.0», «Microsoft Excel».

Результати та обговорення. Пігментна система вищих рослин складається з великої кількості оптично активних речовин, проте у фотосинтезі безпосередню участь беруть лише пігменти, локалізовані в хлоропластах [1].

Висока функціональна активність хлоропластів – це найважливіша особливість формування фотосинтезувального апарату, яка визначає рівень життєдіяльності рослини загалом та сприяє її кращій відповіді на оптимальні умови і, як наслідок, отриманню високих урожаїв, оскільки між кількістю пігментів та продуктивністю рослин, їхньою життєздатністю й стійкістю до несприятливих факторів навколишнього середовища простежується пряма залежність [19]. Значний вплив на формування, структуру й активність фотосинтезувального апарату рослин чинять рівень мінерального живлення та дія регуляторів росту [4, 9, 14].

Встановлено, що різні види рослин залежно від умов середовища мають неоднаковий вміст хлорофілу [11]. Рослини формують систему, що забезпечує створення найоптимальнішого синтезувального апарату в конкретних умовах, основні параметри якого можуть стати критеріями оптимальності чи недостатності умов зростання [13]. Дослідження динаміки вмісту хлорофілу a – молекули, що безпосередньо бере участь в акумулюванні світлової енергії, та хлорофілу b – молекули, опосередковано пов'язаної з фотосинтезом, дають змогу оцінити об'єм перетворення енергії мембранами хлоропластів під час фотосинтезу [12]. Процес перетворення хлорофілу a на хлорофіл b є оборотним, що дає змогу оперативно змінювати як загальний вміст хлорофілу в рослині, так і співвідношення вмісту хлорофілу a до хлорофілу b [25].

У польових умовах нами досліджено вміст хлорофілів a і b у листках кукурудзи гібриду Збруч упродовж періоду інтенсивного росту та за впливу рівня удобрення й регулятора росту «Зеастимулін». Встановлено, що в період інтенсивного росту рослин кукурудзи вміст хлорофілів у листках закономірно зростає (табл. 1), що узгоджується з фактами, які вказують на нагромадження максимального вмісту

фотосинтезувальних пігментів у листках рослин до початку їхнього цвітіння [29, 31].

1. Вміст хлорофілів у листках рослин кукурудзи гібриду Збрuch у період інтенсивного росту, $g \cdot 10^{-3} / kg$ натуральної маси ($M \pm m, n = 3$)

Показник	Варіант		
	Контроль	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	«Зеастимулін»
Фаза 8–9 листків			
Хлорофіл <i>a</i>	209,2±3,24	224,9±16,31	246,2±20,37*
Хлорофіл <i>b</i>	60,2±0,59	61,5±1,23	73,0±1,53*
Сума <i>a</i> і <i>b</i>	269,5±2,72	286,3±8,49	319,2±10,33*
<i>a/b</i>	3,54	3,67	3,38
Фаза викидання волоті			
Хлорофіл <i>a</i>	211,4±2,02	233,0±3,36*	259,5±3,41*
Хлорофіл <i>b</i>	59,9±0,85	60,7±0,52	70,7±0,44*
Сума <i>a</i> і <i>b</i>	271,0±1,25	291,5±1,07*	330,2±3,57*
<i>a/b</i>	3,51	3,86	3,67
Фаза цвітіння качанів			
Хлорофіл <i>a</i>	214,9±2,12	240,6±1,23*	263,1±5,41*
Хлорофіл <i>b</i>	59,9±0,47	61,1±0,44	68,8±0,20*
Сума <i>a</i> і <i>b</i>	274,8±2,32	301,7±1,74*	331,3±5,54*
<i>a/b</i>	3,59	3,93	3,82

Примітка. Тут і далі: * $p < 0,02-0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Рівень ґрунтового удобрення, поряд з іншими екзогенними чинниками, має значний вплив на формування, структуру та активність фотосинтезувального апарату рослин, що кількісно виражається в зростанні вмісту хлорофілів. Вміст хлорофілу *a* у листках кукурудзи за дії добрив порівняно з контролем збільшується на 7–12% впродовж вегетації, забезпечуючи максимальне підвищення суми пігментів у фазу цвітіння на 10% (див. табл. 1).

За таких умов хлорофіл *b* виявився менш чутливим до ґрунтового удобрення. Його вміст у досліджувані фази вегетації практично не змінювався та залишався на рівні контрольних значень. Водночас за дії добрив виявлено зростання співвідношення вмісту хлорофілу *a* до хлорофілу *b* у досліджувані фази вегетації на 7–10% та на 3–9% відносно контролю, що свідчить про кращу адаптацію рослин кукурудзи до зовнішніх впливів за цих умов.

Виявлені нами зміни вмісту та співвідношення фотосинтезувальних пігментів за дії добрив узгоджуються з даними літератури [14, 17]. Складові пігментного фонду рослин по-різному реагують на нестачу мінерального живлення. Так, вміст хлорофілів за умов нестачі мінерального живлення, особливо нітрогенного, різко знижується, що візуально проявляється в хлорозі рослин [13].

Біологічно активні речовини різної природи викликають зміни пігментного фонду листків, зокрема, збільшують вміст хлорофілів [7, 16]. Результати наших досліджень засвідчують, що обробка рослин кукурудзи регулятором росту «Зеастимулін» викликала додаткове активування біосинтезу та нагромадження хлорофілу *a* та хлорофілу *v* у листках рослин.

Застосування екзогенних фітогормонів, що зміщують фітогормональний баланс рослини у бік фітогормонів-стимуляторів, сприяє активуванню функціонування фотосинтезувального апарату, підвищенню стійкості пігментного комплексу рослин, а отже, продуктивності й урожайності рослин, про що свідчать дані літератури [16, 19].

В експериментах встановлено, що вміст хлорофілу *a* в листках рослин кукурудзи за впливу регулятора росту «Зеастимулін» зростає впродовж періоду інтенсивного росту на 17–22% відносно контролю. На відміну від впливу ґрунтового удобрення, за дії «Зеастимуліну» виявлено зростання також вмісту хлорофілу *v* у цих рослин на 16–20% стосовно контрольних значень у відповідні фази вегетації, що можна пояснити онтогенетичною адаптацією рослин до цих умов [19]. На кращу онтогенетичну адаптацію рослин кукурудзи вказує також незначне (6–10%) зростання співвідношення вмісту хлорофілу *a* до хлорофілу *v* у фази викидання волоті та цвітіння рослин щодо відповідних контрольних значень. Загалом зростання вмісту фотосинтезувальних пігментів у рослинах кукурудзи за дії «Зеастимуліну» можна пояснити впливом цитокінінподібних речовин у їхньому складі [21, 24].

Отже, оптимальні умови для біосинтезу й нагромадження хлорофілів у листках рослин кукурудзи гібриду Збруч були створені за впливу регулятора росту «Зеастимулін» та дещо меншою мірою – за дії застосованого мінерального удобрення, що сприяло ефективному функціонуванню пігментної системи впродовж періоду інтенсивного росту, високій інтенсивності фотосинтезу та, відповідно, нагромадженню сирі та сухої маси.

Виявлені зміни концентрації хлорофілів *a* і *b* у листках кукурудзи в період інтенсивного росту супроводжуються позитивними змінами вмісту естерифікованих жирних кислот у стеблі та листках. Естерифіковані жирні кислоти в складі фосфоліпідів у зеленій масі та зерні кукурудзи формують у першу чергу клітинні мембрани [10]. Одночасно в рослинних тканинах із жирних кислот синтезуються біологічно активні речовини, насамперед оксиліпіни [20]. У другу чергу естерифіковані жирні кислоти в складі триацилгліцеролів відкладаються про запас у стеблі, листках і зерні кукурудзи, тим самим створюючи їхню енергетичну та біологічну цінність [15]. Основні полінасичені жирні кислоти зерна рослин – лінолева та ліноленова – відіграють важливу роль у повноцінному живленні людини та тварин [5].

З огляду на важливість функцій, виконуваних жирними кислотами в рослинному організмі, в умовах польових досліджень ми вивчали особливості зміни їхнього вмісту в зеленій масі рослин кукурудзи. Фази формування надземних вегетативних органів, викидання волоті, цвітіння волоті й качана становлять період інтенсивного росту кукурудзи [4]. Ми виявили, що в процесі інтенсивного росту рослин кукурудзи на дослідних ділянках у її зеленій масі (стеблі та листках) нагромаджувалися естерифіковані жирні кислоти (табл. 2, 3 і 4). Причому зростання їхнього вмісту відбувалося за рахунок насичених, моно- і поліненасичених жирних кислот.

2. Вміст естерифікованих жирних кислот у стеблі та листках кукурудзи у фазу 8–9 листків, $g \cdot 10^{-3} / \text{кг}$ натуральної маси ($M \pm m$, $n = 3$)

Назва та код жирної кислоти	Контроль	Дослід	
		N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	«Зеастимулін»
1	2	3	4
Капринова, 10:0	2,4±0,11	2,9±0,14*	3,0±0,11*
Лауринова, 12:0	4,8±0,20	5,9±0,29*	6,0±0,32*
Міристинова, 14:0	7,2±0,32	8,5±0,32*	8,8±0,35*
Пентадеканова, 15:0	4,8±0,23	5,7±0,23	5,8±0,26*
Пальмітинова, 16:0	24,2±1,24	29,9±1,56*	30,4±1,66*
Пальмітоолеїнова, 16:1	2,4±0,145	3,2±0,17*	3,1±0,17*
Стеаринова, 18:0	12,2±0,61	15,5±0,72*	15,5±0,81*
Олеїнова, 18:1	26,8±1,57	32,7±1,56	34,0±1,68*

1	2	3	4
Лінолева, 18:2	55,3±2,48	65,7±2,54*	67,0±2,77*
Ліноленова, 18:3	102,5±4,69	124,3±6,67	125,2±6,54*
Загальний вміст жирних кислот	242,6	294,3	298,8
у т. ч. насичені	55,6	68,4	69,5
мононенасичені	29,2	35,9	37,1
поліненасичені	157,8	190,0	192,2
ліноленова / лінолева	1,85	1,89	1,87

3. Вміст естерифікованих жирних кислот у стеблі та листках рослин кукурудзи у фазу викидання волоті, г·10⁻³/кг натуральної маси ($M \pm m, n = 3$)

Назва та код жирної кислоти	Контроль	Дослід	
		N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	«Зеастимулін»
Капринова, 10:0	2,6±0,17	3,4±0,17*	3,5±0,21*
Лауринова, 12:0	5,2±0,26	6,3±0,26*	6,4±0,20*
Міристинова, 14:0	7,8±0,35	9,2±0,32*	9,4±0,29*
Пентадеканова, 15:0	5,1±0,23	6,0±0,20*	6,2±0,20*
Пальмітинова, 16:0	26,2±1,24	32,3±1,68*	33,7±1,91*
Пальмітоолеїнова, 16:1	2,6±0,145	3,4±0,17*	3,4±0,20*
Стеаринова, 18:0	12,6±0,61	15,1±0,66*	15,5±0,65*
Олеїнова, 18:1	26,4±1,38	31,8±1,34*	32,8±1,65*
Лінолева, 18:2	60,1±2,19	70,4±2,63*	71,7±2,46*
Ліноленова, 18:3	111,7±5,05	136,6±7,28*	138,5±7,28*
Загальний вміст жирних кислот	260,3	314,5	321,1
у т. ч. насичені	59,5	72,3	74,7
мононенасичені	29,0	35,2	36,2
поліненасичені	171,8	207,0	210,2
ліноленова / лінолева	1,86	1,94	1,93

4. Вміст естерифікованих жирних кислот у стеблі та листках кукурудзи у фазу цвітіння волоті, г·10⁻³/кг натуральної маси ($M \pm m, n = 3$)

Назва та код жирної кислоти	Контроль	Дослід	
		N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	«Зеастимулін»
Капринова, 10:0	2,9±0,17	3,6±0,17*	3,8±0,20*
Лауринова, 12:0	5,8±0,26	7,0±0,23*	7,2±0,23*
Міристинова, 14:0	8,7±0,34	10,2±0,34*	10,4±0,40*
Пентадеканова, 15:0	5,6±0,20	6,6±0,23*	6,7±0,23*
Пальмітинова, 16:0	29,4±1,76	36,1±1,56*	36,8±1,6*
Пальмітоолеїнова, 16:1	2,8±0,17	3,5±0,14*	3,7±0,17*
Стеаринова, 18:0	14,5±0,72	17,4±0,81	17,6±0,75*
Олеїнова, 18:1	28,4±1,07	34,1±1,50*	34,7±1,51*
Лінолева, 18:2	66,7±2,68	78,8±3,29*	80,4±3,44*
Ліноленова, 18:3	124,5±6,61	150,6±6,90	152,6±6,75*
Загальний вміст жирних кислот	289,3	347,9	353,9
у т. ч. насичені	66,9	80,9	82,5
мононенасичені	31,2	37,6	38,4
поліненасичені	191,2	229,4	233,0
ліноленова / лінолева	1,87	1,91	1,90

Наведене, можливо, пов'язане з тим, що в рослинних тканинах з ацетату та пропіонату під впливом ензимів синтаз спочатку синтезуються насичені жирні кислоти, відповідно, з парною (капринова, лауринова, міристинова, пальмітинова і стеаринова) й непарною (пентадеканова) кількістю карбонових атомів у ланцюгу, далі з насичених жирних кислот за дії специфічного ензиму десатурази утворюються мононенасичені (з пальмітинової – пальмітоолеїнова, а зі стеаринової – олеїнова) [5]. Тільки в рослинних тканинах із мононенасиченої жирної кислоти олеїнової під впливом інших специфічних ензимів десатураз спочатку утворюється цінна для рослин, людини та тварин поліненасичена жирна кислота лінолева, а далі з неї – ще цінніша ненасичена жирна кислота ліноленова [5, 18].

Збільшення концентрації ненасичених жирних кислот у стеблі та листках контрольних рослин кукурудзи у фазах викидання волоті та цвітіння, порівняно з фазою 8–9 листків, спостерігається здебільшого за рахунок поліненасичених жирних кислот лінолевої та ліноленової.

Це супроводжується поступовим зростанням співвідношення вмісту ліноленої кислоти до лінолевої. Тим самим посилюється функціональна активність рослинних тканин.

Застосування ґрунтового удобрення, порівняно з контролем, суттєво підвищило інтенсивність нагромадження насичених, моно- і поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів у стеблі та листках кукурудзи в період інтенсивного росту. Нами відзначено зростання співвідношення вмісту дуже цінної поліненасиченої жирної кислоти ліноленої до менш цінної лінолевої в стеблах і листках рослин кукурудзи за дії удобрення, характер якого дуже виражений у фазах цвітіння та, особливо, викидання волоті.

Досліджено, що особливості динаміки нагромадження естерифікованих жирних кислот у стеблі та листках кукурудзи у період інтенсивного росту за впливу регулятора росту «Зеастимулін» не відрізнялися від описаних нами за дії удобрення, їх зростання відбулося рівною мірою за рахунок насичених, моно- і поліненасичених жирних кислот. При цьому поступово зростало співвідношення вмісту поліненасиченої жирної кислоти ліноленої до поліненасиченої жирної кислоти лінолевої.

В онтогенезі рослин у кожен період їхнього розвитку перебіг і напрям основних метаболічних процесів визначаються актуальними запитами рослинного організму [22]. При переході рослини з ювенільного періоду розвитку, який характеризується інтенсивним нагромадженням вегетативної маси, до генеративного відбувається онтогенетична перебудова метаболізму, зумовлена появою і формуванням генеративних органів, які в цей період стають інтеграційними центрами й основними акцепторами пластичних і енергетичних ресурсів рослини [23, 28].

Нами встановлено, що при переході рослин кукурудзи до генеративної фази розвитку, коли відбувається формування зерна, вміст естерифікованих жирних кислот у стеблі та листках поступово зменшувався (табл. 5, 6, 7, 8 і 9). Виявлено, що зменшення їхнього вмісту за цих умов відбувалося здебільшого за рахунок насичених і поліненасичених жирних кислот. При цьому також поступово зменшувалося співвідношення вмісту дуже цінної поліненасиченої жирної кислоти ліноленої до менш цінної поліненасиченої жирної кислоти лінолевої.

5. Вміст естерифікованих жирних кислот у стеблі та листках кукурудзи у фазу цвітіння качанів, г·10⁻³/кг натуральної маси ($M \pm m, n = 3$)

Назва та код жирної кислоти	Контроль	Дослід	
		N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	«Зеастимулін»
Капринова, 10:0	2,5±0,11	3,2±0,14*	3,1±0,17*
Лауринова, 12:0	5,8±0,23	6,9±0,26*	6,8±0,26*
Міристинова, 14:0	7,8±0,32	9,4±0,32*	9,2±0,32*
Пентадеканова, 15:0	5,6±0,23	6,9±0,26*	6,7±0,23*
Пальмітинова, 16:0	26,2±1,36	33,0±1,47*	32,1±1,56*
Пальмітоолеїнова, 16:1	2,6±0,17	3,4±0,09*	3,3±0,11*
Стеаринова, 18:0	15,4±0,62	18,6±0,69*	18,1±0,72*
Олеїнова, 18:1	31,3±1,50	38,6±1,43*	38,0±1,33*
Лінолева, 18:2	59,4±2,81	71,9±2,11*	70,2±2,37*
Ліноленова, 18:3	104,1±5,17	127,3±6,00*	125,4±5,92
Загальний вміст жирних кислот	260,7	319,2	312,9
у т. ч. насичені	63,3	78,0	76,0
мононенасичені	33,9	42,0	41,3
поліненасичені	163,5	199,2	195,6
ліноленова / лінолева	1,75	1,77	1,79

6. Вміст естерифікованих жирних кислот у стеблі та листках кукурудзи у фазу молочної стиглості, г·10⁻³/кг натуральної маси ($M \pm m, n = 3$)

Назва та код жирної кислоти	Контроль	Дослід	
		N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	«Зеастимулін»
1	2	3	4
Капринова, 10:0	2,1±0,09	2,9±0,11**	2,7±0,14*
Лауринова, 12:0	4,1±0,17	5,2±0,20*	4,9±0,20*
Міристинова, 14:0	6,3±0,23	7,5±0,23*	7,3±0,26*
Пентадеканова, 15:0	4,0±0,17	5,1±0,21*	4,9±0,20*
Пальмітинова, 16:0	22,7±1,54	26,6±1,33	26,0±1,21
Пальмітоолеїнова, 16:1	2,0±0,11	2,8±0,14*	2,6±0,14*
Стеаринова, 18:0	17,3±0,81	21,7±0,93*	20,7±0,95
Олеїнова, 18:1	31,5±1,50	40,6±1,76*	39,5±1,79*
Лінолева, 18:2	55,4±2,20	67,8±2,57*	66,5±2,37*
Ліноленова, 18:3	71,7±2,95	87,1±3,41*	85,4±3,52*

1	2	3	4
Загальний вміст жирних кислот	217,1	267,3	260,5
у т. ч. насичені	56,5	69,0	66,5
мононенасичені	33,5	43,4	42,1
поліненасичені	127,1	154,9	151,9
ліноленова / лінолева	1,29	1,28	1,28

7. Вміст естерифікованих жирних кислот у стеблі та листках кукурудзи у фазу молочно-воскової стиглості, г·10⁻³/кг натуральної маси ($M \pm m, n = 3$)

Назва та код жирної кислоти	Контроль	Дослід	
		N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	«Зеастимулін»
Капринова, 10:0	2,0±0,11	2,6±0,12*	2,5±0,11*
Лауринова, 12:0	4,0±0,17	5,1±0,17*	4,9±0,17*
Міристинова, 14:0	6,1±0,23	7,5±0,26*	7,2±0,26*
Пентадеканова, 15:0	3,9±0,17	4,9±0,17*	4,7±0,20*
Пальмітинова, 16:0	19,4±1,11	26,0±1,10*	25,1±1,15*
Пальмітоолеїнова, 16:1	1,9±0,12	2,7±0,11*	2,5±0,14*
Стеаринова, 18:0	20,3±0,93	25,8±0,95*	25,0±1,07*
Олеїнова, 18:1	28,1±1,56	35,4±1,53*	34,7±1,56*
Лінолева, 18:2	54,5±2,08	66,1±2,34*	64,4±2,40*
Ліноленова, 18:3	59,3±2,77	74,1±2,91*	72,2±2,89*
Загальний вміст жирних кислот	199,5	250,2	243,2
у т. ч. насичені	55,7	71,9	69,4
мононенасичені	30,0	38,1	37,2
поліненасичені	113,8	140,2	136,6
ліноленова / лінолева	1,09	1,12	1,12

8. Вміст естерифікованих жирних кислот у стеблі та листках кукурудзи у фазу воскової стиглості, г·10⁻³/кг натуральної маси ($M \pm m, n = 3$)

Назва та код жирної кислоти	Контроль	Дослід	
		N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	«Зеастимулін»
1	2	3	4
Капринова, 10:0	1,8±0,06	2,3±0,09**	2,2±0,11*
Лауринова, 12:0	3,7±0,10	4,6±0,17*	4,4±0,17*
Міристинова, 14:0	5,3±0,23	6,6±0,26*	6,4±0,23*

1	2	3	4
Пентадеканова, 15:0	3,5±0,17	4,6±0,17*	4,3±0,17*
Пальмітинова, 16:0	17,6±1,22	24,5±0,84**	22,9±0,98*
Пальмітоолеїнова, 16:1	1,7±0,06	2,3±0,12**	2,1±0,11*
Стеаринова, 18:0	24,6±1,04	31,3±1,38*	30,1±1,38*
Олеїнова, 18:1	26,7±1,56	34,1±1,21*	33,2±1,45*
Лінолева, 18:2	52,4±2,08	63,6±2,11*	61,9±2,11*
Ліноленова, 18:3	34,6±1,79	43,3±1,79*	42,1±1,76*
Загальний вміст жирних кислот	171,9	217,2	209,6
у т. ч. насичені	56,5	73,9	70,3
мононенасичені	28,4	36,4	35,3
поліненасичені	87,0	106,9	104,0
ліноленова / лінолева	0,66	0,68	0,68

9. Вміст естерифікованих жирних кислот у стеблі та листках кукурудзи у фазу повної стиглості, г·10⁻³/кг натуральної маси (M ± m, n = 3)

Назва та код жирної кислоти	Контроль	Дослід	
		N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	«Зеастимулін»
Капринова, 10:0	1,6±0,06	2,0±0,06**	1,9±0,06*
Лауринова, 12:0	3,2±0,11	4,2±0,12**	3,9±0,17*
Міристинова, 14:0	4,8±0,17	6,1±0,21**	5,8±0,23*
Пентадеканова, 15:0	3,1±0,11	4,2±0,14**	3,9±0,20*
Пальмітинова, 16:0	15,9±0,72	20,4±0,81*	19,5±0,87*
Пальмітоолеїнова, 16:1	1,5±0,06	2,0±0,09**	1,9±0,09*
Стеаринова, 18:0	29,0±1,50	35,9±1,44*	35,0±1,56
Олеїнова, 18:1	25,4±1,53	32,9±1,09*	32,9±1,53*
Лінолева, 18:2	49,5±2,13	61,7±2,40*	59,4±2,40*
Ліноленова, 18:3	16,1±0,78	21,5±0,99*	20,2±1,19*
Загальний вміст жирних кислот	150,1	190,9	184,4
у т. ч. насичені	57,6	72,8	70,0
мононенасичені	26,9	34,9	34,8
поліненасичені	65,6	83,2	79,6
ліноленова / лінолева	0,33	0,35	0,34

За впливу удобрення в генеративну фазу розвитку відзначено поступове зменшення вмісту естерифікованих жирних кислот у стеблі

та листках рослин кукурудзи (див. табл. 5, 6, 7, 8 і 9). При цьому концентрація насичених і поліненасичених жирних кислот у стеблі та листках рослин кукурудзи залишається досить високою порівняно з контролем.

За дії регулятора росту «Зеастимулін» у генеративній фазі розвитку також відзначено поступове зменшення вмісту естерифікованих жирних кислот у стеблі та листках рослин кукурудзи (див. табл. 5, 6, 7, 8 і 9). При цьому рівень насичених і поліненасичених жирних кислот у стеблі та листках рослин кукурудзи залишається досить високим щодо контролю.

Отримані нами дані свідчать, що в стеблі та листках рослин кукурудзи в генеративний період зменшувався вміст здебільшого ненасичених, зокрема поліненасичених, жирних кислот. Це, очевидно, пов'язано з формуванням клітинних мембран зерна кукурудзи та нагромадженням у ньому жирних кислот [18, 26, 27]. Поліненасичені жирні кислоти є основними складовими фосфоліпідів і клітинних мембран [30]. Зменшення співвідношення вмісту більш цінної поліненасиченої жирної кислоти ліноленової до менш цінної поліненасиченої жирної кислоти лінолевої у стеблі та листках кукурудзи в генеративний період вказує на першочергове використання більш цінних і більш ненасичених жирних кислот для формування клітинних мембран зерна [24].

Ріст рослини, як інтегральний процес життєдіяльності, тісно пов'язаний з її метаболізмом, зокрема з протеїновим і ліпідним обмінами, завдяки яким генетична інформація дезоксирибонуклеїнових кислот реалізується у відповідних структурних та ензимних протеїнах, які регулюють функціональну активність клітин [30]. Основою росту рослин є кореляційні взаємозв'язки як між окремими органами, так і між окремими процесами. До видимих результатів росту рослини належить, зокрема, зміна її розмірів та нагромадження біомаси. Цей складний фізіологічний процес прямо чи опосередковано узалежнений від великої кількості екзо- та ендогенних чинників, часто взаємопов'язаних між собою [17, 19].

Особливістю росту рослин кукурудзи є те, що вони, на відміну від інших злаків, здатні засвоювати елементи мінерального живлення до настання повної стиглості зерна, а основну масу органічної речовини нагромаджують після викидання волотей та під час досягання репродуктивних органів [2, 4].

Для розуміння особливостей процесів формування продуктивності, окрім параметрів інтенсивності лінійного росту, користуються кількісними показниками росту й розвитку рослин, одним із яких є динаміка нагромадження сирової маси чи сухої речовини впродовж вегетації. Саме тому для оцінки впливу регулятора «Зеастимулін» та удобрення ми досліджували зміну сирової маси рослин кукурудзи (табл. 10).

10. Нагромадження сирової маси рослинами кукурудзи в період інтенсивного росту, г/рослину ($M \pm m, n = 10$)

Фаза росту	Контроль	Дослід	
		N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	«Зеастимулін»
8–9 листків	298,8±19,00	340,1±6,80*	341,3±7,30*
Викидання волоті	670,0±54,85	756,3±12,90	736,4±11,15*
Цвітіння качанів	1285,5±103,50	1340,4±15,00	1315,7±14,65

Отже, інтенсивність нагромадження сирової маси рослинами кукурудзи з їхнім віком закономірно зростає, сягаючи максимальних значень у фазі викидання волоті й цвітіння качанів. За впливу ґрунтового удобрення спостерігається підвищення темпів нагромадження сирової маси рослинами кукурудзи у фазу кущення на 10% відносно контролю, тоді як за дії регулятора росту «Зеастимулін» – на 9%. В наступні фази вегетації виявлено підвищення темпів нагромадження сирової маси рослинами кукурудзи за дії «Зеастимуліну» на 9–12%, тоді як за дії ґрунтового удобрення – на 5–10%.

Відзначене підвищення інтенсивності нагромадження сирової маси рослинами кукурудзи за впливу ґрунтового удобрення можна пояснити, зокрема, їхніми фізіологічними особливостями, оскільки вони як представники С-4 типу фотосинтезу тропічного походження мають високий генетичний потенціал росту, який повніше реалізується за умов оптимального та інтенсивного кореневого живлення, що є особливо актуальним для нових сортів і гібридів [4, 9].

Активування нагромадження сирової маси рослинами кукурудзи за впливу регулятора росту «Зеастимулін» пояснюється його здатністю, подібно до інших активних аналогів фітогормонів, впливати на ріст за рахунок поповнення ендogenous пулу фітогормонів, змінюючи таким чином фітогормональний баланс рослини й активуючи, зокрема, процеси клітинного поділу [8, 12]. Внаслідок утворення значної кількості клітин пришвидшуються розтяг та лінійний ріст рослинного організму.

Як свідчать наведені дані, рослини кукурудзи досить інтенсивно нагромаджують сиру масу в усі досліджувані фази інтенсивного росту. Найоптимальнішим із досліджуваних чинників виявився вплив ґрунтового удобрення, за дії якого спостерігали зростання сирої маси 1 рослини кукурудзи на 50–69 г, тоді як за дії «Зеастимуліну» цей вплив був виражений слабше – зафіксовано зростання на 30–40 г.

Загалом активний ріст рослин кукурудзи у висоту та нагромадження ними сирої маси за дії регуляторів росту рослин можуть активуватися, зокрема, за рахунок пришвидшення росту клітин шляхом розтягу в поздовжньому та ізодіаметричному напрямках, зростання проникності клітинних мембран, що специфічно активується ауксинподібними складовими біологічно активних сполук [23]. Підвищення інтенсивності росту рослин кукурудзи за дії мінеральних добрив зумовлене додатковою оптимізацією ґрунтового живлення цих рослин, пов'язаним із цим кращим забезпеченням їх поживними речовинами та можливістю повніше реалізувати продуктивний потенціал [9].

Висновки. Функціональна активність фотосинтезувального апарату в листках рослин кукурудзи з їхнім віком зростає та залежить від ґрунтового удобрення й впливу регуляторів росту. Це підтверджується фактом нагромадження листками рослин кукурудзи фотосинтезувальних пігментів упродовж періоду інтенсивного росту та за впливу мінеральних добрив і регулятора росту «Зеастимулін».

Підвищення функціональної активності фотосинтезувального апарату рослин кукурудзи у фазах інтенсивного росту супроводжується збільшенням концентрації естерифікованих жирних кислот і зростанням співвідношення вмісту більш цінної поліненасиченої жирної кислоти ліноленової до менш цінної поліненасиченої жирної кислоти лінолевої в стеблі та листках. За впливу мінерального удобрення й регулятора росту «Зеастимулін» у фазах інтенсивного росту рослин кукурудзи відбувається нагромадження естерифікованих жирних кислот і зростає співвідношення вмісту поліненасиченої жирної кислоти ліноленової до поліненасиченої жирної кислоти лінолевої в стеблі та листках.

Формування генеративних органів рослин кукурудзи призводить до поступового зменшення концентрації естерифікованих жирних кислот і зниження співвідношення вмісту поліненасиченої жирної кислоти ліноленової до поліненасиченої жирної кислоти лінолевої в стеблі та листках. При цьому рівень естерифікованих жирних кислот і співвідношення вмісту поліненасиченої жирної

кислоти ліноленової до поліненасиченої жирної кислоти лінолевої в стеблї та листках рослин кукурудзи за дії мінерального удобрення й регулятора росту «Зеастимулін» залишаються високими.

Інтенсивність нагромадження сирі маси рослинами кукурудзи з їхнім віком зростає та сягає максимальних значень у фазах викидання волоті й цвітіння качанів. За впливу ґрунтового удобрення та регулятора росту «Зеастимулін» підвищуються темпи нагромадження сирі маси рослинами кукурудзи.

Список використаної літератури

1. Андрианова Ю. С., Тарчевский И. А. Хлорофилл и продуктивность растений. Москва, 2000. 136 с.
2. Деева В. П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях. Минск, 2008. 133 с.
3. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі / Й. Ф. Рівис та ін. Львів, 2017. 160 с.
4. Крамарьов С. М. Вплив оптимізованої системи удобрення на біохімічні показники якості зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Корми і кормовиробництво*. 2003. Вип. 51. С. 92–96.
5. Ліпіди рослин / Н. Ю. Таран, О. І. Косик, О. А. Оканенко, Л. М. Бацманова. Київ, 2006. 104 с.
6. Пономаренко С. П. Регуляторы роста растений. Киев, 2003. 319 с.
7. Пшибытко Н. Л., Калитуха Л. Н., Волкова Е. В. Роль сахаров в адаптации фотосинтетического аппарата к стрессовым факторам. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2003. Т. 35. № 4. С. 330–341.
8. Стороженко В. О. Ключові антиоксидантні ферменти фотосинтетичного апарату вищих рослин за дії стресових чинників. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2004. Т. 36. № 1. С. 36–42.
9. Ali A. A. Maize Productivity in the New Millennium. Mitigating Environmental Stresses for Agricultural Sustainability in Egypt. Springer Water. 2021. P. 509–535.

References

1. Andrianova Yu. S., Tarchevsky I. A. Chlorophyll and plant productivity. Moscow, 2000. 136 p.
2. Deeva V. P. Plant growth regulators: mechanisms of action and use in agricultural technologies. Minsk, 2008. 133 p.
3. Quantitative chromatographic methods for the determination of individual lipids and fatty acids in biological material / J. F. Rivis et al. Lviv, 2017. 160 p.
4. Kramarov S. M. Influence of optimized fertilizer system on biochemical indicators of grain quality of maize hybrids of different maturity groups. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2003. Issue 51. P. 92–96.
5. Lipids of plants / N. Yu. Taran, O. I. Kosyk, O. A. Okanenko, L. M. Batsmanova. Kyiv, 2006. 104 p.
6. Ponomarenko S. P. Plant growth regulators. Kiev, 2003. 319 p.
7. Pshibytko N. L., Kalitukho L. N., Volkova Ye. V. The role of sugars in the adaptation of the photosynthetic apparatus to stress factors. *Fiziologia i biokhimiya kulturnykh rasteniy*. 2003. Vol. 35. No. 4. P. 330–341.
8. Storozhenko V. O. Key antioxidant enzymes of the photosynthetic apparatus of higher plants under the action of stressors. *Fiziologia i biokhimiya kulturnykh rasteniy*. 2004. Vol. 36. No. 1. P. 36–42.
9. Ali A. A. Maize Productivity in the New Millennium. Mitigating Environmental Stresses for Agricultural Sustainability in Egypt. Springer Water. 2021. P. 509–535. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-64323-2_19.

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-64323-2_19.

10. Bates P. D., Stymne S., Ohlroge J. Biochemical pathways in seed oil synthesis. *Current Opinion in Plant Biology on Science Direct*. 2013. Vol. 16. No. 3. P. 358–364.

11. Chotewutmontri P., Barkan A. Dynamics of chloroplast translation during chloroplast differentiation in maize. *PLoS Genet*. 2016. No. 12 (7) : e1006106. DOI: 10.1371/journal.pgen.1006106.

12. Cook R., Lupette J., Benning C. The Role of Chloroplast Membrane Lipid Metabolism in Plant Environmental Responses. *Cells*. 2021. No. 10 (3). P. 706. DOI: <https://doi.org/10.3390/cells10030706>.

13. Dalal V. K., Tripathy B. C. Modulation of chlorophyll biosynthesis by water stress in rice seedlings during chloroplast biogenesis. *Plant, Cell and Environment*. 2012. Vol. 35. P. 1685–1703. DOI: 10.1111/j.1365-3040.2012.02520.x.

14. Dan D. Fromme, Todd A. Spivey, W. James Grichar. Agronomic Response of Corn (*Zea mays* L.) Hybrids to Plant Populations. *International Journal of Agronomy*. 2019. Vol. 2019. Article ID 3589768. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/3589768>.

15. Dynamic changes in membrane lipid composition of leaves of winter wheat seedlings in response to PEG-induced water stress / Y. Wang et al. *BMC Plant Biol*. 2020. No. 20. P. 84. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-020-2257-1>.

16. Effects of drought stress on photosynthesis and photosynthetic electron transport chain in young apple tree leaves / Z. Wang et al. *Biology open*. 2018. No. 7 (11). DOI:10.1242/bio.035279.

17. Effects of Integrated Agronomic Practices on Leaf Senescence Physiological Characteristics of Summer Maize [J] / ZHU Kun-Lun et al. *Sci. Agricultura Sinica*. 2014. No. 47 (15). P. 2949–2959.

18. Grain yield and soil respiratory response to intercropping systems on arid land / A. Qin et al. *Crops Research*. 2013. Vol. 144. P. 1–10.

10. Bates P. D., Stymne S., Ohlroge J. Biochemical pathways in seed oil synthesis. *Current Opinion in Plant Biology on Science Direct*. 2013. Vol. 16. No. 3. P. 358–364.

11. Chotewutmontri P., Barkan A. Dynamics of chloroplast translation during chloroplast differentiation in maize. *PLoS Genet*. 2016. No. 12 (7) : e1006106. DOI: 10.1371/journal.pgen.1006106.

12. Cook R., Lupette J., Benning C. The Role of Chloroplast Membrane Lipid Metabolism in Plant Environmental Responses. *Cells*. 2021. No. 10 (3). P. 706. DOI: <https://doi.org/10.3390/cells10030706>.

13. Dalal V. K., Tripathy B. C. Modulation of chlorophyll biosynthesis by water stress in rice seedlings during chloroplast biogenesis. *Plant, Cell and Environment*. 2012. Vol. 35. P. 1685–1703. DOI: 10.1111/j.1365-3040.2012.02520.x

14. Dan D. Fromme, Todd A. Spivey, W. James Grichar. Agronomic Response of Corn (*Zea mays* L.) Hybrids to Plant Populations. *International Journal of Agronomy*. 2019. Vol. 2019. Article ID 3589768. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/3589768>.

15. Dynamic changes in membrane lipid composition of leaves of winter wheat seedlings in response to PEG-induced water stress / Y. Wang et al. *BMC Plant Biol*. 2020. No. 20. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-020-2257-1>.

16. Effects of drought stress on photosynthesis and photosynthetic electron transport chain in young apple tree leaves / Z. Wang et al. *Biology open*. 2018. No. 7 (11). DOI: 10.1242/bio.035279.

17. Effects of Integrated Agronomic Practices on Leaf Senescence Physiological Characteristics of Summer Maize [J] / ZHU Kun-Lun et al. *Sci. Agricultura Sinica*. 2014. No. 47 (15). P. 2949–2959.

18. Grain yield and soil respiratory response to intercropping systems on arid land / A. Qin et al. *Crops Research*. 2013. Vol. 144. P. 1–10.

19. Guidi L, Lo Piccolo E., Landi M. Chlorophyll Fluorescence, Photoinhibition and Abiotic Stress: Does it Make Any

19. Guidi L, Lo Piccolo E., Landi M. Chlorophyll Fluorescence, Photoinhibition and Abiotic Stress: Does it Make Any Difference the Fact to be a C3 or C4 Species? *Front. Plant Sci.* 2019. No. 10. P. 174. DOI: 10.3389/fpls.2019.00174.
20. Guo Q., Liu L., Barkla B. J. Membrane Lipid Remodeling in Response to Salinity. *International journal of molecular sciences.* 2019. No. 20 (17). P. 4264. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms20174264>.
21. Hadingham S. A., Li Y., Bevan M. W. Sugar and ABA response pathways and the control of gene expression. *Plant, Cell & Environment.* 2006. Vol. 29. No. 3. P. 426–465.
22. Kobyletska M. S. Fatty acid composition of corn and wheat plant shoots under the action of salicylate in drought conditions. 2020. *Biol. Stud.* Vol. 14 (3). P. 91–104. DOI: doi.org/10.30970/sbi.1403.629.
23. Miyazaki M., Araki M., Okamura K. Assimilate translocation and expression of sucrose transporter, OsSUT1, contribute to high-performance ripening under heat stress in the heat-tolerant rice cultivar Genkitsukushi. *J. of Plant Physiol.* 2013. Vol. 170. No. 18. P. 1579–1584.
24. Molecular tailoring of farnesylation for plant drought tolerance and yield protection / Y. Wang et al. *The Plant J.* 2005. Vol. 43. No. 3. P. 413.
25. Photoinhibition of Leaves with Different Photosynthetic Carbon Assimilation Characteristics in Maize (*Zea mays*) / Y. Ruan et al. *American J. of Plant Sci.* 2017. No. 8. P. 328–339. DOI: [10.4236/ajps.2017.83023](https://doi.org/10.4236/ajps.2017.83023).
26. Photosynthesis and organization of maize mesophyll and bundle sheath thylakoids of plants grown in various light intensities / P. Rogowski et al. *Environmental and Experimental Botany.* 2019. Vol. 162. P. 72–86. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.02.006>.
27. Photosynthetic Characteristics and Chloroplast Ultrastructure of Summer Maize Difference the Fact to be a C3 or C4 Species? *Front. Plant Sci.* 2019. No. 10. P. 174. DOI: 10.3389/fpls.2019.00174.
20. Guo Q., Liu L., Barkla B. J. Membrane Lipid Remodeling in Response to Salinity. *International journal of molecular sciences.* 2019. No. 20 (17). P. 4264. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms20174264>.
21. Hadingham S. A., Li Y., Bevan M. W. Sugar and ABA response pathways and the control of gene expression. *Plant, Cell & Environment.* 2006. Vol. 29. No. 3. P. 426–465.
22. Kobyletska M. S. Fatty acid composition of corn and wheat plant shoots under the action of salicylate in drought conditions. 2020. *Biol. Stud.* Vol. 14 (3). P. 91–104. DOI: doi.org/10.30970/sbi.1403.629.
23. Miyazaki M., Araki M., Okamura K. Assimilate translocation and expression of sucrose transporter, OsSUT1, contribute to high-performance ripening under heat stress in the heat-tolerant rice cultivar Genkitsukushi. *J. of Plant Physiol.* 2013. Vol. 170. No. 18. P. 1579–1584.
24. Molecular tailoring of farnesylation for plant drought tolerance and yield protection / Y. Wang et al. *The Plant J.* 2005. Vol. 43. No. 3. P. 413.
25. Photoinhibition of Leaves with Different Photosynthetic Carbon Assimilation Characteristics in Maize (*Zea mays*) / Y. Ruan et al. *American J. of Plant Sci.* 2017. No. 8. P. 328–339. DOI: [10.4236/ajps.2017.83023](https://doi.org/10.4236/ajps.2017.83023).
26. Photosynthesis and organization of maize mesophyll and bundle sheath thylakoids of plants grown in various light intensities / P. Rogowski et al. *Environmental and Experimental Botany.* 2019. Vol. 162. P. 72–86. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.02.006>.
27. Photosynthetic Characteristics and Chloroplast Ultrastructure of Summer Maize

Response to Different Nitrogen Supplies / Z. Liu et al. *Frontiers in Plant Science*. 2018. No. 9. P. 576. DOI: 10.3389/fpls.2018.00576.

28. Remodeling of Leaf Cellular Glycerolipid Composition under Drought and Re-hydration Conditions in Grasses from the Lolium-Festuca Complex / D. Perlikowski et al. *Frontiers in plant science*. 2016. No. 7. P. 1027. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01027>.

29. Shumskaya M., Wurtzela E. The carotenoid biosynthetic pathway: thinking in all dimensions. *Plant Sci*. 2013. Vol. 208. P. 58–63. DOI: 10.1016/j.plantsci.2013.03.012.

30. Yang Z., Wang T., Wang H. Patterns of enzyme activities and gene expressions in sucrose metabolism in relation to sugar accumulation and composition in the aril of Litchi chinensis Sonn. *J. of Plant Physiol*. 2013. Vol. 170. No. 8. P. 731–740.

31. Yield attributes and photosynthetic physiological characteristics of dryland wheat (*Triticum aestivum* L.) / maize (*Zea mays* L.) strip intercropping / Li. Yinjuan et al. *Field Crops Research*. 2020. Vol. 248. P. 412–421. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107656>.

28. Remodeling of Leaf Cellular Glycerolipid Composition under Drought and Re-hydration Conditions in Grasses from the Lolium-Festuca Complex / D. Perlikowski et al. *Frontiers in plant science*. 2016. No. 7. P. 1027. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01027>.

29. Shumskaya M., Wurtzela E. The carotenoid biosynthetic pathway: thinking in all dimensions. *Plant Sci*. 2013. Vol. 208. P. 58–63. DOI: 10.1016/j.plantsci.2013.03.012.

30. Yang Z., Wang T., Wang H. Patterns of enzyme activities and gene expressions in sucrose metabolism in relation to sugar accumulation and composition in the aril of Litchi chinensis Sonn. *J. of Plant Physiol*. 2013. Vol. 170. No. 8. P. 731–740.

31. Yield attributes and photosynthetic physiological characteristics of dryland wheat (*Triticum aestivum* L.) / maize (*Zea mays* L.) strip intercropping / Li. Yinjuan et al. *Field Crops Research*. 2020. Vol. 248. P. 412–421. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107656>.

Отримано 07.05.2021

DOI: 10.32636/01308521.2021-70-1-11

УДК 633.11:631.53.027.2:632.95:631.86:631.559

А. А. СІРОШТАН, О. А. ЗАЙМА, В. П. КАВУНЕЦЬ,

кандидати сільськогосподарських наук

Д. Ю. ДУБОВИК

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН

с. Центральне Миронівського р-ну Київської обл.,

08853, e-mail: oleksii.zaima@ukr.net

ВПЛИВ ОБРОБКИ НАСІННЯ ПРОТРУЙНИКАМИ І МІКРОДОБРИВАМИ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

На насінні різних сортів досліджували протруйники «Максим Стар 025 FS» (діюча речовина (д. р.) – флудіоксоніл, ципроконазол) (1,5 л/т), «Юнта Квадро 373,4 FS» (д. р. – імідаклопрід, клотіанідин, протіоконазол, тебуконазол) (1,5 л/т), «Селест Макс 165 FS» (д. р. – флудіоксоніл, тебуконазол, тіаметоксам) (2,0 л/т), «Круїзер 350 FS» (д. р. – тіаметоксам) (0,5 л/т) і їхні комбінації з мікродобривами «5 element» (25 г/т), «Оракул насіння» (0,5 л/т) і «МаксПролін» (99,5% L-а пролін амінокислота) (5 г/т). За контроль слугувало необроблене насіння сортів пшениці озимої Вежа миронівська, Господиня миронівська, Берегиня миронівська. В лабораторних умовах у насіння цих сортів із різними варіантами обробки визначали посівні якості та біологічні показники. При обробленні насіння пшениці озимої лише протруйниками активність кильчення підвищувалась на 3–11%, енергія проростання – на 1–5%, лабораторна схожість – на 1–2% порівняно з контрольними варіантами. Оброблення насіння протруйниками сумісно з мікродобривами збільшувало активність кильчення до 9%, енергію проростання – до 6%, лабораторну схожість – до 8%. За показниками енергії проростання й лабораторної схожості насіння відмічено тенденцію до їх зниження лише при застосуванні мікродобрива «Оракул насіння». За визначення в оброблених варіантах біологічних показників насіння виявлено, що окремі протруйники суттєво зменшували довжину колеоптилю, особливо у варіантах із додаванням мікродобрива «Оракул насіння». Кількість зародкових корінців збільшувалась у варіантах із протруйниками і в тих, де до них додавали мікродобрива. В середньому за роки досліджень у сорту Вежа миронівська за показника рівня врожаю на контролі на рівні 5,46 т/га показник збереженого врожаю у варіантах з обробкою насіння становив 0,28–0,39 т/га, в сорту Господиня миронівська – 4,60 і 0,28–0,43 т/га, в сорту Берегиня миронівська – 4,49 і 0,25–0,32 т/га відповідно. Найвищих показників збереженого врожаю в досліджуваних сортів досягнуто при обробленні насіння протруйниками сумісно з мікродобривами. В отриманого насіння

© Сіроштан А. А., Займа О. А.,
Кавунець В. П., Дубовик Д. Ю., 2021

пшениці озимої показники енергії проростання та лабораторної схожості перебували на рівні з контрольними варіантами без обробки.

Ключові слова: пшениця озима, обробка насіння, посівні якості, урожайність, протруйники, мікродобрива.

Andrii Siroshstan, Oleksii Zaima, Valerii Kavunets, Dmytro Dubovyk

The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS

Influence of seed treatment with protectors and microfertilizers on sowing qualities and yield of winter wheat

Pesticides Maxim Star 025 FS (active substance (a. s.) fludioxonil, cyproconazole) (1.5 l/t), Yunta Quadro 373.4 FS (a. s. imidacloprid, clothianidin, prothioconazole, tebuconazole) (1.5 l/t), Celeste Max 165 FS (a. s. imidacloprid, clothianidin, prothioconazole, tebuconazole) (2.0 l/t), Cruiser 350 FS (a. s. thiamethoxam) (0.5 l/t) and their combinations with microfertilizers "5 element" (25 g/t), "Oracle seeds" (0.5 l/t) and MaxProline (99.5% La-prolin amino acid) (5 g/t) were tested on seeds of different varieties. Unprocessed seeds of winter wheat varieties Vezha myronivska, Hospodynja myronivska, Berehynia myronivska served for control. In the laboratory, the seeds of these varieties with different treatment options were determined by sowing qualities and biological parameters. When winter wheat seeds were treated only with pesticides, the ringing activity increased by 3–11%, germination energy – by 1–5%, laboratory germination – by 1–2%, compared with control variants. Seed treatment with pesticides in combination with microfertilizers increased the ringing activity up to 9%, germination energy – up to 6%, laboratory germination – up to 8%. In terms of germination energy and laboratory germination of seeds, there is a tendency to reduce them only with the use of microfertilizer "Oracle seeds". By determining the biological parameters of the seeds in the treated variants, it was found that individual pesticides significantly reduced the length of the coleoptile, and especially in the variants with the addition of microfertilizer "Oracle seeds". The number of germinal roots increased in the variants with pesticides and microfertilizers were added to them. On average over the years of research in the variety Vezha myronivska at the level of yield in control at the level of 5.46 t/ha, the index stored crop in variants with seed treatment was 0.28–0.39 t/ha, in the variety Hospodynja myronivska – 4.60 t/ha and 0.28–0.43 t/ha, in the variety Berehynia myronivska – 4.49 t/ha and 0.25–0.32 t/ha, respectively. The highest indexes stored crop in the studied varieties were obtained when treating seeds with disinfectants in combination with microfertilizers. In the obtained winter wheat seeds, the indicators of germination energy and laboratory germination were on a par with the control variants without treatment.

Key words: winter wheat, seed treatment, sowing qualities, productivity, protectants, microfertilizers.

Вступ. В інтегрованій системі захисту пшениці від шкідливих організмів до важливих елементів належить застосування інноваційних хімічних препаратів [25]. Протруєння є найбільш

економічно вигідним та екологічно безпечним заходом захисту посівів, воно дає змогу знезаражувати насіння, захищати його й проростки від пліснявіння, знижувати пошкоджуваність сходів кореневими гнилями та шкідниками [2, 7].

Сучасна інтенсивна технологія вирощування пшениці озимої передбачає протруювання насіння перед сівбою [16, 38]. Фактор передпосівної обробки насіння досить важливий і значно впливає на перебіг початкових фаз розвитку рослин, що позначається на продуктивності. Передпосівна обробка різними препаратами забезпечує насіння повним комплексом живлення в найважливіший період його проростання, коли формується коренева система [6]. Цей агрозахід сприяє збільшенню життєздатності та енергії проростання, підвищує захисні функції до збудників хвороб, стійкість до засухи та морозів, забезпечує дружність польових сходів, поліпшує врожайні показники та якість продукції загалом [10, 28].

Вирощування сільськогосподарських культур на заплановану врожайність за науково обґрунтованими технологіями, які передбачають досить сильне хімічне навантаження, потребує застосування препаратів із поліфункціональними властивостями, які знижують або знімають стрес від дії хімічних речовин та сприяють оптимізації продукційного процесу. Для передпосівної інкрустації насіння використовують композиції, до складу яких, як правило, належать регулятор росту, мікроелементи, протруйник та інші компоненти [19]. Застосування комбінованих препаратів захисту зі стимуляторами росту органічного походження суттєво пом'якшує фітотоксичність препаратів, стимулює процеси проростання й подальшого росту та значною мірою збільшує імунний потенціал рослин [8, 23, 29].

Експериментальні матеріали багатьох дослідників свідчать, що біологічні та хімічні протруйники не тільки захищають рослини пшениці від шкідливих організмів, а й змінюють їхню стійкість до стресу і впливають на зернову продуктивність [35].

Найголовнішою проблемою в технології протруєння насіння перед посівом є те, що цей спосіб захисту рослин істотно знижує енергію проростання, а також схожість насіння. За висіву протруєного насіння в напівсухий ґрунт його енергія проростання та схожість знижуються порівняно з варіантами, де застосовують сівбу непротруєним насінням [30].

Перспективним напрямом, що дуже динамічно розвивається в останнє десятиріччя та забезпечує отримання екологічно безпечної

продукції, є впровадження органічних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Розроблено широкий спектр біологічних препаратів на основі корисних мікроорганізмів із різними механізмами дії. Зростає кількість пропонованих біологічних препаратів, спрямованих на підвищення родючості ґрунту, отримання високих врожаїв, поліпшення якості зернової продукції [18]. За останні роки підвищився інтерес до використання біологічних способів захисту й живлення рослин, зокрема бактеріальних препаратів азотфіксуючої й фосформобілізуючої дії, які дають змогу суттєво знизити використання отрутохімікатів і зменшити норми удобрення [3, 11, 17]. Ці препарати не тільки поліпшують азотне та фосфорне живлення, а й стимулюють ріст рослин, підвищують їхній імунітет, обмежують розвиток окремих захворювань. Вони безпечні для людини й теплокровних тварин, оскільки не забруднюють довкілля, проявляють високу селективну дію та мають невичерпні ресурси для виробництва [12]. Обробка насіння пшениці бактеріальними препаратами має вищу відсоткову ефективність на ділянках без добрив, ніж на удобрених, а також у менш сприятливі для росту зернових культур роки, якщо порівняти з більш сприятливими [5]. Застосування біологічних препаратів сприяє зниженню норм мінеральних добрив, зростанню продуктивності рослин, поліпшенню якості продукції [13, 27, 31]. Біологічні препарати містять живі бактерії, що здатні розмножуватися в ґрунті та на коренях рослин, поліпшують їхній ріст і розвиток, підвищують врожайність та якість зерна [14, 33]. Передпосівна обробка насіння пшениці біопрепаратом «Стимпо» збільшує польову схожість обробленого насіння й стимулює процеси росту та розвитку [21].

Сучасні технології вирощування пшениці озимої передбачають використання різних біологічних і рістрегулюючих препаратів, які зумовлюють підвищення посухо- та зимостійкості рослин, збільшення їхньої продуктивності, поліпшення якості зерна [1]. Додавання до протруйників комплексних мікродобрив підсилює їхню дію та знімає пригнічувальний вплив на зародок насінини, стимулює проростання, активний ріст проростка й кореневої системи, сприяє формуванню в потомстві насіння з високою енергією проростання, лабораторною схожістю, більшою довжиною колеоптилю й кількістю зародкових корінців [32]. Мінеральні добрива та біопрепарати позитивно впливають на ріст, розвиток та формування врожайності пшениці, згладжують негативний вплив погодних умов [36].

Передпосівна обробка насіння гуматами значно покращує початковий розвиток проростків, що позитивно впливає на формування показників структури врожайності й знижує вплив стресових факторів на рослини [15, 37, 39].

Позитивний вплив передпосівної обробки насіння різнокомпонентними баковими сумішами на розвиток рослин пояснюється зниженням активності перебігу процесів пероксидації, що проявляється в зменшенні вмісту МДА [34]. Мікроелементи сприяють кращому засвоюванню азоту, фосфору, калію, підвищують стійкість рослин до різноманітних захворювань і несприятливих умов зовнішнього середовища й у кінцевому підсумку забезпечують підвищення врожайності та поліпшення якості продукції [4]. Одним із препаратів, які не загрожують навколишньому середовищу та якості сільськогосподарських культур, є «Бішофіт», водний розчин якого слугує природним стимулятором, що забезпечує підвищення енергії проростання та схожості насіння зернових [9].

Незважаючи на наявність на ринку великої кількості препаратів різної дії для оброблення насіння, більшість із них як слід не вивчено. До кінця не з'ясовано механізм їхньої дії на проростання насіння, формування сходів і густоти посівів, вегетативну та репродуктивну сфери рослин. Усе це спонукало нас до проведення відповідних досліджень у нашій кліматичній зоні.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2016–2020 рр. у відділі насінництва та агротехнологій Миронівського інституту пшениці. На насінні різних сортів досліджували протруйники «Максим Стар 025 FS», т. к. с. (д. р. – флудиоксоніл, ципроконазол), «Юнта Квадро 373,4 FS», т. к. с. (д. р. – імідаклоприд, клотіанідин, протиконазол, тебуконазол), «Круїзер 350 FS», т. к. с. (д. р. – тіаметоксам), «Селест Макс 165 FS», т. к. с. (д. р. – флудиоксоніл, тебуконазол, тіаметоксам), і їхні комбінації з мікродобривами «5 element» (25 г/т), «Оракул насіння» (0,5 л/т) і «МаксПролін» (99,5% L-а prolін амінокислота) (5 г/т). За контроль слугувало необроблене насіння сортів пшениці озимої Вежа миронівська, Господиня миронівська, Берегиня миронівська. В лабораторних умовах у насіння цих сортів із різними варіантами обробки визначали посівні якості та біологічні показники [22, 26].

Польові досліді з протруєним за тиждень до посіву насінням закладали по попереднику соя згідно з методикою державного сортовипробування [24]. Сівбу проводили сівалкою СН–10 Ц, норма висіву – 5 млн схожих насінин на 1 га. Облікова площа ділянки – 10 м²,

повторність – шестиразова. Агротехніка в досліді – загальноприйнята для Правобережного Лісостепу України. Урожай збирали комбайном «Сампо-130» з наступним перерахунком на стандартну (14%) вологість зерна. Статистичне опрацювання результатів здійснювали за допомогою програм «Statistica 6.0» та «Excel 2003».

Мета дослідження – підвищення посівних якостей і врожайних властивостей насіння пшениці озимої в умовах Правобережного Лісостепу України шляхом використання сучасних протруйників і мікродобрив.

Результати та обговорення. В середньому за роки досліджень (2016–2017) за обробки насіння пшениці озимої сорту Берегиня миронівська протруйником «Максим Стар 025 FS», т. к. с., і окремо мікродобривом «МаксПролін» активність кільчення підвищувалась на 5 і 7%, енергія проростання – на 1 і 5%, лабораторна схожість – на 2 і 4% відповідно порівняно з контрольним варіантом (табл. 1).

Кращі результати отримано у варіанті з обробкою насіння протруйником «Максим Стар 025 FS», т. к. с. (1,5 л/т), сумісно з препаратом «МаксПролін» (5 г/т), при цьому активність кільчення збільшувалась на 9%, енергія проростання й лабораторна схожість – на 4%.

При вивченні впливу протруйників «Максим Стар 025 FS», т. к. с., «Юнта Квадро 373,4 FS», т. к. с., «Селест Макс 165 FS», т. к. с., «Круїзер 350 FS», т. к. с., та їхньої сумісної дії з мікродобривом «Оракул насіння» на сорті Господиня миронівська виявлено, що активність кільчення у варіантах із протруйниками зростала на 3–11%, найвища була при обробці препаратом «Круїзер 350 FS», т. к. с. Енергія проростання у варіантах із лише протруйниками перевищувала контроль на 2–5%, лабораторна схожість була на рівні контролю. При застосуванні мікродобрива «Оракул насіння» відмічено тенденцію до зниження енергії проростання й лабораторної схожості. На нашу думку, це може бути пов'язано з мікротравмуванням насіння в зоні зародка [19].

При вивченні посівних якостей насіння на сорті Вежа миронівська залежно від варіанта його обробки активність кільчення підвищувалась на 4–8%, енергія проростання – на 3–4%, лабораторна схожість – на 1–2% (див. табл. 1).

1. Посівні якості насіння пшениці озимої залежно від обробки протруйниками та біологічними мікродобривами (МПП, 2016–2020)

Варіант	Активність кільчечня, %	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Польова схожість, %
Берегиня мIRONІВСЬКА*				
Контроль (без обробки)	75	91	93	81,4
«Максим Стар 025 FS», т. к. с., 1,5 л/т	80	92	95	83,7
«МаксПролін», 5 г/т	82	96	97	83,0
«Максим Стар 025 FS», т. к. с., 1,5 л/т + «МаксПролін», 5 г/т	84	95	97	84,5
Господиня мIRONІВСЬКА**				
Контроль (без обробки)	73	87	93	82,1
«Максим Стар 0,25 FS», т. к. с., 1,5 л/т	76	92	94	85,0
«Максим Стар 0,25 FS», т. к. с., 1,5 л/т + «Оракул насіння», 0,5 л/т	72	89	92	83,7
«Юнта Квадро 373,4 FS», т. к. с., 1,5 л/т	78	89	95	85,9
«Юнта Квадро 373,4 FS», т. к. с., 1,5 л/т + «Оракул насіння», 0,5 л/т	74	87	92	83,9
«Селест Макс 165 FS», ТН, 2,0 л/т	76	89	93	85,1
«Селест Макс 165 FS», т. к. с., 2,0 л/т + «Оракул насіння», 0,5 л/т	71	85	91	82,8
«Круїзер 350 FS», т. к. с., 0,5 л/т	84	91	95	86,5
«Круїзер 350 FS», т. к. с., 0,5 л/т + «Оракул насіння», 0,5 л/т	79	88	92	84,3
Вежа мIRONІВСЬКА***				
Контроль (без обробки)	50	89	94	79,8
«Максим Стар 0,25 FS», т. к. с., 1,5 л/т	54	92	95	83,3
«5 element», 25 г/т	56	92	96	85,3
«Максим Стар», т. к. с., 1,5 л/т + «5 element», 25 г/т	58	93	96	85,7

НІР₀₅

4,1

3,3

3,3

Примітки. *2016–2017 рр. **2017–2018 рр. ***2018–2020 рр.

У насіння досліджуваного сорту вищі показники посівних якостей і польової схожості отримано у варіанті із сумісною обробкою насіння протруйником «Максим Стар 025 FS», т. к. с., і мікродобривом «5 element».

В обробленого насіння сорту Берегиня миронівська досліджувані препарати підвищували польову схожість на 1,6–3,1%, сорту Господиня миронівська – на 0,7–4,4%, а сорту Вежа миронівська – на 3,5–5,9% (табл. 2).

2. Біологічні показники та польова схожість насіння пшениці озимої залежно від обробки насіння різними препаратами, 2016–2020 рр.

Варіант	Кількість зародкових корінців, шт.	Довжина колеоптилю, см	Польова схожість, %
1	2	3	4
Вежа миронівська*			
Контроль (без обробки)	4,3	5,0	81,4
«Максим Стар 0,25 FS», т. к. с., 1,5 л/т	4,7	3,3	83,7
«5 element», 25 г/т	4,6	5,2	83,0
«Максим Стар 0,25 FS», т. к. с., 1,5 л/т + «5 element», 25 г/т	4,7	4,1	84,5
Господиня миронівська**			
Контроль (без обробки)	3,2	8,2	82,1
«Максим Стар 0,25 FS», т. к. с., 1,5 л/т	3,3	7,3	85,0
«Максим Стар 0,25 FS», т. к. с., 1,5 л/т + «Оракул насіння», 0,5 л/т	3,4	7,0	83,7
«Юнта квадро 373,4 FS», т. к. с., 1,5 л/т	3,4	7,3	85,9
«Юнта квадро 373,4 FS», т. к. с., 1,5 л/т + «Оракул насіння», 0,5 л/т	3,5	6,1	83,9
«Селест макс 165 FS», т. к. с., 2,0 л/т	3,4	6,9	85,1
«Селест макс 165 FS», т. к. с., 2,0 л/т + «Оракул насіння», 0,5 л/т	3,5	5,6	82,8
«Круїзер 350 FS», т. к. с., 0,5 л/т	3,3	8,3	86,5
«Круїзер 350 FS», т. к. с., 0,5 л/т + «Оракул насіння», 0,5 л/т	3,4	7,7	84,3

1	2	3	4
Берегиня миронівська***			
Контроль (без обробки)	3,2	7,7	79,8
«Максим Стар 025 FS», т. к. с., 1,5 л/т	3,3	7,5	83,3
«МаксПролін», 5 г/т	3,2	7,7	85,3
«Максим Стар 025 FS», т. к. с., 1,5 л/т + «МаксПролін», 5 г/т	3,3	7,6	85,7

НІР₀₅

0,5

1,9

Примітки. *2016–2017 рр. **2017–2018 рр. ***2018–2020 рр.

Сумісна обробка насіння протруйником «Максим Стар 0,25 FS», т. к. с., і мікродобривом «МаксПролін» або «5 element» підвищувала показник польової схожості порівняно із застосуванням окремо одного з препаратів. Поєднання протруйників і мікродобрива «Оракул насіння» знижувало польову схожість.

Відмічено, що при обробці насіння пшениці озимої різними протруйниками й мікродобривами підвищувалася виживаність рослин на період збирання в середньому від 3,5 до 6,6%.

За визначення в оброблених варіантів посівних якостей насіння нами виявлено, що окремі протруйники суттєво зменшували довжину колеоптилю (до 2,6 см), особливо в насіння сорту Господиня миронівська у варіантах із додаванням мікродобрива «Оракул насіння» (див. табл. 2). Але при цьому проростки були міцніші та більш насиченого зеленого кольору.

У сортів Вежа миронівська й Берегиня миронівська різниця між варіантами була незначною, лише відмічено тенденцію до зниження довжини колеоптилю у варіантах із протруюванням насіння препаратом «Максим Стар 025 FS», т. к. с. У сортів виявлено різницю за довжиною колеоптилю. Найбільшою вона була в Господині миронівської – 8,2 см, Берегині миронівської – 7,7 см та Вежі миронівської – 5,0 см.

Кількість зародкових корінців збільшувалась у варіантах із протруйниками й тих, де до них додавали мікродобрива.

У середньому за роки досліджень у сорту Вежа миронівська за показника рівня врожаю на контролі на рівні 5,46 т/га показник збереженого врожаю у варіантах з обробкою насіння становив 0,28–0,39 т/га. Найвищу врожайність (5,85 т/га) отримано у варіанті з обробкою насіння протруйником сумісно з мікродобривом (табл. 3).

3. Урожайність пшениці озимої залежно від обробки насіння протруйниками та біологічними мікродобривами, 2016–2020 рр.

Сорт	Варіант обробки насіння	Урожайність, т/га	Збережений врожай, т/га
Вежа мIRONІВСЬКА*	Контроль (без обробки)	5,46	–
	«Максим Стар 0,25 FS», 1,5 л/т	5,74	0,28
	«5 element», 25 г/т	5,77	0,31
	«Максим Стар 0,25 FS», 1,5 л/т + «5 element», 25 г/т	5,85	0,39
Господиня мIRONІВСЬКА**	Контроль (без обробки)	4,60	–
	«Максим Стар 0,25 FS», 1,5 л/т	4,89	0,29
	«Максим Стар 0,25 FS», 1,5 л/т + «Оракул насіння», 0,5 л/т	4,95	0,35
	«Юнта quadro 373,4 FS», 1,5 л/т	5,00	0,40
	«Юнта quadro 373,4 FS», 1,5 л/т + «Оракул насіння», 0,5 л/т	5,03	0,43
	«Селест макс 165 FS», 2,0 л/т	4,88	0,28
	«Селест макс 165 FS», 2,0 л/т + «Оракул насіння», 0,5 л/т	4,95	0,35
	«Круїзер 350 FS», 0,5 л/т	4,96	0,36
	«Круїзер 350 FS», 0,5 л/т + «Оракул насіння», 0,5 л/т	5,02	0,42
Берегиня мIRONІВСЬКА***	Контроль (без обробки)	4,49	–
	«Максим Стар 025 FS», 1,5 л/т	4,74	0,25
	«МаксПролін», 5 г/т	4,75	0,26
	«Максим Стар 025 FS», 1,5 л/т + «МаксПролін», 5 г/т	4,81	0,32
НІР ₀₅		0,26	–

Примітки. *2016–2017 рр. **2017–2018 рр. ***2018–2020 рр.

При застосуванні лише протруйників урожайність пшениці сорту Господиня мIRONІВСЬКА була більшою на 0,28–0,40 т/га,

виділялися варіанти з поєднанням протруйників і мікродобрива «Оракул насіння» – показник збереженого врожаю становив 0,35–0,43 т/га. В сорту Берегиня миронівська у варіантах з обробкою насіння лише протруйником «Максим Стар 025 FS», т. к. с., або препаратом «МаксПролін» відмічено підвищення врожайності на 0,25–0,26 т/га, при їх сумісному застосуванні – на 0,32 т/га.

В отриманого насіння пшениці озимої показники енергії проростання та лабораторної схожості перебували в межах НР₀₅ порівняно з контрольними варіантами без обробки.

Висновки. При обробці насіння пшениці озимої лише протруйниками активність кільчення підвищувалась на 3–11%, енергія проростання – на 1–5%, лабораторна схожість – на 1–2% порівняно з контрольними варіантами. Обробка насіння протруйниками сумісно з мікродобривами збільшувала активність кільчення до 9%, енергію проростання – до 6%, лабораторну схожість – до 8%. Лише при застосуванні мікродобрива «Оракул насіння» відмічено тенденцію до зниження енергії проростання й лабораторної схожості насіння. За визначення в оброблених варіантів біологічних показників насіння виявлено, що окремі протруйники суттєво зменшували довжину колеоптилю, особливо у варіантах із додаванням мікродобрива «Оракул насіння». Кількість зародкових корінців збільшувалась у варіантах із протруйниками й тих, де до них додавали мікродобрива. В середньому за роки досліджень у сорту Вежа миронівська за показника рівня врожаю на контролі 5,46 т/га показник збереженого врожаю у варіантах з обробкою насіння становив 0,28–0,39 т/га, у сорту Господиня миронівська – 4,60 і 0,28–0,43 т/га, в сорту Берегиня миронівська – 4,49 і 0,25–0,32 т/га відповідно. Найвищі показники збереженого врожаю в досліджуваних сортів отримано при обробці насіння протруйниками сумісно з мікродобривами. В отриманого насіння пшениці озимої показники енергії проростання та лабораторної схожості перебували на рівні з контрольними варіантами без обробки.

Список використаної літератури

1. Базалій В. В., Домарацький Є. О. Вплив біопрепаратів на врожайність та адаптивні властивості сортів пшениці м'якої озимої. *Таврій. наук. вісник*. 2012. Вип. 81. С. 9–14.
2. Бактеріальні препарати в технології вирощування насіння пшениці озимої в Західному Лісостепу

References

1. Bazalii V. V., Domaratskyi Ye. O. Influence of biological products on yield and adaptive properties of soft winter wheat varieties. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 2012. No. 81. P. 9–14.
2. Bacterial preparations In the technology of growing winter wheat seeds in the Western Forest-Steppe of Ukraine /

- України / О. П. Волощук та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67 (I). С. 26–38. DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-1-2](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-1-2).
3. Василенко М. Г. Органо-мінеральні добрива і регулятори росту рослин в органічному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 2. С. 11–18. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201702-02>.
4. Використання мікроелементного препарату «Аватар» за вирощування ячменю ярого в польовій сівоzmіні / М. В. Тищенко та ін. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2018. № 3. С. 32–38. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.03.05>.
5. Власюк О. С. Ефективність мікробних препаратів за вирощування пшениці ярої залежно від фону удобрення. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2020. Вип. 31. С. 51–56. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.31.51-56>.
6. Гаврилюк В. А., Дідковська Т. П. Ефективність застосування нових видів мікробіологічних препаратів і стимуляторів росту. *Вісник ХНАУ*. 2008. № 4. С. 42–49.
7. Гентош І. Д., Кирик М. М., Гентош Д. Т. Вплив обробки насіння ячменю ярого хімічними засобами на розвиток кореневих гнилей. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. № 4 (68). URL: <http://journals.urau.ua/index.php/2223-1609/article/view/112393/107141> (дата звернення: 10.11.2020).
8. Герман М. М., Міщенко О. В. Вплив протруйників на посівні якості насіння та врожайність зерна пшениці м'якої озимої. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2013. № 3. С. 78–80. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2013_3_15 (дата звернення: 10.02.2021).
9. Горобець М. В. Вплив бішофіту на посівні якості насіння сортів ячменю ярого. *Вісник Харків. нац. аграрного ун-ту*. Серія: Рослинництво, селекція і
- O. P. Voloshchuk et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2020. No. 67 (I). P. 26–38. DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-1-2](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-1-2).
3. Vasylenko M. H. Organo-mineral fertilizers and plant growth regulators in organic farming. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2017. No. 2. P. 11–18. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201702-02>.
4. Use of microelement preparation "Avatar" for growing spring barley in field crop rotation / M. V. Tyshchenko et al. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. No. 3. P. 32–38. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.03.05>.
5. Vlasiuk O. S. The effectiveness of microbial preparations for growing spring wheat depending on the background of fertilizer. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 2020. No. 31. P. 51–56. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.31.51-56>.
6. Havryliuk V. A., Didkovska T. P. The effectiveness of new types of microbiological drugs and growth stimulants. *Visnyk KhNAU*. 2008. No. 4. P. 42–49.
7. Hentosh I. D., Kyryk M. M., Hentosh D. T. Effect of processing of barley seeds by chemical means on the development of root rot. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2017. No. 4 (68). URL: <http://journals.urau.ua/index.php/2223-1609/article/view/112393/107141> (last accessed: 10.11.2020).
8. Herman M. M., Mishchenko O. V. Effect of seed dressing on seed sowing quality and yield of soft winter wheat grain. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]. 2013. No. 3. P. 78–80. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2013_3_15 (last accessed: 10.11.2020).
9. Horobets M. V. Influence of Bischofite on sowing qualities of seeds of spring barley varieties. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Seria: Roslynnnytstvo, selektsiia i nasinnnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberhannia. 2019. No. 1. P. 41–50.

насіницітво, плодoовочівництво і зберігання. 2019. Вип. 1. С. 41–50.

10. Горoдній М. М., Мазуревич Л. І., Шквир Т. М. Вплив застосування добрив і передпосівної бактеризації мікробіологічним препаратом на врожайність та якісні показники пшениці ярої. *Наук. вісник Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України*. 2010. № 149. С. 80–86.

11. Гриник І. В., Патики В. П., Шкатула Ю. М. Мікробіологічні основи підвищення врожайності та якості зернових культур. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2011. № 4. С. 7–11.

12. Дерев'янський В. П., Власюк О. С., Малиновська І. М. Ефективність біологічних препаратів та мікроелементів у технології вирощування пшениці ярої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. № 17. С. 111–118.

13. Дубицький О. Л. Урожайність і якість зерна озимої пшениці за біологізованих систем удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 57. С. 81–86.

14. Ефективність біопрепарату ентeронормін на ранніх етапах онтогенезу рослин пшениці озимої / С. А. Ященко та ін. *Агрокологічний журнал*. 2019. № 2. С. 50–54.

15. Ефективність гумінових стимуляторів за умови передпосівної обробки насіння зернових культур / М. М. Маренич та ін. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2020. № 3. С. 70–78. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.08>.

16. Жемела Г. П., Герман М. М. Врожайність пшениці м'якої озимої в залежності від передпосівної обробки насіння. *Вісник Полтав. держ. акад.* 2010. № 4. С. 36–39.

17. Засвоєння культурними рослинами поживних речовин за впливу мікробних препаратів / В. В. Волкогон та ін. *Вісник ХНАУ*. 2012. № 3. С. 84–89.

18. Застосування біологічних препаратів в органічній технології вирощування пшениці озимої /

10. Horodnii M. M., Mazurevych L. I., Shkvyr T. M. Influence of fertilizer application and presowing bacterization with microbiological preparation on yield and quality indicators of spring wheat. *Naukovyi visnyk Nats. un-tu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. 2010. No. 149. P. 80–86.

11. Hrynyk I. V., Patyka V. P., Shkatula Yu. M. Microbiological bases of increase of productivity and quality of grain crops. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2011. No. 4. P. 7–11.

12. Derev'ianskyi V. P., Vlasuk O. S., Malynovska I. M. Efficiency of biological preparations and microelements in the technology of growing spring wheat. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 2013. No. 17. P. 111–118.

13. DUBYTSKYI O. L. Yield and grain quality of winter wheat under biologized fertilizer systems. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2015. No. 57. P. 81–86.

14. The effectiveness of the biological product enteronormin in the early stages of ontogenesis of winter wheat plants / S. A. Yashchenko et al. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2019. No. 2. P. 50–54.

15. Efficacy of humic stimulants under pre-sowing treatment of cereal seeds / M. M. Marenych et al. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2020. No. 3. P. 70–78. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.08>.

16. Zhemela H. P., Herman M. M. Yield of soft winter wheat depending on pre-sowing seed treatment. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi akademii*. 2010. No. 4. P. 36–39.

17. Assimilation of nutrients by cultivated plants under the influence of microbial drugs / V. V. Volkohon et al. *Visnyk KhNAU*. 2012. No. 3. P. 84–89.

18. The use of biological products in the organic technology of growing winter wheat / A. M. Shuvar et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2020. № 67 (I). P. 143–155. DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-1-10](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-1-10).

- А. М. Шувар та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67 (I). С. 143–155. DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-1-10](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-1-10).
19. Кавунець В. П., Кочмарський В. С. Насінництво пшениці озимої. Миронівка, 2011. 318 с.
20. Калитка В. В., Золотухіна З. В. Продуктивність пшениці озимої за передпосівної обробки насіння антистресовою композицією. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/1610/1/1386.pdf> (дата звернення: 10.02.2021).
21. Колесніков М. О., Євстафієва К. С. Формування основних елементів врожайності сортів твердої озимої пшениці за умов дії біопрепарату стимуло. *Агробіологія*. 2017. № 2. С. 81–86.
22. Макрушин Н. М. Экологические основы промышленного семеноводства зерновых культур. Москва : Агропромиздат, 1995. 280 с.
23. Маренич М. М., Юрченко С. О. Вплив допосівної обробки насіння біологічно активними речовинами на ріст і розвиток рослин пшениці озимої на початкових стадіях. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2017. № 1–2. С. 38–42.
24. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Загальна частина / за ред. В. В. Вовкодава. Київ, 2000. 100 с.
25. Насіннева інфекція зерна пшениці озимої та захист від неї / Г. М. Ковалишина та ін. *Захист і карантин рослин*. 2012. Вип. 58. С. 74–81.
26. Насіння сільськогосподарських культур. Методика визначення якості : ДСТУ 4138–2002 [чинний від 2003–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
27. Огурцов Ю. С. Урожайність рослин пшениці озимої та ячменю ярого залежно від застосування регуляторів росту рослин і мікродобрива на різних
19. Kavunets V. P., Kochmarskyi V. S. Nasinnnytstvo pshenytsi ozymoi. Myronivka, 2011. 318 p.
20. Kalytka V. V., Zolotukhina Z. V. Winter wheat productivity in pre-sowing seeds with antistress composition. 2011. URL: http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/nvnau_agro/2011_162_1/11zzv.pdf (last accessed: 10.11.2020).
21. Kolesnikov M. O., Yevstafieva K. S. Formation of the main elements of yield of winter durum wheat varieties under the conditions of action of the biological product Stimpo. *Ahrobiolohiia*. 2017. No. 2. P. 81–86.
22. Makrushyn N. M. *Ekolohicheskie osnovy promyshliennoho siemienovodstva zernovykh kultur* [Ecological basis of industrial cereal seed production]. Moskva : Ahropromizdat, 1995.
23. Marenych M. M., Yurchenko S. O. The influence of seed treatment of biologically active substances on the growth and development of winter wheat plants in the initial stages. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]. 2017. No. 1–2. P. 38–42.
24. Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Zahalna chastyna [Methods of state variety testing of crops. The common part] / ed. by V. V. Vovkodav. Kyiv, 2000.
25. Seed infection of winter wheat grain and protection against it / H. M. Kovalyshyna et al. *Zakhyst i karantyn Roslyn*. 2012. No. 58. P. 74–81.
26. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti [Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality] : DSTU 4138-2002. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2003.
27. Ohurtsov Yu. Ye. Yields of winter wheat and spring barley plants depending on the use of plant growth regulators and microfertilizers on different nutrient backgrounds. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2015. No. 2 (51). URL: http://nd.nubip.edu.ua/2015_2/19.pdf (last accessed: 10.02.2021).

фонах живлення. *Наук. доповіді НУБіП України*. 2015. № 2 (51). URL: http://nd.nubip.edu.ua/2015_2/19.pdf (дата звернення: 10.02.2021).

28. Перспективи використання мікробних поверхнево-активних речовин у рослинництві / Т. П. Пирог та ін. *Мікробіологічний журнал*. 2018. Т. 80 (3). С. 115–135. DOI: <https://doi.org/10.15407/microbiolj80.03.115>.

29. Підвищення регуляторами росту імунітету рослин до патогенних грибів, шкідників і нематод / В. А. Циганкова та ін. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2013. № 2. С. 138–147.

30. Посівні якості насіння ячменю ярого залежно від передпосівної обробки хімічними протруйниками / Н. В. Кузьменко та ін. *Вісник ЦНЗ АПВ Харків. обл.* 2018. Вип. 24. С. 40–48.

31. Сметанко О. В., Буриліна С. І., Кривенко А. І. Вплив елементів біологізації вирощування озимої пшениці на різних фонах мінерального живлення в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 8 (785). С. 33–37.

32. Судденко В. Ю. Посівні якості та врожайність насіння пшениці м'якої ярої залежно від передпосівної обробки протруйниками та мікродобривами. *Миронівський вісник* : зб. наук. праць. Миронівка, 2016. № 3. С. 160–169.

33. Танчик С. П., Кожухар Т. В. Вплив передпосівної інокуляції насіння азотфіксуючими мікроорганізмами на урожайність та якість зерна пшениці озимої. *Наук. доповіді НУБіП*. 2010. № 2 (18). URL: <http://nd.nubip.edu.ua/2010-2/10tspgww.pdf> (дата звернення: 10.02.2021).

34. Урожайність пшениці озимої залежно від передпосівної обробки насіння / Ю. О. Кліпакова та ін. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 4 (793). С. 16–23. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201904-03>.

35. Черенков А. В., Грузінов С. К., Кобос І. О. Вплив передпосівної

28. Prospects for the use of microbial surfactants in crop production / T. P. Pyroh et al. *Mikrobiolohichnyi zhurnal*. 2018. No. 80 (3). P. 115–135. DOI: <https://doi.org/10.15407/microbiolj80.03.115>.

29. Increased growth regulators of plant immunity to pathogenic fungi, pests and nematodes / V. A. Tsyhankova et al. *Fyzyolohiya y byokhymiya kulturnykh rastenyi*. 2013. No. 2. P. 138–147.

30. Sowing qualities of spring barley seeds depending on pre-sowing treatment with chemical pesticides / N. V. Kuzmenko et al. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti*. 2018. No. 24. P. 40–48.

31. Smetanko O. V., Burylina S. I., Kryvenko A. I. Influence of elements of biologization of winter wheat cultivation on different backgrounds of mineral nutrition in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Visnyk ahraryoi nauky*. 2018. No. 8 (785). P. 33–37.

32. Suddenko, V. Yu. Seed quality and yield of soft spring wheat seeds, depending on the pre-sowing treatment with digesters and microfertilizers. *Myronovivka Bulletin*. 2016. No. 3. P. 160–169.

33. Tanchyk S. P., Kozhukhar T. V. Influence of pre-sowing inoculation of seeds with nitrogen-fixing microorganisms on grain yield and grain quality of winter wheat. *Naukovi dopovidi NUBiP*. 2010. No. 2 (18). URL: <http://nd.nubip.edu.ua/2010-2/10tspgww.pdf> (last accessed: 10.02.2021).

34. Yield of winter wheat depending on pre-sowing seed treatment / Yu. O. Klipakova et al. *Visnyk ahraryoi nauky*. 2019. No. 4 (793). P. 16–23. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201904-03>.

35. Cherenkov A. V., Hruzinov S. K., Kobos I. O. Influence of pre-sowing seed treatment on frost and winter hardiness of winter wheat after different predecessors. *Zernovi kultury*. 2018. No. 2, 1. P. 53–60. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0007>.

36. Shevnikov D. M. Formation of spring durum wheat yield depending on

обробки насіння на морозо- та зимостійкість пшениці озимої після різних попередників. *Зернові культури*. 2018. Т. 2. № 1. С. 53–60. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0007>.

36. Шевніков Д. М. Формування врожайності пшениці твердої ярої залежно від мінеральних добрив та мікробіологічних препаратів в умовах Лівобережного Лісостепу. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2019. № 4. С. 20–27. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.02>.

37. GC-MS analysis of membrane fulvic acid and its activity on promoting wheat seed germination / Y. Qin et al. *Molecules*. 2016. No. 21 (10). P. 1363. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21101363>.

38. Insecticide and fungicide wheat seed treatment improves wheat grain yields in the US southern plains / E. A. DeVuyst et al. *Crop Management*. 2014. Vol. 13. No. 1. DOI: <https://doi.org/10.2134/CM-2013-0039-RS>.

39. Synthesis and characterization of a stable humic-urease complex: application to barley seed encapsulation for improving N uptake / B. G. Mvila et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2016. No. 96. P. 2981–2989. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7466>.

mineral fertilizers and microbiological preparations in the conditions of the left-bank Forest-Steppe. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2019. No. 4. P. 20–27. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.02>.

37. GC-MS analysis of membrane fulvic acid and its activity on promoting wheat seed germination / Y. Qin et al. *Molecules*. 2016. No. 21 (10). P. 1363. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21101363>.

38. Insecticide and fungicide wheat seed treatment improves wheat grain yields in the US southern plains / E. A. DeVuyst et al. *Crop Management*. 2014. Vol. 13. No. 1. DOI: <https://doi.org/10.2134/CM-2013-0039-RS>.

39. Synthesis and characterization of a stable humic-urease complex: application to barley seed encapsulation for improving N uptake / B. G. Mvila et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2016. No. 96. P. 2981–2989. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7466>.

Отримано 22.04.2021

DOI: 10.32636/01308521.2021-70-1-12

УДК 632.93:631.53.01:633.11

К. І. ЯЦУХ, кандидат біологічних наук

О. А. ВАЩИШИН, О. Н. ПРИСТАЦЬКА, наукові співробітники

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: k_yatsukh@meta.ua

І. С. ТИМЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

Національний університет «Львівська політехніка»

вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, e-mail: i.s.tymchuk@gmail.com

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОТРУЙНИКІВ ПРОТИ КОРЕНЕВИХ ГНИЛЕЙ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Останніми роками в Україні значно збільшилися площі посівів пшениці озимої, уражені грибними захворюваннями кореневої системи.

Наведено результати досліджень розвитку кореневих гнилей пшениці озимої в умовах Львівщини та ефективність протруйників проти них.

Вивчали такі протруйники: «Ламардор Про», т. к. с. (0,6 л/т), «Вітавак 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), «Ранкона І Мікс», м. е. (1,0 л/т), «Сценік», т. к. с. (1,6 л/т).

Визначення енергії проростання насіння пшениці озимої в лабораторних умовах виявило, що в усіх варіантах упродовж 2016–2018 рр. вона була вищою, ніж на контролі, і перебувала в межах 90,7–90,9% (на контролі – 87,5%), лабораторна схожість – 89,8–90,4% (на контролі – 87,3%), польова схожість – 89,3–89,9% (на контролі – 80,0%), густина рослин – 392–406 шт/м² (на контролі – 357–361 шт/м²).

Розвиток кореневих гнилей на рослинах пшениці озимої у фазі кущіння в середньому за 2016–2018 рр. був таким: на контролі (насіння необроблене) – 11,7%; у варіанті, де насіння оброблене протруйниками «Ламардор Про», т. к. с. (0,6 л/т), та «Ранкона І Мікс», м. е. (1,0 л/т), – по 0,3%; у варіанті, де насіння оброблене протруйниками «Вітавак 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), та «Сценік», т. к. с. (1,6 л/т), – по 0%.

Технічна ефективність протруйників проти кореневих гнилей у цю фазу пшениці озимої, відповідно, становила по 97,3 та 100%.

Розвиток кореневих гнилей на рослинах пшениці озимої перед збиранням урожаю в середньому за 2016–2018 рр. був таким: на контролі (насіння необроблене) – 65,0%; у варіанті, де насіння оброблене протруйником «Ламардор Про», т. к. с. (0,6 л/т), – 19,3%; у варіанті, де насіння оброблене протруйником «Ранкона І Мікс», м. е. (1,0 л/т), – 17,7%; у варіанті, де насіння оброблене протруйником «Вітавак 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), – 13,3%; у

© Яцух К. І., Ващишин О. А.,
Пристацька О. Н., Тимчук І. С., 2021

варіанті, де насіння оброблене протруйником «Сценік», т. к. с. (1,6 л/т), – 15,3%.

Технічна ефективність протруйників проти кореневих гнилей у цю фазу пшениці озимої, відповідно, становила 70,5; 73,2; 79,8 та 76,8%.

Унаслідок оздоровлювальної дії протруйників урожайність пшениці озимої за роки досліджень (2016–2018) збільшилася на 0,66–0,86 т/га, зокрема, при застосуванні: протруйника «Ламардор Про», т. к. с. (0,6 л/т), – 0,66 т/га, маса 1000 насінин – 40,87 г (на контролі – 39,5 г); протруйника «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), – 0,86 т/га, маса 1000 насінин – 41,74 г; протруйника «Ранкона І Мікс», м. е. (1,0 л/т), – 0,71 т/га, маса 1000 насінин – 41,44 г; протруйника «Сценік», т. к. с. (1,6 л/т), – 0,81 т/га, маса 1000 насінин – 41,97 г. Найбільший збережений урожай пшениці озимої за роки досліджень одержано у варіантах, де зерно було протруєно препаратом «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), та препаратом «Сценік», т. к. с. (1,6 л/т), який становив 0,86 та 0,81 т/га.

Ключові слова: пшениця озима, кореневі гнилі, протруйники, технічна ефективність, господарська ефективність.

Kateryna Yatsukh, Oksana Vashchyshyn, Oksana Prystatska

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Ivan Tymchuk

Lviv Polytechnic National University

Efficacy of pesticides against root rot of winter wheat

In recent years, the area under winter wheat crops affected by fungal diseases of the root system has significantly increased in Ukraine.

The results of research on the development of root rot of winter wheat in the Lviv region and the effectiveness of pesticides against them are shown.

The following disinfectants were studied: "Lamardor Pro", т. к. с. (0.6 l/t), "Vitavax 200 FF", в. с. к. (3.0 l/t), "Rancona I Mix", м. е. (1.0 l/t), "Scenic", т. к. с. (1.6 l/t).

Determination of germination energy of winter wheat seeds in the laboratory showed that in all variants during 2016–2018 it was higher than in the control – in the range of 90.7–90.9% (87.5% in control), laboratory germination – 89.8–90.4% (control – 87.3%), field germination – 89.3–89.9% (control – 80.0%), plant density – 392–406 pcs/m² (on control – 357–361) pcs/m².

The development of root rot on winter wheat plants in the tillering phase on average in 2016–2018 was as follows: in control (seeds not treated) – 11.7%; in the variant where the seeds are treated with pesticides "Lamardor Pro", т. к. с. (0.6 l/t) and "Rancona I Mix", м. е. (1.0 l/t) – 0.3% each; in the variant where the seeds are treated with disinfectants "Vitavax 200 FF", в. с. к. (3.0 l/t) and "Scenic", т. к. с. (1.6 l/t) – 0%.

The technical efficiency of pesticides against root rot in this phase of winter wheat was 97.3 and 100 percent, respectively.

The development of root rot on winter wheat plants before harvest was on average for 2016–2018 as follows: on control (seeds not treated) – 65.0%; in the variant where the seeds are treated with the disinfectant "Lamardor Pro", t. k. s. (0.6 l/t) – 19.3%; in the variant where the seeds are treated with the disinfectant "Rankona I Mix", m. e. (1.0 l/t) – 17.7%; in the variant where the seeds are treated with the disinfectant "Vitavax 200 FF", v. s. k. (3.0 l/t) – 13.3%; and in the variant where the seeds are treated with a disinfectant "Scenic", t. k. s. (1.6 l/t) – 15.3%.

The technical efficiency of pesticides against root rot in this phase of winter wheat, respectively, was 70.5; 73.2; 79.8 and 76.8 percent.

Due to the healing effect of pesticides, the yield of winter wheat over the years of research (2016–2018) increased by 0.66–0.86 t/ha, in particular when using: disinfectant "Lamardor Pro", t. k. s. (0.6 l/t) – 0.66 t/ha, weight of 1000 seeds – 40.87 g (in the control – 39.5 g); disinfectant "Vitavax 200 FF", v. s. k. (3.0 l/t) – 0.86 t/ha, weight of 1000 seeds – 41.74 g; disinfectant "Rankona I Mix", m. e. – 1.0 l/t – 0.71 t/ha, weight of 1000 seeds – 41.44 g; disinfectant "Scenic", t. k. s. (1.6 l/t) – 0.81 t/ha, weight of 1000 seeds – 41.97 g. The largest preserved harvest of winter wheat over the years of research was obtained in variants where the grain was treated with the drug "Vitavax 200 FF", v. s. k. (3.0 l/t) and the drug "Scenic" t. k. s. (1.6 l/t), which was 0.6 and 0.81 t/ha respectively.

Key words: winter wheat, root rot, pesticides, technical efficiency, economic efficiency.

Вступ. Пшениця – важливе джерело енергії для людини й тварин. Досягнення високих рівнів урожайності пшениці озимої належить до головних трендів розвитку рослинництва в Україні [23] і всьому світі [37]. В Україні вона є основною продовольчою культурою [1, 32]. Займаючи значну частку посівних площ серед інших зернових культур, вона щорічно забезпечує отримання понад 25 млн т цінного харчового зерна, гарантуючи продовольчу безпеку держави, і підтримує високий експортний потенціал країни [17]. Завдяки роботам багатьох вітчизняних та іноземних учених доведено, що недотримання технології вирощування пшениці озимої призводить до значних втрат урожаю (20–50%) від ураження рослин хворобами та шкідниками [2, 9, 13, 17, 19, 20, 21, 27, 31, 38].

Одним із чинників, що стримують одержання високих урожаїв пшениці озимої, є кореневі гнилі, втрати від яких можуть сягати 15–32%, а в роки з епіфітотійним розвитком – 50% і більше [30, 35].

Останніми роками в Україні значно збільшилися площі посівів пшениці озимої, уражені грибними захворюваннями, зокрема кореневими гнилями, які за шкодочинністю не поступаються сажковим хворобам та фузаріозу колосу [17]. Великої шкоди посівам озимини завдають кореневі гнилі. Кореневі гнилі – це група хвороб

зернових культур, що уражують корені, прикореневу частину стебла, підземне міжвузля, вузол кущіння [17]. Негативний вплив кореневих гнилей проявляється також у порушенні водного балансу, уповільненні процесів засвоєння поживних речовин із ґрунту, закупорюванні провідної системи, що призводить до зниження кількості зерен на 48%, а маси 1000 зерен – на 13% [3, 24].

Залежно від кліматичної зони вирощування пшениці озимої змінюється видовий склад збудників та переважаючий тип ураження рослин [2, 5, 6, 7, 17]. Коренева гниль буває гельмінтоспоріозна, фузаріозна, церкоспорельозна, офіобольозна та ін. Трапляється також одночасне ураження рослини декількома збудниками, але, як правило, переважає один – найбільш шкодочинний.

Звичайна, або гельмінтоспоріозна, коренева гниль проявляється на проростках і сходах побурінням колеоптилю, пожовтінням і деформацією листків, загальним пригніченням рослин. За незначного ураження на основі стебла виникають темно-коричневі некрози у вигляді смуг. Сильний ступінь зараження призводить до загнивання основи стебла аж до найнижчого вузла. Рослини відстають у рості, спостерігаються білоколосиця й загибель продуктивних стебел. Збудник – недосконалий гриб *Bipolaris sorokiniana* Shoem (*Helminthosporium sativum* Pamel, *Drechslera sorokiniana* Subram).

Збудники фузаріозної кореневої гнилі здатні інфікувати всі органи рослини. Під назвою «коренева гниль» зазвичай розглядають ураження коренів, а також приземної частини стебел. Інфіковані органи буріють та руйнуються. У вологих умовах на них утворюються міцелій і конідіальне спорonoшення гриба у вигляді нальоту різних відтінків білого або рожевого кольорів. Хвороба спричиняє зрідження сходів, скорочення загальної і продуктивної кущистості, білостебловість, утворення недорозвиненого колоса з плюсклим зерном та підвищує ламкість стебел. Фузаріозна коренева гниль дуже шкідлива у фазі проростків, уповільнюючи їхній ріст і розвиток [29]. У період вегетації хвороба спричиняє зріджування посівів і відмирання продуктивних стебел. Збудники – види роду *Fusarium*.

Церкоспорельозна коренева гниль на ранньому етапі розвитку рослин спричиняє почорніння та відмирання коренів і колеоптилю, пожовтіння окремих пагонів і рослин, що нерідко призводить до їхньої загибелі. Найбільш характерним є ураження стебла на нижніх міжвузлях у вигляді еліпсоподібних білуватих плям із розпливчастим краєм або буруватим чи рожевувато-жовтуватим ореолом. Довжина таких плям – 0,5–2,5 см і більше. У них всередині часто утворюється

темна строма (мікросклероції), що дещо нагадує «око». При сильному ураженні, коли плями оперізують стебло до половини й більше, воно ламається. Це викликає хаотичний характер вилягання рослин. Збудник хвороби – недосконалий гриб *Pseudocercospora herpoitrichoiudes* (Fron.) Deighton (*Cercospora herpoitrichoiudes* Froin).

У разі офіобольозної кореневої гнилі коренева система уражених рослин темніє, загниває і руйнується біля вузла куциння, основа стебла темніє, під піхвою нижнього листка утворюється бурувата грибниця з великою кількістю перитеціїв. Перші симптоми проявляються на пшениці у фазі 3–4 листків на коренях і кореневій шийці у вигляді коричневих плям, які поступово стають чорними.

Протруювання насіння – першочерговий етап інтегрованого захисту зернових культур, що впливає на формування оптимального фітосанітарного стану посівів, зокрема, на динаміку розвитку корневих гнилей [14, 16, 34]. Дуже важливо те, що і хімічне навантаження на довкілля, і вартість обробки 1 га посівів при застосуванні протруйників є найнижчими. Цей захід дає змогу знезаразити посівний матеріал від збудників хвороб, розміщених на поверхні та всередині зерна, частково в ґрунті й рослинних рештках [4, 13, 15]. Застосування захисних засобів проти інфекції насіння дасть змогу збільшити врожай до 12% [4]. За сучасних умов сільськогосподарського виробництва для захисту пшениці озимої рекомендується низка протруйників, які різняться між собою спектром дії та ефективністю застосування [28].

У разі використання сучасних препаратів протруювання насіння відповідає основному принципу інтегрованої системи захисту рослин – безпечно для навколишнього середовища і дає максимальний ефект.

У «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» для знезараження зерна рекомендовано більше 20 препаратів [28], з якими проведено низку досліджень у різних зонах України [7, 9–12, 26, 29, 33, 34].

Мета наших досліджень полягала у визначенні ефективності протруйників проти корневих гнилей пшениці озимої.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2016–2018 рр. на пшениці озимій лабораторії захисту рослин сорту Поліська 90, яку вирощували. Площа кожного варіанта – 100 м², повторення – триразове. Зміст дослідних варіантів наведено в табл. 1.

1. Зміст дослідних варіантів

Назва препарату	Вміст діючої речовини	Термін внесення ВВСН	Норма використання, л/т
Контроль (без протруювання насіння)			
«Ламардор Про», т. к. с.	Протіоконазол, 100 г/л, + тебуконазол, 60 г/л, + флуопірам, 20 г/л	00	0,6
«Вітавакс 200 ФФ», в. с. к.	Карбоксин, 200 г/л, + тирам, 200 г/л	00	3,0
«Ранкона І Мікс», м. с.	Іпконазол, 15 г/л, + імазаліл, 50 г/л	00	1,0
«Сценік», т. к. с.	Флуокастробін, 37,5 г/л, протіоконазол, 37,5 г/л, тебуконазол, 5,0 г/л	00	1,6

Дати протруювання насіння пшениці озимої: 26.09.2015 р.; 21.09.2016 р.; 06.10.2017 р. Дати висіву: 29.09.2015 р.; 23.09.2016 р.; 12.10.2017 р.

Ефективність протруйників на пшениці озимій визначали згідно зі стандартними методиками [18, 22, 25].

Урожай пшениці озимої збирали з кожної ділянки комбайном «Сампо-400» і перераховували в т/га за стандартної вологості (14%).

Одержані дані обробляли методом дисперсійного аналізу за Б. А. Доспеховим [8].

Погодні умови протягом вегетації пшениці озимої 2015–2018 рр. були специфічними (табл. 2). Так, середньомісячна температура повітря перевищувала багаторічну: у вересні – всі роки досліджень; у жовтні – у 2017 р.; у листопаді – у 2015 та 2017 р.; у грудні – всі роки досліджень; у січні – у 2016 та 2018 р.; в лютому й березні – у 2016–2017 рр. та протягом квітня – липня – всі роки досліджень. Кількість опадів перевищувала багаторічну: у вересні – всі роки досліджень; у жовтні – у 2016 р.; у листопаді – всі роки досліджень; у січні – у 2016 р.; в лютому – у 2018 р.; у квітні – у 2016 р.; у травні – у 2017 р.; у червні та липні – у 2018 р.

2. Метеорологічні дані (Гідрометеоцентр, м. Львів, Львівська гідрогеологомеліоративна станція, пункт спостереження – Оброшине)

Показник	Рік, місяць							
	Багат.	2015	2016	2017	Багат.	2015	2016	2017
	Вересень				Жовтень			
Т-ра*, °С	13,1	15,8	16,2	14,1	8,0	7,4	6,8	9,1
Опади, мм	55	79,2	61,7	117,2	57	40,5	147,8	51,2
Листопад				Грудень				
Т-ра*, °С	2,4	5,0	2,2	3,3	-1,8	2,8	-1,5	1,3
Опади, мм	48	76,2	83,7	63,7	48	17,8	56,9	93,9
Січень				Лютий				
	Багат.	2016	2017	2018	Багат.	2016	2017	2018
Т-ра*, °С	-4,6	-3,7	-6,1	-0,4	-3,7	3,6	-0,6	-4,2
Опади, мм	40	53,7	25,1	25,9	43	41,6	40,0	58,4
Березень				Квітень				
Т-ра*, °С	0,5	4,3	6,0	-0,3	7,4	8,1	8,5	13,7
Опади, мм	44	32,3	36,8	37,7	51	61,5	34,9	21,6
Травень				Червень				
Т-ра*, °С	12,9	14,4	13,8	16,9	16,3	18,7	18,2	18,3
Опади, мм	85	58,1	85,3	69,0	93	62,5	22,2	153,5
Липень								
Т-ра, °С	17,5	19,5	18,5	19,2	–	–	–	–
Опади, мм	102	66,6	57,2	116,0	–	–	–	–

Примітка. *Температура повітря, °С.

Результати та обговорення. Застосування досліджуваних протруйників для передпосівної обробки насіння мало позитивний вплив на польову схожість та густоту стояння рослин. Визначення енергії проростання насіння пшениці озимої в лабораторних умовах засвідчило, що в усіх варіантах, що вивчалися у 2016–2018 рр., вона була вищою, ніж на контролі, і трималася в межах 90,7–90,9% (на контролі – 87,5%), лабораторна схожість – 89,8–90,4% (на контролі – 87,3%), польова схожість – 89,3–89,9% (на контролі – 80,0%), густота рослин – 392–406 шт/м² (на контролі – 357–361 шт/м²) (табл. 3).

3. Вплив протруйників на посівні якості насіння пшениці озимої, 2016–2018 рр.

Варіант досліду (препарат, норма витрати, л/т)	Схожість, %							
	лабораторна				польова			
	2016	2017	2018	Сер.	2016	2017	2018	Сер.
Контроль	88,5	86,5	87	87,3	82,0	78	80	80,0
«Ламардор Про», т. к. с. – 0,6	90,8	89,9	90,2	90,3	90,6	89	89,4	89,7
«Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. – 3,0	90,9	90	90,4	90,4	90,8	89,7	89,9	89,9
«Ранкона І Мікс», м. е. – 1,0	90	89	90,3	89,8	89,6	88,6	89,7	89,3
«Сценік», т. к. с. – 1,6	91	90	90	90,3	89,8	89,6	89,6	89,7
	Енергія проростання, %				Густота рослин, шт/м ²			
	2016	2017	2018	Сер.	2016	2017	2018	Сер.
Контроль	88,7	86,6	87,3	87,5	360	357	361	359,3
«Ламардор Про», т. к. с. – 0,6	91,0	90,0	91,0	90,7	395	392	398	395,0
«Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. – 3,0	91,2	90,2	91,2	90,9	398	396	406	400,0
«Ранкона І Мікс», м. е. – 1,0	91,0	90,0	91,0	90,7	390	394	400	394,7
«Сценік», т. к. с. – 1,6	91,3	90,1	91,1	90,8	397	395	398	396,7

Розвиток кореневих гнилей на рослинах пшениці озимої у фазі кушіння в середньому за 2016–2018 рр. був таким (табл. 4, рис. 1):

- на контролі (насіння необроблене) – 11,7%;
- у варіанті, де насіння оброблене протруйником «Ламардор Про», т. к. с. (0,6 л/т), – 0,3%. Технічна ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень становила 97,3%;
- у варіанті, де насіння оброблене протруйником «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), – 0%. Технічна ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень становила 100,0%;

– у варіанті, де насіння оброблене препаратом «Ранкона І Мікс», м. е. (1,0 л/т), – 0,3%. Технічна ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень становила 97,3%;

– у варіанті, де насіння оброблене протруйником «Сценік», т. к. с. (1,6 л/т), – 0%. Технічна ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень була 100%.

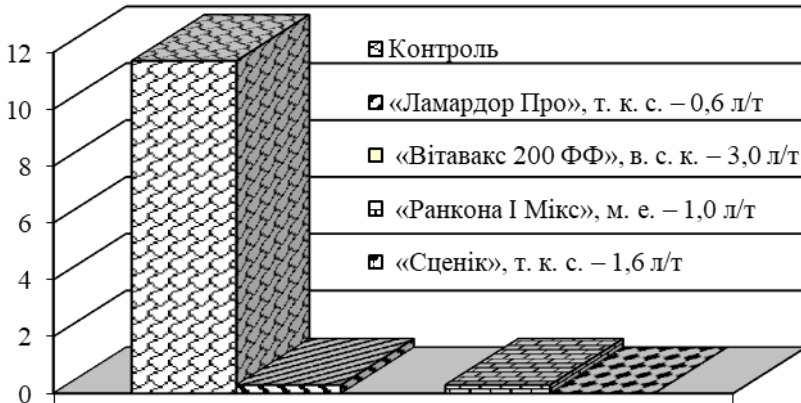


Рис. 1. Вплив протруйників на розвиток корневих гнилей пшениці озимої (фаза куціння), 2016–2018 рр.

Розвиток корневих гнилей на рослинах пшениці озимої перед збиранням врожаю в середньому за 2016–2018 рр. був таким (табл. 4, рис. 2):

– на контролі (насіння необроблене) – 65,0%;

– у варіанті, де насіння оброблене «Ламардором Про», т. к. с. (0,6 л/т), – 19,3%. Технічна ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень – 70,5%;

– у варіанті, де насіння оброблене «Вітаваксом 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), – 13,3%. Технічна ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень – 79,8%;

– у варіанті, де насіння оброблене препаратом «Ранкона І Мікс», м. е. (1,0 л/т), – 17,7%. Технічна ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень – 73,2%;

– у варіанті, де насіння оброблене препаратом «Сценік», т. к. с. (1,6 л/т), – 15,3%. Технічна ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень – 76,8%.

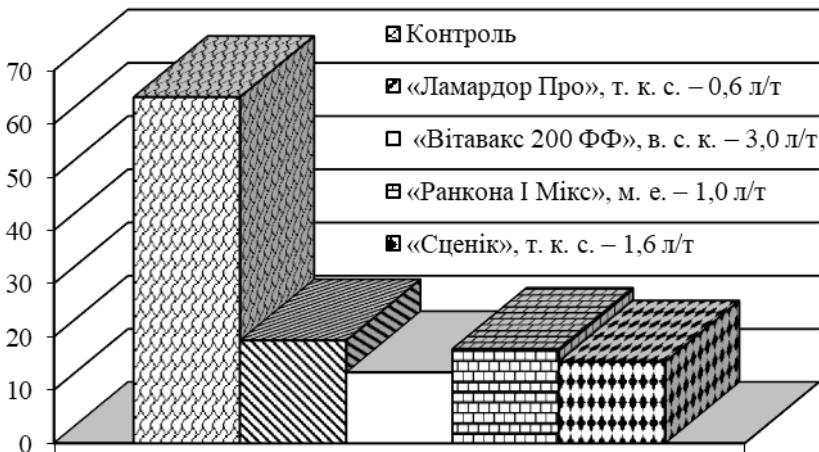


Рис. 2. Вплив протруйників на розвиток корневих гнилей пшениці озимої (перед збиранням урожаю), 2016–2018 рр.

4. Технічна ефективність протруйників проти збудників корневих гнилей на посівах пшениці озимої, 2016–2018 рр.

Варіант досліду (препарат, норма витрати, л/т)	Розвиток хвороби, %				Ефективність дії препаратів, %			
	2016	2017	2018	Сер.	2016	2017	2018	Сер.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фаза кущіння								
Контроль	11,0	12,0	12,0	11,7	–	–	–	–
«Ламардор Про», т. к. с. – 0,6	0,0	0,0	1,0	0,3	100	100	92,0	97,3
«Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. – 3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100	100	100	100
«Ранкона І Мікс», м. е. – 1,0	0,0	0,0	1,0	0,3	100	100	92,0	97,3
«Сценік», т. к. с. – 1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	100	100	100	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Перед збиранням урожаю								
Контроль	65,0	63,0	67,0	65,0	–	–	–	–
«Ламардор Про», т. к. с. – 0,6	16,0	22,0	20,0	19,3	75,4	65,0	71,0	70,5
«Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. – 3,0	12,0	13,0	15,0	13,3	81,5	80,0	78,0	79,8
«Ранкона І Мікс», м. е. – 1,0	14,0	20,0	19,0	17,7	78,5	69,0	72,0	73,2
«Сценік», т. к. с. – 1,6	12,0	16,0	18,0	15,3	81,5	75,0	74,0	76,8

Завдяки оздоровлювальній дії протруйників збережений урожай пшениці озимої за роки досліджень (2016–2018) становив 0,66–0,86 т/га, зокрема, при застосуванні: протруйника «Ламардор Про», т. к. с. (0,6 л/т), – 0,66 т/га, маса 1000 насінин – 40,87 г (на контролі – 39,5 г); протруйника «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), – 0,86 т/га, маса 1000 насінин – 41,74 г; протруйника «Ранкона І Мікс», м. е. (1,0 л/т), – 0,71 т/га, маса 1000 насінин – 41,44 г; протруйника «Сценік», т. к. с. (1,6 л/т), – 0,81 т/га, маса 1000 насінин – 41,97 г. Найбільший збережений врожай пшениці озимої за роки досліджень одержано у варіантах, де зерно було протруєно препаратами «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), та «Сценік», т. к. с. (1,6 л/т), який становив, відповідно, 0,86 та 0,81 т/га (табл. 5).

5. Господарська ефективність протруйників на пшениці озимій, 2016–2018 рр.

Варіант досліду (препарат, норма витрати, л/т)	Урожайність, т/га				Маса 1000 насінин, г			
	2016	2017	2018	Сер.	2016	2017	2018	Сер.
Контроль	3,50	2,83	2,89	3,08	39,4	39,9	39,2	39,50
«Ламардор Про», т. к. с. – 0,6	4,00	3,65	3,55	3,74	41,3	40,1	41,2	40,87
«Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. – 3,0	4,10	4,02	3,69	3,94	43,2	42,2	42,0	41,74
«Ранкона І Мікс», м. е. – 1,0	4,00	3,75	3,62	3,79	42,3	40,3	41,7	41,44
«Сценік», т. к. с. – 1,6	4,10	3,96	3,61	3,89	42,2	42,1	41,6	41,97
НІР ₀₅	0,02	0,1	0,02		0,9	1,0	0,5	

У середньому за 2016–2018 рр. умовно чистий прибуток пшениці озимої у цих варіантах становив, відповідно, 5287,53 та 4969,40 грн/га, рентабельність – 35,13 та 32,88% (табл. 6).

6. Економічна ефективність застосування протруйників на посівах пшениці озимої, 2016–2018 рр.

Варіант досліді (препарат, норма витрати, л/т)	Урожайність, т/га	Вартість урожаю, грн	Затрати на вирощування урожаю, грн/га	Додатковий урожай, т/га	Собівартість виробництва, грн/т	Умовно чистий прибуток, грн/т	Рентабельність, %
1	2	3	4	5	6	7	8
2016							
Контроль	3,5	15 750	12 700,0	–	3628,5	3050,0	24,0
«Ламардор Про», т. к. с. – 0,6	4,0	18 000	13 642,0	0,5	3410,5	4358,0	31,9
«Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. – 3,0	4,1	18 450	13 725,0	0,6	3347,6	4725,0	34,4
«Ранкона І Мікс», м. е. – 1,0	4,0	18 000	14 013,0	0,5	4340,1	3987,0	28,5
«Сценік», т. к. с. – 1,6	4,1	18 450	13 793,0	0,6	4422,7	4657,0	33,8
2017							
Контроль	2,83	15 780	13 060,0	–	5674,9	2720,0	21,0
«Ламардор Про», т. к. с. – 0,6	3,65	21 900	16 602,0	0,82	4548,5	5298,0	32,0
«Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. – 3,0	4,02	24 120	16 485,0	1,19	4100,8	7635,0	47,0
«Ранкона І Мікс», м. е. – 1,0	3,75	22 500	16 773,0	0,92	4472,8	5727,0	35,0
«Сценік», т. к. с. – 1,6	3,96	23 760	16 552,0	1,13	4179,8	7208,0	44,0
2018							
Контроль	2,89	14 450	13 890,0	–	4806,2	560,00	4,00
«Ламардор Про», т. к. с. – 0,6	3,55	17 750	14 898,3	0,66	4196,7	2851,7	20,00

1	2	3	4	5	6	7	8
«Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. – 3,0	3,69	18 450	14 947,4	0,80	4050,7	3502,6	24,00
«Ранкона І Мікс», м. е. – 1,0	3,62	18 100	15 020,0	0,73	4149,1	3080,0	21,00
«Сценік», т. к. с. – 1,6	3,61	18 050	15 006,8	0,72	4157,0	3043,2	21,00
Середнє за 2016–2018 рр.							
Контроль	3,08	15 327	13 216,7	–	4291,1	2110,0	16,0
«Ламардор Про», т. к. с. – 0,6	3,74	19 217	15 047,4	0,66	4023,4	4169,2	27,71
«Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. – 3,0	3,94	20 340	15 052,5	0,86	3820,4	5287,5	35,13
«Ранкона І Мікс», м. е. – 1,0	3,79	19 533	15 268,6	0,71	4028,7	4264,7	27,93
«Сценік», т. к. с. – 1,6	3,89	20 087	15 117,3	0,81	3886,2	4969,4	32,88

Висновки. Застосування досліджуваних протруйників для передпосівної обробки насіння мало позитивний вплив на польову схожість та густоту стояння рослин. Найвищу технічну ефективність проти кореневих гнилей на посівах пшениці озимої за 2016–2018 рр. відмічено у варіантах, де насіння було оброблено протруйниками «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. – 3,0 л/т, та «Сценік», т. к. с. – 1,6 л/т, яка на кінець вегетації пшениці озимої у 2016–2018 рр., відповідно, становила 79,8 та 76,8%. Збережений урожай пшениці озимої відносно контролю при застосуванні протруйника «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), в середньому за 2016–2018 рр. становив 0,86 т/га, протруйника «Сценік», т. к. с. (1,6 л/т), – 0,81 т/га.

Список використаної літератури

1. Агробіологічні та господарські властивості нових високобілкових сортів пшениці м'якої озимої / О. Л. Уліч та ін. *Вісник Уман. нац. ун-ту садівництва*. 2015. № 1. С. 96–100.
2. Гирка Т. В., Педаш Т. М. Ураженість пшениці озимої кореневою гниллю залежно від агротехнічних заходів вирощування. *Бюлетень Ін-ту сільського господарства степової зони*. 2012. Вип. 3. С. 134–136.

References

1. Agrobiological and economic properties of new high-protein varieties of soft winter wheat / O. L. Ulich et al. *Visnyk Umans'koho natsional'noho universytetu sadivnytstva*. 2015. No. 1. P. 96–100.
2. Hurka T. V., Pedash T. M. Affection of winter wheat root rot depending on agronomic cultivation measures. *Byuleten' Instytutu sil's'koho hospodarstva stepovoyi zony*

3. Горшар О., Педаш Т. Мікофлора насіння пшениці озимої як джерело інфекції кореневих гнилей в умовах Північного Степу. *Бюлетень Ін-ту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 105–108.
4. Грицюк Н. В. Вплив комплексних препаратів для передпосівної обробки насіння на ураженість кореневими гнилями та продуктивність пшениці озимої. *Захист і карантин рослин*. 2013. Вип. 59. С. 63–71.
5. Грицюк Н. В., Крючкова Л. А. Популяції мікромицетів роду *Pythium* на корнях пшениці озимої. *Защита растений*. 2014. Вып. 38. С. 69–77.
6. Грицюк Н. В. Стійкість сортів пшениці озимої проти фузаріозної інфекції за різних строків ураження. *Карантин і захист рослин*. 2013. № 10 (207). С. 1–3.
7. Дереча О., Грицюк Н., Бакалова А. Ефективність сумісного застосування фунгіцидів і азотних добрив для захисту пшениці озимої від хвороб в умовах Північного Лісостепу. *Вісник Львів. нац. аграрного ун-ту. Серія: Агрономія*. 2018. № 22 (2). С. 112–118.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва, 1985. 351 с.
9. Жемела Г. П., Шакалій С. М. Вплив попередників на врожайність та якість зерна пшениці м'якої озимої. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2012. № 3. С. 20–22.
10. Калитка В. В., Кліпакова Ю. О., Золотухіна З. В. Вплив регулятора росту рослин та різнокомпонентних протруйників на проростання насіння пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.). *Наук. вісник НУБіП. Серія: Агрономія*. 2016. Вип. 235. С. 24–33.
11. Калитка В. В., Кліпакова Ю. О. Інтенсивність перекисного окислення ліпідів при проростанні насіння пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) за дії *NAAN* *Ukrayiny*. 2012. Vol. 3. P. 134–136.
3. Horshchar O., Pedash T. Mycoflora of winter wheat seeds as a source of root rot infection in the Northern Steppe. *Byuleten' Instytutu sil's'koho hospodarstva stepovoyi zony NAAN Ukrayiny*. 2015. No. 8. P. 105–108.
4. Hrytsiuk N. V. Influence of complex preparations for pre-sowing seed treatment on root rot and productivity of winter wheat. *Zakhyst i karantyn roslin*. 2013. Vol. 59. P. 63–71.
5. Hrytsiuk N. V., Kriuchkova L. A. Populations of *Pythium* micromycetes on the roots of winter wheat. *Zashchita rasteniy*. 2014. Vol. 38. P. 69–77.
6. Hrytsiuk N. V. Resistance of winter wheat varieties against *Fusarium* infection at different stages of lesion. *Karantyn i zakhyst roslin*. 2013. No. 10 (207). P. 1–3.
7. Derecha O., Hrytsiuk N., Bakalova A. The effectiveness of the combined use of fungicides and nitrogen fertilizers to protect winter wheat from diseases in the Northern Forest-Steppe. *Visnyk L'viv's'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Seriya: Ahronomiya*. 2018. No. 22 (2). P. 112–118.
8. Dospikhov B. A. Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results). Izd. 5-ye, dop. i pererab. Moskva, 1985. 351 p.
9. Zhemela H. P., Shakalii S. M. Influence of predecessors on grain yield and grain quality of soft winter wheat. *Visnyk Poltav's'koyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi*. 2012. No. 3. P. 20–22.
10. Kalytka V. V., Klipakova Yu. O., Zolotukhina Z. V. Influence of plant growth regulator and multicomponent disinfectants on germination of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. *Naukovyy visnyk NUBiP. Seriya Ahronomiya*. 2016. Vol. 235. P. 24–33.

протруйників і регуляторів росту. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. Вип. 1 (88). С. 81–91.

12. Клипакова Ю., Белоусова З. Особенности формирования продуктивности пшеницы озимой (*Triticum aestivum L.*) в зависимости от предпосевной обработки семян. *Stiinta Agricola*. 2018. № 2. С. 30–36.

13. Клипакова Ю. О., Белоусова З. В. Влияние предпосевной обработки семян на погодных условиях года на урожайность та якість зерна пшениці озимої. *Зрошуване землеробство*. 2018. Вип. 69. С. 41–45.

14. Клипакова Ю. О., Присс О. П. Влияние предпосевной обработки семян на осінньо-зимовий період вегетації рослин пшениці озимої (*Triticum aestivum L.*). *Вісник ХНАУ. Секція: Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання*. 2018. № 1. С. 203–214.

15. Ковалишина Г. В. Протруйники – проти хвороб. *Захист рослин*. 2000. № 11. С. 13–14.

16. Ковалишина Г. М., Кочмарський В. С. Першочергове значення протруювання. *Карантин і захист рослин*. 2011. № 12. С. 8–9.

17. Крючкова Л. О., Грицюк Н. В. Кореневі гнилі пшениці озимої – поширення в Північному Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*. 2014. № 2. С. 9–12.

18. Майсурян Н. А. Практикум по растениеводству. Москва, 1970. 446 с.

19. Маренич М. М. Предпосівна обробка насіння як елемент управління продуктивним потенціалом пшениці озимої. *Вісник Полтав. держ. аграрної академії*. 2017. № 4. С. 42–46.

20. Маренич М. М., Юрченко С. О. Посівні властивості насіння сільськогосподарських культур залежно від застосування стимуляторів росту. *Вісник Полтав. держ. аграрної академії*. 2016. № 1/2. С. 18–21.

21. Марковська О. Є., Гречишкіна Т. А. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу

11. Kalytka V. V., Klipakova Yu. O. Intensity of lipid peroxidation during germination of winter wheat (*Triticum aestivum L.*) seeds under the action of pesticides and growth regulators. *Visnyk ahraryoi nauky Prychornomor'ya*. 2016. Vol. 1 (88). P. 81–91.

12. Klipakova Yu., Belousova Z. Features of the formation of productivity of winter wheat (*Triticum aestivum L.*) depending on the pre-sowing treatment of seeds. *Stiinta Agricola*. 2018. No. 2. P. 30–36.

13. Klipakova Yu. O., Bilousova Z. V. Influence of pre-sowing seed treatment and weather conditions of the year on the yield and grain quality of winter wheat. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2018. Vol. 69. P. 41–45.

14. Klipakova Yu. O., Priss O. P. Influence of pre-sowing seed treatment on the autumn-winter vegetation period of winter wheat plants (*Triticum aestivum L.*). *Visnyk KHNAU. Sektsiya "Roslynystvo, selektsiya i nasimnystvo, plodoovochivnystvo i zberihamyta"*. 2018. No. 1. P. 203–214.

15. Kovalyshyna H. V. Disinfectants – against diseases. Plant protection. *Zakhyst roslyn*. 2000. No. 11. P. 13–14.

16. Kovalyshyna H. M., Kochmars'kyi V. S. The paramount importance of treatment. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2011. No. 12. P. 8–9.

17. Kriuchkova L. O., Hrytsiuk N. V. Root rot of winter wheat – distribution in the Northern Forest-Steppe of Ukraine. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2014. No. 2. P. 9–12.

18. Maysuryan N. A. Workshop on crop production. Moskva, 1970. 446 p.

19. Marenych M. M. Pre-sowing seed treatment as an element of control of productive potential of winter wheat. *Visnyk Poltav'skoyi derzhavnoyi ahraryoi akademiyi*. 2017. No. 4. P. 42–46.

20. Marenych M. M., Yurchenko S. O. Sowing properties of seeds of agricultural crops depending on application of growth

- України. *Аеробіологія*. 2020. Вип. 1. С. 96–103.
22. Методика випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ, 2001. 448 с.
23. Моргун В. В., Санін Є. Ю., Швартау В. В. Клуб 100 центнерів. Сучасні сорти та системи живлення і захисту озимої пшениці. Київ : Логос, 2014. 148 с.
24. Насіннева інфекція зерна пшениці озимої та захист від неї / Г. М. Ковалишина та ін. *Захист і карантин рослин*. 2012. Вип. 58. С. 74–81.
25. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур : метод. посіб. за ред. В. П. Омелюти. Київ, 1984. 296 с.
26. Педаш Т. М., Горшар О. А. Поширеність та розвиток корневих гнилей пшениці озимої в умовах північної частини Степу України. *Бюлетень Ін-ту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 54–58.
27. Педаш Т. М., Педаш О. О., Горшар О. А. Поширення і розвиток корневих гнилей залежно від фаз розвитку пшениці озимої та попередника. *Захист і карантин рослин*. 2014. Вип. 60. С. 247–251.
28. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Київ : Юнівест Медіа, 2018. 1024 с.
29. Продуктивність сортів пшениці озимої за різних фонів живлення та методів захисту рослин від корневих гнилей / О. Є. Марковська та ін. *Таврій. наук. вісник*. 2020. № 115. С. 109–117.
30. Проти насінневої інфекції / С. В. Ретьман та ін. *Захист рослин*. 2001. № 3. С. 6–7.
31. Урожайність пшениці озимої залежно від передпосівної обробки насіння / Ю. О. Кліпакова та ін. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 4. С. 16–23
32. Шелепов В. В., Гаврилюк Н. Н., Вергунов В. А. Пшеница: биология, stimulators. *Visnyk Poltavsk'koyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi*. 2016. No. 1/2. P. 18–21.
21. Markov's'ka O. Ye., Hrechyshkina T. A. Productivity of winter wheat varieties depending on the elements of cultivation technology in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Ahrobiolohiya*. 2020. Vol. 1. P. 96–103.
22. Methods of testing and application of pesticides / za red. S. O. Trybelya. Kyuyiv, 2001. 448 p.
23. Morhun V. V., Sanin Ye. Yu., Shvartau V. V. Club 100 quintals. Modern varieties and systems of nutrition and protection of winter wheat. Kyiv : Lohos, 2014. 148 p.
24. Seed infection of winter wheat grain and protection from it / H. M. Kovalyshyna ta in. *Zakhyst i karantyn roslyn*. 2012. Vol. 58. P. 74–81.
25. Accounting for pests and diseases of crops: a method. way. / za red. V. P. Omeliuty. Kyiv, 1984. 296 p.
26. Pedash T. M., Horshchar O. A. Prevalence and development of root rot of winter wheat in the northern part of the Steppe of Ukraine. *Byuleten' Instytutu sil's'koho hospodarstva stepovoyi zony NAAN Ukrainy*. 2016. No.11. P. 54–58.
27. Pedash T. M., Pedash O. O., Horshchar O. A. Distribution and development of root rots depending on the phases of development of winter wheat and predecessor. *Zakhyst i karantyn roslyn*. 2014. Vol. 60. P. 247–251.
28. List of pesticides and agrochemicals approved for use in Ukraine. Kyiv : Yuninvest Media, 2018. 1024 p.
29. Productivity of winter wheat varieties under different nutrition backgrounds and methods of plant protection from root rot / O. Ye. Markov's'ka ta in. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk*. 2020. No. 115. P. 109–117.
30. Against seed infection / S. V. Ret'man ta in. *Zakhyst roslyn*. 2001. No. 3. P. 6–7.

селекція, морфологія, семеніводство. Київ : Логос, 2013. 498 с.

33. Ярошенко С. С. Вплив протруйників насіння на продуктивність пшениці озимої. *Бюлетень Ін-ту сільського господарства степової зони*. 2012. № 2. С. 137–140.

34. Яцух К. І., Тимчук І. С. Протруювання насіння в інтегрованому захисті колосових культур. *Пропозиція*. 2012. № 2. С. 84–85.

35. Яцух К. І., Тимчук І. С. Протруювання насіння – ефективний захід проти кореневих гнилей озимої пшениці. *АгроЕліта*. 2016. № 4. С. 38–39.

36. Akgül D. S., Erkilic A. Effect of wheat cultivars, fertilizers, and fungicides on *Fusarium* foot rot disease of wheat. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2016. Vol. 40. No. 1. P. 101–108.

37. Prospects of doubling global wheat yields / M. J. Hawkesford et al. *Food and Energy Security*. 2013. No. 2 (1). P. 34–48.

38. The effect of fungicides applied pre-stem extension on *Septoria tritici* blotch and yield of winter wheat in Ireland / H. E. Creissen et al. *Crop Protection*. 2018. No. 104. P. 7–10.

31. Yield of winter wheat depending on pre-sowing seed treatment / Yu. O. Klipakova ta in. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. 2019. No. 4. P. 16–23.

32. Shelepov V. V., Havrylyuk N. N., Verhunov V. A. Wheat: biology, selection, morphology, seed production. Kyiv : Lohos, 2013. 498 p.

33. Yaroshenko C. C. The influence of seed disinfectants on the productivity of winter wheat. *Byuleten' Instytutu sil's'koho hospodarstva stepovoyi zony*. 2012. No. 2. P. 137–140.

34. Yatsukh K. I., Tymchuk I. S. Seed treatment in integrated protection of ear crops. *Propozytsiya*. 2012. No. 2. P. 84–85.

35. Yatsukh K. I., Tymchuk I. S. Seed treatment is an effective measure against root rot of winter wheat. *AhroElita*. 2016. No. 4. P. 38–39.

36. Akgül D. S., Erkilic A. Effect of wheat cultivars, fertilizers, and fungicides on *Fusarium* foot rot disease of wheat. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2016. Vol. 40. No. 1. P. 101–108.

37. Prospects of doubling global wheat yields / M. J. Hawkesford et al. *Food and Energy Security*. 2013. No. 2 (1). P. 34–48.

38. The effect of fungicides applied pre-stem extension on *Septoria tritici* blotch and yield of winter wheat in Ireland / H. E. Creissen et al. *Crop Protection*. 2018. No. 104. P. 7–10.

Отримано 19.04.2021

ТВАРИННИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2021-70-1-13

УДК 636.2:577.125

О. Б. ДЯЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115, e-mail: o.b.dyachenko@gmail.com

ВМІСТ НЕЕСТЕРИФІКОВАНИХ ФОРМ ЖИРНИХ КИСЛОТ В ЕРИТРОЦИТАХ КРОВІ КОРІВ РІЗНОЇ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ

Біологічні мембрани є головними елементами, які формують структуру клітин та підтримують у ній обмінні процеси. Крім функції бар'єра, який відокремлює внутрішній простір клітин від зовнішнього, біологічні мембрани слугують каркасом і важливим елементом у міжклітинній комунікації та ініціації внутрішньоклітинних сигналів. Мембранні ліпіди та ліпідні структури безпосередньо беруть участь у генеруванні та передачі клітинних сигналів, а білок-ліпідні структури – в локалізації сигнальних білків-партнерів у конкретних мікромедонах мембрани. Оскільки в еритроцитах крові корів ліпіди містяться тільки в мембрані, їх використовують як базову модель для досліджень та оцінки особливостей перебігу фізіологічних процесів в інших органах і тканинах. У зв'язку з цим нами проведено дослідження вмісту неестерифікованих форм жирних кислот в еритроцитах крові корів різної молочної продуктивності.

Встановлено, що концентрація неестерифікованих форм жирних кислот в організмі корів із надоем 4800–5200 кг за лактацію порівняно з тваринами, у яких надій 3850–4150 кг, є більшою. Вказана різниця обумовлена переважно насиченими (10,4%) та меншою мірою моно- (9,8%) і поліненасиченими (7,7%) жирними кислотами. Відзначено, що в корів із вищою молочною продуктивністю індекс насиченості ліпідів більший, ніж у низькопродуктивних, що свідчить про вищий відносний вміст неестерифікованих форм ненасичених жирних кислот порівняно з насиченими. Неоднаковий вміст неестерифікованих форм насичених жирних кислот в еритроцитах крові корів різної молочної продуктивності спричинений кислотами з парним числом вуглецевих атомів у ланцюгу, різниця вірогідна й обумовлена головним чином каприловою (13,6%), каприною (13,5%), лауриною (12,8%), пальмітиною (11,0%) і стеариною (9,5%) кислотами. Більша концентрація неестерифікованих форм мононасичених жирних кислот в організмі корів із вищим надоем спричиняється переважно олеїною кислотою, однак різниця невірогідна. У корів із вищою молочною

продуктивністю порівняно з низькопродуктивними тваринами більший вміст неестерифікованих форм поліненасичених жирних кислот обумовлений переважно кислотами родини ω -3 (9,2%), менше – родини ω -6 (7,1%). Серед жирних кислот родини ω -3 встановлено вірогідну різницю за вмістом ейкозапентаєнової (13,7%) і докозатриєнової (14,7%) кислот, а серед кислот родини ω -6 – ейкозатриєнової (17,9%) і докозадиснової (14,3%).

Поліненасичені жирні кислоти родини ω -3 порівняно із жирними кислотами родини ω -6 регулюють функціональну активність організму на більш високому рівні й тим самим мають сильніший вплив на обмінні процеси в організмі та продуктивність тварин. На нашу думку, більший вміст ненасичених жирних кислот у корів із вищою молочною продуктивністю порівняно з низькопродуктивними тваринами забезпечує більшу проникність клітинних мембран і вищу інтенсивність метаболічного обміну між клітиною і зовнішнім середовищем, що є одним із факторів, які формують вищу молочну продуктивність.

Ключові слова: корова, молочна продуктивність, неестерифіковані форми жирних кислот.

Oleksandr Diachenko

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

The content of non-esterified forms of fatty acids in the erythrocytes of the blood of cows of different milk productivity

Biological membranes are the main elements that form the structure of cells and support metabolic processes in it. In addition to the barrier function that separates the inner space of cells from the outer, biological membranes are the framework and an important element in intercellular communication and the initiation of intracellular signals. Membrane lipids and lipid structures are directly involved in the generation and transmission of cellular signals, and protein-lipid structures are involved in the localization of signaling partner proteins in specific membrane micromedones. Because lipids in cow blood erythrocytes are contained only in the membrane, they are used as a basic model for research and evaluation of the peculiarities of physiological processes in other organs and tissues. In this regard, we studied the content of non-esterified forms of fatty acids in the red blood cells of cows of different milk productivity.

It was found that the concentration of non-esterified forms of fatty acids in the body of cows with milk yield of 4800–5200 kg per lactation, compared with animals with hopes of 3850–4150 kg, is higher. This difference is mainly due to saturated (10.4%) and to a lesser extent monounsaturated (9.8%) and polyunsaturated (7.7%) fatty acids. It is noted that in cows with higher milk productivity the lipid saturation index is higher than in low-yielding, which indicates a higher relative content of non-esterified forms of unsaturated fatty acids compared to saturated. The unequal content of non-esterified forms of saturated fatty acids in the erythrocytes of cows of different milk productivity is due to acids with an even number of carbon atoms in the chain, the difference is probable and is mainly due to

caprylic (13.6%), capric (13.5%), laurinic 12.8%), palmitic (11.0%) and stearic (9.5%) acids. The higher concentration of non-esterified forms of monounsaturated fatty acids in the body of cows with higher milk yield is mainly due to oleic acid, but the difference is unlikely. In cows with higher milk productivity, compared with low-yielding animals, the higher content of non-esterified forms of polyunsaturated fatty acids is mainly due to acids of the family ω -3 (9.2%), less – family ω -6 (7.1%). Among the fatty acids of the ω -3 family, a significant difference was found in the content of eicosapentaenoic (13.7%) and docosatrienic (14.7%) acids, and among the acids of the ω -6 family – eicosatrienic (17.9%) and docosadienoic (14.3%).

Polyunsaturated fatty acids of the family ω -3, compared with fatty acids of the family ω -6, regulate the functional activity of the body at a higher level and thus have a greater impact on metabolic processes in the body and productivity of animals. In our opinion, the higher content of unsaturated fatty acids in cows with higher milk productivity, compared with low-yielding animals, provides greater permeability of cell membranes and higher metabolic rate between the cell and the environment, which is one of the factors shaping higher milk productivity.

Key words: cow, dairy productivity, non-esterified forms of fatty acids.

Вступ. Для інтенсивного розвитку галузі молочного скотарства важливим напрямом є використання прискорених темпів селекції, спрямованої на підвищення молочної продуктивності корів. Тому важливе значення має пошук об'єктивних показників оцінки фізіологічного стану організму тварин, які ґрунтуються на інтер'єрних ознаках і виявляють високий ступінь кореляції з показниками продуктивності. Одним із показників, за якими можна об'єктивно визначати фізіологічний стан корів, слугує вміст жирних кислот в організмі як генетично детермінованих ознак, які тісно корелюють з обмінними процесами й продуктивністю [1, 10, 11, 16, 20, 25, 38, 39].

Кількість і співвідношення жирних кислот в організмі ссавців вивчають за їх вмістом у мембранах клітин [12, 17, 24, 26, 35]. У тварин та людини використовують еритроцити та їхні мембрани як базову модель для досліджень [18, 22, 34, 37], що відображає особливості перебігу фізіологічних процесів в інших органах і тканинах [14, 15, 18, 19, 30]. Встановлено, що в еритроцитах корів ліпіди містяться тільки в мембрані [17, 18, 30, 37], а їх співвідношення генетично обумовлене [1, 6, 13, 29]. Це свідчить, що жирнокислотний склад мембран клітин є об'єктивним показником і може бути використаний для оцінювання фізіологічного стану організму та продуктивності.

Мембрана діє як бар'єр проникності, а ліпіди, які є складовою клітинних структур, беруть участь у здійсненні контролю внутрішнього середовища клітини і його зв'язку із зовнішнім середовищем [2, 3, 7, 19, 27]. Зі зміною жирнокислотного складу мембран клітин організму

порушується обмінна функція фосфоліпідів [6, 9, 33], у результаті чого погіршується проникність мембран і знижується їхня здатність до зв'язування метаболітів і ферментів [1, 4, 31]. Фізичний стан ліпідного шару також регулює функціональну активність як транспортних, так і інших мембранних білків, впливаючи на їхню конфігурацію, кооперацію і латеральну рухливість [6, 15, 21, 23, 28, 32, 36], що безпосередньо позначається на продуктивності тварин.

З огляду на викладене вище, метою досліджень було вивчити вміст неестерифікованих форм жирних кислот в еритроцитах крові корів у зв'язку з рівнем їхньої молочної продуктивності.

Матеріали і методи. Дослідження проводили на державному підприємстві «Дослідне господарство "Радехівське"» на двох групах корів української чорно-рябої молочної породи західного внутрішньопородного типу в сухостійний період за 1 місяць до отелення, аналогів за віком і живою масою, по 6 голів у кожній. За результатами закінченої лактації в першу групу відібрали корів із надоєм 3850–4150 кг молока за 305 дів лактації, в другу – 4800–5200 кг.

Вміст неестерифікованих форм жирних кислот в еритроцитах крові визначали методом газової хроматографії [5] з використанням газового хроматографа «Chrom-5» (Чехія).

Отриманий цифровий матеріал опрацьовано методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента. Обчислювали середні арифметичні величини (M) та їхні похибки ($\pm m$). Зміни вважали вірогідними при $P < 0,05$, $P < 0,01$ і $P < 0,001$. Для розрахунків було використано комп'ютерну програму «MS Excel».

Результати та обговорення. Отримані результати досліджень свідчать, що еритроцити крові корів різного рівня молочної продуктивності характеризуються неоднаковим вмістом неестерифікованих форм жирних кислот (табл. 1).

1. Вміст неестерифікованих форм жирних кислот в еритроцитах крові корів, $\text{г}^{-3}/\text{л}$ ($M \pm m$)

Жирні кислоти	Групи корів	
	перша	друга
Насичені	76,99 \pm 2,45	84,97 \pm 2,26*
Мононенасичені	16,68 \pm 0,57	18,32 \pm 0,53
Поліненасичені	25,24 \pm 0,82	27,18 \pm 0,64
Разом	118,91 \pm 3,72	130,47 \pm 3,37*
Індекс насиченості ліпідів	1,84	1,87

Примітка. У цій та наступних таблицях: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Зокрема, у тварин другої групи, порівняно з першою, різниця вказаного показника в середньому становить $11,56 \text{ г}^{-3}/\text{л}$ (9,7%) і обумовлена здебільшого насиченими ($7,98 \text{ г}^{-3}/\text{л}$, 10,4%) та меншою мірою моно- ($1,64 \text{ г}^{-3}/\text{л}$, 9,8%) і поліненасиченими ($1,94 \text{ г}^{-3}/\text{л}$, 7,7%) жирними кислотами. Також встановлено, що в корів із вищою молочною продуктивністю індекс насиченості ліпідів більший, ніж у низькопродуктивних (1,87 проти 1,84), що свідчить про вищий відносний вміст неестерифікованих форм ненасичених жирних кислот щодо насичених.

Аналіз одержаних даних виявив, що неоднаковий вміст неестерифікованих форм насичених жирних кислот в еритроцитах крові корів із різною молочною продуктивністю обумовлений кислотами з парним числом вуглецевих атомів у ланцюгу, різниця вірогідна й становить $7,94 \text{ г}^{-3}/\text{л}$, або 10,4%. Вказана різниця ($P < 0,05 - 0,01$) спричинюється переважно каприловою (13,6%), каприною (13,5%), лауриною (12,8%), пальмітиною (11,0%) і стеариною (9,5%) кислотами (табл. 2).

2. Вміст неестерифікованих форм насичених жирних кислот в еритроцитах крові корів, $\text{г}^{-3}/\text{л}$ ($M \pm m$)

Назва та код жирної кислоти	Групи корів	
	перша	друга
Каприлова, 8:0	$0,22 \pm 0,01$	$0,25 \pm 0,01^*$
Капринова, 10:0	$0,37 \pm 0,01$	$0,42 \pm 0,01^{**}$
Лауринова, 12:0	$0,47 \pm 0,02$	$0,53 \pm 0,02^*$
Міристинова, 14:0	$0,81 \pm 0,03$	$0,85 \pm 0,03$
Пентадеканова, 15:0	$0,71 \pm 0,02$	$0,75 \pm 0,03$
Пальмітинова, 16:0	$47,83 \pm 1,50$	$53,09 \pm 1,43^*$
Стеаринова, 18:0	$26,14 \pm 0,87$	$28,62 \pm 0,74^*$
Арахінова, 20:0	$0,44 \pm 0,01$	$0,46 \pm 0,01$
Насичені жирні кислоти з парним числом вуглецевих атомів у ланцюгу	$76,28 \pm 2,46$	$84,22 \pm 2,24^*$
Насичені жирні кислоти з непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу	$0,71 \pm 0,02$	$0,75 \pm 0,03$

Виявлено, що вищий вміст неестерифікованих форм мононасичених жирних кислот у корів із надоем 4800–5200 кг за лактацію порівняно з тваринами, у яких надій був 3850–4150 кг,

обумовлений головним чином олеїновою кислотою (родина ω -9), хоча різниця була невірогідною (табл. 3).

3. Вміст неестерифікованих форм мононенасичених жирних кислот в еритроцитах крові корів, $g^{-3}/л$ ($M \pm m$)

Назва та код жирної кислоти	Групи корів	
	перша	друга
Пальмітоолеїнова, 16:1	1,16 \pm 0,05	1,28 \pm 0,04
Олеїнова, 18:1	15,09 \pm 0,54	16,59 \pm 0,53
Ейкозаєнова, 20:1	0,43 \pm 0,01	0,45 \pm 0,01
Жирні кислоти родини ω -9	15,52 \pm 0,55	17,04 \pm 0,53
Жирні кислоти родини ω -7	1,16 \pm 0,05	1,28 \pm 0,04

Встановлено, що в корів із вищою молочною продуктивністю порівняно з низькопродуктивними тваринами високий вміст неестерифікованих форм поліненасичених жирних кислот обумовлений більшою мірою кислотами родини ω -3 (9,2%), ніж родини ω -6 (7,1%). Серед жирних кислот родини ω -3 відзначено вірогідну різницю щодо вмісту ейкозапентаєнової (13,7%) і докозатриєнової (14,7%) кислот, а серед кислот родини ω -6 – ейкозатриєнової (17,9%) і докозациєнової (14,3%) (табл. 4).

4. Вміст неестерифікованих форм поліненасичених жирних кислот в еритроцитах крові корів, $g^{-3}/л$ ($M \pm m$)

Назва та код жирної кислоти	Групи корів	
	перша	друга
Лінолева, 18:2	13,49 \pm 0,45	14,34 \pm 0,29
Ліноленова, 18:3	5,18 \pm 0,17	5,62 \pm 0,20
Ейкозациєнова, 20:2	0,44 \pm 0,02	0,46 \pm 0,02
Ейкозатриєнова, 20:3	1,40 \pm 0,06	1,65 \pm 0,06*
Ейкозатетраєнова, 20:4	1,67 \pm 0,04	1,69 \pm 0,04
Ейкозапентаєнова, 20:5	0,51 \pm 0,02	0,58 \pm 0,02*
Докозациєнова, 22:2	0,28 \pm 0,01	0,32 \pm 0,01*
Докозатриєнова, 22:3	0,34 \pm 0,01	0,39 \pm 0,01**
Докозатетраєнова, 22:4	0,50 \pm 0,02	0,57 \pm 0,02
Докозапентаєнова, 22:5	0,62 \pm 0,02	0,67 \pm 0,02
Докозагексаєнова, 22:6	0,81 \pm 0,03	0,89 \pm 0,03
Жирні кислоти родини ω -6	17,78 \pm 0,59	19,03 \pm 0,41
Жирні кислоти родини ω -3	7,46 \pm 0,24	8,15 \pm 0,26

Поліненасичені жирні кислоти родини ω -3 порівняно з жирними кислотами родини ω -6 регулюють функціональну активність організму на більш високому рівні і тим самим мають більший вплив на обмінні процеси в ньому та продуктивність тварин.

На нашу думку, більший вміст ненасичених жирних кислот в організмі корів із вищою молочною продуктивністю порівняно з низькопродуктивними тваринами забезпечує більшу проникність клітинних мембран і вищу інтенсивність метаболічного обміну між клітиною і зовнішнім середовищем, що належать до факторів, які формують вищу молочну продуктивність.

Висновки. В організмі корів із надоем 4800–5200 кг молока за лактацію вміст неестерифікованих форм насичених, моно- і поліненасичених жирних кислот більший, відповідно, на 10,4; 9,8 і 7,7%, ніж у тварин із надоем 3850–4150 кг.

Встановлено, що відмінності вмісту насичених жирних кислот обумовлені здебільшого каприловою, каприноюю, лауриноюю, пальмітиноюю і стеариноюю кислотами, з мононенасичених – олеїноюю кислотою, а з поліненасичених – ейкозатриєноюю, ейкозапентаєноюю, докозатриєноюю і докозатриєноюю кислотами.

Список використаної літератури

1. Ветеринарна клінічна біохімія : підручник / за ред. В. І. Левченка і В. В. Влізла. Біла Церква, 2019. 415 с.
2. Извекова В. А. Липиды мембран и функции иммунокомпетентных клеток в норме и патологии. *Успехи современной биологии*. 1991. Т. 111. Вып. 4. С. 577–590.
3. Кагава Я. Биомембраны. Москва : Высшая школа, 1985. 304 с.
4. Квачов В. Г., Сокирко Т. О. Липідний гомеостаз мембран і імунологічна компетентність мононуклеарних фагоцитів, механізми взаємозв'язку і нові підходи до розробки імуноактивних препаратів. *Біологія тварин*. 2003. Т. 5. № 1/2. С. 83–88.
5. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі : метод. посіб. / Й. Ф. Рівіс та ін. Вид. 2-ге, уточн. та доп. Львів, 2017. 160 с.
6. Ленинджер А. Биохимия. Молекулярные основы структуры и

References

1. Veterinary Clinical Biochemistry : textbook / ed. by V. I. Levchenko and V. V. Vlizlo. Bila Tserkva, 2019. 450 с.
2. Izvekova V. A. Membrane lipids and functions of immunocompetent cells in normal and pathological conditions. *Uspehi sovremennoj biologii*. 1991. Vol. 111. Issue 4. P. 577–590.
3. Kagawa Y. Biomembranes. Moskva : Vysshaja shkola, 1985. 304 p.
4. Kvachov V. H., Sokyrko T. O. Lipid membrane homeostasis and immunological competence of mononuclear phagocytes, mechanisms of interaction and new approaches to the development of immunoactive drugs. *Biologhiia tvaryn*. 2003. Vol. 5. No. 1/2. P. 83–88.
5. Quantitative chromatographic methods for the determination of individual lipids and fatty acids in biological material: metod. posib. / Y. F. Rivis ta in. Vyd. 2-he, utochn. ta dop. Lviv, 2017. 160 p.
6. Leinger A. Biochemistry. Molecular basis of cell structure and function / per. s

функции клетки / пер. с англ. под ред. А. А. Баева и Я. М. Варшавского. Москва : Мир, 1974. 955 с.

7. Лескова Г. Ф., Крыжановский Г. Н. Дисрегуляция обмена фосфолипидов нейрональных мембран в патологии нервной системы. *Журнал невропатологии и психиатрии им. С. С. Корсакова*. 2010. Вып. 6. С. 102–106.

8. Лишко В. К., Шевченко М. И. Мембраны и жизнь клетки. Киев : Наукова думка, 1987. 101 с.

9. Транспорт монокарбоновых кислот с разной длиной углеводородной цепи через плоскую липидную мембрану / В. Ю. Евтодиенко и др. *Биологические мембраны*. 1996. Т. 13. № 1. С. 79–88.

10. Acyl-CoA synthetase 3 promotes lipid droplet biogenesis in ER microdomains / A. Kassan et al. *J. Cell Biol.* 2013. Vol. 203. No. 6. P. 985–1001.

11. Barbosa A. D., Savage D. B., Siniossoglou S. Lipid droplet-organelle interactions: emerging roles in lipid metabolism. *Curr. Opin. Cell. Biol.* 2015. Vol. 35. P. 91–97.

12. Casares D., Escribá P. V., Rosselló C. A. Membrane lipid composition: effect on membrane and organelle structure, function and compartmentalization and therapeutic avenues. *Int. J. Mol. Sci.* 2019. Vol. 20. Issue 9. P. 2167.

13. Chanarat S., Sträßer K. Splicing and beyond: the many faces of the Prp19 complex. *Biochim. Biophys. Acta.* 2013. Vol. 1833. Issue 10. P. 2126–2134.

14. Changes in fatty acids in plasma and association with the inflammatory response in dairy cows abomasally infused with essential fatty acids and conjugated linoleic acid during late and early lactation / M. Gnott et al. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103. Issue 12. P. 11889–11910.

15. Characterization of raft microdomains in bovine mammary tissue during lactation: How they are modulated by fatty acid treatments / H. Taga et al. *Journal of Dairy Science*. 2021. Vol. 104. Issue 2. P. 2384–2395

angl. pod red. A. A. Baeva i Ja. M. Varshavskogo. Moskva : Mir, 1974. 955 p.

7. Leskova G. F., Kryzhanovsky G. N. Dysregulation of phospholipid metabolism in neuronal membranes in the pathology of the nervous system. *Zhurn. nevropatologii i psihiatrii im. S. S. Korsakova*. 2010. Vyp. 6. P. 102–106.

8. Lishko V. K., Shevchenko M. I. Membranes and cell life. Kiev : Naukova dumka, 1987. 101 p.

9. Transport of monocarboxylic acids with different hydrocarbon chain lengths across a flat lipid membrane / V. Yu. Evtodienko et al. *Biologicheskije membrany*. 1996. Vol. 13. No. 1. P. 79–88.

10. Acyl-CoA synthetase 3 promotes lipid droplet biogenesis in ER microdomains / A. Kassan et al. *J. Cell Biol.* 2013. Vol. 203. No. 6. P. 985–1001.

11. Barbosa A. D., Savage D. B., Siniossoglou S. Lipid droplet-organelle interactions: emerging roles in lipid metabolism. *Curr. Opin. Cell. Biol.* 2015. Vol. 35. P. 91–97.

12. Casares D., Escribá P. V., Rosselló C. A. Membrane lipid composition: effect on membrane and organelle structure, function and compartmentalization and therapeutic avenues. *Int. J. Mol. Sci.* 2019. Vol. 20. Issue 9. P. 2167

13. Chanarat S., Sträßer K. Splicing and beyond: the many faces of the Prp19 complex. *Biochim. Biophys. Acta.* 2013. Vol. 1833. Issue 10. P. 2126–2134.

14. Changes in fatty acids in plasma and association with the inflammatory response in dairy cows abomasally infused with essential fatty acids and conjugated linoleic acid during late and early lactation / M. Gnott et al. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103. Issue 12. P. 11889–11910.

15. Characterization of raft microdomains in bovine mammary tissue during lactation: How they are modulated by fatty acid treatments / H. Taga et al. *Journal of Dairy Science*. 2021. Vol. 104. Issue 2. P. 2384–2395.

16. Cidea is an essential transcriptional coactivator regulating mammary gland secretion of milk lipids / W. Wang et al. *Nat. Med.* 2012. Vol. 18. No. 2. P. 235–243.

17. Development and validation of a combined method for the biomonitoring of omega-3/-6 fatty acids and conjugated linoleic acids in different matrices from human and nutritional sources / C. Bocking et al. *Clin. Chem. Lab. Med.* 2010. Vol. 48. Issue 12. P. 1757–1763.

18. Dietary fatty acids affect red blood cell membrane composition and red blood cell ATP release in dairy cows / D. Revskij et al. *Int. J. Mol. Sci.* 2019. Vol. 20. Issue 11. P. 1–19.

19. Friedman J. R., Voeltz G. K. The ER in 3D: a multifunctional dynamic membrane network. *Trends Cell Biol.* 2011. Vol. 21. P. 709–717.

20. Heida H. W., Keenan T. W. Intracellular origin and secretion of milk fat globules. *European Journal of Cell Biology.* 2005. Vol. 84. Issue 2/3. P. 245–258.

21. Hublet W. L. Transbilayer coupling mechanism for the formation of lipid asymmetry in biological membranes. *Biophys. J.* 1990. Vol. 57. P. 98–108.

22. Hydrostatic-pressure and temperature effects on the molecular order of erythrocyte membranes from deep-, shallow-, and non-diving mammals / E. E. Williams et al. *Canadian Journal of Zoology.* 2001. Vol. 79. No. 5. P. 888–894.

23. Kiss R. S., Nilsson T. Rab proteins implicated in lipid storage and mobilization. *J. Biomed. Res.* 2014. Vol. 28. No. 3. P. 169–177.

24. Markers of oxidative status in plasma and erythrocytes of transition dairy cows during hot season / U. Bernabucci et al. *J. Dairy Sci.* 2002. Vol. 85. Issue 9. P. 2173–2179.

25. Mason R. R., Watt M. J. Unraveling the roles of PLIN5: linking cell biology to physiology. *Trends Endocrinol. Metab.* 2015. Vol. 26. P. 144–152.

26. Membrane lipid therapy: Modulation of the cell membrane composition and structure as a molecular base for drug

16. Cidea is an essential transcriptional coactivator regulating mammary gland secretion of milk lipids / W. Wang et al. *Nat. Med.* 2012. Vol. 18. No. 2. P. 235–243.

17. Development and validation of a combined method for the biomonitoring of omega-3/-6 fatty acids and conjugated linoleic acids in different matrices from human and nutritional sources / C. Bocking et al. *Clin. Chem. Lab. Med.* 2010. Vol. 48. Issue 12. P. 1757–1763.

18. Dietary fatty acids affect red blood cell membrane composition and red blood cell ATP release in dairy cows / D. Revskij et al. *Int. J. Mol. Sci.* 2019. Vol. 20. Issue 11. P. 1–19.

19. Friedman J. R., Voeltz G. K. The ER in 3D: a multifunctional dynamic membrane network. *Trends Cell Biol.* 2011. Vol. 21. P. 709–717.

20. Heida H. W., Keenan T. W. Intracellular origin and secretion of milk fat globules. *European Journal of Cell Biology.* 2005. Vol. 84. Issue 2/3. P. 245–258.

21. Hublet W. L. Transbilayer coupling mechanism for the formation of lipid asymmetry in biological membranes. *Biophys. J.* 1990. Vol. 57. P. 98–108.

22. Hydrostatic-pressure and temperature effects on the molecular order of erythrocyte membranes from deep-, shallow-, and non-diving mammals / E. E. Williams et al. *Canadian Journal of Zoology.* 2001. Vol. 79. No. 5. P. 888–894.

23. Kiss R. S., Nilsson T. Rab proteins implicated in lipid storage and mobilization. *J. Biomed. Res.* 2014. Vol. 28. No. 3. P. 169–177.

24. Markers of oxidative status in plasma and erythrocytes of transition dairy cows during hot season / U. Bernabucci et al. *J. Dairy Sci.* 2002. Vol. 85. Issue 9. P. 2173–2179.

25. Mason R. R., Watt M. J. Unraveling the roles of PLIN5: linking cell biology to physiology. *Trends Endocrinol. Metab.* 2015. Vol. 26. P. 144–152.

26. Membrane lipid therapy: Modulation of the cell membrane composition and structure as a molecular base for drug

discovery and new disease treatment / P. V. Escribá et al. *Progress in Lipid Research*. 2015. Vol. 59. P. 38–53.

27. Organization and function of membrane contact sites / S. C. Helle et al. *Biochim. Biophys. Acta*. 2013. Vol. 1833. Issue 11. P. 2526–2541.

28. Pol A., Gross S. P., Parton R. G. Biogenesis of the multifunctional lipid droplet: lipids, proteins, and sites: review. *J. Cell Biol.* 2014. Vol. 203. No. 5. P. 635–646.

29. Proteomic analysis of lipid raft-enriched membranes isolated from internal organelles / C. N. Poston et al. *Biochem Biophys Res Commun*. 2011. Vol. 415. No. 2. P. 355–360.

30. Species-dependent differences in the effect of ionic strength on potassium transport of erythrocytes: the role of lipid composition / I. Bernhardt et al. *Gen. Physiol. Biophys.* 1992. Vol. 11. No. 3. P. 287–299.

31. Stein W. D., Litman T. Channels, carriers, and pumps: 1. Structural basis of movement across cell membranes. *Elsevier*. 2015. DOI: 10.1016/B978-0-12-416579-3.00001-0. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012416579300010> (last accessed: 12.05.2021).

32. The adipophilin C terminus is a self-folding membrane-binding domain that is important for milk lipid secretion / B. M. Chong et al. *J. Biol. Chem.* 2011. Vol. 286. P. 23254–23265.

33. The effect of hydroxylated fatty acid-containing phospholipids in the remodeling of lipid membranes / S. Piotto et al. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2014. Vol. 1838. Issue 6. P. 1509–1517.

34. The influence of a formula supplemented with dairy lipids and plant oils on the erythrocyte membrane omega-3 fatty acid profile in healthy full-term infants: a double-blind randomized controlled trial / M. L. Gianni et al. *BMC Pediatrics*. 2012. Vol. 12. Issue 1. DOI: 10.1186/1471-2431-12-164. URL: <https://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2431-12-164> (last accessed: 12.05.2021).

discovery and new disease treatment / P. V. Escribá et al. *Progress in Lipid Research*. 2015. Vol. 59. P. 38–53.

27. Organization and function of membrane contact sites / S. C. Helle et al. *Biochim. Biophys. Acta*. 2013. Vol. 1833. Issue 11. P. 2526–2541.

28. Pol A., Gross S. P., Parton R. G. Biogenesis of the multifunctional lipid droplet: lipids, proteins, and sites: review. *J. Cell Biol.* 2014. Vol. 203. No. 5. P. 635–646.

29. Proteomic analysis of lipid raft-enriched membranes isolated from internal organelles / C. N. Poston et al. *Biochem Biophys Res Commun*. 2011. Vol. 415. No. 2. P. 355–360.

30. Species-dependent differences in the effect of ionic strength on potassium transport of erythrocytes: the role of lipid composition / I. Bernhardt et al. *Gen. Physiol. Biophys.* 1992. Vol. 11. No. 3. P. 287–299.

31. Stein W. D., Litman T. Channels, carriers, and pumps: 1. Structural basis of movement across cell membranes. *Elsevier*. 2015. DOI: 10.1016/B978-0-12-416579-3.00001-0. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012416579300010> (last accessed: 12.05.2021).

32. The adipophilin C terminus is a self-folding membrane-binding domain that is important for milk lipid secretion / B. M. Chong et al. *J. Biol. Chem.* 2011. Vol. 286. P. 23254–23265.

33. The effect of hydroxylated fatty acid-containing phospholipids in the remodeling of lipid membranes / S. Piotto et al. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2014. Vol. 1838. Issue 6. P. 1509–1517.

34. The influence of a formula supplemented with dairy lipids and plant oils on the erythrocyte membrane omega-3 fatty acid profile in healthy full-term infants: a double-blind randomized controlled trial / M. L. Gianni et al. *BMC Pediatrics*. 2012. Vol. 12. Issue 1. DOI: 10.1186/1471-2431-12-164. URL: <https://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2431-12-164> (last accessed: 12.05.2021).

35. The role of membrane fatty acid remodeling in the antitumor mechanism of action of 2-hydroxyoleic acid / M. L. Martin et al. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2013. Vol. 1828. Issue 5. P. 1405–1413.
36. The role of specific fatty acids on dairy cattle performance and fertility / J. E. P. Santos et al. *The 24th Annual Ruminant Nutrition Symposium*, Gainesville, FL, February 5–6, 2013. Florida, 2013. P. 73–89.
37. Thiele O., Plotkin J., Imre S. Lipid pattern of erythrocyte membrane of calf and adult cattle. *Zbl. Vet. Med.* 1979. Vol. 26. P. 425–431.
38. Walther T. C., Farese R. V. Jr. Lipid droplets and cellular lipid metabolism. *Annu. Rev. Biochem.* 2012. Vol. 81. P. 687–714.
39. Welte M. A. Expanding roles for lipid droplets. *Curr. Biol.* 2015. Vol. 25. No. 11. P. 470–481.
35. The role of membrane fatty acid remodeling in the antitumor mechanism of action of 2-hydroxyoleic acid / M. L. Martin et al. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2013. Vol. 1828. Issue 5. P. 1405–1413.
36. The role of specific fatty acids on dairy cattle performance and fertility / J. E. P. Santos et al. *The 24th Annual Ruminant Nutrition Symposium*, Gainesville, FL, February 5–6, 2013. Florida, 2013. P. 73–89.
37. Thiele O., Plotkin J., Imre S. Lipid pattern of erythrocyte membrane of calf and adult cattle. *Zbl. Vet. Med.* 1979. Vol. 26. P. 425–431.
38. Walther T. C., Farese R. V. Jr. Lipid droplets and cellular lipid metabolism. *Annu. Rev. Biochem.* 2012. Vol. 81. P. 687–714.
39. Welte M. A. Expanding roles for lipid droplets. *Curr. Biol.* 2015. Vol. 25. No. 11. P. 470–481.

Отримано 21.05.2021

DOI: 10.32636/01308521.2021-70-1-14

УДК 636.2:636.084

С. П. ЧУМАЧЕНКО¹, Н. М. ФЕДАК¹, кандидати біологічних наук

І. В. ДУШАРА¹, кандидат сільськогосподарських наук

Л. М. ДАРМОГРАЙ¹, доктор сільськогосподарських наук

Н. О. КРАВЧЕНКО², кандидат ветеринарних наук

¹Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: natali_fedak@i.ua

²Інститут сільськогосподарської мікробіології

та агропромислового виробництва НААН

вул. Шевченка, 97, м. Чернівці, 14027

ДО ПИТАННЯ ЗБЕРЕЖЕНОСТІ ВИСОКОВОЛОГОГО ЗЕРНОФУРАЖУ

Статтю присвячено важливій проблемі збереженості поживних речовин фуражного зерна підвищеної вологості. Метою роботи було встановити консервуючі властивості пробіотичного препарату «КТ-Л 18/1» селекції лабораторії пробіотиків Інституту сільськогосподарської мікробіології і АПВ (ІСМАВ НААН) та ефективність згодовування законсервованого ним плющеного зерна кукурудзи ремонтним теличкам та лактуючим коровам порівняно з хімічним консервантом – вуглеамонійною сіллю (ВАС). В лабораторних умовах протягом 2018–2019 рр. визначено хімічний склад зразків зерна плющеної кукурудзи (вологість 29,0 та 31,5%), а саме: без консервантів, із хімічним консервантом ВАС та з пробіотичним препаратом «КТ-Л 18/1» через 70 днів зберігання. Встановлено, що збереженість сухої речовини як інтегрального показника поживності корму у варіантах зразків кукурудзи становила: 95,6–98,4; 98,9–99,4 та 100%. Для з'ясування мікробіологічних процесів у цих зразках визначено кількісний та груповий склад мікрофлори, а саме молочнокислі бактерії, аеробні бацили, гриби та дріжджі в динаміці (через 15, 30 та 70 днів зберігання). Досліджено, що згодовування дерті плющеного зерна кукурудзи, консервованого препаратом «КТ-Л 18/1», у складі зерносуміші (15% до маси) ремонтним телицям та лактуючим коровам не впливає негативно на морфологічні показники їхньої крові, сприяє підвищенню концентрації загального білка, його альбумінової, γ -глобулінової, а у корів і β -глобулінової фракцій. Підвищення концентрації альбумінів у ремонтних телиць дослідних груп зумовило зростання білкового індексу, що є свідченням ефективнішого обміну білків у їхньому організмі порівняно з контролем, і позитивно корелює з величиною середньодобових приростів живої маси, які в дослідних групах склали 528 та 538 г і були, відповідно, на 4,6 та 6,3% вищими, ніж на контролі (505 г). Аналіз хімічного

© Чумаченко С. П., Федак Н. М., Душара І. В.,
Дармограй Л. М., Кравченко Н. О., 2021

складу молока засвідчив вірогідне підвищення вмісту сухої речовини, а отже, і густини молока корів, які отримували дерть плющеного зерна кукурудзи, обробленого препаратом «КТ-Л 18/1», здебільшого за рахунок підвищення казеїнової фракції загального білка. Середньодобові надой натурального молока за 100 діб облікового періоду склали в дослідних групах, відповідно, 16,1 та 16,5 кг і були на 1,9 та 4,5% вищими щодо контролю (15,8 кг).

Ключові слова: зерно кукурудзи, консерванти, хімічний склад, телиці, корови, кров, якість молока, продуктивність.

Serhii Chumachenko¹, Nataliia Fedak¹, Ihor Dushara¹, Liubomyr Darmohrai¹, Nataliia Kravchenko²

¹Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS

²Institute of Agriculture Microbiology and Agroindustrial Manufacture of NAAS

To the question of high-humid grain forage preservation

The article is devoted to the important problem of nutrients' preservation of fodder grain with increased humidity. The aim of the study was to establish the preservative properties of probiotic preparation KT-L 18/1 of probiotics selection laboratory of ISMAV NAAS and the effectiveness of feeding preserved with this preparation flattened grain to repair heifers and lactating cows in comparison with the chemical preservative – carboammonium salt (CAS). In the laboratory during 2018–2019, the chemical composition of flattened corn grain samples (humidity 29.0 and 31.5%) was determined, namely: without preservatives, with the chemical preservative CAS and with the probiotic preparation KT-L 18/1 after 70 days of storage. It was established that the preservation of dry matter as an integral indicator of feed nutrient content according to the variants of corn samples was: 95.6–98.4; 98.9–99.4 and 100%. To clarify the microbiological processes in these samples, the quantitative and group composition of the microflora was determined, namely lactic acid bacteria (LAB), aerobic bacilli, fungi and yeasts in the dynamics (after 15, 30 and 70 days of storage). It was investigated that the feeding of flattened corn grain (canned with KT-L 18/1 as part of the grain mixture – 15% by weight) to repair heifers and lactating cows does not adversely affect the morphological parameters of their blood, increases the concentration of total protein, its albumin, γ -globulin, and in cows also β -globulin fractions. The increase in the concentration of albumin in the repair heifers of the experimental groups led to an increase in the protein index, which is evidence of more efficient protein metabolism in their body compared to control and positively correlates with the average daily gain of live weight. The average daily live weight gain in the experimental groups was 528 and 538 g and were 4.6 and 6.3% higher than in the control (505 g) respectively. Analysis of the chemical composition of milk showed a probable increase in dry matter content, and hence the density of milk from cows, which received a flattened corn grain treated with KT-L 18/1, mainly by increasing the casein fraction of total protein. The average daily milk yield per 100 days of the accounting period in the experimental groups was 16.1 and 16.5 kg respectively, and were 1.9 and 4.5% higher than in the control (15.8 kg).

Key words: corn grain, preservatives, chemical composition, heifers, cows, blood, milk quality, productivity.

Вступ. Одними з найважливіших проблем кормовиробництва є переробка та зберігання зернофуражу підвищеної вологості, зокрема, з огляду на те, що він у раціонах жуйних тварин складає 30–50, а моногастричних та птиці – до 95% (за поживністю) [3, 6, 20]. Особливо актуальні вони для Карпатського регіону України, де надмірна зволоженість (600–700 мм річних опадів, що вдвічі більше, ніж, наприклад, у Південному регіоні) не дає можливості отримати зерно природною вологістю нижче 20–30% (при оптимумі для введення в комбікорми – 10–15%), що призводить до його самонагрівання з різким погіршенням якості [16, 22].

Зерно підвищеної вологості завдяки наявності в ньому простих цукрів, крохмалю та цілого комплексу поживних речовин є оптимальним середовищем для розвитку мікроорганізмів [28]. За наявності кисню в такому зерні інтенсивно проходять процеси дихання з окисненням цукрів та виділенням води, вуглекислоти та тепла, що призводить до його швидкого зігрівання і, як наслідок, втрати до 20% поживних речовин. За таких умов відбувається бурхливий розвиток плісневих грибів, дріжджів та шкодочинних аеробних мікроорганізмів [6, 13, 19]. Поряд із цим за впливу високої температури в зерні виникає так звана цукрово-амінна реакція (реакція Майларда) між карбонільними групами цукрів (C=O) та аміногрупами (NH₂), що призводить до утворення глікозидів та меланоїдів, які гальмують ферментативний гідроліз білків та всмоктування амінокислот із харчотравного тракту в кров тварин.

Існує багато способів консервування високовологого зерна: сушіння, хімічне консервування, силосування та ін. Консервування вологої маси шляхом висушування до стандартної вологості (12–15%) нині є економічно не вигідним через високу вартість енергоносіїв. Щодо хімічного консервування, то більшість випробуваних препаратів (пропіонова, сорбінова кислоти, суміш низькомолекулярних жирних кислот, метиленбіпропіонат, сечовина, формальдегід) не знайшли практичного застосування з різних причин, особливо через слабкі консервуючі властивості, хімічну агресивність середовища [22, 24, 32], а головне високу ціну. Нині найбільш дешевим способом консервування вологого зерна є силосування [12]. Суть цього способу полягає в тому, що в зерні, закладеному в герметичних умовах, дихання й аеробне бродіння відбуваються до тих пір, поки не буде

використано кисень повітря. Після цього ці процеси змінюються на інтрамолекулярні, тобто анаеробні [29]. При такому способі дихання зерна процес ферментації вуглеводів зупиняється на етапі утворення етилового спирту та вуглекислоти. Нестача кисню та нагромадження CO₂ пригнічують ріст аеробної мікрофлори, зокрема плісневих грибів, та стимулюють розвиток анаеробів, насамперед молочнокислих бактерій (МКБ), які продукують органічні кислоти, здебільшого молочну – основний консервуючий чинник зернової маси [7, 9, 31]. МКБ існують у двох основних формах – гомо- та гетероферментативній. Гомоферментативні зброджують 80–90% цукрів до молочної кислоти, 5% – до оцтової, 1,5% – до спирту та 6% – до CO₂, у той час як гетероферментативні зброджують до лактату тільки до 50% цукру. Тому перший тип бродіння найбільш бажаний [12, 13, 30].

Нативні МКБ зерна представлені як гомо- (52–55%), так і гетероформами (45–48%). Зважаючи на це, для підсилення консервуючої дії у вологе зерно вносять мікробні препарати, виготовлені на основі високоактивних штамів гомоферментативних молочнокислих бактерій [17, 18, 27]. У зв'язку з цим як за кордоном, так і в нашій державі в практиці заготівлі високовологого зернофуражу все частіше використовують пробіотичні препарати, які за низької вартості забезпечують оптимальний рівень молочнокислого бродіння, пригнічують ріст плісеневої мікрофлори, що сприяє збереженості поживних речовин зерна [5, 21, 23, 25].

Матеріали і методи. У виробничих умовах ДПДГ «Оброшине» з урожаю 2018 та 2019 рр. закладено три варіанти плющеного зерна кукурудзи вологістю 31,4 та 29,2% відповідно. В обох дослідях контрольний варіант – без консерванта, I дослідний законсервовано хімічним препаратом – вуглеамонійною сіллю (ВАС) у дозі 3% до маси, II дослідний – пробіотичним препаратом «КТ-L 18/1» у дозі 8,0 мл суспензії на 1 кг зерна. Протягом зберігання періодично контролювали температуру в буртах. На 70-ту добу зберігання визначено хімічний склад варіантів зерна за загальноприйнятими методами зоотехнічного аналізу [2, 8]. Через 15, 30 та 70 діб зберігання в усіх зразках визначали кількість МКБ, аеробних бацил та грибів і дріжджів за загальноприйнятими методами [10, 26].

З метою вивчення ефективності згодовування дерті зерна кукурудзи, консервованої пробіотичним препаратом «КТ-L 18/1», у зимово-стійловий період 2018–2019 рр. проведено дослід на трьох групах ремонтних телиць української чорно-рябої молочної породи,

аналогів за віком та живою масою, по 10 голів у групі за схемою, наведеною в табл. 1, а у 2019–2020 рр. – на лактуючих коровах за аналогічною схемою.

1. Схема дослідів

Група	Характер годівлі
Контрольна	Зернова група комбікорму: зерно ячменю, вівса та кукурудзи
I дослідна	Зернова група комбікорму: зерно ячменю, вівса та кукурудзи, консервованої ВАС (3% до маси)
II дослідна	Зернова група комбікорму: зерно ячменю, вівса та кукурудзи, консервованої бактеріальним препаратом «КТ-Л 18/1» (8 мл робочої суспензії на 1 кг сировини)

Раціони телиць балансували за деталізованими нормами годівлі з розрахунку отримання середньодобових приростів маси тіла на рівні 500–550 г, а корів – добових надоїв на рівні 16–17 кг [8].

Тривалість облікового періоду досліду на теличках 90, а на лактуючих коровах – 100 дб.

Визначення хімічного складу кормів та поживності раціонів проводили за загальноприйнятими методиками зоотехнічного аналізу щомісячно протягом облікового періоду досліду [2].

Щомісячно в обох дослідях від трьох тварин із кожної групи відбирали проби крові, в яких визначали: концентрацію гемоглобіну й кількість еритроцитів, загальний білок у сироватці крові, білкові фракції, азотні фракції, сечовину за методиками, описаними В. В. Влізла зі співавторами (2012) [11]. Контроль за динамікою живої маси вели шляхом щомісячних індивідуальних зважувань. Облік молочної продуктивності здійснювали шляхом проведення щоденних індивідуальних контрольних надоїв. Хімічний склад молока визначали за загальноприйнятими та арбітражними методами.

Статистичне опрацювання отриманого цифрового матеріалу проведено за І. А. Ойвином [15].

Результати та обговорення. З метою контролю динаміки мікробіологічних процесів у різних варіантах зерна кукурудзи в лабораторії пробіотиків ІСМАВ НААН було проведено дослідження кількісного та групового складу мікрофлори (табл. 2).

2. Кількісний та груповий склад мікрофлори зразків консервованого зерна кукурудзи

	МКБ, КУО/г			<i>Bacillus</i> , КУО/г			Гриби та дріжджі, КУО/г		
	15-та доба	30-та доба	70-та доба	15-та доба	30-та доба	70-та доба	15-та доба	30-та доба	70-та доба
1	$1,2 \cdot 10^6$	$0,2 \cdot 10^6$	$4,2 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^4$	$6,0 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^6$
2	$0,4 \cdot 10^6$	$0,1 \cdot 10^5$	$1,9 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^4$	$3,0 \cdot 10^5$	$6 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^4$	$4,0 \cdot 10^5$
3	$0,4 \cdot 10^6$	$0,2 \cdot 10^6$	$6,6 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^4$	$4,0 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^5$
4	$1,2 \cdot 10^6$	$0,6 \cdot 10^6$	$7,0 \cdot 10^6$	$12 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^5$
5	$1 \cdot 10^6$	$0,2 \cdot 10^6$	$8,4 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$6,0 \cdot 10^5$	$0,2 \cdot 10^4$	$0,2 \cdot 10^4$	$6,0 \cdot 10^5$
6	$1,4 \cdot 10^6$	$0,4 \cdot 10^6$	$8,8 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^5$	$6 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^5$

При аналізі результатів із вивчення впливу пробіотиків на мікрофлору плющеної кукурудзи було встановлено, що вже на початку другої мікробіологічної фази процесу силосування у видовому складі мікрофлори плющеної кукурудзи переважають молочнокислі бактерії як у дослідних, так і в контрольних варіантах, проте у варіантах з препаратом «КТ-L 18/1» їхня чисельність найвища, а за бурхливого розвитку молочнокислих бактерій відзначається найбільше пригнічення росту чисельності маслянокислих бактерій та плісневих грибів. Спостерігається пригнічення росту та розвитку всіх груп бактерій, у тому числі й молочнокислих, у контрольному варіанті із застосуванням хімічного консерванта ВАС. Водночас із початком третьої мікробіологічної фази відзначено тенденцію до зниження чисельності молочнокислих бактерій в усіх варіантах, що цілком закономірно з огляду на накопичення високої концентрації молочної кислоти, кількість якої щодо суми органічних кислот у зразках складала від 89% у контрольному варіанті без застосування консерванта до 94% у IV дослідному варіанті з бактеріями виду *Bacillus subtilis*. Однак на 70-ту добу зберігання в усіх досліджуваних зразках вміст молочної кислоти суттєво зменшувався на фоні збільшення частки ацетату (табл. 3). Подібні результати отримано в дослідженнях [21, 23, 25].

На цьому етапі дозрівання консервованого плющеного вологого зерна кукурудзи важливою умовою для одержання якісного корму є наявна чисельність грибів та дріжджів, за розвитку яких спостерігається виникнення аеробного псування корму. В результаті мікробіологічного аналізу найнижчу чисельність грибів та дріжджів було зафіксовано в III й IV дослідних варіантах консервованого корму, що, на нашу думку, обумовлено синтезом бактеріями виду *Bacillus*

subtilis антифунгальних речовин, та у варіанті з найвищою дозою «КТ-L 18/1».

3. Рівень рН та вміст кислот у зерні кукурудзи на 70-ту добу зберігання

№ з/п	рН	Вміст кислот у зерні, %		
		оцтової	масляної	молочної
1	5,38	23,09	0	76,90
2	7,50	17,00	2,18	80,80
3	5,83	19,73	0	80,26
4	5,61	20,32	0	79,67
5	5,40	12,91	0	87,08
6	5,10	5,64	0	94,35

Збереженість сухої речовини плющеного зерна кукурудзи на 70-ту добу зберігання, відповідно по варіантах, становила 97,2; 98,9; 98,5; 98,3; 98,9 та 98,7%.

Аналіз отриманих даних виявив, що найнижча збереженість сухої речовини була у варіантах кукурудзи без консервантів, а найвища – при застосуванні ВАС. Щодо мікробних препаратів, то дещо менші втрати відзначено за обробки плющеного зерна кукурудзи препаратом «КТ-L 18/1». Загалом обидва препарати продемонстрували консервуючу здатність практично на рівні хімічного консерванту.

Аналіз хімічного складу варіантів зерна кукурудзи, проведений в лабораторії годівлі тварин і технології кормів на 70-ту добу зберігання (табл. 4), показав, що збереженість сухої речовини як інтегрального показника поживності корму, відповідно по варіантах, становила 98,3; 98,9 та 100%.

4. Хімічний склад плющеної кукурудзи через 70 днів зберігання, %

Показник	Сировина	Контроль	ВАС	«КТ-L 18/1»
Вологість	31,4	32,5	32,1	31,1
Суша речовина	68,6	67,5	67,9	68,9
Сирий протеїн	6,42	6,23	6,73	6,58
Сирий жир	2,0	1,90	1,81	2,2
Сира клітковина	1,81	1,80	1,54	2,3
Сира зола	0,7	0,75	0,82	0,80
БЕР	57,67	56,82	57,0	57,02

Збереженість сирого протейну на контролі склала 96,0%, а в дослідних варіантах його вміст був навіть вищим, ніж у сировині, відповідно, на 0,31 та 0,16 абс. %. У варіанті з ВАС це, очевидно, відбулося завдяки вмісту в складі солі амонійного азоту, а у варіанті з «КТ-L 18/1» – за рахунок пулу мікроорганізмів препарату, що здебільшого узгоджується з літературними даними [5, 24].

З метою вивчення ефективності згодовування дерті зерна кукурудзи врожаю 2018 р., інокульованого пробіотиком «КТ-L 18/1», у ДПДГ «Оброшино» було проведено науково-господарський дослід на ремонтному молодняку ВРХ.

Згодовування різних варіантів зерна кукурудзи в складі зерносуміші спричинило певний вплив на фізіолого-біохімічний профіль крові піддослідних телиць. При дослідженні морфологічних показників крові (табл. 5) встановлено тенденцію до підвищення кількості еритроцитів та вмісту гемоглобіну в телиць дослідних груп, що може вказувати на дещо вищу інтенсивність перебігу окисно-відновних процесів у їхньому організмі [5, 26].

5. Показники крові ремонтних телиць ($M \pm m, n=3$)

Показник	Група		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
Еритроцити, млн/мкл	7,19±0,01	7,22±0,02	7,41±0,04
Гемоглобін, г/л	126,0±33,0	127,8±33,8	133,1±55,6
Загальний білок сироватки, г/л	74,2±3,10	76,5±4,00	84,4±1,9*
Альбуміни, %	30,0±0,6	33,0±0,9*	37,1±0,9*
Глобуліни, %: α	11,2±0,8	11,0±0,8	9,5±0,8
β	19,7±0,4	18,0±2,9	20,0±1,1
γ	13,3±0,2	14,5±0,1	17,8±0,6*
Білковий індекс (А/Г)	0,68	0,75	0,79

Примітка. У цій і наступних таблицях: * $P < 0,05$.

Вивчення білкового спектру сироватки крові показало вірогідне підвищення рівня загального білка та альбумінової фракції в дослідних тварин, що свідчить про покращення функціонального стану печінки. Збільшення концентрації γ-глобулінової фракції в дослідних телиць деякою мірою пов'язано з вираженими пробіотичними властивостями препарату «КТ-L 18/1». Зростання кількості альбумінів обумовило зростання білкового індексу у тварин дослідних груп, що є свідченням більш ефективного обміну білків у їхньому організмі загалом.

Виявлено прямий зв'язок між концентрацією альбумінів – основного пластичного матеріалу при синтезі тканинних білків та середньодобовими приростами живої маси телиць (табл. 6).

6. Інтенсивність росту ремонтних телиць ($M \pm m$)

Показник	Група		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
Кількість голів	10	10	10
Жива маса, кг:			
на початку досліді	293,9±3,70	290,5±4,20	289,0±3,15
наприкінці досліді	339,4±3,81	338,0±5,20	337,3±2,90
Приріст:			
загальний, кг	45,45±2,10	47,52±3,0	48,3±2,71
середньодобовий, г	505±10,2	528,0±10,7	538±11,8
Те саме у % до контролю	100	104,6	106,3

Середньодобові прирости живої маси по дослідних групах склали 528 та 538 г і були, відповідно, на 4,6 та 6,3% вищими, ніж на контролі (505 г).

Отже, використання в раціонах ремонтних телиць зерна кукурудзи, законсервованого пробіотичним препаратом «КТ-Л 18/1», не впливало негативно на показники крові й сприяло підвищенню концентрації загального білка крові та його альбумінової та γ -глобулінової фракцій.

Результати, одержані в експерименті на лактуючих коровах, указують, що кількісне визначення вмісту МКБ, аеробних бацил, грибів та дріжджів у зерні кукурудзи в динаміці було проведено за схемою 2019 р. й дало подібні результати.

Дослідження хімічного складу варіантів зерна площеної кукурудзи на 70-ту добу виявило, що збереженість сухої речовини складала 98,4; 99,4 та 100%, а сирого протеїну – відповідно, 97,5; 100 та 100% (табл. 7).

Згодовування різних варіантів зерна кукурудзи певним чином вплинуло на фізіолого-біохімічні показники крові дослідних корів (табл. 8).

7. Хімічний склад плющеної кукурудзи через 70 діб зберігання, %

Показник	Сировина	Контроль	ВАС	«КТ-L 18/1»
Вологість	29,20	30,30	29,60	29,0
Суша речовина	70,80	69,70	70,40	71,00
Сирий протеїн	6,31	6,15	6,70	6,42
Сирий жир	1,84	1,85	1,80	2,10
Сира клітковина	1,79	1,84	1,77	2,17
Сира зола	0,70	0,76	0,80	0,77
БЕР	60,16	59,10	59,33	59,54

8. Фізіолого-біохімічні показники крові корів ($M \pm m$, $n=3$)

Показник	Група		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
Еритроцити, млн/мкл	7,50±0,27	7,54±0,36	7,70±0,20
Гемоглобін, г/л	127,0±3,1	128,7±1,8	131,5±2,1
Загальний білок сироватки, г/л	81,0±3,40	80,3±2,50	85,7±1,50*
Альбуміни, %	33,7±0,9	34,4±1,1	35,6±2,0
Глобуліни, %:			
α	11,4±0,5	12,1±0,6	13,3±1,2
β	13,7±0,7	11,1±0,3*	11,4±0,3*
γ	21,9±1,5	22,5±1,7	25,1±1,1*
Сечовина, ммоль/л	3,78±0,05	3,75±0,07	3,65±0,05

Отже, показники крові корів усіх груп перебували в межах фізіологічної норми. Тенденція до підвищення концентрації альбумінової фракції загального білка крові в корів II дослідної групи свідчить про ефективність обміну білків у їхньому організмі загалом. Відзначено вірогідне підвищення концентрації загального білка сироватки крові, а також його β- і γ-фракцій у корів цієї групи, що свідчить про досить високий рівень неспецифічного імунітету в цих тварин [1].

Зниження концентрації сечовини в сироватці крові корів, які отримували дерть зерна кукурудзи, законсервованого пробіотичним препаратом «КТ-L 18/1», може бути наслідком активної утилізації надлишкового аміаку в орнітиновому циклі печінки з утворенням сечовини й подальшим виведенням її із сечею [1, 5, 26].

Виявлено вірогідне підвищення густини – важливого технологічного показника здебільшого за рахунок збільшення

концентрації казеїну в загальному білку молока корів II дослідної групи (табл. 9) [1, 14].

9. Хімічний склад молока корів, % ($M \pm m, n=3$)

Показник	Група		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
Суша речовина	12,21±0,06	12,32±0,04	12,47±0,06*
Жир	3,59±0,03	3,53±0,03	3,62±0,01
Загальний білок	3,50±0,07	3,57±0,04	3,61±0,05
Казеїн	2,14±0,02	2,17±0,02	2,29±0,01*
Лактоза	4,50±0,02	4,55±0,02	4,51±0,03
Зола	0,62±0,03	0,67±0,03	0,73±0,05
Густина, г/см ³	1,0269±0,01	1,0271±0,01	1,0278±0,02*
Кальцій, г/кг	0,79±0,03	0,81±0,02	0,80±0,03
Фосфор, г/кг	0,62±0,05	0,66±0,03	0,65±0,02

Забезпеченість молока кальцієм та фосфором у тварин усіх груп була в межах фізіологічної норми. Молочну продуктивність корів наведено в табл. 10.

10. Молочна продуктивність корів ($M \pm m, n=10$)

Група	Надій натурального молока, кг	
	загальний	середньодобовий
Контрольна	1580±17,3	15,8±0,78
I дослідна	1610±13,2	16,1±0,67
II дослідна	1650±14,5	16,5±0,80

Середньодобовий надій молока (див. табл. 10) натуральної жирності за 100 діб облікового періоду досліду по дослідних групах склав, відповідно, 16,1 та 16,5 кг і був на 1,9 та 4,5% вищим, ніж на контролі (15,8 кг).

Висновки:

1. Консервування плющеного зерна кукурудзи вологістю 29,0–31,5% пробіотичним препаратом «КТ-L 18/1» у дозі 8,0 мл суспензії на 1 кг зерна забезпечує 100-відсоткову збереженість сухої речовини зерна протягом 70 діб практично на рівні хімічного консерванта ВАС.

2. Згодовування дерті зерна кукурудзи, консервованої препаратом «КТ-L 18/1», у складі зерносуміші (15% до маси) ремонтним телицям та лактуючим коровам не впливає негативно на

показники крові. Сприяє підвищенню в теличок концентрації загального білка, його альбумінової та γ -глобулінової фракцій, а в корів – ще й β -глобулінів.

3. Підвищення концентрації альбумінів як у телиць, так і в корів дослідних груп зумовило зростання білкового індексу, що є свідченням більш ефективного обміну білків у їхньому організмі порівняно з контролем.

4. Середньодобові прирости живої маси в дослідних групах ремонтних телиць склали 528 та 538 г і були, відповідно, на 4,6 та 6,3% вищими, ніж на контролі (505 г).

5. Введення до раціону корів плющеного зерна кукурудзи, обробленого препаратом «КТ-L 18/1», сприяло вірогідному збільшенню вмісту сухої речовини й густини молока корів здебільшого за рахунок підвищення казеїнової фракції загального білка.

6. Середньодобові надой натурального молока за 100 діб облікового періоду склали по дослідних групах, відповідно, 16,1 та 16,5 кг і були на 1,9 та 4,5% вищими, ніж на контролі (15,8 кг).

7. Пробиотичний препарат «КТ-L 18/1» може бути використаний як консервант плющеного зерна кукурудзи підвищеної вологості для використання його в годівлі ВРХ.

Список використаної літератури

1. Влияние консервированного зерна, заготовленного с использованием консервантов, на молочную продуктивность коров / А. Л. Зиновенко и др. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. Сб. БГСХА.* 2016. № 19 (1). С. 94–103.

2. Вудмаска В. Ю., Прилуцкий П. П. Визначення поживності та якості кормів у господарстві. Київ, 1975. 133 с.

3. Ганущенко О. Ф., Соболев Д. Т. Организация рационального кормления коров с использованием современных методов контроля полноценности их питания : рекомендации. Витебск : ВГАВМ. 2016. 79 с.

4. Гувеннов А. И., Цыкунова О. В., Шишулина И. М. Методика применения биопрепаратов для консервирования зерна повышенной влажности : метод. рекоменд. Нижний Новгород, 2015. 26 с.

References

1. Influence of canned grain harvested with the use of preservatives on milk productivity of cows / A. L. Zinovenko et al. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva. Sb. BGSXA.* 2016. No. 19 (1). P. 94–103.

2. Vudmaska V. Yu., Prylutskyi P. P. Determination of nutrients and feed quality on the farm. Kyiv, 1975. 133 s.

3. Ganushhenko O. F., Sobolev D. T. Organization of rational feeding of cows using modern methods of monitoring the completeness of their nutrition. Vitebsk : VGAVM. 2016. 79 s.

4. Guvennov A. I., Cykunova O. V., Shishulina I. M. Methods of using biological products for preserving grain with high moisture content. Nizhnij Novgorod, 2015. 26 s.

5. The effectiveness of probiotics in canning wet corn grain / N. M. Fedak et al. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni*

5. Ефективність застосування пробіотиків при консервуванні вологого зерна кукурудзи / Н. М. Федак та ін. *Наук. вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. Львів, 2018. Т. 20. № 89. С. 85–89. DOI: 10.32718/nvlvet8916.
6. Зерносаж. Технологія якості / Г. Ю. Лаптев і др. Санкт-Петербург, 2015. 19 с.
7. Каблова М. А., Шурхно Р. А., Сироткин А. С. Молочнокислі бактерії в сільськогосподарському виробництві. *Вестник технологічного університету*. 2015. Т. 18. № 23. С. 145–150.
8. Калашников А. П. Норми і раціони кормлення сільськогосподарських тварин : справ. посіб. Москва, 2003. 345 с.
9. Квасников Е. І., Нестеренко О. І. Молочнокислі бактерії і шляхи їх використання. Москва, 1975. 392 с.
10. Кравченко Н. О., Чумаченко С. П., Передерій М. Г. Консервуюча здатність *Bacillus subtilis* при заготівлі площеного вологого зерна кукурудзи. *Сільськогосподарська мікробіологія*. Чернівці, 2017. Вип. 25. С. 57–62.
11. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник. В. В. Влізло зі співавт.; за ред. В. В. Влізла. Львів, 2012. 759 с.
12. Максимова Х. І. Силосування кормових культур з використанням біопрепаратів. *Москов. економ. журнал*. 2019. № 3. С. 331–337. DOI: 10.24411/2413-046X-2019-13009.
13. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях / В. В. Волкогон та ін. *Наук.-практ. рекомен.* 2015. С. 207–211.
14. Овсієнко С. М. Біологічний консервант та його вплив на продуктивність дійних корів за консервування вологого зерна кукурудзи. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вип. 5 (99). Т. 2. С. 33–39.
15. Ойвин І. А. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований. *Патологическая физиология*. S. Z. *Gzhytskoho*. Lviv, 2018. Vol. 20. No. 89. P. 85–89. DOI: 10.32718/nvlvet8916.
6. Grain silage. Quality technology / G. Ju. Laptev et al. Sankt-Piterburg, 2015. 19 s.
7. Kablova M. A., Shurhno R. A., Sirotkin A. S. Lactic acid bacteria in agricultural production. *Vestnik tehnologicheskogo universiteta*. 2015. Vol. 18. No. 23. P. 145–150.
8. Kalashnikov A. P. Norms and rations of feeding agricultural animals. Moskva, 2003. 345 s.
9. Kvasnikov E. I., Nesterenko O. I. Lactic acid bacteria and ways of their use. Moskva, 1975. 392 s.
10. Kravchenko N. O., Chumachenko S. P., Perederii M. H. Preservative ability of *Bacillus subtilis* in the harvesting of flattened wet corn grain. *Silskohospodarska mikrobiologiya*. Chernihiv, 2017. Issue 25. P. 57–62.
11. Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine / V. V. Vlizlo et al. Lviv, 2012. 759 p.
12. Maksimova H. I. Silage of forage crops using biological products. *Moskovskij jekonomicheskij zhurnal*. 2019. No. 3. P. 331–337. DOI: 10.24411/2413-046H-2019-13009.
13. Microbial preparations in modern agricultural technologies / V. V. Volkohon et al. *Naukovo-praktychni rekomendatsii*. 2015. P. 207–211.
14. Ovsienko S. M. Biological preservative and its effect on the productivity of dairy cows for canning wet corn grain. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnologii*. 2017. Issue 5 (99). Vol. 2. P. 33–39.
15. Ojvin I. A. Statistical processing of experimental research results. *Patologicheskaja fiziologija i jeksperimental'naja terapija*. 1960. No. 4. P. 76–85.
16. Palfij F. Ju., Vudmaska V. Ju. Ways to Improve Ruminant Nutrient

и экспериментальная терапия. Москва, 1960. № 4. С. 76–85.

16. Палфий Ф. Ю., Вудмаска В. Ю. Пути повышения использования питательных веществ кормов жвачными. *Животноводство*. 1986. № 3. С. 50–53.

17. Перекопский А. Н. Использование площеного зерна при моделировании структуры кормов. *Вестник Всерос. научно-исследоват. ин-та механизации животноводства*. 2016. № 3 (23). С. 114–117.

18. Рябухина Е. В., Смирнов Н. А. Исследование особенностей технологий консервирования площеного зерна повышенной влажности. *Научный альманах*. 2016. № 5–3 (19). С. 436–440.

19. Соляник Т. В. Микробиология кормов животного и растительного происхождения. Горки : БГСХА, 2014. 76 с.

20. Спиридонов А. М. Современное кормопроизводство. Санкт-Петербург, 2015. 120 с.

21. Сулова М. А. Влияние биологического препарата на микробиологические показатели и химический состав площеного зерна кукурузы. *Известия Оренбургского ГАУ*. 2012. № 34 (1). Т. 2. С. 38–40.

22. Таранов М. Т., Сабиров А. Х. Биохимия кормов. Москва, 1987. 223 с.

23. Цыкунова О. В., Гувеннов А. И. Влияние штаммов бактерий *Lactobacillus Plantarum*, *Lactococcus Lactic*, *Aeromonas Species* на качество брожения консервируемого фуражного зерна. *Вестник Нижегородской ГСХА*. 2012. Т. 1. С. 330–332.

24. Цыкунова О. В., Кодочилова Н. А., Салова Л. А. Скорость подкисления консервированного площеного зерна кукурузы при обработке сырья химическими и биологическими препаратами. *Вестник науки*. 2018. Т. 1. № 9 (9). С. 244–247.

25. Цыкунова О. В., Кодочилова Н. А., Салова Л. А. Эффективность применения химических и биологических препаратов для консервирования площеного зерна

Utilization. *Zhivotnovodstvo*. 1986. No. 3. P. 50–53.

17. Perekopskij A. N. The use of crimped grain in modeling the structure of feed. *Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mehanizacii zhivotnovodstva*. 2016. No. 3 (23). P. 114–117.

18. Rjabuhina E. V., Smirnov N. A. Investigation of the features of technologies for preserving crimped grain of high humidity. *Nauchnyj al'manah*. 2016. No. 5–3 (19). P. 436–440.

19. Soljanik T. V. Microbiology of animal and plant feed. Gorki, 2014. 76 s.

20. Spiridonov A. M. Modern feed production. Sankt-Piterburg, 2015. 120 s.

21. Suslova M. A. Influence of a biological preparation on microbiological parameters and chemical composition of crimped corn grain. *Izvestija Orenburgskogo GAU*. 2012. No. 34 (1). Vol. 2. P. 38–40.

22. Taranov M. T., Sabirov A. H. Biochemistry of feed. Moskov, 1987. 223 p.

23. Cykunova O. V., Guvennov A. I. Influence of bacterial strains *Lactobacillus Plantarum*, *Lactococcus Lactic*, *Aeromonas Species* on the fermentation quality of canned feed grain. *Vestnik Nizhegorodskoj GSHA*. 2012. Vol. 1. P. 330–332.

24. Cykunova O. V., Kodochilova N. A., Salova L. A. Acidification rate of canned crimped corn grain when processing raw materials with chemical and biological preparations. *Vestnik nauki*. 2018. Vol. 1. No. 9 (9). P. 244–247.

25. Cykunova O. V., Kodochilova N. A., Salova L. A. The effectiveness of the use of chemical and biological preparations for preserving crimped corn grain. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*. 2019. No. 1. P. 41–48.

26. Chumachenko S. P., Fedak N. M. Influence of forage preserved by bacterial preparations on physiological and biochemical status and productivity of fattening bulls. *NTB DNDKI*

кукурузы. *Адаптивное кормопроизводство*. 2019. № 1. С. 41–48.

26. Чумаченко С. П., Федак Н. М. Вплив консервованого бактеріальними препаратами зернофуражу на фізіолого-біохімічний статус та продуктивність відгодівельних бугайців. *НТБ ДНДКІ ветпрепаратів і кормових добавок і ІБТ*. Львів, 2019. Вип. 20. № 2. С. 59–64.

27. Шурхно Р. А., Сироткин А. С. Свойства штаммов молочнокислых бактерий, используемых для ферментации высокобелковой растительной массы (обзор). *Вестник технолог. ун-та*. 2015. Т. 18. № 10. С. 227–232.

28. Muck E. Recent advances in silage microbiology. *Agricultural and Food Science*. 2013. Vol. 22. P. 3–15.

29. O'Donnell M. M., O'Toole P. W., Ross R. P. Catabolic flexibility of mammalian-associated lactobacilli. *J. Microbiol. Cell Fact.* 2013. Vol. 12. No. 48. DOI: 10.1186/1475-2859-12-48.

30. Pang H., Zhang M., Qin G. Identification of lactic acid bacteria isolated from corn stovers. *Journal of Animal Science*. 2011. Vol. 82. No. 5. P. 642–653. DOI: 10.1111/j.1740-0929.2011.00894.x.

31. Shurkhno R. A., Validov Sh. Z., Ilinskaya O. N. Screening of antagonistic activity of lactic acid bacteria strains in relation to *Candida scottii* for optimal conservation of plant juices. *J. Agric. Stud.* 2014. Vol. 2. No. 2. P. 21–31.

32. Spiridonov A. M. The effect of the type of grain cereals and preservative on quality of fodder grain rolled oats. *Bulletin of science and practice*. 2016. No. 5. P. 165–168.

vetpreparativ i kormovykh dobavok i IBT. Lviv, 2019. Issue 20. No. 2. P. 59–64.

27. Shurhno R. A., Sirotkin A. S. Properties of lactic acid bacteria strains used for fermentation of high-protein plant mass (review). *Vestnik tehnologicheskogo universiteta*. 2015. Vol. 18. No. 10. P. 227–232.

28. Muck E. Recent advances in silage microbiology. *Agricultural and Food Science*. 2013. Vol. 22. P. 3–15.

29. O'Donnell M. M., O'Toole P. W., Ross R. P. Catabolic flexibility of mammalian-associated lactobacilli. *J. Microbiol. Cell Fact.* 2013. Vol. 12. No. 48. DOI: 10.1186/1475-2859-12-48.

30. Pang H., Zhang M., Qin G. Identification of lactic acid bacteria isolated from corn stovers. *Journal of Animal Science*. 2011. Vol. 82. No. 5. P. 642–653. DOI: 10.1111/j.1740-0929.2011.00894.x.

31. Shurkhno R. A., Validov Sh. Z., Ilinskaya O. N. Screening of antagonistic activity of lactic acid bacteria strains in relation to *Candida scottii* for optimal conservation of plant juices. *J. Agric. Stud.* 2014. Vol. 2. No. 2. P. 21–31.

32. Spiridonov A. M. The effect of the type of grain cereals and preservative on quality of fodder grain rolled oats. *Bulletin of science and practice*. 2016. No. 5. P. 165–168.

Отримано 19.05.2021

Наукове видання

**ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ
ЗЕМЛЕРОБСТВО І ТВАРИННИЦТВО**

Міжвідомчий тематичний науковий збірник

Заснований у 1967 р.

Випуск 70

Частина 1

Реєстраційне свідоцтво
№ 24025-13865 Р
від 05.07.2019.

Формат 30×42/4. Ум. друк. арк. 12,67. Тираж 100 прим.

Друкарня Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну
Львівської обл., 81115