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 71

Частина 1

Оброшине 2022

УДК 631.636
Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 71 (1)
ISSN 0130-8521
Рекомендовано до друку вченою радою Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, протокол № 3 від 22 лютого 2022 р.

Редакційна колегія:

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

Коник 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. Ґжицького, Україна

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

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

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

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

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

Марунек М., Інститут тваринництва, Чеська Республіка

Остапів 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

Федак Н. М., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

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

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

Адреса редколегії:
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине
Львівського р-ну Львівської обл., 81115.
Тел./факс +38 (032) 227 97 33, e-mail: inagrokarpat@isgkr.com.ua

© Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, 2022

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 71

Issue 1

Obroshyne 2022

UDC 631.636
Foothill and mountain agriculture and stockbreeding. 2022. V. 71 (1)
ISSN 0130-8521

Recommended for publication by the Academic Council of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS, Protocol № 3 of February 22, 2022.

Editorial board:

Vlizlo 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

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

Boiko P. I., National Scientifical 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

Darmohray 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

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

Kovalyshyn S. Y., Lviv National University of Nature Management, Ukraine

Lykhochvor V. V., Lviv National University of Nature Management, Ukraine

Marounek M., Institute of Animal Science, Czesh 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

Fedak N. M., 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 University of Nature Management, Ukraine

Editorial board address:
Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS,
st. Grushevskogo, 5, Obroshyne village,
Lviv 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, 2022

ЗМІСТ **CONTENT**

ЗЕМЛЕРОБСТВО І РОСЛИННИЦТВО **AGRICULTURE AND PLANT GROWING**

Волощук О. П., Запісоцька М. С.
Вплив мінеральних добрив на зернову продуктивність рослин пшениці м'якої озимої в Західному Лісостепу України... 8

Voloshchuk O. P., Zapisotska M. S.
Influence of mineral fertilizers on grain productivity of soft winter wheat plants in Western .....Forest-Steppe of Ukraine

Дубицька А. О., Качмар О. Й., Вавринович О. В., Дубицький О. Л.
Біологічні процеси у сірому лісовому ґрунті під пшеницею озимою за екологізованих систем удобрення..... 21

Dubytska A.O., Kachmar O.Y., Vavrynovych O. V., Dubytskyi O. L.
Biological processes in gray forestal soil under winter wheat by ecologized fertilizing .....systems

Стасів О. Ф., Наконечний Р. А., Копитко А. Д.
Методологічні аспекти органічного виробництва та збалансованого природокористування..... 36

Stasiv O. F., Nakonechnyi R. A., Kopytko A. D.
Methodological aspects of organic production and balanced nature .....management

Глива В. В., Гадзало А. Я., Герешко Г. С., Случак О. М., Пащак М. О. Якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив..... 66

Hlyva V. V., Hadzalo A. Ya., Hereshko H. S., Sluchak O. M., Pashchak M. O.
Grain quality of corn hybrids of different ripeness groups depending on the application .....rates of mineral fertilizers

Дзюбайло А. Г., Пилипів Н. І.
Динаміка щільності сіяного травостою залежно від удобрення..... 80

Dziubailo A. H., Pylypiv N. I.
The dynamics of the sowed herb density depending .....on the fertilization

Карасевич Н. В.
Формування сіяного фітоценозу залежно від компонентного складу травосумішей..... 96

Karasevych N. V.
Formation of sowed phytocenosis depending on the component composition .....of grass mixtures

Коваль А. В., Ільчук Р. В., Гадзало А. Я., Мартинюк І. В.
Біохімічна характеристика сортів картоплі за вирощування в умовах Західного Лісостепу України..... 110

Koval A. V., Ilchuk R. V., Hadzalo A. Ya., Martyniuk I.V.
Biochemical characteristics of potato varieties by growing in conditions of Western .....Forest-Steppe of Ukraine

Писаренко Н. В., Сидорчук В. І., Захарчук Н. А. Вивчення адаптивної здатності сортів картоплі за ознакою «врожайність» в умовах Центрального Полісся..... 123

Pysarenko N.V., Sydorchuk V.I., Zakharchuk N. A.
Study of adaptive ability of potato varieties by the "yield" feature in the conditions of .....Central Polissia

Правдзіва І. В.
Хлібопекарські властивості борошна пшениці м'якої озимої залежно від агротехнічних заходів вирощування в Центральному Лісостепу..... 141

Pravdziva I. V.
Flour baking properties of bread winter wheat depending on agro-technical measures of growing .....in the Central Forest-Steppe

Хом'як М. М., Байструк-Глодан Л. З., Коник Г. С. Адаптивний потенціал урожайності зразків *Dactylis glomerata* L. в агрокліматичних умовах Передкарпаття..... 160

Khomiak M. M., Baistruk-Hlodan L. Z., Konyk H. S. Adaptive yield potential of *Dactylis glomerata* L. samples in agro-climate conditions .....of Pre-Carpathian

Цілинко М. І., Дудченко В. В., Вожегов С. Г., Цілинко Л. М.
Засміченість насіння сортів рису та ґрунту червонозерними формами та бур'янами..... 176

Tsilynko M.I., Dudchenko V.V., Vozhehov S. H., Tsilynko L. M.
Contamination of rice varieties' seeds and soil with red-grained .....forms and weeds

ТВАРИННИЦТВО **STOCKBREEDING**

Когут М. І., Братюк В. М. Оцінка екстер'єру корів, отриманих від різних варіантів підбору..... 194

Kohut M. I., Bratiuk V. M. Evaluation of the cows' exterior obtained by different .....selection options

Воробель М. І. Емісія парникових газів з гною свиней за використання різних доз суперфосфату та гашеного вапна 205

Vorobel M. I. Greenhouse gases emission from pig manure by the use of superphosphate and .....slaked lime in different doses

Федак Н. М., Седіло Г. М., Чумаченко С. П., Душара І. В., Дармограй Л. М. Вплив поживних речовин корму на окремі ланки азотного метаболізму в організмі дійних корів у лісостеповій зоні Карпатського регіону..... 219

Fedak N. M., Sedilo H. M., Chumachenko S. P., Dushara I. V., Darmohray L. M. Influence of feed nutrients on some links of nitrogen metabolism in the organism of lacting cows in conditions of forest-steppe zone .....of Carpathian region

ЗЕМЛЕРОБСТВО І РОСЛИННИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-1
UDC 633.111:631.576.3
O. P. VOLOSHCHUK, doctor of agricultural sciences
M. S. ZAPISOTSKA, postgraduate
Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, v. Obroshyne, Lviv district, Lviv region, 81115, e-mail: olexandravoloschuk53@gmail.com

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON GRAIN PRODUCTIVITY OF SOFT WINTER WHEAT PLANTS IN WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

The application of fertilizers for soft winter wheat in conditions of Western region is not always accompanied by a significant return, since the main limiting factors for obtaining high yields are the low content of humus and mobile forms of nutrients, increased acidity and leaching regime. Under such conditions, the level of productivity of gray forestal surface-gleyed soils does not exceed 1.3–1.5 t/ha of grain units. Therefore, for the formation of grain and seeds of high sowing quality, it is necessary to fully supply plants with all nutrients in a certain ratio.

The article presents the research results for 2019–2021 in improving the nutritional system of soft winter wheat plants due to the application rates of various types of mineral fertilizers by stages of organogenesis. The obtained experimental data have confirmed that the optimal supply of plants with mineral fertilizers contributes to the formation of a more powerful root system and aboveground mass, which ensures a better use of nutrients from the soil and fertilizers. In such conditions, plants develop faster, tolerate the influence of negative environmental factors more easily and are more resistant to diseases. It was found that at higher rates of the main application of mineral fertilizers $N_{30}P_{70}K_{120}S_{21}$ and $N_{30}P_{90}K_{160}S_{28}$, the percentage of plants' overwintering was 95.0–95.9 %. The leaf surface area of soft winter wheat varieties in the VIII stage of organogenesis was the highest – 58.9 thous. m^2 at the application rate of $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$. With the use of mineral fertilizers, the plants showed higher resistance to diseases, so the percentage of powdery mildew damage was lower by 8.1 %, dark brown spot – 3.8, leaves' septoriosis – 8.6, spike's septoriosis and fusariosis – 0.6–1.1 %.

The grain yield of soft winter wheat varieties was formed both under the influence of weather factors and the rates of mineral fertilizers' application. In 2019, this indicator varied from 3.52 t/ha (control) to 7.43 t/ha ($N_{280}P_{110}K_{200}S_{35}$), in 2020, respectively, 2.61–6.07 t/ha, and in 2021 – 2.82–6.51 t/ha. Compared to the control (without fertilizers) by the application rate of mineral fertilizers $N_{168}P_{66}K_{120}S_{21}$ the

© Voloshchuk O. P., Zapisotska M. S., 2022

varieties formed a significantly higher grain yield – 1.66 t/ha, by $N_{224}P_{88}K_{160}S_{28}$ – 2.75 t/ha and by $N_{280}P_{110}K_{200}S_{35}$ – 3.69 t/ha.

Key words: soft winter wheat, variety, rate of mineral fertilizers, plants' overwintering, leaf surface area, disease resistance, grain yield.

Волощук О. П., Запісоцька М. С.

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

Вплив мінеральних добрив на зернову продуктивність рослин пшениці м'якої озимої в Західному Лісостепу України

Внесення добрив під пшеницю м'яку озиму в умовах Західного регіону не завжди супроводжується значною віддачею, оскільки основними лімітуючими чинниками отримання високих урожаїв залишаються низький вміст гумусу та рухомих форм поживних речовин, підвищена кислотність та промивний режим. За таких умов рівень продуктивності сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтів не перевищує 1,3–1,5 т/га зернових одиниць. Тому для формування зерна і насіння високих посівних якостей потрібне повне забезпечення рослин усіма елементами живлення в певному співвідношенні.

Подано результати досліджень за 2019–2021 рр. з удосконалення системи живлення рослин пшениці м'якої озимої за рахунок норм внесення різних видів мінеральних добрив в етапах органогенезу. Одержані експериментальні дані підтвердили, що оптимальне забезпечення рослин мінеральними добривами сприяє формуванню більш потужної кореневої системи та надземної маси, а це забезпечує краще використання елементів живлення з ґрунту та добрив. За таких умов рослини швидше розвиваються, легше переносять вплив негативних чинників зовнішнього середовища та більш стійкі до захворювань. Встановлено, що за вищих норм основного внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{70}K_{120}S_{21}$ і $N_{30}P_{90}K_{160}S_{28}$ відсоток перезимівлі рослин становив 95,0–95,9 %. Площа листкової поверхні сортів пшениці м'якої озимої в VIII етапі органогенезу була найвищою – 58,9 тис. м^2 за норми $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$ з поетапним внесенням азоту. Із застосуванням мінеральних добрив рослини проявляли вищу стійкість до хвороб, тому відсоток ураження борошнистою росою був нижчим на 8,1 %, темно-бурою плямистістю – 3,8, септоріозом листя – 8,6, сепроріозом і фузаріозом колоса – 0,6–1,1 %.

Урожайність зерна сортів пшениці м'якої озимої формувалася як під впливом погодних факторів, так і норм внесення мінеральних добрив. У 2019 р. цей показник варіював від 3,52 т/га (контроль) до 7,43 т/га ($N_{280}P_{110}K_{200}S_{35}$), у 2020 р. – відповідно 2,61–6,07 т/га, а в 2021 р. – 2,82–6,51 т/га. Порівняно з контролем (без добрив) за норми внесення мінеральних добрив $N_{168}P_{66}K_{120}S_{21}$ сорти сформували достовірно вищу врожайність зерна на 1,66 т/га, за $N_{224}P_{88}K_{160}S_{28}$ – на 2,75 і $N_{280}P_{110}K_{200}S_{35}$ – на 3,69 т/га.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, сорт, норма мінеральних добрив, перезимівля рослин, площа листкової поверхні, стійкість до хвороб, урожайність зерна.

Introduction. Rational or scientifically sound use of mineral fertilizers remains an effective factor in guaranteed and efficient production of agricultural products in various forms of management. According to the FAO, by the proper application of mineral fertilizers you can get 30-40% increase in yield [6, 9, 25, 28].

In developed countries with a high level of mineral fertilizers, the yield of leading cereals is 3–6 times higher than in developing countries [3].

Soils with good physical and agrochemical properties, rich in easily accessible forms of nutrients, are necessary for the manifestation of high potential of winter wheat. Among all the nutrients necessary for plant growth and development, the main role belongs to nitrogen, phosphorus and potassium, each of which performs a special physiological function in plant nutrition and can not be replaced by others [13, 29, 21, 27].

The manufacturability of the variety and its ability to withstand adverse growing conditions without loss of genetic potential is due to various factors, among which the feeding system occupies a special place [10, 11, 15, 22].

A large number of studied agricultural measures, other than those involved in traditional cultivation technology, indicate that there are still unexhausted reserves in increasing the gross grain harvest of soft winter wheat. Often weather conditions are unfavorable, so there is a need for targeted selection of agricultural techniques that would not reduce the natural adaptive properties of plants and from provision of plants with mineral nutrients throughout the growing season depends yield and quality of products [1, 2, 7, 14, 18, 26, 30].

Intensive varieties are characterized by higher requirements for nutritional conditions and only with a full and balanced supply of nutrients can fully realize their genetic potential [5].

Studies of recent years, as well as the practice of growing winter wheat by intensive technology have shown that to obtain the maximum yield of high quality grain, at high doses of fertilizers requires a predominance of nitrogen: 1.5 : 1 : 1. The need for high doses of nitrogen is due to high removal of nitrogen from the soil, which exceeds 3–4 times the removal of phosphorus [4, 12, 17, 23].

According to the Myronivka Institute of Wheat named after V. M. Remeslo NAAS, the best ratio of nutrients N : P : K is 1.5 : 1 : 1. The same ratio is recommended for the regions of Western Ukraine [8].

The aim of our research was to identify the reaction of soft winter wheat varieties on the level of plants' mineral nutrition in order to form a yield of 5-6 t/ha of high sowing qualities seed.

Materials and methods. Field experiments were carried out in the crop rotation of Department of Seed Production and Seed Science of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS during 2019-2021.

The object of research were varieties included in the Register of Plant Varieties suitable for distribution in Ukraine in 2018–2019, in particular: Trudivnytsia myronivska (control), MWI Vyshyvanka (Myronivskyi Wheat Institute named after V. M. Remeslo NAAS); Hraciia bilotserkivska, Kvitka poliv (Bila Tserkva SSES of Institute of bioenergetic crops and sugar beets NAAS); Vodohray, Spivanka poliska (National Research Center "Institute of Agriculture of NAAS of Ukraine").

The total area of research site – 60 m^2, accounting area – 50 m^2. Placement of options – systematic, repetition – triple.

The soil of the experimental plots is gray forestal surface-gleyed, light-loamy, characterized by the following indicators: humus content (according to Tyurin) – 1.7%, amount of absorbed bases – 13.7 mg-eq per 100 g of soil, alkaline-hydrolyzed nitrogen (according to Cornfield) – 89.6 mg/kg of soil, mobile phosphorus and exchangeable potassium (according to Kirsanov) – 69.5 and 68.0 mg/kg of soil respectively. According to the gradation, such soil has a very low supply of nitrogen, medium – phosphorus and low – potassium. The reaction of the soil solution (pH_{salt} 5.4) – weakly acidic.

Agricultural techniques for growing winter wheat varieties are generally accepted for cultivation in this area. The predecessor is winter rape. The sowing period is 25.09–01.10. The sowing rate is 5.5 million germinated seeds/ha. Seed treatment – disinfectant vitavax 200 FF, 34 % v.s.k. (3.0 l/t). Protection of plants from weeds and diseases – herbicides: roundup, 48% (4.0 l/ha); granstar, 75% v.r. (0.025 g/ha); fungicide: falcon, k.e. (0.6 l/ha).

The scheme of the experiment included: 1 – control (without fertilizers), 2 – $N_{168}P_{66}K_{120}S_{21}$, 3 – $N_{224}P_{88}K_{160}S_{28}$, 4 – $N_{280}P_{110}K_{200}S_{35}$. Mineral fertilizers were applied in various forms, in particular: in all variants of the experiment we used a complex nitrogen-phosphorus-potassium fertilizer – nitroammophoska $NPK_{8\text{-}19\text{-}29}$(3S).

1st variant of experiment $N_{90}P_{50}K_{90}S_{19}$ – nitroammophoska $NPK_{8\text{-}19\text{-}29}$(3S) (265 kg/ha) by cultivation; VVSN 20–22 (permafrost soil) – ammonium sulfate (50 kg/ha); VVSN 30–32 (entering the tube phase) – ammonium nitrate (90 kg/ha); VVSN 37–49 (earing phase) – ammonium nitrate (80 kg/ha).

2nd variant of experiment $N_{90}P_{50}K_{90}S_{19}$ – nitroammophoska $NPK_{8\text{-}19\text{-}29}$ (3S) (370 kg/ha) by cultivation; VVSN 20–22 (permafrost soil) – ammonium sulfate (50 kg/ha) + ammonium nitrate (150 kg/ha); VVSN 30-32 (entering the tube phase) – ammonium nitrate (130 kg/ha); VVSN 37–49 (earing phase) – ammonium nitrate (93 kg/ha);

3rd variant of experiment $N_{90}P_{50}K_{90}S_{19}$ nitroammophoska $NPK_{8\text{-}19\text{-}29}$ (3S) (450 kg/ha) by cultivation; VVSN 20–22 (permafrost soil) – ammonium sulfate (60 kg/ha) + ammonium nitrate (190 kg/ha); VVSN 30–32 (entering the tube phase) – ammonium nitrate (160 kg/ha); VVSN 37–49 (earing phase) – ammonium nitrate (150 kg/ha).

The research was conducted according to generally accepted methods: Omeliuta V. P., Grygorovych I. V., Chaban V. S. etc., 1986 [16]; Peterson N. V., Chernomyrdina T. O., Kuryliak E. K., 1993 [19]; Fursova G. K., Fursov D. I., Sergeeva V. V., 2004 [24]; Ushkarenko V. O. et al., 2013 [20].

Results and discussion. The winter period of 2018–2019 was marked by some variety. In January precipitation was 153%, and in February the air temperature was plus 1.8 °C (up to long-term averages of 40 mm and -3.7 °C). Overwintering of plant varieties depended on their development at the time of cessation of autumn vegetation, which was influenced by the level of nutrition in the studied variants of the experiment. Under the influence of sufficient supply of plants with mineral nutrition, winter hardiness of varieties increased. This contributed to the ability of plants to withstand prolonged exposure to subzero temperatures in a state of cessation of growth and deep dormancy, and as a result the plants became adapted to the cold (hardening). Freezing of plants was not observed, the percentage of overwintering was high and in the control was 91.7%. The best development of plants on variants with the application of mineral fertilizers contributed to the growth of this indicator by 3.1–6.1%.

The winter period of 2019–2020 was abnormally warm. In December, the air temperature was 2.7 °C with a long-term average of 1.8 °C, in January – 0.7 °C (minus 4.6 °C), and in February minus 2.5 °C (-3.7 °C). The amount of precipitation compared to long-term average was respectively 104 %, 71 and 162 %. Such favorable weather conditions and good plant development ensured a high percentage of overwintering plants.

In the variety Trudivnytsia myronivska, the percentage of overwintering of plants varied from 91.1% on control without fertilizers to 94.6 % on the norms of mineral fertilizers $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$. The same trend was observed in MWI Vyshyvanka – 91.6–94.3 %, Hraciia bilotserkivska – 92.0–95.1, Kvitka poliv – 93.1–95.9, Vodohray – 92.7–96.0, Spivanka poliska – 93.4–96.2 %. If we analyze the impact of mineral fertilizers on overwintering of plants, then in the control (without fertilizers) it was the lowest – 92.3 %, at the level of mineral nutrition $N_{90}P_{50}K_{90}S_{19}$ increased by 1.3%. The increase in fertilizer application rates led to an increase in this indicator by 2.3–3.1 %.

Warm winter in 2020–2021 and high adaptive properties of varieties also contributed to good overwintering of plants. The obtained data confirm that the percentage of mineral fertilizers was 2.6–4.2% higher than the control. The increase in the application rates of phosphorus-potassium fertilizers and sulfur led to an increase in this indicator by 1.2–1.6 %.

During the research years (2019–2021) the average percentage of overwintering plants of winter wheat varieties under control (without fertilizers) was 91.5% (Table 1).

1. Average percentage of overwintering of soft winter wheat plants depending on the variety and application rates of mineral fertilizers (2019–2021), %

Mineral fertilizer rate, d.r./ha	Year			Average	± to control	
	2019	2020	2021			
Control (without fertilizers)	91,7	92,3	90,4	91,5	-	
$N_{30}P_{50}K_{90}S_{19}$	94,8	93,6	93,0	93,8	2,3	-
$N_{30}P_{70}K_{120}S_{21}$	96,3	94,6	94,2	95,0	3,5	1,2
$N_{30}P_{90}K_{160}S_{28}$	97,8	95,4	94,6	95,9	4,4	2,1
$LSD_{0,05}$	1,0	0,9	0,5			

With the application of mineral fertilizers in the norm $N_{30}P_{50}K_{90}S_{19}$ increased to 93.8% or 2.3 %. The best level of nutrition at higher application rates $N_{30}P_{70}K_{120}S_{21}$ and $N_{30}P_{90}K_{160}S_{28}$ provided a higher wintering rate of 95.0–95.9 %.

Establishing the leaf surface area of winter wheat varieties under the influence of mineral fertilizers, we found that over the years of research in the VIII stage of organogenesis, this figure was the highest. At the control the average leaf surface area of varieties was 52.4 thousand m^2/ha, with the

introduction of $N_{90}P_{50}K_{90}S_{19}$ increased by 1.8 thousand m^2/ha and the highest (58.9 thousand m^2) was by the $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$.

A set of agricultural measures aimed at stabilizing plant nutrition conditions can significantly limit the adverse effects of diseases on crops, as the Western Forest-Steppe zone is specific. In the weather conditions of 2019–2021 vegetation periods the average percentage of winter wheat plant damage by powdery mildew ranged from 21.3 in control to 13.2 % by the norm of mineral fertilizers $_0P_{90}K_{160}S_{28}$ (Table 2). At $LSD_{0,05}$ = 0.6 %, the development of dark brown leaf spot was observed the highest in the control (without fertilizers) and within the error between the levels of mineral nutrition of plants.

2. Resistance of soft winter wheat plants' varieties to diseases depending on the norms of mineral fertilizers application (2019–2021), %

Rate of mineral fertilizers, d.r./ha	Leaves (VVSN 39)			Ear (VVSN 69)	
	powdery mildew (*Erysiphe graminis (DC)*	dark brown leaf spot (*Fusarium Link.*)	leaves' septoriosis (*Septoria tritici Desm.*	septoriosis (*Septoria nodorum Berk.*)	fusarium wilt (*Fusarium Link.*)
Control (without fertilizers)	21,3	8,9	20,6	3,9	1,9
$N_{90}P_{50}K_{90}S_{19}$	15,4	5,7	16,3	2,2	1,3
$N_{168}P_{70}K_{120}S_{21}$	14,7	5,5	12,9	2,1	1,0
$N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$	13,2	5,1	12,0	2,0	0,8
$LSD_{0,05}$	2,6	0,6	2,5	1,0	0,5

The largest lesion of leaves' septoriosis was in control – 20.6 %. With the application of mineral fertilizers in the norm $N_{168}P_{70}K_{120}S_{21}$ plants were more resistant to this disease, so the percentage of damage was lower by 7.7 % compared to control and 4.3 % lower than by the norm $N_{90}P_{50}K_{90}S_{19}$, and equivalent to higher – $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$. According to the development of ear diseases, there is a general pattern – compared to the control, the percentage of them decreased by all rates of mineral fertilizers. With the increase in the rates of mineral fertilizers, the indicators of plant and ear structure increased (Table 3).

3. Indicators of plant structure and ears of soft winter wheat varieties depending on the norms of mineral fertilizers application (2019–2021)

Rate of mineral fertilizers, d.r./ha	Height of plants, cm	Number of shoots, pcs	Ear length, cm	Number of spikelets in the ear, pcs	Number of grains in the spikelet, pcs	Weight of grain from the plant, g	Mass of 1000 grains, g
Control (without fertilizers)	89,3±1,12	2,8±0,43	7,32±0,07	14,6±0,17	30,0±0,58	1,76±0,76	41,7±0,78
$N_{90}P_{50}K_{90}S_{19}$	91,4±2,06	3,3±0,64	8,76±0,13	17,5±0,24	44,0±0,61	2,21±0,98	45,9±0,89
$N_{168}P_{70}K_{120}S_{21}$	93,5±2,83	3,7±0,75	9,84±0,16	19,7±0,26	51,0±0,69	2,39±1,12	46,4±0,92
$N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$	96,7±3,12	3,91±0,96	10,1±0,20	20,2±0,37	57,0±0,77	2,54±1,38	47,3±0,98
LSD_{05}	1,0	0,3	0,05	0,04	0,02	0,14	0,10

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 71 (1)

Thus, the height of plants under control (without fertilizers) was 89.3 cm, and according to the norms of fertilizers $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$ was higher by 7.4 cm. The number of stems on the plant also increased from 2.8 to 3.9 pieces. The same trend was observed for the length of the ear (2.78 cm), the number of ears in the ear (5.5 pieces) and grains in the ear (27 pieces). The best nutrition background of winter wheat varieties contributed to the increase in grain weight of the plant and a higher weight of 1000 seeds.

Weather conditions of the vegetation period of 2019 contributed to the grain productivity of varieties within 3.52 (control) – 7.43 t/ha (rate of mineral fertilizers $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$). Compared with the control, the significant increase in yield was 0.96–3.91 t/ha ($LSD_{0.05}$ = 0.55 t/ha). In 2020 the lowest grain yield was provided by the control option (without the application of mineral fertilizers) – 2.61 t/ha, ie due to the natural fertility of the soil. By the application rates of $N_{90}P_{50}K_{90}S_{19}$, the highest increase to the control was obtained by 2.23 t/ha and the highest according to the norms of $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$ – 3.46 t/ha.

Grain yield in 2021 varied from 2.32 in the control to 6.04 t/ha in the variant of mineral fertilizers $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$. For $LSD_{0.05}$ = 0.42 t/ha, significant yield increases of 1.79–3.72 t/ha compared to control were provided by all norms of mineral fertilizers. Compared with the norm of mineral fertilizers $N_{90}P_{50}K_{90}S_{19}$, the increase in yield increased by 1.10 t/ha by the norm $N_{168}P_{70}K_{120}S_{21}$ and 1.93 t/ha by $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$.

During three years of research, the general pattern of increasing the yield of soft winter wheat varieties under the influence of mineral fertilizers was maintained. In the control (without fertilizers) the average grain yield was 2.82 t/ha (Table 4).

4. Average grain yield of soft winter wheat varieties depending on the rates of mineral fertilizers (2019–2021)

Rate of mineral fertilizers, d.r./ha	Year			Average	± to control	
	2019	2020	2021			
Control (without fertilizers)	3,52	2,61	2,32	2,82	-	
$N_{90}P_{50}K_{90}S_{19}$	4,48	4,84	4,11	4,48	1,66	-
$N_{168}P_{70}K_{120}S_{21}$	5,81	5,61	5,47	5,57	2,75	1,09
$N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$	7,43	6,07	6,04	6,51	3,69	2,03
$LSD_{0,05}$	0,50	0,36	0,42			

In the variant with the introduction of a lower rate of mineral fertilizers, the varieties formed a higher yield compared to the control by

1.66 t/ha. Significantly higher growth was provided by $N_{168}P_{70}K_{120}S_{21}$ and $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$, respectively 2.75 and 3.69 t/ha.

Conclusions

1. On the background of mineral nutrition of plants of soft winter wheat varieties, their best growth and development was observed in the autumn period, which provided a 3.1–6.1% higher overwintering compared to the control (without fertilizers).

2. With the application of mineral fertilizers the varieties formed a larger leaf area by 1.8–6.5 thousand m^2/ha.

3. With optimal nutrition plant varieties were more resistant to disease, the percentage of lesions decreased, in particular, powdery mildew by: 8.1%, dark brown spot – 3.8, leaf septoriosis – 8.6, ear septoriosis and fusarium – 0,6–1.1 %.

4. Application rate $N_{90}P_{50}K_{90}S_{19}$ (nitroammophoska $NPK_{8\text{-}19\text{-}29\ (}3S$) - 450 kg/ha by cultivation; VVSN 20–22 (permafrost soil) ammonium sulfate – 60 kg/ha + ammonium nitrate – 190 kg/ha; VVSN 30–32 (phase of plants entering the tube) ammonium nitrate – 160 kg/ha; VVSN 37–49 (earing phase) ammonium nitrate – 150 kg/ha) provided a significant increase in grain yield – 3.69 t/ha.

Список використаної літератури

1. Волощук І. С. Вплив зміни клімату на вирощування насіння пшениці озимої в зоні Західного Лісостепу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 62. С. 3–17.

2. Волощук І. С. Погодні умови як чинник визначення зон екологічного насінництва пшениці озимої. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 64. С. 31–43.

3. Гамаюнова В. В., Падальцева О. І., Тімошина Л. С. Ефективність мінеральних добрив під озиму пшеницю залежно від умов року. *Перспектива ХДАУ*. 2005. Вип. 4. С. 79–82.

4. Господаренко Г. М., Черно О. Д. Баланс основних елементів живлення в ґрунті за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Землеробство*. 2015. Вип. 2. С. 47–50.

5. Добрива та їх використання : довідник / І. У. Марчук та ін. Київ : Арістей, 2010. 254 с.

6. За 20 років середня врожайність

References

1. Voloshchuk I. S. The impact of climate change on the cultivation of winter wheat seeds in the Western Forest-Steppe zone of Ukraine. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2017. Issue 62. P. 3–17.

2. Voloshhuk I. S. Weather conditions as a factor in determining the zones of ecological seed production of winter wheat. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2018. Issue 64. P. 31–43.

3. Hamaiunova V. V., Padaltseva O. I., Timoshyna L. S. Efficiency of mineral fertilizers for winter wheat depending on the conditions of the year. *Perspektyva KhDAU*. 2005. Issue 4. P. 79–82.

4. Hospodarenko H. M., Cherno O. D. The balance of the main nutrients in the soil with long-term use of fertilizers in the field crop rotation. *Zemlerobstvo*. 2015. Issue 2. P. 47–50.

5. Fertilizers and their uses : a guide / I. U. Marchuk et al. Kyiv : Aristei, 2010. 254 p.

пшениці в Україні зросла на 44 %. URL: http://agronews.ua/node/71051 (дата звернення: 26.11.2021).

7. Засвоєння основних елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив пшеницею озимою на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України / Г. М. Господаренко та ін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 3. С. 35–44. DOI: 10.31521/2313-092X/2020-3(107).

8. Кавунець В. П., Кочмарський В. С. Насінництво пшениці озимої / за ред. В. П. Кавунця. Миронівка, 2011. 319 с.

9. Камінський В. Ф., Сайко В. Ф. Використання земельних ресурсів в агропромисловому виробництві України у контексті світового стабільного розвитку. *Землеробство*. 2013. Вип. 85. С. 3–13.

10. Камінський В. Ф. Науково-методичні основи досліджень з розроблення технологій вирощування сільськогосподарських культур. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2013. Вип. 1/2. С. 3–9.

11. Кириченко В. В., Костромітін В. М., Колісник В. І. Агроекологічні проблеми удосконалення існуючих і розробки нових технологій вирощування польових культур. *Агротехнологія польових культур* : зб. наук. праць УААН / Ін-т рослинництва імені В. Я. Юр'єва. Харків, 2009. С. 22–44.

12. Крамарьов С. М., Жемела Г. П., Шакалій С. М. Продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої залежно від мінерального живлення в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2014. № 6. С. 61–67.

13. Кривошеїн О. О., Однолєток Л. П., Дзюба Л. П. Оцінка впливу погодних умов та організаційно-технологічних заходів на урожайність озимої пшениці за її кліматичним потенціалом. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2016. Вип. 269. С. 151–158.

6. Over 20 years, the average wheat yield in Ukraine has increased by 44 %. URL: http://agronews.ua/node/71051 (last accessed: 26.11.2021).

7. Assimilation of the main nutrients from the soil and mineral fertilizers by winter wheat on the podzolized chernozem of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine / H. M. Hospodarenko et al. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*. 2020. Issue 3. P. 35–44. DOI: 10.31521/2313-092X/2020-3(107).

8. Kavunets V. P., Kochmarskyi V. S. Winter wheat seed production / za red. V. P. Kavuntsia. Myronivka, 2011. 319 p.

9. Kaminskyi V. F., Saiko V. F. The use of land resources in agro-industrial production in the context of global sustainable development. *Zemlerobstvo*. 2013. Issue 85. P. 3–13.

10. Kaminskyi V. F. Scientific and methodological foundations of research on the development of technologies for growing crops. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2013. Issue 1/2. P. 3–9.

11. Kyrychenko V. V., Kostromitin V. M., Kolisnyk V. I. Agroecological problems of improving existing and developing new technologies for growing field crops. *Ahrotekhnolohiia polovykh kultur* : zb. nauk. prats UAAN / In-t roslynnytstva imeni V. Ya. Yur'ieva. Kharkiv, 2009. P. 22–44.

12. Kramarov S. M., Zhemela H. P., Shakalii S. M. Productivity and grain quality of soft winter wheat depending on mineral nutrition in the conditions of the left-bank Forest-Steppe. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*. 2014. No 6. P. 61–67.

13. Kryvoshein O. O., Odnolietok L. P., Dziuba L. P. Assessment of the influence of weather conditions and organizational and technological measures on the yield of winter wheat according to its climatic potential. *Naukovi pratsi UkrNDHMI*. 2016. Issue 269. P. 151–158.

14. Liubych V. V. Productivity of

14. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 3. С. 146–160.

15. Месель-Веселяк В. Я. Виробництво зернових культур в Україні: потенційні можливості. *Економіка АПК*. 2018. № 5. С. 5–14.

16. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / В. П. Омелюта та ін. ; за ред. В. П. Омелюти. Київ : Урожай, 1986. 286 с.

17. Оверченко Б. П. Вплив мінеральних добрив на врожайність та якість зерна пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 6. С. 29–30.

18. Панасюк Н. Г. Урожай і якість зерна озимої пшениці залежно від удобрення та попередників у сівозміні. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 9. С. 72–73.

19. Петерсон Н. В., Черномирдіна Т. О., Куриляк Є. К. Практикум з фізіології рослин / за ред. Н. В. Петерсон. Київ : Вид-во УСГА, 1993. С. 76–80.

20. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант, 2013. 378 с.

21. Ткачук К. С., Богдан Т. З. Азотний обмін і адаптація рослин до умов живлення. Київ : Аверс, 2000. 200 с.

22. Тогачинська О. В., Тимощук Т. М. Оцінка технології вирощування пшениці озимої за еколого-агрохімічними показниками темно-сірого опідзоленого ґрунту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 1/2. С. 56–63.

23. Фурманець М. Г. Дія систем удобрення та попередників на врожай і якість пшениці озимої. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2012. № 9 (24). С. 34–39.

24. Фурсова Г. К., Фурсов Д. І., Сергєєва В. В. Рослинництво : лабораторно-практичні заняття. *Зернові культури* : навч. посіб. / за ред. Г. К. Фурсової. Харків : Ексклюзив, 2004. Ч. 1. 380 с.

varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria.* 2017. Issue 3. P. 146–160.

15. Mesel-Veseliak V. Ya. Cereal production in Ukraine: potential opportunities. *Ekonomika APK*. 2018. No. 5. P. 5–14.

16. Accounting for pests and diseases of crops / V. P. Omeliuta et al. ; za red. V. P. Omeliuty. Kyiv : Urozhai, 1986. 286 p.

17. Overchenko B. P. The impact of mineral fertilizers on the yield and grain quality of winter wheat. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2003. No. 6. P. 29–30.

18. Panasiuk N. H. Yield and grain quality of winter wheat depending on fertilizer and predecessors in crop rotation. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2005. No. 9. P. 72–73.

19. Peterson N. V., Chernomyrdina T. O., Kuryliak Ye. K. Workshop on plant physiology / za red. N. V. Peterson. Kyiv : Vyd-vo USHA, 1993. P. 76–80.

20. Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Ailant, 2013. 378 p.

21. Tkachuk K. S., Bohdan T. Z. Nitrogen metabolism and adaptation of plants to nutritional conditions. Kyiv : Avers, 2000. 200 p.

22. Tohachynska O. V., Tymoshchuk T. M. Evaluation of technology for growing winter wheat on the basis of environmental and agrochemical indicators of dark gray podzolized soil. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2017. No. 1/2. P. 56–63.

23. Furmanets M. H. The effect of fertilizer systems and predecessors on the yield and quality of winter wheat. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2012. No. 9 (24). P. 34–39.

24. Fursova H. K., Fursov D. I., Serhieieva V. V. Plant growing : laboratory and practical classes. *Cereal crops* : textbook. allowance / za red. H. K. Fursovoi. Kharkiv : Ekskliuzyv, 2004. Part 1. 380 p.

25. Tsvei Ya. P., Petrova O. T.,

25. Цвей Я. П., Петрова О. Т., Воронюк Н. М. Продуктивність пшениці озимої залежно від системи удобрення в Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН».* 2009. Вип. 4. С. 96–100.

26. High-yielding winter synthetic hexaploid wheats resistant to multiple diseases and pests / A. Morgounov et al. *Plant Genetic Resources*. 2018. Vol. 16, No. 3. P. 273–278. DOI: 10.1017/S147926211700017X.

27. Hlisnikovski L., Kunzova E. Effect of mineral and organic fertilizers on yield and technological parameters of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) on illimerized luvisol. *Polish Journal of Agronomy*. 2014. № 17. P. 18–24.

28. Identification of carriers of resistance to common bunt (Tilletia caries) of winter wheat / A. K. Madenova et al. *Research on Crops*. 2019. Vol. 20, No. 4. P. 782–790. DOI: 10.31830/2348-7542.2019.115.

29. Influence of mineral and organic fertilizers on yield and nitrogen efficiency of winter wheat / Š. Buráňová et al. *International Journal of Plant Production*. 2015. No. 9. P. 257–271.

30. Weather Factors and Their Influence on the Adaptive Properties of Winter Wheat Varieties in the Western Forest-Steppe of Ukraine / M. Zapisotska et al. *Scientific Horizons.* 2021. Vol. 24, No. 6. P. 34–40. DOI: 10.48077/scihor.24(6).2021.34-40.

Voroniuk N. M. Productivity of winter wheat depending on the fertilizer system in the Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN»*. 2009. Issue 4. P. 96–100.

26. High-yielding winter synthetic hexaploid wheats resistant to multiple diseases and pests / A. Morgounov et al. *Plant Genetic Resources*. 2018. Vol. 16, No. 3. P. 273–278. DOI: 10.1017/S147926211700017X.

27. Hlisnikovski L., Kunzova E. Effect of mineral and organic fertilizers on yield and technological parameters of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) on illimerized luvisol. *Polish Journal of Agronomy*. 2014. No. 17. P. 18–24.

28. Identification of carriers of resistance to common bunt (Tilletia caries) of winter wheat / A. K. Madenova et al. *Research on Crops*. 2019. Vol. 20, No. 4. P. 782–790. DOI: 10.31830/2348-7542.2019.115.

29. Influence of mineral and organic fertilizers on yield and nitrogen efficiency of winter wheat / Š. Buráňová et al. *International Journal of Plant Production*. 2015. No. 9. P. 257–271.

30. Weather Factors and Their Influence on the Adaptive Properties of Winter Wheat Varieties in the Western Forest-Steppe of Ukraine / M. Zapisotska et al. *Scientific Horizons.* 2021. Vol. 24, No. 6. P. 34–40. DOI: 10.48077/scihor.24(6).2021.34-40.

Received 09.12.2021
Agreed for printing 18.02.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-2
UDC 631.89:631.427.2:633.11
A. O. DUBYTSKA, O. Y. KACHMAR, O. V. VAVRYNOVYCH, candidates of agric. sciences
O. L. DUBYTSKYI, candidate of biol. sciences
Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, v. Obroshyne, Lviv district, Lviv region, 81115, e-mail: oksanaostrowska@ukr.net

BIOLOGICAL PROCESSES IN GRAY FORESTAL SOIL UNDER WINTER WHEAT BY ECOLOGIZED FERTILIZING SYSTEMS

The results of effectiveness studies of the ecologized fertilizers systems use (EFS), arranged on the basis of the optimal rate of mineral fertilizers ($N_{60}P_{90}K_{90}$), treatment of plants with the biostimulator (BS) terra-sorb with addition of humus or microbiological fertilizer (HF – eco-impulse or MF – eco-soil, respectively) on biological processes in the soil under winter wheat are presented. The studies were carried out in 2018–2020 in the stationary experiment on productivity of short crop rotations on the experimental field of the Institute of Agriculture of Carpathian region NAAS of Ukraine. The soil of the experimental field is gray forestal surface-gleyed, in which biochemical (enzymatic) activity was diagnosed, in particular, cellulolytic, proteolytic, dehydrogenase and content of labile (mobile) organic matter was determined taking into account yield of winter wheat. Using fertilizers systems $N_{60}P_{90}K_{90}$ or $N_{60}P_{90}K_{90}$ + BS, soil's cellulolytic and proteolytic activity increased markedly relative to the control. The highest increase level in destructive ability of corresponding soil hydrolases among the EFSs used was provided by the factor of organic components added to the soil (HF or MF on the background of $N_{60}P_{90}K_{90}$ + BS). Under such conditions, cellulolytic and proteolytic activities in the soil were 34.80–37.70 and 11.90–11.40%, respectively. Under conditions of $N_{60}P_{90}K_{90}$, $N_{60}P_{90}K_{90}$ + BS, a clear decrease of the dehydrogenase activity in the soil by 13.12–19.67% was noted, while after the addition of HF or MF there was a trend towards increase of this activity (+4.92–11.48%) relative to control. The applied fertilizers systems led to increase of the accumulation levels of labile humus carbon in the soil by 13.35–26.46% compared with the control variant. Introduction of HF or MF together with BS on the mineral background, provided the highest content of carbon of the mobile organic matter (588.4 and 561.7 mg/100 g of soil, respectively). Such an integrated application of elements of the ecologization (BS – influence on the plant, HF or MF – effect on the soil) was the most effective in dirrection of improving winter wheat productivity. The yield of the studied crop on the background of $N_{60}P_{90}K_{90}$ was 5.16 t/ha, whereas after addition of ecologization elements (BS, BS + HF, BS + MF), the values of this indicator experienced an

© Dubytska A. O., Kachmar O. Y.,
Vavrynovych O. V., Dubytskyi O. L., 2022

increase by 3.00–9.65% in relation to the variant $N_{60}P_{90}K_{90}$. The results obtained make it possible to form separate elements of the scientific foundations, that are necessary for development of ways and methods of improving the biological state of soils, obtaining high and sustainable crop yields.

Key words: ecologized fertilizers systems, winter wheat, biostimulant, humus and microbiological fertilizer, enzymatic activity, labile humus.

Дубицька А. О., Качмар О. Й., Вавринович О. В., Дубицький О. Л.
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

Біологічні процеси у сірому лісовому ґрунті під пшеницею озимою за екологізованих систем удобрення

Наведено результати досліджень з вивчення ефективності застосування екологізованих систем удобрення (ЕСУ), скомпонованих на базі оптимальної норми мінеральних добрив ($N_{60}P_{90}K_{90}$), обробки рослин біостимулятором (БС) терра-сорб та з додаванням гумусного або мікробіологічного добрива (відповідно ГД – еко-імпульс або МД – еко-ґрунт) на біологічні процеси в ґрунті під пшеницею озимою. Дослідження проведено в 2018–2020 рр. у стаціонарному досліді з вивчення продуктивності короткоротаційних сівозмін на експериментальному полі Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Ґрунт дослідного поля – сірий лісовий поверхнево оглеєний, в якому здійснено діагностування біохімічної (ферментативної) активності, зокрема целюлозолітичної, протеолітичної, дегідрогеназної, а також визначено вміст лабільної (рухомої) органічної речовини й облік урожайності пшениці озимої. За використання систем удобрення $N_{60}P_{90}K_{90}$ або $N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС помітно зростала целюлозолітична та протеолітична активність ґрунту щодо контролю. Найбільший рівень підвищення руйнуючої здатності відповідних ґрунтових гідролаз серед застосованих ЕСУ забезпечував фактор органічних складових, доданих у ґрунт (ГД або МД на фоні $N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС). За таких умов целюлозолітична та протеолітична активності ґрунту становили відповідно 34,80–37,70 та 11,90–11,40 %. За умов $N_{60}P_{90}K_{90}$, $N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС було відзначено чітке зниження дегідрогеназної активності ґрунту на 13,12–19,67 %, тоді як після додавання ГД або МД – тенденцію до зростання зазначеної активності (+4,92–11,48 %) щодо контролю. Застосовані системи удобрення зумовлювали збільшення накопичення вуглецю лабільного гумусу в ґрунті на 13,35–26,46 % порівняно з контрольним варіантом. Внесення ГД або МД сумісно з БС на мінеральному фоні забезпечувало найвищий вміст вуглецю рухомої органічної речовини (віповідно 588,4 та 561,7 мг/100 г ґрунту). Таке інтегроване застосування елементів екологізації (БС – вплив на рослину, ГД або МД – вплив на ґрунт) було найефективнішим у напрямі поліпшення продуктивності пшениці озимої. Врожайність дослідженої культури на фоні $N_{60}P_{90}K_{90}$ становила 5,16 т/га, тоді як після додавання елементів екологізації (БС, БС + ГД, БС + МД) величина цього показника зазнавала зростання на 3,00–9,65 % щодо варіанта $N_{60}P_{90}K_{90}$. Отримані результати дозволяють сформувати окремі елементи наукових основ, що потрібні для розвитку шляхів

і способів поліпшення біологічного стану ґрунтів, отримання високих та сталих врожаїв сільськогосподарських культур.

Ключові слова: екологізовані системи удобрення, пшениця озима, біостимулятор, гумусне та мікробіологічне добриво, ферментативна активність, лабільний гумус.

Introduction. Modern technological process in agricultural production leads to problems associated with degradation of soil fertility. One of the important aspects in this context is to achieve ecologized sustainability of agroecosystems, their ability to maintain bioproductivity during exploitation by high quality of production [9, 16, 20]. The above-mentioned agricultural territories must ensure the functioning of mechanisms aimed at restoring soil fertility. The effectiveness of many technologies depends on how well they fit into the system of natural processes and patterns, rather than acting against them. Understanding the specifics of soil functioning in agro- and biocenoses can help in the formation of tools for systematic optimization of soil fertility parameters [4, 13, 19].

Modern environmentally friendly fertilizer systems include: microbiological, humic fertilizers, biostimulators of plant growth, appropriate biological products, etc. [2, 31]. Thus, a rational system of fertilizers is a basic link in the formation of optimal agri-environmental functions of soils, their sustainable fertility and obtaining high level of yield and product quality. The most important and effective measure to harmonize the ecologized and productive functions of soils may be alternative biologized or greened fertilizer systems. However, the most sensitive diagnostic criterion for soil fertility is the functioning of the microbiological coenosis and level of enzymatic activity.

According to the authors [5, 14], the use of fertilizer systems containing humic fertilizers, as well as biological preparations-destructors of stubble, provided improved biological activity of soil and in particular the activity of redox enzymes [1, 26], which in turn led to increased content of labile humus.

According to many authors [25, 27, 29], the activation of microbial-plant interaction with the help of microbiological preparations and biostimulators of growth is a significant factor in increasing the productivity of agroecosystems, the potential of which is used very poorly in modern conditions. The use of microbiological preparations for seed inoculation or crop treatment increases the soil's biochemical activity and quantitative composition of the microflora [3, 28].

Biostimulants intensify the activity of plant organisms, accelerating their biochemical processes, including nutrition. Thanks to growth regulators, the growth of the root system improves, which in turn promotes the development of rhizobial microflora, microbiota [11, 19]. The direction of these processes determines the level of organic matter destruction, the cycle of nutrients, improving fertility. In the conditions of modern agriculture of great scientific and practical importance are the studies of biological features of soil, in particular its biochemical activity, which is the most informative indicator of the ecologized condition of the soil [15, 30].

Of all the organic carbon compounds, cellulose is the most common. In this regard, the intensity of fiber decomposition in the soil is an important indicator of its biological activity [24, 32]. The intensity of fiber mineralization covers the direction of mobilization processes and indicates the provision of different types of soils with available forms of carbon. No less important is the study of conversion processes of organic matter, given the anthropogenic impact on soil and its properties. It should be borne in mind that destruction of organic matter and assimilation by microbial groups and plants available products of their decomposition increases the productivity of agroecosystems, in particular in terms of restoring, preserving and improving soil fertility [21].

Equally important is the level and features of organic compounds' proteolysis in the soil, decomposition processes of which are provided by appropriate enzymes that hydrolyze proteins, peptides and other organic compounds [10, 23].

In the study of soil fertility, special attention is paid to the study of reactions that are catalyzed by redox enzyme systems of microorganisms. The activity of these enzymes, in particular dehydrogenases, polyphenol oxidases, peroxidases, is a leader in the regulation of organic compounds' metabolism in soil phases and plays a crucial role in humification. A number of researchers [1, 12] indicate an increase in the intensity of biochemical processes of oxidation of organic compounds under conditions of sufficient amount of nitrogen fertilizers application on the background of phosphorus-potassium fertilizers. However, the regularity of these processes is not fully understood and requires more detailed study, in particular, the use of EFSs filled with relevant biologized elements.

It should be noted that scientific literature has accumulated data on the gradation of the fertilizer systems' impact on the content of labile humus in different soils under one or another treatment of plants. Indeed, researchers [18, 22] found that the mineral fertilizer system provides a lower content of labile humus than organo-mineral on chernozem podzolic

heavy-loamy in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine. At the same time, on the sod-podzolic soil of the Northern Forest-Steppe of Ukraine the use of green manure on organo-mineral background and inoculation of wheat grain with polymyxobacterin content of labile humus was 0.26%, while in the organic system – 0.24 %. Thus, by the influence on the content of labile humus, the considered fertilizer systems can be located in the direction: mineral < organic < organo-mineral. However, there are insufficient data on changes in the humus state of the soil and its enzymatic activity under ecologized fertilizer systems. The study of these soil properties is of great relevance in the conditions of ecologized fertilizer systems and is the subject of our research.

Materials and methods. The research was conducted in 2018–2020 in the conditions of a stationary experiment on the study of the scientific basis of productivity management of short crop rotations in the Carpathian region. The object of research was the crops of winter wheat *Triticum aestivum* L. variety Benefis, sown after peas for grain with a seeding rate of 5.5 million germinated seeds/ha. Seed treatment was performed with a disinfectant vitavax 200 FF at a rate of 3.0 l/t. At signs of diseases, the fungicide amistar-extra was applied at the rate of 0.75 l/ha. Weeds treatment – the herbicide grodil-maxi at the rate of 100 ml/ha. The scheme of the experiment included 5 options:

1. Control (without fertilizers);
1. $N_{60}P_{90}K_{90}$;
2. $N_{60}P_{90}K_{90}$ + BS;
3. $N_{60}P_{90}K_{90}$ + BS + HF;
4. $N_{60}P_{90}K_{90}$ + BS + MF.

BS – biostimulator terra-sorb which includes: organic matter – 25 %, amino acids – 20 %, nitrogen (total amount) – 5.5 %, B – 1.5, Fe – 1.0, Mg – 0.8, Zn and Mn – 0.1 and Mo – 0.001 %. HF – humus fertilizer eco-impulse – concentrated aqueous solution of humic acids' salts: mass fraction of organic matter – 43.5 %, mass fraction of ash – 56.5 %. MF – microbiological fertilizer eco-soil which includes microorganisms *Bacillus subtilis*, *Rhodacoccus erytropolis*.

The soil of experimental plots – gray forestal surface-gleyed, light-loamy with the corresponding agrochemical characteristic: pH_{salt} – 4.85, nitrogen content according to Cornfield – 9.8, available phosphorus and potassium according to Kirsanov (0.2 n HCl) – 10.8 and 8.7 mg/100 g of soil, level of total humus – 2.1 %.

Cellulolytic and proteolytic activity was determined *in situ* by the intensity of decomposition, respectively, of linen and gelatin on

photographic paper [17]. These substrates of enzymatic activities were placed vertically in the soil at a depth of 30 cm (lower edge), pressed on the sides, and left for 10–30 days after the onset of the earing phase. In the same phase of ontogenesis, soil samples were taken (depth 0–30 cm; DSTU ISO 11464-2001 [7]) to measure dehydrogenase activity by the Galstian method according to DSTU ISO 23753-1:2010 [8] and carbon content of labile humus by the method Tiurin according to DSTU 4732:2007 [6]. The value of economic harvest was determined in the phase of wax ripeness after harvesting and threshing grain of winter wheat.

Results and discussion. The processes of fiber destruction in terrestrial ecosystems are important. This cellulose-destroying activity is involved in the transformation of soil organic matter and significantly affects the level of its fertility. At the same time, the intensity of cellulose decomposition closely depends on abiotic, agrotechnical factors, in particular types and norms of fertilizers. The latter among the listed patterns are reflected in the results of this scientific work.

The pattern of *in situ* changes in the cellulolytic activity of gray forestal soil under winter wheat in the earing phase (relative units of activity – the degree of decomposition of fiber) is shown in Figure a. In the soil of the control variant (Var. 1) processes of cellulose decomposition were the slowest, which is apparently due only to the actual activity of currently available cellulose-destroying microorganisms and the lack of anthropogenic energy from outside during the testing period. Under conditions of mineral fertilizer background in norm $N_{60}P_{90}K_{90}$ in var. 2–5, the intensity of cellulose decomposition was higher than in the control. Application of only mineral fertilizers (var. 2) increased cellulolytic activity by 1.3 times relative to control. Obviously, this is due to the intensification of microbiological processes, which in turn led to an increase in the constant rate of stubble destruction, and ultimately – increase in microbial mass. The addition of BS (var. 3) in combination with mineral fertilizers did not change the level of cellulose-destroying ability of the soil, in relation to option 2 (Figure, a).

In var. 4, 5 – with carrying, respectively, BS + HF or BS + MF on the background of $N_{60}P_{90}K_{90}$, there was an increase in the hydrolysis of cellulose by 13.4–16.3 % in relation to var.1. Also in var. 4, 5 cellulosolytic activity was higher by 6.3–9.2 % compared with var. 2, and by 5.7–8.6 %, relative to var. 3 (Figure, a).

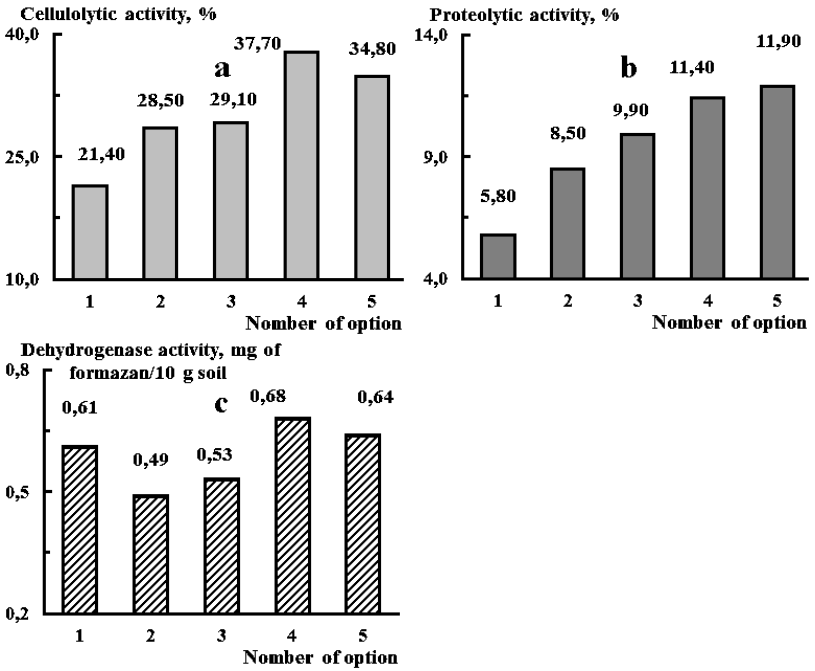


Fig. Changes in the enzymatic activity of gray forestal soil under winter wheat depending on the EFS (2018–2020). Contents of options by numbering – see section "Materials and methods".

It is important that the decomposition of biological substrates of protein and polypeptide nature in the soil is carried out with the participation of proteases. Regularities of *in situ* formation of proteolytic activity of gray forestal soil under winter wheat in the earing phase (relative units of activity – degree of gelatin decomposition) are shown in Figure, b. On var. 1 proteolytic activity of the soil was the lowest among the studied fertilizer technologies (var. 1–5) and amounted 5.80 %. Obviously, this is due to the lack of fertilizers, primarily organic components in this control version (Figure, b). In fact, on var. 2 this activity increased by only 2.70 %, while in the var. 3 (+ BS) – already by 4.10 % relative to control. However, the use of BS + HF or BS + MF in fertilizer systems on var. 4, 5, respectively, led to a more significant increase in the proteolytic activity of the soil – 5.60-6.10 % relative to control. Also the magnitude of proteolytic

activity on var. 4, 5 were higher by 2.90–3.40 % compared to var. 2, by 1.50–2.00% relative to var. 3.

Enzymes of the oxidoreductase class, in particular dehydrogenases, play an important role in the formation of soil fertility. The probable transfer of hydride anion (proton + 2 electrons) from oxidizable organic matter in the soil to molecular oxygen or renewable organic matter during dehydrogenase reactions has created opportunities for diagnostic use of this activity to determine the intensity and direction of oxidative restorative processes, their participation in the formation and modification of humus components. In this context there are 2 stages of humification: 1) decomposition of the original organic residues to simpler – amino acids, peptides of phenolic compounds – breakdown products of lignins, tannins, etc. with the participation, in particular, hydrolytic, oxidative enzymes; 2) synthesis of organic compounds with the formation of high molecular weight humic substances of specific nature (condensation) with the participation, in particular, dehydrogenases, polyphenol oxidases.

The data shown in the figure showed that in var. 2, 3 there was a decrease of 13.11–19.67 %, while in var. 4, 5, tendencies to increase of dehydrogenase activity by 4.98–11.48 % relative to var. 1.

Thus, both the mineral fertilizer system (var. 2) and fertilizer systems with the use of ecologization elements (BS, HF, MF – var. 3–5) had the ability to increase the intensity of biochemical processes of humus formation of stage 1 – cellulosolytic, proteolytic activity. However, only under conditions of BS + HF or BS + MF on the background of $N_{60}P_{90}K_{90}$ (var. 4, 5, respectively) there was a slight increase, while by the use of only $N_{60}P_{90}K_{90}$, or $N_{60}P_{90}K_{90}$ + BS (var. 2, 3 respectively) – noticeable decrease in the intensity of the humification processes of stage 2 – dehydrogenase activity relative to var. 1. The reasons for the found ambiguous ratios of cellulosolytic or proteolytic activity on the one hand, and dehydrogenase – on the other, remains unknown and their disclosure requires more detailed research. However, it is reasonable to assume that the simultaneous activation of stages 1 and 2 on var. 4, 5, is at least partly due to the influence of ecologization elements on both the plant (BS) and the soil (HF or MF), the interaction of these influences with each other and with $N_{60}P_{90}K_{90}$.

In general, the functioning of soil enzymes ensures the destruction of organic residues, their transformation into humus and subsequent mineralization of the latter. These processes are a significant driving force in the evolution of soils, maintaining their homeostasis, including biochemical, within the stationary conditions of the ecosystem. It is obvious

that the level of accumulation and/or intensity of transformation of humic substances is an integral indicator of biological changes in soil, both in natural biogeocenoses and in crops under anthropogenic factors. The importance of the accumulation of labile limiting substance is indisputable, as the compounds that are part of it are directly involved in plant nutrition, serve as energy material for microorganisms, perform protective functions against conservative organic matter, and so on. It is clear that for ecologic and economically successful cultivation of winter wheat it is advisable to take into account not only the enzymatic activity in the soil, but also the immediate results of the intensity of humus-forming processes, including changes in carbon content of labile organic matter.

Among the studied technologies, the lowest carbon content of labile humus took place on var. 1 – 465.3 mg/100 g of soil (Table 1). On var. 2, 3 values of this indicator experienced approximately the same increase – by 13.3–14.6 % compared with the control. EFS on var. 4, 5 caused a larger increase in the carbon content of labile humus – 20.7–26.5 %, relative to var. 1.

It is reasonable to assume that the increase in carbon content of labile humus in the soil on var. 2, 3, compared with var. 1, at least in part, was due to higher activity of cellulases and proteases (compare Figure a, b and Table 1). The close values of the first of these indicators in both cases indicate, most likely, that the action of BS on the background of $N_{60}P_{90}K_{90}$ did not cause, or caused only a slight increase in the studied activities compared to $N_{60}P_{90}K_{90}$ (var. 3 vs. var. 2). There is also no reason to assume a significant participation of dehydrogenase activity in the formation of a pool of labile humus in the soil on var. 2, 3.

1. Influence of EFS on carbon content (C) of labile humus in gray forestal soil under winter wheat (2018–2020)

variant №	C of labile humus, mg/100 g of soil
1	465,3
2	533,2
3	527,4
4	588,4
5	561,7

Note. Content of variants by numbering – see section "Materials and methods".

It is noteworthy that the size of carbon pool of labile humus, as well as the values of studied enzymatic activities, were the largest on var. 4, 5. Taking into account the above results and interpretations, the following

assumption is relevant regarding the transient effects of ecologization elements on the plant (BS), soil (MF or MF), the interaction of these effects with each other, and with $N_{60}P_{90}K_{90}$. First of all, these mechanisms led to the development of microbiota with higher activity of hydrolytic enzymes and dehydrogenases, compared with the substrate in the absence of fertilizers, only a full dose of mineral fertilizers, or combination of the latter with BS (var. 4, 5 vs. var. 1, 2, 3). The increase in these enzymatic activities ultimately led to an increase in labile humus pools in the soil, and thus, among other things, to improving the nutrient supply of plants and the preconditions for higher levels of final productivity of winter wheat.

In this regard, in the final stages of the research, the values of the economic yield of winter wheat were determined under conditions of studied fertilizer systems. The lowest level of this indicator was on var. 1 – 2.71 t/ha (Table 2). In var. 3, 4 the yield of winter wheat increased by 91.14–96.68 %, while in var. 4, 5 – by 101.48–109.59 % compared to the control.

2. Yields of winter wheat depending on the EFS (2018–2020)

variant №	Harvest, t/ha
1	2,71
2	5,18
3	5,33
4	5,68
5	5,46
$LSD_{0,05}$	1,67

Thus, the last part of the obtained results to some extent confirms the above hypothesis that the simultaneous effect of BS + HF or BS + MF on the mineral background (Var. 4, 5) can cause greater yield gains relative to control than in the case of $N_{60}P_{90}K_{90}$ or $N_{60}P_{90}K_{90}$ + BS (var. 2, 3 respectively). It is advisable to anticipate the presence of differences in, so to speak, the mechanisms of action of the studied fertilizer systems in the direction of formation of the studied biological characteristics of the soil and effective fertility on var. 4, 5 on the one hand, and var. 2 and / or var. 3 on the other. In this context, it is important to note small differences between the values of the tested indicators on var. 4 and var. 5. In fact, the EFS on var. 4 led to higher levels of cellulolytic, dehydrogenase activity, carbon content of labile humus and yield, compared with var. 5. However, proteolytic activity was higher in var. 5, compared with var. 4. The meaning

of such patterns remains unclear, however, hypothetically, they may mean differences in a number of aspects of the EFS on the var. 4 and var. 5.

The low intensity of microbiological processes and, consequently, low levels of enzymatic activity required for the formation of labile and conservative organic matter in gray forestal soils, as well as the ability of used EFS to improve potential and actual fertility under such conditions, create opportunities for important research. In particular, it will be expedient to deepen and expand the study of patterns of productivity of these plants depending on the intensity of enzymatic processes in the soil, especially polyphenol oxidase, peroxidase activities, group or fractional composition of humus using correlation and variance analysis.

Conclusions. The gradual increase of proteolytic, close to the gradual increase of cellulolytic activity, the content of labile humus in the soil, the economic yield of winter wheat, and the lack of these patterns for dehydrogenase activity in the same substrate in var. 1 (control), var. 2 ($N_{60}P_{90}K_{90}$), var. 3–5 (elements of BS, BS + HF, BS + MF ecologization, respectively, against the background of $N_{60}P_{90}K_{90}$) was revealed. The highest levels of cellulolytic (37.70 %), dehydrogenase activities (0.68 mg of formazan/10 g of soil), carbon of labile humus (588.4 mg/100 g of soil), yield (5.68 t/ha) were achieved in var . 4, the greatest proteolytic activity – on var. 5 (11.90 %). The second place in terms of the level of these indicators in this order was occupied by var. 5 (34.80 %, 0.64 mg of formazan/10 g of soil, 561.7 mg/100 g of soil, 5.46 t/ha), var. 4 (11.40 %), respectively. Hypotheses are proposed according to which EFS with biological components that simultaneously affect the plant and soil (containing BS + HF or BS + MF on the background $N_{60}P_{90}K_{90}$ – var. 4 or 5) are characterized by different mechanisms, ways of action on the formation of studied biological soil characteristics and effective fertility, compared with fertilizer systems on var. 2 and/or var. 3 ($N_{60}P_{90}K_{90}$, $N_{60}P_{90}K_{90}$ + BS respectively). For the implementation of the first of these mechanisms it is important to simultaneously increase the studied hydrolytic and dehydrogenase activities of the soil, while for the second – a moderate increase in hydrolytic, decrease in dehydrogenase activities of the soil relative to control. In the first case, there were larger pool sizes of labile organic matter of the soil, and higher yield levels than in the second. Emphasis is also placed on the probable differences in aspects of the modes of action of the EFS in var. 4, 5 on the formation of the studied indicators.

The obtained results can be used to create a general plan of final productivity formation patterns for winter wheat plants depending on the biological properties of gray forestal soil under EFS conditions.

Список використаної літератури

1. Архипенко Ф. М. Вплив мінеральних добрив на активність оксидоредуктаз темно-сірого лісового ґрунту під нетрадиційними кормовими культурами. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2002. Вип. 3/4. С. 65–67.

2. Власюк О. С., Ковальчук Н. В. Ефективність бактеріальних препаратів залежно від удобрення пшениці ярої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2018. Вип. 27. С. 18–23.

3. Вплив комплексного бактеріального препарату Азогран на врожайність пшениці озимої / О. В. Корнійчук та ін. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2018. Вип. 27. С. 67–73.

4. Вплив систематичного удобрення на біологічну активність сірого лісового ґрунту / О. А. Літвінова та ін. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство».* 2020. Т. 11, № 3. С. 97–104.

5. Гаврилюк В. А., Дідковська Т. П. Ефективність використання нових видів мікробіологічних препаратів і стимуляторів росту. *Вісник ХНАУ. Сер.: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство*. 2008. № 4. С. 49–52.

6. ДСТУ 4732:2007. Якість ґрунту. Методи визначання доступної (лабільної) органічної речовини : Видання офіційне. [Чинний від 2008-01-01]. Київ, 2006. 15 с.

7. ДСТУ ISO 11464:2007. Якість ґрунту. Попереднє обробляння зразків для фізико-хімічного аналізу : Видання офіційне. [Чинний від 2009-10-01]. Київ, 2012. 8 с.

8. ДСТУ ISO 23753-1:2010. Якість ґрунту. Визначення дегідрогеназної активності ґрунтів. Частина 1. Метод з використанням трифенілтетразолхлориду : Видання офіційне. [Чинний від 2012-07-01]. Київ, 2010. 15 с.

9. Збалансоване управління природноресурсним пріоритетом агросфери України за принципами конвенцій Ріо / О. Г. Тараріко та ін. *Агроекологічний журнал.* 2015. № 1. С. 21–

References

1. Arkhypenko F. M. Influence of mineral fertilizers on the activity of oxidoreductases of dark gray forestal soil under non-traditional forage crops. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAN*. 2002. Iss. 3/4. P. 65–67.

2. Vlasiuk O. S., Kovalchuk N. V. The effectiveness of bacterial preparations depending on the fertilization of spring wheat. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 2018. Iss. 27. P. 18–23.

3. The impact of the complex bacterial preparation Azogran on the yield of winter wheat / O. V. Korniichuk et al. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 2018. Iss. 27. P. 67–73.

4. Influence of systematic fertilization on biological activity of gray forestal soil / O. A. Litvinova et al. *Naukovyi zhurnal "Roslynnytstvo ta gruntoznavstvo".* 2020. Vol. 11, No. 3. P. 97–104.

5. Havryliuk V. A., Didkovska T. P. The effectiveness of application of new types of microbiological preparations and growth stimulants. *Visnyk KhNAU. Ser.: Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo*. 2008. No. 4. P. 49–52.

6. DSTU 4732:2007. Soil quality. Methods for determining available (labile) organic matter : Official publication. [Valid from 2008-01-01]. Kyiv, 2006. 15 p.

7. DSTU ISO 11464:2007. Soil quality. Pretreatment of samples for physical and chemical analysis : Official publication. [Valid from 2009-10-01]. Kyiv, 2012. 8 p.

8. DSTU ISO 23753-1:2010. Soil quality. Determination of dehydrogenase activity of soils. Part 1: Triphenyltetrazol chloride method : Official publication. [Valid from 2012-07-01]. Kyiv, 2010. 8 p.

9. Balanced management of natural resource priority of Ukraine's agrosphere according to the principles of Rio conventions / O. H. Tarariko et al. *Ahroekolohichnyi zhurnal.* 2015. No. 1. P. 21–36.

10. Ivasiuk Yu. I., Karpenko V. P., Prytuliak R. M. Biological activity of soil in

36.

10. Івасюк Ю. І., Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Біологічна активність ґрунту в агроценозі сої за роздільного та інтегрованого застосування гербіциду і біологічних препаратів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2016. № 2. С. 5–7.

11. Моргун В. В., Коць С. Я., Кириченко Е. В. Ростстимулирующие ризобактерии и их практическое применение. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2009. Т. 41, № 3. С. 187–207.

12. Москалевська Ю. П., Патика М. В. Біологічна активність та мікробна трансформація органічної речовини чорнозему типового за різних систем землеробства. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 2. С. 68–72.

13. Нагорна О. І. Керувати родючістю можна. *Посібник українського хлібороба*. 2013. Т. 1. С. 11.

14. Найдьонова О. Є. Застосування гумінового препарату Humin plus в органічному землеробстві. *Вісник ХНАУ. Сер.: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство*. 2015. № 2. С. 39–50.

15. Особливості застосування деструкторів стерні в умовах степової зони / А. Коваленко та ін. *Вісник аграрної науки*. 2020. Т. 98, № 2. С. 44–51.

16. Петриченко В. Ф. Сучасні системи землеробства в Україні. Вінниця, 2006. 212 с.

17. Погромська Я. А. Мікробіологічна активність чорнозему звичайного залежно від обробітку ґрунту. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 2. С. 33–38.

18. Потапенко Л. В., Скачок Л. М., Горбаченко Н. І. Біологічна трансформація органічної речовини у дерново-підзолистому ґрунті за впливу систем удобрення та мікробних препаратів. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2017. Вип. 26. С. 30–36.

19. Стан сірого лісового ґрунту за впливу органо-мінеральних добрив і регуляторів росту рослин / М. Г. Васи-

the soybean agrocenosis with separate and integrated use of herbicides and biological preparations. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2016. No. 2. P. 5–7.

11. Morhun V. V., Kots S. Ya., Kyrychenko E. V. Growth-promoting rhizobacteria and their practical application. *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rasteniy*. 2009. Vol. 41, No. 3. P. 187–207.

12. Moskalevska Yu. P., Patyka M. V. Biological activity and microbial transformation of organic matter of typical chernozem under conditions of different farming systems. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. 2014. No. 2. P. 68–72.

13. Nahorna O. I. Fertility can be managed. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 2013. Vol. 1. P. 11.

14. Naidonova O. Ye. The use of humic preparation Humin plus in organic farming. *Visnyk KhNAU. Ser.: Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo*. 2015. No. 2. P. 39–50.

15. Specifics of the use of stubble destructors in the steppe zone / A. Kovalenko et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2020. Vol. 98, No. 2. P. 44–51.

16. Petrychenko V. F. Modern systems of agriculture in Ukraine. Vinnytsia, 2006. 212 p.

17. Pohromska Ya. A. Microbiological activity of common chernozem depending on soil tillage. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2019. No. 2. P. 33–38.

18. Potapenko L. V., Skachok L. M., Horbachenko N. I. Biological transformation of organic matter in soddy-podzolic soil under the influence of fertilizer systems and microbial preparations. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 2017. Iss. 26. P. 30–36.

19. State of gray forestal soil under the influence of organo-mineral fertilizers and plant growth regulators / M. H. Vasylenko et al. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2016. No. 4. P. 100–106.

20. Tarariko O. H. Biologization and

ленко та ін. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 4. С. 100–106.

20. Тараріко О. Г. Біологізація та екологізація ґрунтозахисного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 10. С. 5–9.

21. Трембіцька О. І. Біологічна активність ґрунту в залежності від систем добрив в короткоротаційній сівозміні. *Вісник ЖНАЕУ*. 2011. № 1. С. 441–449.

22. Трус О. М. Зміна лабільної частини гумусу ґрунту після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2013. № 1/2. С. 65–70.

23. Центило Л., Сендецький В. Біологічна ефективність використання біодеструкторів. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2014. Т. 1, № 2 (1). С. 93–99.

24. Цигічко Г. О., Маклюк О. І. Динаміка біохімічної активності чорнозему типового за органічної та традиційної систем землеробства. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. № 82. С. 91–97.

25. Шевченко Л. А. Розвиток кореневої системи рослин кукурудзи за впливу мікробного препарату поліміксобактерину. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2017. Вип. 26. С. 42–48.

26. Шустерук Т. З., Польовий В. М. Вплив добрив на біологічну активність темно-сірого опідзоленого ґрунту. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2005. Вип. 4. С. 17–21.

27. Biostimulants and crop responses: a review / R. Bulgari et al. *Biological Agriculture & Horticulture*. 2015. Vol. 31, No. 1. P. 1–17.

28. Biostimulants in plant science: a global perspective / O. I. Yakhin et al. *Frontiers in plant science*. 2017. Vol. 7. P. 2049–2080.

29. Effects of long term application of organic and mineral fertilizers on soil enzymes / A. D. Samuel et al. *Revista de Chimie*. 2018. Vol. 69. P. 2608–2612.

30. Impact of mineral fertilizers on ecologization of soil-protective agriculture. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 1999. No. 10. P. 5–9.

21. Trembitska O. I. Biological activity of the soil depending on fertilizer systems in short-rotation crop rotation. *Visnyk ZhNAEU*. 2011. No. 1. P. 441–449.

22. Trus O. M. Changes in the labile part of soil humus after prolonged use of fertilizers in a field crop rotation. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2013. No. 1/2. P. 65–70.

23. Tsentylo L., Sendetskyi V. Biological efficiency of biodestructors use. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*. 2014. Vol. 1, No. 2 (1). P. 93–99.

24. Tsyhichko H. O., Makliuk O. I. Dynamics of biochemical activity of typical chernozem under conditions of organic and traditional farming systems. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo*. 2015. No. 82. P. 91–97.

25. Shevchenko L. A. Development of the root system of maize plants under the influence of the microbial preparation Polymyxobacterin. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 2017. Iss. 26. P. 42–48.

26. Shusteruk T. Z., Polovyi V. M. Influence of fertilizers on biological activity of dark gray podzolic soil. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAN*. 2005. Iss. 4. P. 17–21.

27. Biostimulants and crop responses: a review / R. Bulgari et al. *Biological Agriculture & Horticulture*. 2015. Vol. 31, No. 1. P. 1–17.

28. Biostimulants in plant science: a global perspective / O. I. Yakhin et al. *Frontiers in plant science*. 2017. Vol. 7. P. 2049–2080.

29. Effects of long term application of organic and mineral fertilizers on soil enzymes / A. D. Samuel et al. *Revista de Chimie*. 2018. Vol. 69. P. 2608–2612.

30. Impact of mineral fertilizers on mineral nutrients in the ginger rhizome and on soil enzymes activities and soil properties / D. Jabborova et al. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2021. Vol. 28, No. 9. P. 5268–5274.

mineral nutrients in the ginger rhizome and on soil enzymes activities and soil properties / D. Jabborova et al. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2021. Vol. 28, No. 9. P. 5268–5274.

31. Microbial biofertilizers: Bioresources and eco-friendly technologies for agricultural and environmental sustainability / D. Kour et al. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2020. Vol. 23. P. 101487–101497.

32. Siebielec G., Siebielec S., Lipski D. Long-term impact of sewage sludge, digestate and mineral fertilizers on plant yield and soil biological activity. *Journal of Cleaner Production.* 2018. Vol. 187. P. 372–379.

31. Microbial biofertilizers: Bioresources and eco-friendly technologies for agricultural and environmental sustainability / D. Kour et al. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2020. Vol. 23. P. 101487–101497.

32. Siebielec G., Siebielec S., Lipski D. Long-term impact of sewage sludge, digestate and mineral fertilizers on plant yield and soil biological activity. *Journal of Cleaner Production.* 2018. Vol. 187. P. 372–379.

Received 21.01.2022
Agreed for printing 15.02.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-3
UDC 631.95:001.82
O. F. STASIV, doctor of agricultural sciences
Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, v. Obroshyne, Lviv district, Lviv region, 81115, e-mail: inagrokarpat@gmail.com, inagrokarpat@isqkr.com.ua
R. A. NAKONECHNYI, candidate of philosophical sciences
A. D. KOPYTKO, candidate of historical sciences
Lviv National University of Nature Management
Volodymyra Velykoho St, 1, Dubliany, Lviv district, Lviv region, 80381, e-mail: akopytko@ukr.net

METHODOLOGICAL ASPECTS OF ORGANIC PRODUCTION AND BALANCED NATURE MANAGEMENT

The role of the Ukrainian school of physical economy as one of the important methodological aspects of building a system of organic production and sustainable use of nature in Ukraine and the world is highlighted. The authors draw attention to the importance of the close connection of specialized (scientific) knowledge with philosophical knowledge as an important basis for the harmonious coexistence of man and nature in modern conditions and in the future. It is emphasized that the content of this science, its focus are the sharpest weapons of man in the struggle for survival, for better adaptation to environmental conditions. The range of problems that become obstacles to the realization of the goals and objectives of organic production and sustainable use of nature in modern Ukraine is outlined. The problem of interaction of special sciences with philosophy, saturation of concrete-scientific knowledge with provisions in which certain philosophical ideas are reflected in a certain way is covered. The article substantiates the role of the philosophy of organic production and sustainable use of nature in changing the attitude of man and society not only to nature but also their own physical, intellectual and moral and spiritual health from consuming and contemptuous to harmonious, where man realizes himself an integral part of space processes.

Organic production is considered an integral part of agricultural production, which is one of the main features of human existence, humanity and is an integral part of the biosphere, revealing the ontological nature of its functioning. It is emphasized that the unique social role of organic production and sustainable use of nature is organically linked to the strategy of sustainable development and is an important condition for its construction. The authors emphasize the importance of the doctrine of physical economy in revealing the understanding of the relationship of universal processes, in particular energetic, with the processes on the planet Earth through the prism of flora, fauna and humus layer as storage and transformers of space, including solar energy.

© Stasiv O. F., Nakonechnyi R. A., Kopytko A. D., 2022

Key words: philosophy of organic production and sustainable use of nature, Ukrainian school of physical economy, teachings of physiocrats, science, agriculture, organic production, balanced (sustainable) development, soil, humus layer, solar energy, life, methodological principles of organic production and sustainable use of nature.

Стасів О. Ф.[1], Наконечний Р. А.[2], Копитко А. Д.[2]
[1]Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
[2]Львівський національний університет природокористування

Методологічні аспекти органічного виробництва та збалансованого природокористування

Висвітлено роль вчення української школи фізичної економії як одного з вагомих методологічних аспектів побудови системи органічного виробництва та збалансованого природокористування в Україні та світі. Автори звертають увагу на вагомість тісного зв'язку спеціалізованого (наукового) знання з філософським знанням як вагомої підстави для гармонійного співіснування людини і природи в сучасних умовах та майбутньому. Наголошено, що зміст цієї науки, її спрямованість становлять найгострішу зброю людини в боротьбі за виживання, за краще пристосування до умов навколишнього оточення. Окреслено коло проблем, які стають перешкодами на шляху реалізації цілей і завдань органічного виробництва та збалансованого природокористування в сучасній Україні. Висвітлено проблему взаємодії спеціальних наук з філософією, насичення конкретно-наукових знань положеннями, в яких певним чином відображаються ті чи інші філософські ідеї. В статті обґрунтовано роль філософії органічного виробництва та збалансованого природокористування у зміні ставлення людини і суспільства не тільки до навколишньої природи, але й власного фізичного, інтелектуального та морально-духовного здоров'я від споживацького й зневажливого до гармонійного, де людина усвідомлює себе невід'ємною частиною космічних процесів.

Органічне виробництво розглядається як складова частина сільськогосподарського виробництва, яке є однією з основних ознак буття людини і людства та виступає складовою частиною біосфери, виявляючи онтологічний характер його функціонування. Наголошено, що виняткова за своїм значенням для людства соціальна роль органічного виробництва і збалансованого природокористування органічно пов'язана зі стратегією сталого розвитку і є вагомою умовою його побудови. Автори підкреслюють значення вчення фізичної економії у розкритті розуміння взаємозв'язку вселенських процесів, зокрема енергетичних, з процесами на планеті Земля крізь призму функціонування рослинного та тваринного світу і гумусного шару як накопичувачів та трансформаторів космічної, зокрема сонячної енергії.

Ключові слова: філософія органічного виробництва і збалансованого природокористування, українська школа фізичної економії, вчення фізіократів,

наука, сільське господарство, органічне виробництво, збалансований (сталий) розвиток, ґрунт, гумусний шар, сонячна енергія, буття, методологічні принципи органічного виробництва і збалансованого природокористування.

Introduction. The philosophy of organic production and sustainable use of nature is a specific type of scientific knowledge related to agriculture, crop production, agricultural science in general. Its role is unique because it combines the spiritual meanings and material dimensions of earthly and universal existence. And at the heart of these dimensions is Man, his health and his future in union with Nature. It is no exaggeration to say that the content of this science, its focus are the sharpest weapons of man in the struggle for survival, for better adaptation to environmental conditions. After all, the ancestor of life on Earth is a plant that is directly sculpted by the Sun [29, p. 75].

The whole history of the development of scientific research in the field of organic production and sustainable use of nature is a clear evidence of how human cognitive abilities can serve the practice of agricultural production. This is convincingly demonstrated by the example of the Ukrainian School of Physical Economics (S. Podolynskyi, V. Vernadskyii, M. Rudenko), whose worldview and scientific discoveries are of universal importance and are, according to Professor Volodymyr Shevchuk, Chairman of the Serhiy Podolynskyi Scientific Society, "Ukrainian dimension of universal saving knowledge "[29, p. 5].

Materials and methods. As we know, the general scientific level of methodology is a synthesis of specific scientific and philosophical knowledge. The properties of forms and means of general scientific level are intermediate in terms of qualitative characteristics of similar phenomena of other stages of scientific methodology, so the latest general scientific constructs of theory play a non-traditional intermediate link between specific sciences and philosophical, methodological knowledge, the core of which is dialectical theory. And it is the dialectic, "which is a creative method of metaphysics" [29, p. 510]. Metaphysics, in turn, seeks the unchanging basis of the world (substance) and only these searches can be considered philosophy [29, p. 510]. And when it comes to general social practice, we must use scientific and theoretical opportunities to resolve the contradictions that exist. After all, the whole history of modern civilization, agriculture in the first place, is characterized by efforts to overcome the great contradiction between, on the one hand, the desire to get the highest harvest, give bread to people, and on the other hand, preserve and increase soil fertility – the most valuable and irreplaceable, natural, God-given

resource, the accumulator of solar energy, the basis of life on planet Earth. Because "all kinds of value are generated by land and only land" [29, p. 352]. Answering the question of what physical economy is, the classic of the Ukrainian school of physical economy M. Rudenko emphasizes that “it should become a reliable bridge between social and natural sciences. And if we fail to build him, the road to the future will be covered with dead sands of vast deserts "[29, p. 353].

One of the directions of science integration is strengthening the interaction between philosophical and non-philosophical (special) knowledge, increase the diversity of channels and forms of communication between them, which is a natural process. By studying the phenomena of the world and penetrating into their essence, philosophy necessarily delves into the complexity and internal contradictions of recognizable objects, given the inexhaustible diversity of their properties, connections and relationships. The worldview nature of philosophical knowledge determines its special significance for the formation of the scientific picture of the world. Therefore, the interaction of special sciences with philosophy, the saturation of specific scientific knowledge with provisions that in some way reflect certain philosophical ideas.

At all times, philosophical knowledge has a significant impact on any manifestations of knowledge, even purely special, a striking example of which is the philosophy of organic production and sustainable use of nature. It influences "not only with its problems and conceptual apparatus, not only with the decisive attention to the principles of worldview, but also with the basic methods of cognition and transformation of reality", E. Semeniuk and V. Melnyk emphasize. The methodological function of philosophy in the field of special scientific knowledge is realized with special expressiveness and clarity through the mediation of categories, laws and principles of dialectics. "Suffice it to recall how the concepts of singular, special and general, content and form, essence and phenomenon, cause and effect, quantity and quality, et. al., as well as closely related principles of universality of development and communication, determinism, finally, the laws of dialectics (and not only basic, but also such as the need for causation) are specifically and uniquely embodied in the shell of special concepts, principles, theoretical and conceptual provisions, the laws of mathematics or ecology, measurement theory or art history", – continue the authors of the textbook "Philosophy of Modern Science and Technology" [31, p. 65].

Next, we will review a number of works that highlight the specific scientific and philosophical dimensions of organic production and sustainable use of nature.

Researcher Bezus R. M. studies the problems of organizational and economic foundations' formation for the development of organic production. In particular, he paid attention to the conceptual foundations and methodological approaches to the formation of organizational and economic foundations for the development of organic production [1, p. 18–150].

It is important to build your activities in relations with nature, in particular, in the production and sale of organic products, based on appropriate models and principles of activity. In this regard, a significant methodological basis in modern conditions is the doctrine of the noosphere. Here it is important to clearly distinguish between real projects and utopias. This is the question that is being studied by Bokov V. A. and Buriak V. V. from Tavrida National V. I. Vernadskyii University in Simferopol. Thus, they study the ideological potential of the noosphere doctrine and its consistency with the concept of sustainable development, emphasize the existence of a holistic information and material system "biosphere-sociosphere-technosphere-infosphere" and emphasize the superiority of noosphere doctrine over the concept of sustainable development because it considers the dynamics of "the whole system with the analysis of the behavior of its individual parts" in contrast to the latter, which focuses on the mechanisms of individual multifaceted actions, outline the tasks of the doctrine of the noosphere, advocating meaningful planning of future humanity, analyze the law information and humanitarian balance as a crucial condition for solving the main task of mankind – the preservation of the "biosphere-humanity-technosphere" system, which is the material basis of the noosphere *(work "Noosphere realities and utopias")*.

Professor O. Valuiskyi studies the philosophical aspects of the ecological problem of the present, emphasizing its socio-natural character, distinguishing in this respect the concepts of "ecological crisis" and "socio-ecological crisis" [3, p. 71]. He emphasizes that taking into account "objective and subjective reasons allows a fuller and deeper understanding of the dialectical interaction of man, society and nature, to understand such specific relationships between them that distinguish them from the interaction of other phenomena", emphasizing the need not to ignore human problem, and include it in the context of solving global problems, in particular, environmental [3, p. 74, 75]. The author is a supporter of the need for a dialectical combination of formational and civilizational concepts

of human development, creative use of the potential of each, citing theoretical and practical developments in modern China, including the solution of the food problem [3, p. 76, 77].

Researcher Skyba Yu. A. analyzes the issue of options for humanity's exit from the environmental crisis. In this regard, he considers a range of concepts, approaches, principles for the future development of mankind. The author is a supporter of the dominant role of environmental approaches in the process of building concepts for overcoming the environmental crisis and the prospects for human survival [33].

Bipolarity of the noosphere concept on the example of the ideas of the followers of V. I. Vernadskyii is analyzed by researcher Chuikova O. V. (Odessa National Medical University). She notes that nooethics, inextricably linked to noosphere teachings, must harmonize soul, spirit, body and unite mind with faith. It is nooethics that raises the issue of life as the highest value, for the preservation of which other ideas should be sacrificed, even if they seem strategically important [43]. Researchers Halapsis A. V. and Halapsis V. S. are in solidarity with her. They note that "further coevolution of the biosphere and society is possible only when the optimal, equilibrium state of the living and artificial world is achieved". According to them, "the noosphere in the proper sense of the word will become a reality when Life and Mind will not oppose, but complement each other" [39, p. 35].

The manifestation of noosphere thinking is the introduction into the educational process of knowledge acquired by past generations of thinkers and our contemporaries to achieve a balance between civilization and nature. In this regard, the course of lectures by G. Khayetsky "Human Ecology" (Vinnytsia, 2014) is interesting. It presents a modern theory of understanding the phenomenon of man from ecological, biological, social and philosophical positions. Man is interpreted by the author as a cosmoplanetary phenomenon and as a component of nature. The researcher describes the impact of cosmic, planetary, natural and anthropogenic factors on humans, the relationship between nature and society and the consequences of human intervention in natural and cosmic processes. Knowledge of man as a bioenergetic information system, according to G. Hayetsky, is the basis of knowledge of the causes and consequences of the current environmental crisis and the deterioration of human health, management and ways to optimize life processes [38].

Researcher Vorobiova L. V. pays attention to the problem of studying the role of ideas of physical economy in the organization of the modern management system. The author notes the need to introduce into

scientific circulation categories that reflect the organic unity of natural and social factors of economic processes, as well as the feasibility of studying the process of energy formation in social sciences, approval the Ukrainian school of physical economy and its contribution to world science [6, p. 91, 92]. The researcher draws parallels between the ideas of S. Podolynskyi and the American economist and politician L. Larush, the founder of physical economics as a branch of modern economics. Vorobiova L. V. emphasizes the growing importance of the doctrine of physical economy in the XXI century when the role of inexhaustible and renewable energy sources in the world energetic will increase [6, p. 93]. The doctrine of physical economy, in contrast to political economy, according to the researcher, is based on natural laws, namely "capture, conservation and conversion of solar energy, not the exploitation of human labor" [6, p. 94].

Vorobiova L. V. also addresses the study of theoretical issues of noosphere concentration formation by V. Vernadskyii. In particular, the researcher draws attention to the stages of this concept formation in domestic science. A special place is given to the consideration of energy theory in the study of issues related to economic issues. The author demonstrates the possibilities of practical application of the teachings of V. Vernadskyi. She emphasizes that the teachings of the Ukrainian school of physical economy can be the basis for the formation of a modern civilizational paradigm of social development and the agricultural sector will make Ukraine prosperous, not industry as previously thought [5, p. 241, 242].

I. Dychko devoted his publication to understanding the problems of coexistence of the noosphere and the biosphere. In this regard, his proposal to restructure the entire complex of education and upbringing of the national education system taking into account the existing environmental problems is interesting. According to him, "knowledge, culture, well-thought-out laws, responsibility, awareness will help people overcome the current crisis and conflict with nature" [10, p. 75].

Professor Shevchuk V. O., Chairman of the Scientific Society named after S. Podolynskyi is engaged in development of physical and economic bases of strategy of development of agrarian sphere of Ukraine. The researcher concludes that the fundamental natural principles on which the modern development of the agricultural sector should be based are: 1) compliance with the law of conservation and conversion of energy; 2) taking into account the energy difference between animate and inanimate. According to the researcher, this will ensure economic balance and long-term development of the agricultural sector. According to the scientist,

"scientific justification of the National Strategy for long-term balanced development of Ukraine's agrosphere should be based on the coordination of classical and modern approaches", where physical and economic principles should be given a dominant role [45, p. 106].

Problems of formation of the physical and economic paradigm of modern management are touched also by Professor I. V. Prokopa in his review of the collective monograph "Physical economy in the dimensions of the theory and practice of management" (K., 2013). The reviewer notes that "fundamentally new are the scientific and applied dimensions of physical economy presented in the monograph", "modern economic knowledge is considered in terms of gaining sufficiency through physical economy, analyzes the impact of the latter on changing the current market paradigm and reveals the innovative nature of the physical and economic vision of development". I. V. Prokopa notes as an advantage of the analysis of the prognostic possibilities of the physical economy doctrine [27, p. 94, 95].

Researchers Glushko T. P. and Korsak L. M. interpret the concept of sustainable development, which is gaining increasing recognition in the modern world as an agrarian philosophy of modern civilization. They note that in the field of agro-industrial production the problem of transition to sustainable development is especially relevant, because it is here that "the natural environment plays a crucial role and is a major factor in product quality as a guarantor of public health" [7, p. 2]. The authors emphasize that the principles of organic farming encourage land users "not to fight with nature, but only to direct all its processes", thereby improving the ecological balance of natural systems and integrating individual technological productions of the agricultural system into ecological integrity [7, p. 2]. Researchers, analyzing world experience, consider the advantages of organic agriculture: optimization of population health and productivity of interdependent natural systems – soil life, plants, animals and people, promoting the development in a countryman (or farmer) sense of responsibility for "living soil organism", "conscious internal and external restructuring of the style of agrarian thinking" [7, p. 3]. Researchers agree with the conclusions that "organic agriculture affects natural resources, maintaining a harmonious relationship between human activities and the environment, despite economic crises, overproduction and natural disasters" [7, p. 3]. They inextricably link the problem of the development of organic agriculture with the problem of sustainability of the agro-industrial complex. According to them, "sustainable rural development improves the efficiency of the rural economy and improves the quality of life of the rural population, maintains ecological balance, preserves and restores the rural

landscape", and "solving the agricultural crisis becomes a spiritual need today because its solution does not depend on natural conditions, but primarily on man" [7, p. 3, 4].

Veremeenko S. I. and Trusheva S. S. characterize the emergence of alternative farming systems in the historical aspect. They highlighted the scientific and theoretical foundations of biodynamic, natural, biological (organic) agriculture. The authors specifically focused on the analysis of the state and prospects of development of organic farming in the world and in Ukraine [4].

The essence of ecologically safe farming, its advantages over intensive methods, the state of development and implementation of ecological agriculture in Europe and Ukraine, prospects for its development analyzes Grabak N. Kh. [8]. A striking example of the tradition of using organic production in domestic agriculture in the past is the system of Ivan Ovsinskyi (1856–1909), to study of which were devoted scientists from the Institute of Agriculture of Ukrainian NAAS Degodiuk E. G., Degodiuk T. S. [9]. It is known that this system provides minimization of tillage to a depth of not more than 5 cm with cross-strip sowing for cereals, the introduction of crop rotation of legumes and green manure. Leaving by-products in the field ensures the activity of earthworms, creates the effect of self-sufficiency of the field with nutrients, optimal moisturing and use of the edge effect.

Researchers from Ternopil National University of Economics Dudar T. G. and Dudar O. T. in their publication highlight the leading trends in the development of the organic sector of agriculture and the possibility of expanding the national market for environmentally friendly agricultural products, taking into account international standards. They substantiate the conceptual model of the infrastructure of the organic agri-food market in order to ensure the quality and safety of agri-food products in Ukraine [12]. The state of the domestic market of organic food and features of its development in Ukraine is analyzed by researcher Zaychuk T. O. (Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman). He pays special attention to the definition of marketing tools for the formation of domestic demand for organic products and ways to minimize the economic risks of organic production [13].

Researchers Khorishko I. V. and Khristenko O. A. use the essence of theoretical approaches to defining the basic concepts of environmentally friendly agricultural production and environmental monitoring of agricultural production as a competitive advantage of producer countries [41, 42].

Researchers Zinovchuk N. V. and Rashchenko A. V. (Zhytomyr National Agroecological University) analyze the problems of economic feasibility of organic agriculture. They focus on studying the methodology for assessing the readiness of agricultural managers to implement organic production. The authors characterize motivational and other limiting factors that significantly affect the choice of organic management methods. They offer an organizational model for the creation and operation of associations of producers and consumers of organic products [14]. Zoria P. S. addresses the problem of ecologically clean products production. The researcher considers the problems and current needs of modern time in the production of environmentally friendly products. The author characterizes the trends and expediency of the introduction of organic production, as well as ways to intensify it in Ukraine [15]. The essence of biological agriculture and the conditions of its effective application on the example of short-rotation field crop rotations are studied by V. O. Yeshchenko, V. P. Opryshko and S. V. Usyk [13].

The problem of sales channels of organic products in Europe and Ukraine is studied by Yu. S. Berezhna. In particular, the researcher concludes that it is necessary to apply the strategy of direct exports and the use of sales cooperatives for domestic producers of organic products [2, p. 201].

Substantiation of the main stages of formation of a new strategy of nature management is carried out by the professor of the Academy of Municipal Administration T. V. Ivanova. In particular, she addresses the problems of environmental degradation on the scale of the planet Earth [17].

Researcher Kobets M. I. appeals to the study of the place and role of organic farming in the implementation of the basic provisions of the concept of sustainable development. The author reveals the environmental, social and economic benefits of the organic farming introduction. The researcher provides a comparative description of its development in the European Union and Ukraine. At the same time, the author proposed an action plan for further greening of domestic agricultural production [18].

Researchers Sokol L. M., Stefanovska T. R., Pidlisniuk V. V. consider organic (ecological) agriculture as an integral part of sustainable agricultural development. In organic farming they see an effective alternative to existing farming methods. In their publication authors analyze the introduction of organic production in the world, its benefits. In this regard, researchers assess the theoretical and practical feasibility of implementing organic farming in Ukraine. In particular, the level of

readiness of the Ukrainian population to consume environmentally friendly products is studied [34].

The dissertation research of Kutarenko N. Ya. Is devoted to the problems of organic agriculture development in the agri-food system in Ukraine. In it, the researcher analyzes the concept of sustainability of the agri-food system, the defining attributes of the concept "organic agriculture", outlines the socio-ecological and economic factors of its development, describes the regulatory framework in the field of domestic organic agriculture. Kutarenko N. Ya. considers the state and conditions of organic agriculture and mechanisms for certification of organic products in Ukraine and the world, studies the role of operators of organic agriculture and their marketing activities. The researcher addresses the prospects for the development of domestic organic agriculture and developed practical recommendations for its stimulation through the prism of the mechanisms of state support, interest of producers and the formation of motivations for the consumption of organic products in the population [20].

An illustration of the effectiveness of the principles and methods of organic farming is the publication of A. O. Oleksienko, which addresses the issue of practical implementation of the goal of organic farming in Ukraine in general and Kirovograd region in particular. The author describes farms as one of the most common forms of management in agriculture. A. O. Oleksienko studies aspects of economic efficiency of agricultural producers in the process of practical application of the principles and methods of organic farming [25].

Researcher N. B. Stovolos (Sumy National Agrarian University) turned to the study of the model of formation of the national system of organic production. She concluded that there was a need for proper legal support for the development of the organic sector of agriculture. According to her, the formation of a systematic state policy aimed at developing organic production is an important condition for reducing anthropogenic pressure on the environment and improving the ecological situation, preserving biodiversity, improving environmental safety, forming agri-environmental image of the state and increasing competitiveness of organic production [35].

Problems of progress in the formation of sustainable agroecosystems of biogenic agriculture, associated with the use of arrays of high-yielding shrubs that produce renewable energy and polysaccharides for various biotechnologies of continuous action, describes M. M. Timofeev (Donetsk Institute of Agroindustrial Production of NAAS of Ukraine). He considers such shrubs as a resource, economic and organizational and technological

basis for the operation of electric vehicles in agriculture [36]. In turn, the effectiveness of the elements of organic farming in the Forest-Steppe is analyzed by researcher Tsyuk O. A. [42].

Korovinska G. I. and Dodonova V. I. turn to the issue of environmental security of society, in particular, in the context of technocratic thinking. The authors analyze the environmental aspects of the globalization process, formulate questions about the relationship between technocratic thinking and the globalization process, study the ideological and philosophical origins of this issue in different periods of the history of philosophy and science [19].

Researchers Sahaidak Yu. and Kharchenko T. (Taras Shevchenko National University of Kyiv) paid attention to the study of the formation and development of the environmental market in Ukraine. They focus on the study of factors that hinder the development of the environmental market. They analyzed the state of the environmental market in Ukraine and leading countries. Researchers also highlight ways to improve the functioning of the market for organic goods to increase its competitiveness [30].

Researcher G. Tiutiunnyk studies the current state of organic farming in Ukraine, analyzing the positive and negative aspects of the formation of its market. It outlines the main problems of its development and ways to solve them based on foreign experience. The author offers a number of approaches to improve the production and marketing of organic agricultural products. The researcher emphasizes that the efficiency of enterprises engaged in the production of organic products, and the development of the organic production sector in general depend on the level of development of its certification system. G. Tiutiunnyk gives convincing examples of foreign experience in supporting producers of organic products. The researcher also draws attention to the need for legislative consolidation of administrative regulators of organic production and mechanisms of state support, including subsidy policy [37].

The moral and ethical dimension of economic activity in the context of its study in the history of philosophical and cultural thought is carried out by Ostropolska Z. M. She rightly notes that "economic work is an activity not only to meet the material needs of man, but also the moral and ethical manifestation of the spirit, spiritual action"; the employee as a subject of production activity is the bearer of certain values, worldviews, religious views [26, p. 32]. In this regard, the views of the German thinker M. Weber are interesting, who noted such spiritual qualities of the worker as conscientiousness, will, responsibility, ascetic labor discipline [26, p. 33].

Before Weber, this question was raised by the Ukrainian thinker G. S. Skovoroda, which outlined the economic activity of man as one that "should be charitable, strives for happiness", and should be carried out "in accordance with the biblical moral code" [26, p. 33]. In this regard are interesting the views of the russian thinker of the XIX century V. Solovyov, who saw in man not only a social being, but also a natural unity, so his economic activity is an integral part of cosmic unity. According to the thinker, human life is realized in the "form of integral existence, moral and physical solidarity". Morality is an important criterion for the prevention of predatory management, inextricably linked with contempt for people and the environment [26, p. 38, 39]. The researcher concludes that the formation of a moral attitude to property, especially to land ownership, requires the spiritualization of both man and material nature as a prerequisite for the cessation of predatory management. Love for the earth can be realized in a society where people are aware of the need for self-restraint, which, in particular, should be manifested in the restriction of personal needs and property" [26, p. 39]. Ostropolska Z. M. summarizes that "the prospects for the development of civilization in the context of globalization will determine both progress in technology and economic ethos based on universal spiritual values" [26, p. 40]. In our opinion, organic agriculture fully complies with the principles of such an economic ethos and should not reduce its purpose and objectives to purely technical or technological spectra, as is sometimes the case in some views of some scientists and practitioners – supporters of organic production.

The main socio-philosophical approaches to understanding and researching the concepts of "ecological consciousness" and "ecological culture" are analyzed by A. S. Radei (NTUU "Kyiv Polytechnic Institute"). The author emphasizes that "the choice of "human strategy" should be consistent with the "nature strategy", ie the boundaries and direction of human development should be consistent with the development of the entire biosphere, ensure the coevolution of nature and society". The researcher notes two ways out of the global environmental crisis: 1) technical and technological; 2) worldview and social, between which there is a dialectical relationship. According to him, ecological knowledge has an integral character, encompassing in a single integrity philosophical, natural science, socio-humanitarian knowledge. A. S. Radei emphasizes that "the spread of ecohumanism in society largely depends on the formation of human and social attitudes to nature, and, consequently, approaches to solving environmental problems" and a significant role in this process is played by philosophy. In the course of revealing the essence of the interaction of

society and nature, environmental problems, in his opinion, "should make its orientation, worldview influence not only on individuals but also on the acceptance in the social environment of thoughts, values, norms, attitudes to spiritual culture as a whole". The formation of environmental knowledge should include both sensory-emotional and rational components. The very process of humanization of environmental knowledge is inextricably linked with the problem of ethical and environmental imperative as a guarantor of harmonization of components within the system, tentatively called "nature – society". Ecological consciousness can be formed only as a result of a combination of ecological relations and ecological activity, and "ecological culture itself, based on the integrity of the "society-nature" system, includes a dialectical synthesis of ecological relations, ecological activity and ecological consciousness". Moreover, in this link the author sees the main component of environmental activities [28].

The controversial nature of the relationship between man and nature is considered by researcher Shevel A. O. In this regard, the author analyzed the conceptual approaches of K. Tsiolkovskyi, A. Ursul, M. Fedorov, V. Vernadskyi, M. Moses, K. Lorentz, Pope John Paul II and others. She concluded that "there is a certain correlation between the goals of society and social development, described by the basic law of social ecology", and "maintaining the further progressive development of human civilization is associated not only with a simple increase in its technical capacity, but also with qualitative change the nature of the relationship between society and nature. It is necessary to take into account all the components of the problem, to build complex projects to overcome the crisis in the relationship between man and nature, and not focus on any one aspect, although attractive from the point of view of a particular researcher [44, p. 104].

The authors have been working on the issues outlined in the article for the last decade. They conduct research within the scientific activities of the Department of Philosophy (now Humanities Education) of Lviv National Agrarian University. This is reflected in both organizational activities and scientific publications.

Thus, the authors took part in **round tables:**

1) Round table "Modern physical economy as the basis of a new philosophy of land management" (Dubliany, 24.05.2017 with the participation of teachers of LNAU and LNU named after I. Franko, the public of Lviv and Drohobych, related to the presentation of the monograph of L. S. Gryniv "Physical economy: new models of sustainable development";

2) Round table "Philosophy of sustainable development and the problem of organic farming" (Dubliany, November 9, 2017);

3) Round table dedicated to the 25th anniversary of the Department of Economics of Ukraine named after M. Tugan-Baranovsky "New models of sustainable development economy: problems and prospects" (Lviv National University, May 23, 2018, Lviv). The topic of the report: "Philosophical and value discourse of the problems of physical economy and sustainable development".

4) Round table "Earth and man: to a deeper harmonization of relations" (April 10, 2019, organizers: LNAU and Stryi College of LNAU).

5) Round table "Mykola Rudenko: philosopher, public figure, poet" (April 23, 2021) Topic of the report: "Socio-ecological problems in the teachings of M. D. Rudenko".

Participation in radio and TV programs:

1) Radio "Lviv FM" (with the participation of Hryniv L. S. and Nakonechnyi R. A.): issues of philosophy of physical economy: the role of social and humanitar sciences (May 8, 2017);

2) Ternopil Regional Television (speech by Nakonechnyi R. A. on the problems of the philosophy of organic farming, June 29, 2017);

Participation in scientific and scientific-practical seminars:

1) Seminar "On the way to sustainable development: from organic production to biodiversity restoration", April 27–29, 2017, within the forum "Agroport", Lviv, West-Agroport, 2017);

2) Practical seminar "Development of an innovative model of harmonious development of Ukraine in the XXI century" (based on the construction of ecovillages on the Dnieper, Carpathians and diaspora, November 30, 2017), venue: Union of Architects of Ukraine, Lviv region;

Participation in scientific and practical conferences and scientific forums:

1) XVII International Scientific and Practical Forum (September 14-16, 2016) (Dubliany, Zhovkva district, Lviv region). Kopytko A. D. The topic of the report: "Model of relations in the system "man-nature" in the doctrine of physical economy";

2) International scientific-practical conference "Innovative management of natural agricultural production in Ukraine" (November 10-11, 2016). Kopytko A. D. Topic of the report: "Thermodynamic and infodynamic models of physical economy";

3) IV International Scientific and Practical Conference "Ecology and Nature Management in the System of Optimization of Relations between Nature and Society". (April 27–28, 2017, Ternopil);

4) International scientific-practical conference "Greening of education as a factor in sustainable development of society", National University of Forestry of Ukraine (Lviv, October 19–20, 2017);

5) The First All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Organic Agricultural Production: Education and Science" (Lviv, November 1, 2018). Organizers: Ministry of Education and Science of Ukraine and the Federation of Organic Movement of Ukraine;

6) Second All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Organic Agricultural Production: Education and Science" (Lviv, October 31, 2019) Organizers: Ministry of Education and Science of Ukraine and the Federation of Organic Movement of Ukraine;

7) International scientific-practical conference "Effective technologies and structures in the construction and architecture of the village. Development of innovative models of eco-settlements of Prykarpattia and Carpathians "(Dubliany, May 15–19, 2019). Kopytko A. D. Topic of the report: "Worldview principles of creating eco-settlements in Ukraine";

8) International scientific-practical conference "Development of modern society in conditions of global instability" (10–11.05.2019, Odesa). Kopytko A. D. The topic of the report: "Political and legal aspects of the implementation of food security ideas in the world and in Ukraine";

9) XXI International Scientific and Practical Forum "Theory and practice of development of agro-industrial complex and rural areas." (Dubliany, September 22–24, 2020). Kopytko A. D., Nakonechnyi R. A. Topic of the report: "Philosophical and ethical principles of building sustainable development strategies";

10) Perspectives of world science and education. VII International Scientific and Practical Conference, Osaka, Japan, 25–27 March 2020. Kopytko A. D. The topic of the report: "Political and legal aspects of the implementation of food security ideas in Ukraine and the world";

11) Perspectives of world science and education. VIII International Scientific and Practical Conference, Osaka, Japan, April 22–24. 2020. Kopytko A. D. Topic of the report: "Political and legal aspects of the development of organic farming and production of organic agricultural products in Ukraine";

12) All-Ukrainian scientific-practical conference "Spiritual and moral, ecological and socio-economic challenges of modern humanity in the context of the encyclical of Pope Francis "Laudato si" (Lviv, April 16, 2021). Kopytko A., Nakonechnyi R. Topic of the report: "Philosophical and ethical principles of building sustainable development strategies";

13) IV International Scientific and Technical Conference "Effective Technologies and Structures in Rural Construction and Architecture" (Lviv-Dubliany, June 24–25, 2021). Topic of the report: "Ecosocial and spiritual dimensions of the functioning of rural settlements";

14) XXII International Scientific and Practical Forum "Theory and practice of development of agro-industrial complex and rural areas" (5–7.10.2021, Lviv-Dubliany). The topic of the report: "The doctrine of physical economy and current issues of the course "Philosophy of Organic Agriculture and Sustainable Nature Management" (co-speakers: Kopytko A. D., Nakonechnyi R. A.).

The results of the authors' research are reflected in a number of articles, abstracts of conferences, manuals:

Articles:

1) Kopytko A. D., Nakonechnyi R. A., Sas I. M. Implementation of the principles of physical economy in organic farming: theory and practice. *Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*. 2015. № 4 (38). P. 34–38;

2) Kopytko A. D., Nakonechnyi R. A., Sas I. M. The model of relations in the system "man-nature" in the doctrine of physical economy. *Theory and practice of development of agro-industrial complex and rural areas*. Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Forum September 14–16, 2016. Lviv : Liga-Press LLC, 2016. P. 337–343;

3) Kopytko A., Nakonechny R. Value dimensions of physical economy in the scientific and educational environment of modern higher education in Ukraine. *Theory and practice of development of agro-industrial complex and rural areas*. Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Forum dedicated to the memory of engineer Yaroslav Zaishly (September 20–22, 2017). Lviv, 2017. P. 350–358;

4) Kopytko A., Nakonechny R. On the question of methodological research in modern physical economy. *Agrarian economy*. 2017. Vol. 10, № 1–2. P. 21–29;

5) Kopytko A. D. Political and legal aspects of the implementation of food security ideas in Ukraine and the world. *Perspectives of world science and education*. Abstracts of VII International Scientific and Practical Conference, Osaka, Japan, 25–27 March 2020. P. 362–371;

6) Kopytko A. D. Political and legal aspects of the development of organic farming and production of organic agricultural products in Ukraine. *Perspectives of world science and education*. Abstracts of VIII International Scientific and Practical Conference, Osaka, Japan, April 22–24. 2020. P. 586–595;

7) Nakonechny R., Kopytko A. Worldview and philosophical principles of organic production. *Agroelita*. All-Ukrainian Agrarian Journal. 2021. № 11 (106). P. 20–21.

Theses:

1) Kopytko A. The doctrine of modern physical economy as a basis for changing human attitudes to the environment. *Ecology and nature management in the system of optimization of relations between nature and society.* Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference. April 27–28, 2017, Ternopil, P. 62–64;

2) Kopytko A. D. Worldview principles of physical economy and the problem of overcoming the spiritual crisis in modern society. *Philosophical and psychological aspects of spirituality in economics and management*. Collection of abstracts of the III All-Ukrainian scientific-practical conference with international participation April 19, 2017, Lviv. P. 117–121;

3) Kopytko A. D. Worldview principles of creating eco-settlements in Ukraine. *Effective technologies and constructions in construction and architecture of the village. Development of innovative models of eco-settlements of Prykarpattia and Carpathians*: abstracts of reports of the International scientific-practical conference, Dubliany, May 15–19, 2019. Lviv. P. 167–169;

4) Kopytko A. D. Political and legal aspects of the implementation of food security ideas in the world and in Ukraine. International scientific-practical conference *"Development of modern society in conditions of global instability*" (May 10–11, 2019, Odesa). Collection of abstracts of scientific works. P. 94–100;

5) Kopytko A. D. Political and legal aspects of the development of organic farming in Ukraine. International scientific-practical conference *"Models of socio-cultural development of territories: prospects and opportunities in the light of the historical heritage of the present and future*" (Sumy, September 25–27, 2019). Abstracts of reports. Part 1. P. 18–22;

6) Nakonechnyi R. A., Kopytko A. D. Political and legal aspects of the development of organic agricultural production in Ukraine. Collection of abstracts of the II All-Ukrainian scientific-practical conference *"Organic agricultural production: education and science*" (October 31, 2019). Scientific and Methodological Center of VFPO. K., 2019. P. 28–31;

7) Kopytko A., Nakonechny R. Philosophical and ethical principles of sustainable development strategies. *Theory and practice of development of agro-industrial complex and rural areas* : materials of the XXI

International scientific-practical forum, September 22–24, 2020. Lviv. P. 351–354;

8) Nakonechny R., Kopytko A. The doctrine of physical economy and current issues of the course "Philosophy of Organic Agriculture and Sustainable Nature Management". *Theory and practice of development of agro-industrial complex and rural areas*: materials of the XXII International scientific-practical forum, October 5–7, 2021: in 2 volumes Lviv. Vol. 2. P. 279–282;

9) Kopytko A. Ecosocial and spiritual dimensions of the functioning of rural settlements. *Effective technologies and constructions in rural construction and architecture*: abstracts of the IV International Scientific and Technical Conference, Lviv, June 24–25, 2021. P. 78–80.

Manuals:

1) Worldview and philosophical foundations of physical economy / Nakonechnyi R. A., Vasilieva O. S. et al. Tutorial. Lviv, 2012. 145 p.;

2) Philosophical, ideological and economic foundations of the Ukrainian school of physical economy : Textbook / Nakonechnyi R. A., Korchynskyi I. O. et al. 2nd ed., ext. and ed. Lviv, 2013. 215 p.;

3) Nakonechnyi R. A., Kopytko A. D. Philosophy of organic production and sustainable use of nature. Educational and methodical manual. Lviv, 2022. 346 p.

Results and discussion. In order to find the right approaches to certain problems of organic production, it is necessary to proceed from deeper, philosophical, or as the famous German philosopher Rudolf Steiner writes, ***spiritual foundations***. "Every educated person has to learn that it's not just the plant that depends on what we see around it. The whole sky with its stars takes part in the growth of plants". The thinker emphasizes: "It is in agriculture that we find how it is necessary to use from the Spirit those forces which are completely unknown today and whose significance is not only to improve a little in agriculture, but it depends on them whether people can in general continue their life in the physical sense on Earth. After all, man lives by what the Earth brings" (*R. Steiner. Spiritual and scientific foundations of successful agricultural development. Agricultural course. Kobervatz, Breslau, 1924*).

M. D. Rudenko emphasizes that we must clearly realize that "earthly life does not belong to the Earth – it is a cosmic phenomenon" [29, p. 69]. In confirmation of these words, he mentions Aphrodite (aka Aurora) and it "reveals to us the ancient understanding of earthly life" [29, p. 69]. K. A. Timiriazev, V. I. Vernadskyi, O. L. Chyzhevskyi and other luminaries of domestic science confirmed the solar origin of life. Thus, K. A.

Timiriazev stated that photosynthesis is life. Therefore, it is not surprising that the ancestor of life on Earth is a plant that depends on the sun. "The creative power of the Sun is a living reality of space", – emphasizes M. D. Rudenko [29, p. 74]. He emphasizes also that "the spiritual connection with nature is increasingly lost, but at the same time the feeling is lost that somewhere in space there are mysterious processes on which earthly life depends" [29, p. 84]. We create something with the help of labor, but we create with the help (or decisive participation) of the Earth, the Sun, the Universe [29, p. 101].

When it comes to the fertility of the land, which is the basis of added value – this is ultimately accumulated over billions of years solar energy, according to M. D. Rudenko. By him the theory of value added and the theory of the biosphere as a transformer of solar energy actually merge into a single theory of life. And if we seek to find the deep knowledge that will help us understand where the path to the immortality of earthly civilization lies, we must look at these theories in conjunction and interdependence, that is, at the substantial level. At this level, the term "additional cost" becomes impossible to use [29, p. 101]. F. Quesnay calls it a "pure gift of nature". M. Rudenko, in turn, outlines the added value as the energy of progress. This is the creative process of the Sun. And not only the Sun, but also the Universe, its radiant substance, which in all religions is called God. And in general it is called correctly, emphasizes M. Rudenko [29, p. 101]. These spiritual foundations, this, according to M. Rudenko, sacred energy, we should not hide or forget, because otherwise we fall into the service of the Yellow Devil [29, p. 101]. In this regard, it is appropriate to quote M. Rudenko: "Why should we link the economic model of society to the doctrine of the universe? Because earthly man must have a holistic worldview, which consists not only of the social, but of the cosmic. If these factors exist separately, then this is not a worldview" [29, p. 489]. And then thinker emphasizes: "We must always think about the needs of the universe – and only then about our needs. We are not on our own – humanity is an active organ of the universe. This is how Skovoroda saw him. This is what S. Podolynskyi sees. And only when we work for the Universe, we work for ourselves "[29, p. 425].

After the relatively recent concept (category) of "organic production" emerged, scientific and social practice has led to the consolidation of another aspect of the content of this concept – it (category) began to be understood as a possibility of what is in life, business practice (and what is really), and not just as what exists in the minds of scientists, theorists of agricultural production, agricultural science" [29, p. 62]. That is, there was a

kind of "splitting" of the once unique content of the concept into several significantly different, albeit logically related aspects, which can be called ontological and epistemological (historically, this second aspect was primary). "However, epistemology without ontology is a minus sign without a vertical line that leads us up the stages of cosmic evolution", emphasizes M. D. Rudenko [29, p. 73].

If you think deeply, the doctrine of the philosophy of organic production and sustainable use of nature is truly ontological. We are talking about organic production as an integral part of agricultural production, which is one of the main features of human existence and humanity and is an integral part of the biosphere. Thus, V. I. Vernadskyi considers the biosphere from the standpoint of metaphysics, which is an integral part of the ontology. The term itself indicates its status (Greek "meta" – "after", "physis" – "nature", ie literally "after nature"). Thus, V. I. Vernadskyi considers ontology and metaphysics, based on their identity. The terrestrial biosphere, according to this doctrine, as well as its component – organic production and balanced nature management, is a reflection of the processes of space, its most important laws. Thus, to know these laws means to know the most general laws of existence.

The social role of organic production and sustainable use of nature, which is exceptional for humanity, is organically linked to the strategy of sustainable development. The issue of sustainable development is based on the ideas of ecologically safe human life, survival of human civilization, preservation of the "living film of the Earth" (living organic matter). "The humus layer of the planet is a thin film, which, if evenly distributed on the continents, would not exceed three centimeters of the earth's radius. Just think – six and a half thousand kilometers and three centimeters", – said M. Rudenko [29, p. 75]. It is due to this thin film that all earthly life exists.

The unity of the philosophy of organic production and sustainable use of nature acts as a new form of interaction of philosophical and special (scientific) knowledge in the context of the growing role of "human factor" in modern scientific knowledge and practice of economic life. It is well known that the problem of man and his relationship with the world has always been at the center of philosophy. Moreover, in recent decades the problem of man has become a kind of focus in which many interdisciplinary and intersectoral areas of scientific research converge, and this inevitably requires strengthening the interaction of various sciences with philosophy. Let us emphasize that the whole history of the relationship between man and nature is an attempt to reach a compromise, to avoid the collapse of modern civilization and the destruction of all living things on planet Earth.

It sometimes seemed to man that he prevailed over nature, that it was not nature that dictated to him, but that he dictated his laws, that he took everything necessary from it, forgetting that he himself was a part of the same nature. It is appropriate to recall the words of the famous farmer and public figure F. T. Morgun said that the greatest mistake of human society in the last two centuries is that physics, chemistry, geology, mechanics and other technical sciences have been allowed to push philosophy and humanism to the corners of civilization. As a result, the main and foremost in the education of schoolchildren and young people and adults are not sciences that call for goodness, humanism, deep human virtue in the spirit of Montesquieu, Goethe, Tolstoy, Dostoevsky, Gogol, Shevchenko, Iliin, Vernadskyi, Korolenko, but technical sciences, which convince those who study them that man is "allowed everything", that he can do everything, that he not only can but is obliged to conquer nature, to create projects that confirm its supremacy over nature" [23, p. 8]. The words of M. D. Rudenko are fair: "no one but man threatens the earth's biosphere with its complete destruction" [29, p. 68].

It is clear that most scientists, philosophers, practitioners in the field of agricultural production emphasize that the philosophy of organic production and sustainable use of nature are not self-sufficient ontological phenomena, they are determined by human activity and, consequently, his personal qualities, consciousness, knowledge. As Nikolai Berdiaev noted, much depends on "what kind of spirit a person will be" (*Berdiaev M. Man and machine. The problem of sociology and metaphysics of technology*). Later, in the context of exacerbation of global problems of mankind, this view was emphasized by the President of the Rome Club A. Peccei: "The problem is in man himself, not outside it; …The most important thing on which the destiny of mankind depends is human qualities" (*A. Pecchei. Human qualities. 1980*).

The eternity of the laws of nature was emphasized by M. Rudenko [29, p. 387]. M. Rudenko's view on the contribution of François Quesnay is quite understandable, who, unlike Adam Smith and, consequently, Karl Marx, does not speak on behalf of a group of people who are immersed "in their work and see nothing around them", he speaks on behalf of the Earth and the Sun, who are truly capable of creating something new, additional – something that did not exist yesterday" [29, p. 390].

Organic production, which is based on the methodology of physiocrats (including the Ukrainian school of physical economy), is objectively based on the laws of nature, namely the position that man will never be able to receive solar energy directly, but only through plants.

"Because a person will never grow leaves instead of hair and roots instead of legs" [29, p. 119]. Therefore, "depleting fertility, a person will lose energy connection with the Sun and will certainly die" [29, p. 119]. The ideology of organic production and sustainable use of nature requires us not to be guided by fashion, but only by the complete truth. In the 80's of the XIX century. S. Podolynskyi combined his teaching with the ideas of the French physiocrats of the XVIII century, which, according to M. Rudenko, "physiocratic teaching can be considered complete…, and this is no longer partial but complete truth" [29, p. 440], and that without their works we will remain blind.

The great French thinker F. Quesnay in the XVIII century. recognizes only that part of the economy that produces living matter, namely farming. F. Quesnay focuses on agricultural products that enter the capital's city market (the so-called Belly of Paris), and which are the driving force of progress. F. Quesnay calls it a pure product or even a gift of nature. It should be noted that in the days of Quesnay (XVIII century) Earth science knew nothing about photosynthesis, entropy, the comprehensiveness of the law of conservation and conversion of energy. All this knowledge came much later. F. Quesnay and other physiocrats based their teachings on very simple knowledge, namely, "that the earth is able to give birth, provide humanity with food, and food revives the strength needed for work", – emphasizes M. Rudenko [29, p. 469]. The genius Ukrainian Serhii Podolynskyi expressed for the first time in the world the idea of solar energy, which flows into the economy only through agriculture. In this regard, M. Rudenko writes: "His work "Human labor and unity of power" is short, but it is worth hundreds of volumes, which still abound in the shelves of our libraries" [29, p. 467].

In theoretical and scientific terms, as well as in the practice of organic production and sustainable use of nature, a significant place belongs to the Ukrainian M. D. Rudenko, who continues to develop the teachings of the Ukrainian school of physical economy. He introduced the concept of "energy of progress", arguing that it is "an annual supplement of solar energy, which takes place exclusively in agriculture", revealing the essence of physical economy [29, p. 26]. According to V. Shevchuk, the chairman of the Scientific Society named after S. Podolynskyi, M. Rudenko creates a "fundamentally new paradigm of thinking and management" [29, p. 23]. M. Rudenko not only develops the doctrine of physical economy, but also defines the global mission of Ukraine, gives his understanding of the "Ukrainian dimension of saving knowledge" [29, p. 23].

The main methodological principles of organic production and sustainable use of nature include:

– promoting the prevention of threats posed by intensive forms of agricultural production;

– consistent and systematic greening of agricultural production;

– organic connection with the requirements of the concept of sustainable development and sustainable use of nature;

– the need to integrate the scientific achievements of agricultural science and other fields of knowledge;

– unity of science and socio-political practice;

– responsibility to future generations;

The International Organization for Organic Production (IFAO) offers a number of principles related to human concern for their own physical and moral health, preservation of the environment. Among them are the principles of health, ecology, justice and care.

The range of problems and obstacles on the way to the practical implementation of the tasks of organic production in agriculture include:

– the difficulty of complying with all technological requirements for organic agriculture (it is necessary to teach professionals to think differently, to have patience to be able to achieve the desired result);

– inability to obtain sufficient amounts of agricultural raw materials to ensure food security;

– lack of demand for organic products in Ukraine due to low solvency of the population and lack of awareness;

– lack of available sale channels for organic products;

– the lack of an extensive legal basis and the prevalence of legal nihilism in the field of organic production;

– insufficient development of farms, dominance of holdings and latifundia, which is not in line with the reform strategy. This has led to serious distortions in agriculture and crop production, as the main structural distortions are most pronounced in the activities of agricultural holdings (eg, reduction of forage crops, underdeveloped livestock industry in modern Ukraine)

V. F. Morgun dwells on some antinomies of agriculture, which provide a basis for the formation of negative images of natural agriculture, which disorient farmers-practitioners and inhibit its implementation in modern conditions [22, p. 28–33].

Conclusions. The transition to organic production in agriculture is one of the quietest and at the same time the most shocking revolutions in the history of mankind. This is probably the only revolution that does not

overthrow, shatter, destroy, but creates, because it does not take place in squares and streets, but takes place in the heart of every person and permeates his consciousness. Its success is in that, as S. S. Antonets writes, it is necessary to "put man ahead so that man can create" [24]. And so that our descendants can say that this "was one of the most significant revolutions – the only one that could unite man with nature, man with man, man with society and man with God" [21, p. 51].

The philosophy of organic production strategy should be based on "intensive study of patterns that can be the key to answers, to help find solutions to many farms. Therefore, today, if we talk about strategic directions for the development of organic farming, there must be highly professional scientists and producers to combine knowledge and practical skills on the components of life from the cell to a particular organism. Then we will have the result in the form of economic prosperity and independence of the state" [11]. Corresponding Member of Ukrainian NAAS, Professor of the University of Bioresources and Biotechnology M. M. Dolia vividly describes this misunderstanding and rejection of organic production by fellow scientists: "When we started this work (organic production at the company "Agroecology" – Author), we received a very large negative from a number of representatives of official science. Schools of various scientific leaders did not support this direction. We often had misunderstandings with those scientists who prevented us from implementing such a large-scale production mechanism. But despite this, today we have every reason to promote these developments and implement them at a highly scientifically sound level" [11, p. 3].

In the domestic history of the XX century is an excellent example of combining natural science achievements with a contribution to the philosophy of science. We mean the teachings of academician V. Vernadskyi on the noosphere. Organic production and sustainable use of nature are the embodiment of the capabilities of the human mind, the objective process of development and formation of the noosphere society. According to V. Vernadskyi, "the prerequisite for the transition of mankind to the noosphere is the transformation of a man armed with scientific knowledge into a powerful geological factor on a planetary scale" (*V. Vernadskyi. Scientific thought as a planetary phenomenon*). That is, the establishment of organic production in agriculture is an objective, natural process, a special strategy for the survival and further progress of mankind. And those obstacles and problems on the way from theory to practice of organic production in the world and in Ukraine are mostly subjective, temporary and will necessarily be overcome in the near future.

The solution of contradictions in organic production is in the center of attention not only of a narrow professional circle of agrarians, but becomes "the focus of the universal social life of the people", – emphasizes Professor Pysarenko V. M. [32, p.4]. Continuing his opinion, we note that in Ukraine such a social situation is already being formed, which will lead to a full understanding that there is no other way but organic production. Yes, the struggle continues, but this struggle is a clash of opinions, scientific, theoretical, and philosophical discussions. Moreover, behind the supporters of organic farming is a great history, there are enthusiasts who centuries ago and more, emphasized the importance of this problem.

Список використаної літератури

1. Безус Р. Формування організаційно-економічних засад розвитку виробництва органічної продукції : дис. ... д-ра екон. наук : 08.00.03. Житомир, 2015. 488 с.

2. Бережна Ю. С. Канали збуту органічної продукції: міжнародний аспект та вітчизняна практика. *Вісник Хмельницького національного університету*. *Економічні науки.* 2010. № 4, т. 4. С. 198–202.

3. Валуйський О. Екологічний виклик сучасному глобальному світу в філософському вимірі. *Вісник КНТЕУ*. 2010. № 3. С. 67–77.

4. Веремеєнко С. І., Трушева С. С. Біологічні системи землеробства : навч. посіб. Рівне, 2011. 196 с.

5. Воробйова Л. В. Володимир Вернадський і фізична економія. *Молодий вчений*. 2017. № 2 (42). С. 239–243.

6. Воробйова Л. В. Ідеї фізичної економії в організації сучасної системи господарювання. *Економічний вісник університету*. 2015. Вип. 25 (1). С. 90–95.

7. Глушко Т. П., Корсак Л. М. Концепція сталого розвитку як аграрна філософія сучасної цивілізації. *Мультиверсум* : філософський альманах. 2007. № 66. URL: http://www.filosof.com.ua/Jornel/M_66/Glushko.pdf (дата звернення: 28.02.2022).

8. Грабак Н. Х. Екологічний напрям у землеробстві та його перспектива. *Екологія. Наукові праці*. 2011. Вип. 140, т.

References

1. Bezus R. Formation of organizational and economic foundations for the development of organic production : the dissert. for sci. degree of doctor of economic sciences : 08.00.03. Zhytomyr, 2015. 488 p.

2. Berezhna Yu. S. Sales channels of organic products: international aspect and domestic practice. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomichni nauky.* 2010. No. 4, vol. 4. P. 198–202.

3. Valuiskyi O. Ecological challenge to the modern global world in the philosophical dimension. *Visnyk KNTEU*. 2010. No. 3. P. 67–77.

4. Veremeienko S. I., Trusheva S. S. Biological systems of farming : a textbook. Rivne, 2011. 196 p.

5. Vorobiova L. V. Vladimir Vernadskyi and physical economy. *Molodyi vchenyi*. 2017. No. 2 (42). P. 239–243.

6. Vorobiova L. V. Ideas of physical economy in the organization of the modern economic system. *Ekonomichnyi visnyk universytetu.* 2015. Issue 25 (1). P. 90–95.

7. Hlushko T. P., Korsak L. M. The concept of sustainable development as an agrarian philosophy of modern civilization. *Multyversum* : filosofskyi almanakh. 2007. No. 66. URL: http://www.filosof.com.ua/Jornel/M_66/Glushko.pdf (last accessed: 28.02.2022).

8. Hrabak N. Kh. Ecological direction in agriculture and its perspective. *Ekolohiia. Naukovi pratsi*. 2011. Issue 140, vol. 152.

152. С. 20–25.

9. Дегодюк Е. Г., Дегодюк Т. С. Адаптація системи землеробства І. Овсинського до умов виробництва органічної продукції рослинництва. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН».* 2015. Вип. 3. С. 3–9.

10. Дичко І. Ноосфера і біосфера: проблеми співіснування. До 150-річчя від дня народження Володимира Вернадського. *Рідний край.* 2013. № 2 (29). С. 73–75.

11. Доля М. М. Спираючись на науку. *Агроеко* : науково-виробниче видання. 2015. 20 серп. № 09 (253).

12. Дудар Т. Г., Дудар О. Т. Розвиток органічного агровиробництва як основа забезпечення якості і безпечності сільськогосподарської продукції в Україні. *Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія Економіка*. 2014. Вип. 1 (1). С. 11–15.

13. Єщенко В. О., Опришко В. П., Усик С. В. Біологічне землеробство: сутність і умови його ефективного застосування. *Вісник Уманського національного університету садівництва.* 2012. № 1/2. С. 21–27.

14. Зайчук Т. О. Вітчизняний ринок екологічно чистих продуктів харчування та шляхи його розвитку. *Економіка і прогнозування.* 2009. № 4. С. 114–125.

15. Зіновчук Н. В., Ращенко А. В. Особливості впровадження виробництва органічної продукції в Україні. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 1. С. 13–20.

16. Зоря П. С. Виробництво екологічно чистої продукції: проблеми та виклики сьогодення. *Економіка і управління*. 2014. № 3. С. 45–50.

17. Іванова Т. В. Науково обґрунтована економіко-екологічна політика держави. *Інвестиції: практика та досвід.* 2011. № 7. С. 95–98.

18. Кобець М. І. Органічне землеробство в контексті сталого розвитку. Проект «Аграрна політика для людського розвитку». 2004 (5). 22 с.

P. 20–25.

9. Dehodiuk E. H., Dehodiuk T. S. Adaptation of I. Ovsynsky's system of agriculture to the conditions of production of organic crop products. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN».* 2015. Issue 3. P. 3–9.

10. Dychko I. Noosphere and biosphere: problems of coexistence. To the 150th anniversary of the birth of Vladimir Vernadskyi. *Ridnyi krai.* 2013. No. 2 (29). P. 73–75.

11. Dolia M. M. Based on science. *Ahroeko* : research and production publication. 2015. August 20. No. 09 (253).

12. Dudar T. H., Dudar O. T. Development of organic agriculture as the basis for quality assurance and safety of agricultural products in Ukraine. *Naukovyi visnyk Mukachivskoho derzhavnoho universytetu. Seriia Ekonomika.* 2014. Issue 1 (1). P. 11–15.

13. Yeshchenko V. O., Opryshko V. P., Usyk S. V. Organic farming: essence and conditions of its effective application. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva.* 2012. No. 1/2. P. 21–27.

14. Zaichuk T. O. Domestic market of organic food and ways of its development. *Ekonomika i prohnozuvannia*. 2009. No. 4. P. 114–125.

15. Zinovchuk N. V., Rashchenko A. V. Features of the introduction of organic production in Ukraine. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. 2014. No. 1. P. 13–20.

16. Zoria P. S. Production of environmentally friendly products: problems and challenges of today. *Ekonomika i upravlinnia*. 2014. No. 3. P. 45–50.

17. Ivanova T. V. Scientifically sound economic and environmental policy of the state. *Investytsii: praktyka ta dosvid*. 2011. No. 7. P. 95–98.

18. Kobets M. I. Organic farming in the context of sustainable development. Agricultural Policy for Human Development Project. 2004 (5). 22 p.

19. Коровінська Г. І., Додонова В. І. Екологічний аспект технократичного мислення. *Вісник Донецького національного університету*. 2013. Т. 1, № 5. С. 56–62. URL: https://jvestnik-sss.donnu.edu.ua (дата звернення: 28.02.2022).

20. Кутаренко Н. Я. Розвиток органічного сільського господарства в агропродовольчій системі України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.00.03 «Економіка та управління національним господарством». Чернівці, 2015. 20 с.

21. Мельник Л. Г. Сходження до Утопії, або Машина часу М. М. Неплюєва. (Соціально-економічний аналіз). Суми, 2013. 240 с.

22. Моргун В. Ф. Антиномії землеробства: геноцид або продовольча безпека. *Органічне виробництво і продовольча безпека*. Житомир, 2014. С. 28–33.

23. Моргун В. Ф. Руководители держав, не бойтесь быть святыми. *Органічне виробництво і продовольча безпека*. Житомир, 2014. С. 4–18.

24. Озерська Г. Людиною йду по землі. *Агроеко*. 2015. 20 серп. № 09 (253).

25. Олексієнко А. О. Впровадження принципів і методів органічного землеробства як стратегічний напрямок розвитку фермерських господарств Кіровоградської області. *Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки*. 2012. Вип. 22, ч. ІІ. С. 1–6.

26. Остропольська З. М. Морально-етичні аспекти господарської діяльності людини (з історії філософсько-культурологічної думки). *Культура України*. 2014. Вип. 47. С. 32–40.

27. Прокопа І. В. Фізико-економічна парадигма сучасної теорії і практики господарювання. *Економіка України*. 2014. № 5 (630). С. 93–96.

28. Радей А. С. Екологічна свідомість і культура: теоретико-методологічний аспект. *Вісник НТУУ «КПІ». Філософія. Психологія. Педагогіка* : зб. наук. пр. 2008.

19. Korovinska H. I., Dodonova V. I. Ecological aspect of technocratic thinking. *Visnyk Donetskoho natsionalnoho universytetu*. 2013. Vol. 1, No. 5. P. 56–62. URL: https://jvestnik-sss.donnu.edu.ua (last accessed: 28.02.2022).

20. Kutarenko N. Ya. Development of organic agriculture in agro-food system of Ukraine : thesis for a scientific degree of Candidate of Economic Sciences : spec. 08.00.03 “Economics and National Economy Governance”. Chernivtsi, 2015. 20 p.

21. Melnyk L. H. Ascent to Utopia or Time Machine of M. M. Neplyuev. (Socio-economic analysis). Sumy, 2013. 240 p.

22. Morhun V. F. Antinomies of agriculture: genocide or food security. *Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka*. Zhytomyr, 2014. P.28-33.

23. Morhun V. F. Leaders of the states, do not be afraid to be saints. *Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka*. Zhytomyr, 2014. P. 4–18.

24. Ozerska H. As a man I walk the earth. *Ahroeko*. 2015. August 20. No. 09 (253).

25. Oleksiienko A. O. The implementation of the principles and practices of organic agriculture as a strategic direction for the development of farms of the Kirovograd region. *Naukovi pratsi Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Ekonomichni nauky*. 2012. Issue 22, part II. P. 1–6.

26. Ostropolska Z. M. Moral and ethical aspects of human economic activity (from the history of philosophical and cultural thought). *Kultura Ukrainy*. 2014. Issue 47. P. 32–40.

27. Prokopa I. V. Physico-economic paradigm of the modern theory and practice of management. *Ekonomika Ukrainy*. 2014. No. 5 (630). P. 93–96.

28. Radei A. S. Ecological consciousness and culture: theoretical and methodological aspect. *Visnyk NTUU «KPI». Filosofiia. Psykholohiia. Pedahohika* : zb. nauk. pr. 2008. No. 3 (24). URL:

№ 3 (24). URL: http://ela.kpi.ua/handle/123456789/8812 (дата звернення: 28.02.2022).

29. Руденко М. Енергія прогресу. Вибрані праці з економії, філософії і космології / упоряд. Р. А. Руденко. Київ, 2015. 680 с.

30. Сагайдак Ю., Харченко Т. Проблеми та перспективи розвитку екологічного ринку в Україні. *Вісник Київського національного університету імені Т. Шевченка. Серія Економіка*. 2012. № 142. С. 32–35.

31. Семенюк Е., Мельник В. Філософія сучасної науки і техніки. Видання третє, виправлене та доповнене. Львів, 2017. 363 с.

32. Система органічного землеробства агроеколога Семена Антонця : науково-практичне видання / В. М. Писаренко та ін. Полтава, 2017. 123 с.

33. Скиба Ю. А. Науково-концептуальні підходи до розробки стратегії безпеки і виживання людства. *Наукові записки НДУ імені М. Гоголя. Психолого-педагогічні науки*. 2011. № 10. С. 78–82.

34. Сокол Л. М., Стефановська Т. Р., Підліснюк В. В. Екологічне (органічне) землеробство – складова сталого сільського господарства. *Екологічна безпека*. 2008. № 3/4. С. 102–109.

35. Стоволос Н. Б. Модель формування загальнодержавної системи виробництва органічної продукції. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки*. 2014. № 4. С. 98–102. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhdtu_econ_2014_4_16 (дата звернення: 28.02.2022).

36. Тимофєєв М. М. Біогенне землеробство в аспекті енергетичних ресурсів. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 38. С. 154–158.

37. Тютюнник Г. Основи розвитку національного ринку органічного землеробства в Україні. *Галицький економічний вісник.* 2014. Т. 46, № 3. С. 46–52.

http://ela.kpi.ua/handle/123456789/8812 (last accessed: 28.02.2022).

29. Rudenko M. The energy of progress. Selected works on economics, philosophy and cosmology / compiler R. A. Rudenko. Kyiv, 2015. 680 p.

30. Sahaidak Yu., Kharchenko T. Problems and prospects of ecological market development in Ukraine. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni T. Shevchenka. Seriia Ekonomika*. 2012. No. 142. P. 32–35.

31. Semeniuk E., Melnyk V. Philosophy of modern science and technology. Third edition, corrected and added. Lviv, 2017. 363 p.

32. The system of organic farming of agroecologist Semen Antonets : scientific and practical publication / V. M. Pysarenko et al. Poltava, 2017. 123 p.

33. Skyba Yu. A. Scientific and conceptual approaches to the development of security strategy and human survival. *Naukovi zapysky NDU imeni M. Hoholia. Psykholoho-pedahohichni nauky*. 2011. No. 10. P. 78–82.

34. Sokol L. M., Stefanovska T. R., Pidlisniuk V. V. Ecological (organic) farming as a component of sustainable agriculture. *Ekolohichna bezpeka.* 2008. No. 3/4. P. 102–109.

35. Stovolos N. B. Model of forming national system of organic production. *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Seriia: Ekonomichni nauky*. 2014. No. 4. P. 98–102. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhdtu_econ_2014_4_16 (last accessed: 28.02.2022).

36. Tymofieiev M. M. Biogenic farming in aspects of energy resources. *Biuleten Instytutu zernovoho hospodarstva.* 2010. No. 38. P. 154–158.

37. Tiutiunnyk H. Basis of the development of organic farming national market in Ukraine. *Halytskyi ekonomichnyi visnyk*. 2014. Vol. 46, No. 3. P. 46–52.

38. Khaietskyi H. S. Human ecology: a course of lectures for students of geographical specialties of pedagogical

38. Хаєцький Г. С. Екологія людини: курс лекцій для студентів географічних спеціальностей педагогічних університетів. Вінниця, 2014. 306 с.

39. Халапсис А. В., Халапсис В. С. Будущее человечества: цивилизационные конфликты или переход к ноосфере? *Грані. Філософія.* 2011. № 4 (78). С. 32–36.

40. Хорішко І. В. Теоретичні підходи до визначення основних понять екологобезпечного агровиробництва. *Європейський вектор економічного розвитку.* 2015. № 1 (18). С. 203–210.

41. Христенко О. А. Екологічний моніторинг виробництва сільськогосподарської продукції як конкурентна перевага країн-виробників. 2012. URL: http://www.sworld.com.ua › konfer27 (дата звернення: 28.02.2022).

42. Цюк О. А. Ефективність елементів органічного землеробства в Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2009. Вип. 3. С. 42–49.

43. Чуйкова О. В. Біполярність концепції ноосфери В. І. Вернадського: пасіонарність та нооетика. *Грані. Філософія.* 2014. № 11 (115). С. 34–37.

44. Шевель А. О. Характер взаємовідносин суспільства та природи. *Світогляд-філософія-релігія.* 2015. Вип. 8. С. 97–104. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/83155 (дата звернення: 28.02.2022).

45. Шевчук В. О. Фізико-економічні засади національної стратегії розвитку агросфери. *Економіка АПК*. 2013. № 12. С. 97–107.

universities. Vinnytsia, 2014. 306 p.

39. Halapsis A. V., Halapsis V. S. Future of Humanity: Civilizational Conflicts or Transition to the Noosphere? *Hrani. Filosofiia*. 2011. No. 4 (78). P. 32–36.

40. Khorishko I. V. Theoretical approaches to defining the basic concepts of environmentally friendly agricultural production. *Yevropeiskyi vektor ekonomichnoho rozvytku.* 2015. No. 1 (18). P. 203–210.

41. Khrystenko O. A. Environmental monitoring of agricultural production as a competitive advantage of producer countries. 2012. URL: http://www.sworld.com.ua ›konfer27 (last accessed: 28.02.2022).

42. Tsiuk O. A. Efficiency of elements of organic farming in the forest-steppe. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN».* 2009. Issue 3. P. 42–49.

43. Chuikova O. V. Bipolarity of conception of noosphere of V. Vernadskyii: passionarity and nooethics. *Hrani. Filosofiia*. 2014. No. 11 (115). P. 34–37.

44. Shevel A. O. The nature of relations between society and nature. *Svitohliad-filosofiia-relihiia*. 2015. Issue 8. P. 97–104. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/83155 (last accessed: 28.02.2022).

45. Shevchuk V. O. Physical and economic principles of the national strategy of agrosphere development. *Ekonomika APK*. 2013. No. 12. P. 97–107.

Received 10.01.2022
Agreed for printing 15.02.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-4
УДК 633.15:631.816.1
В. В. ГЛИВА, кандидат сільськогосподарських наук
А. Я. ГАДЗАЛО, доктор економічних наук
Г. С. ГЕРЕШКО, О. М. СЛУЧАК, наукові співробітники
М. О. ПАЩАК, аспірант
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115, e-mail: olexandravoloschuk53@gmail.com

ЯКІСТЬ ЗЕРНА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Одним із найважливіших елементів поживної цінності зерна кукурудзи є критерії оцінки за показниками якості, що дозволяє визначити потребу в тих чи інших елементах живлення. Вона є унікальною, оскільки в зерні цієї культури знаходиться 80 % усіх поживних речовин, які потрібні для розвитку людського організму, та мікроелементи в засвоюваній формі. Першочергова роль у підвищенні якості зерна кукурудзи належить саме селекції, яка спрямована на створення високобілкових форм. Відомо, що хімічний склад зерна кукурудзи може значно змінюватися залежно від умов вирощування: за високих температур накопичення білка більш інтенсивне, пізньостиглі форми в посушливі роки мають у зерні більшу його кількість. Потрібно ретельно добирати гібриди до конкретної ґрунтово-кліматичної зони для успішного регулювання продуктивності й підвищення якості зерна з урахуванням їх біологічних вимог та розробити ефективні агрозаходи вирощування, спрямовані на процеси, які відбуваються в рослинах у різні фази їхнього росту й розвитку.

Дослідження, проведені в відділі насінництва та насіннєзнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН впродовж 2019–2021 рр., підтвердили, що залежно від норми внесення мінеральних добрив на сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах Західного Лісостепу України врожайність кукурудзи була обумовлена й групою стиглості гібриду. Обґрунтовано норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ і $N_{150}P_{90}K_{90}$, за яких приріст урожайності до контролю (без добрив) становив 0,81–0,84 і 2,19–2,20 т/га. Визначено формування вищої маси 1000 зерен на 8,8–11,5 і 11,9–12,1 г, яке проходило під впливом здатності гібридів різних груп стиглості позитивно реагувати на погодні чинники та системи мінерального живлення. На варіантах мінерального живлення рослин вологість зерна кукурудзи в фазі повної стиглості переважала контроль (без добрив). Доведено, що якість зерна залежала від групи стиглості гібриду та норми внесення мінеральних добрив.

© Глива В. В., Гадзало А. Я., Герешко Г. С.,
Случак О. М., Пащак М. О., 2022

У гібридів ранньостиглої групи вміст протеїну зростав від 10,26 до 11,18 % за норми $N_{150}P_{90}K_{90}$, у середньоранніх – з 10,36 до 11,45 %; за вмістом жиру, клітковини, золи, БЕР (абсолютно суха речовина) проходило незначне зниження показників.

Ключові слова: кукурудза, ФАО, група стиглості, врожайність зерна, маса 1000 зерен, вологість зерна, хімічний склад зерна, мінеральні добрива.

Valentyna Hlyva, Andrii Hadzalo, Halyna Hereshko, Oxana Sluchak, Myroslav Pashchak

Institute of Agriculture of Carpathian Region NAAS

Grain quality of corn hybrids of different ripeness groups depending on the application rates of mineral fertilizers

One of the most important elements of the nutritional value of corn grain is the evaluation criteria for quality indicators, which make it possible to determine the need for certain nutrients. It is unique, because the grain of this crop contains 80% of all nutrients that are needed for development of human body, and microelements in a digestible form. The primary role in improving the quality of corn grain belongs to selection aimed at creating high-protein forms. It is known that the chemical composition of corn grain can vary significantly depending on the growing conditions: at high temperatures the accumulation of protein is more intense, late-ripening forms in dry years have a larger amount of protein in the grain. It is necessary to carefully select hybrids for a specific soil-climatic zone in order to successfully regulate productivity and improve quality of grain, taking into account their biological requirements, and to develop effective cultivation agromeasures aimed at the processes occurring in plants in different phases of their growth and development.

Studies conducted in the department of seed production and seed science of the Institute of Agriculture of Carpathian Region of National Academy of Sciences of Ukraine during 2019–2021, confirmed that depending on the rate of mineral fertilizers' application on gray forestal surface-gleyed soils of Ukrainian Western Forest-Steppef corn yield was also determined by the maturity group of the hybrid. The application rates of mineral fertilizers $N_{120}P_{90}K_{90}$ and $N_{150}P_{90}K_{90}$ are substantiated, at which the increase in yield compared to the control (without fertilizers) was 0.81–0.84 and 2.19–2.20 t/ha. The formation of a higher mass of 1000 grains by 8.8–11.5 and 11.9–12.1 g was determined, which took place under the influence of the ability of hybrids of different ripeness groups to respond positively to weather factors and mineral nutrition systems. In the variants of mineral nutrition of plants, the moisture content of corn grain in the phase of full ripeness prevailed in the control (without fertilizers). It is proved that the quality of grain depended on the ripeness group of the hybrid and the norms of applied mineral fertilizers. In hybrids of the early ripening group, the protein content increased from 10.26 to 11.18% at the norm of $N_{150}P_{90}K_{90}$, in the middle early ones – from 10.36 to 11.45%; in terms of the content of fat, fiber, ash and NFE (nitrogen-free extractives of absolutely dry matter) there was a slight decrease in indicators.

Key words: corn, FAO, ripeness group, grain yield, weight of 1000 grains, grain moisture content, chemical composition of grain, mineral fertilizers.

Вступ. Розвиваючи всі ресурсні можливості щодо вирощування кукурудзи, наша держава стає одним із провідних постачальників зерна на світовому ринку. Якщо в структурі посівних площ у 2002 р. ця культура займала 3,5 %, то в 2018 р. – 32 %. Валовий збір сягає 35,8 млн т, а середня врожайність – 7,84 т/га.

На розширення площ під кукурудзою вплинула ефективність її виробництва, яка збільшилася з 6,3 до 50,7 %, а це сприяє швидкому зростанню галузі АПК та економіки держави загалом [19].

Залежно від напряму використання зерна зумовлюються критерії його оцінки за показниками якості, що є одним із найважливіших елементів його поживної цінності, дозволяє визначити потребу людини і тварини у тих чи інших елементах живлення. У харчових цілях найбільшу увагу приділяють вмісту білка, від якого залежить ціна на продукцію і рентабельність виробництва [2, 10].

А. М. Влащук, О. С. Колпакова, О. П. Конащук стверджують, що на зрошуваних землях степової зони Півдня України висока якість зерна кукурудзи формується під впливом гібридного складу, строків сівби та густоти стояння рослин. Серед досліджуваних авторами гібридів найвищі показники якості зерна, зокрема вміст білка 9,39 %, зафіксовано в ранньостиглого гібриду Тендра, крохмалю – 71,16 % у середньостиглого Каховський, а жиру – 3,94 % у середньораннього Скадовський [3].

Дослідження вчених Р. А. Вожегової та Я. В. Белова підтверджують таку ж закономірність [6].

В умовах концентрації виробництва кукурудзи складаються оптимальні умови для розвитку певних груп шкідників, хвороб та бур'янів, які негативно впливають на отримання зерна доброї якості [7, 8, 15].

В. Д. Паламарчук та інші встановили залежність якості зерна кукурудзи від впливу фракцій висіяного насіння, глибини його загортання, строків сівби, загущення посівів [5, 13, 14, 27, 29].

Відомо, що хімічний склад зерна кукурудзи може значно змінюватися залежно від умов вирощування. За високих температур накопичення білка більш інтенсивне. Пізньостиглі форми в посушливі роки мають у зерні більшу його кількість, ніж у роки з достатньою вологозабезпеченістю [9, 26, 28].

Однак першочергова роль у підвищенні якості зерна кукурудзи належить саме селекції, яка спрямована на створення високобілкових (16–20 %) форм. За широкого використання в селекції мутантних генів o2 і fl2 проходить пригнічення синтезу зеїну з одночасним підвищенням кількості глютелінів й інших фракцій білка, багатих на лізин [1, 12, 25].

Створення методом беккросу високолізинових ліній за участю генів o2 і fl2 дозволило одержати гібриди із вмістом білка 14–16 % і рівнем лізину в білку 4,5–5,0 проти 2,0–2,5 % у звичайної кукурудзи. Проте такі гібриди не знайшли значного поширення у виробництві, оскільки поступалися за врожайністю звичайним гібридам на 10–15 %. Причина цього – борошниста структура ендосперму лізинової кукурудзи, що позначається на зниженні маси 1000 зерен і натури зерна. Підвищена вологість такого зерна обумовлювала зниження стійкості до хвороб і збільшення ступеня травмування зерна [17, 18].

Отже, для успішного регулювання продуктивності й підвищення якості зерна кукурудзи потрібно ретельно добирати гібриди для конкретної ґрунтово-кліматичної зони з урахуванням їх біологічних вимог та розробити ефективні агрозаходи вирощування, спрямовані на процеси, які відбуваються в рослинах у різні фази їхнього росту й розвитку.

Метою наших досліджень було визначення хімічного складу зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив у зоні Західного Лісостепу України.

Матеріали і методи. Досліди проводили впродовж 2019–2021 рр. на полях сівозміни відділу насінництва та насіннєзнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Вивчали гібриди кукурудзи: Почаївський 190 МВ, ДН Меотида, ДН Хортиця, Оржиця 237 МВ (оригінатор – Державна установа Інститут зернових культур НААН, м. Дніпро).

Загальна площа посівної ділянки – 60 м^2, облікова – 50 м^2. Повторність – триразова, розміщення варіантів – систематичне.

За роки наших досліджень погодні умови були контрастними. Вегетаційні періоди характеризували як нетипові, оскільки в усі місяці температура повітря і сума опадів були вищими порівняно з середньобагаторічними даними.

Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий поверхнево оглеєний легкосуглинковий, який характеризується такими показниками: вміст гумусу (за Тюріним) – 1,7 %, сума увібраних основ – 13,7 мг-екв на 100 г ґрунту, лужногідролізований азот (за Корнфілдом) – 89,6 мг/кг ґрунту,

рухомий фосфор і обмінний калій (за Кірсановим) – відповідно 69,5 і 68,0 мг/кг ґрунту. За градацією такий ґрунт має дуже низьке забезпечення азотом, середнє – фосфором і низьке – калієм. Реакція ґрунтового розчину (pHсол – 5,4) – слабокисла.

Агротехніка вирощування, за винятком факторів, які поставлені на вивчення, – загальноприйнята для культури в цій зоні. Попередник – ріпак озимий. Строк сівби – оптимальний. Норма висіву насіння гібридів – 75 тис. схож. нас./га. (ранньостиглі) і 80 тис. схож. нас./га (середньоранні). Фунгіцидний протруйник – авіценна (0,5 л/т, д.р. – тебуконазол, 50 г/л + прохлораз, 250 г/л + крезоксим-метил, 50 г/л). Гербіцид – аденго (0,5 л/га, д.р. – ізокзафлютол, 225 г/л + тієнкарбазон-метил, 90 г/л + ципросульфамід, 150 г/л). Інсектицид: залп (1,2 л/га, д.р. – хлорпірифос, 500 г/л + циперметрин, 50 г/л).

За допомогою біометричної та морфологічної діагностики і фенологічних спостережень встановлювали зміни росту й розвитку рослин, пов'язані з утворенням органів – листків, стебел, качана, за методиками [11, 20, 22].

Облік урожаю проводили методом прямого комбайнування ділянок дослідів з наступним зважуванням і перерахунком отриманих даних на стандартну вологість зерна, статистичну обробку даних – методом дисперсійного аналізу (Excel, Statistica 6.0) за Ушкаренком В. О. та ін. [21].

Результати та обговорення. Сприятливі погодні умови, ефективна родючість ґрунту та вплив попередника обумовили формування високої середньої врожайності зерна гібридів кукурудзи – 4,77 т/га (контроль) ранньостиглої групи з нормою висіву насіння 75 тис. схож. нас./га та 5,26 т/га – середньоранньої (80 тис. схож. нас./га) за $НІР_{0,05}$ = 0,10 т/га (рис.).

За норми мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ продуктивність гібридів зростала на 17,3–20,0 %. Оптимальним був рівень мінерального живлення $N_{150}P_{90}K_{90}$, за якого приріст до контролю (без добрив) становив 2,19–2,20 т/га ($НІР_{0,05}$ = 0,13 т/га).

Маса 1000 зерен гібридів кукурудзи залежала від біологічних особливостей гібриду реагувати на систему живлення рослин (табл. 1). На контролі (без добрив) цей показник був найнижчим і становив 252 (ранньостиглі) і 307 г (середньоранні) ($НІР_{0,05}$ = 22,2 г). За внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ він зростав на 22–34 г ($НІР_{0,05}$ = 25,6 г), а за вищого азотного живлення ($N_{150}P_{90}K_{90}$) – на 30–37 г за $НІР_{0,05}$ = 28,7 г.

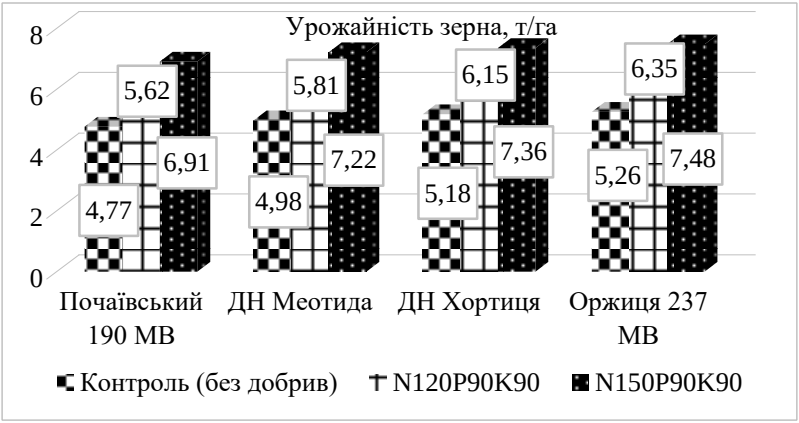


Рис. Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2019–2021 рр.), т/га

Нижча норма висіву насіння (75 тис. схож. нас./га) сприяла формуванню вищої маси 1000 насінин на 55 г (контроль), 65 г за мінерального живлення $N_{120}P_{90}K_{90}$ і на 40 г за вищої норми ($N_{150}P_{90}K_{90}$).

1. Маса 1000 зерен гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив та висіву насіння (2019–2021 рр.), г

Гібрид	Маса 1000 зерен, г			Приріст до контролю			
				$N_{120}P_{90}K_{90}$		$N_{150}P_{90}K_{90}$	
	контроль (без добрив)	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$	г	%	г	%
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га)							
Почаївський 190 МВ	248	269	295	21	8,5	26	10,5
ДН Меотида	255	278	312	23	9,0	34	13,3
Середнє	252	274	304	22	8,8	30	11,9
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га)							
ДН Хортиця	301	333	339	32	10,6	38	12,6
Оржиця 237 МВ	312	345	348	36	11,5	36	11,5
Середнє	307	339	344	34	11,1	37	12,1
$НІР_{0,05}$	22,2	25,6	28,7				

Втрата вологості зерном кукурудзи під час дозрівання – складний інтегральний процес, який залежить від багатьох чинників: фізико-біохімічних властивостей зерна, морфологічних ознак качана кукурудзи (товщина стрижня, лінійні розміри зернівки, крупність зерна, кількість і здатність до розкриття обгорток, поникнення качана, строки прояву чорного прошарку в зерні, консистенція ендосперму), біологічних і онтогенетичних властивостей гібрида кукурудзи (тривалість латентної фази, стійкість до посухи) [23].

За роки наших досліджень у дев'ятому етапі (старіння) 97 фази вологість зерна в качані на контролі ранньостиглих гібридів (ФАО 100–199, нормою висіву насіння 75 тис. схож. нас./га) становила 19,6 %, середньоранніх (ФАО 200–299, нормою висіву насіння 80 тис. схож. нас./га) – 20,7 % (табл. 2).

На варіантах внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ відсоток вологості зерна був вищим на 3,0–4,4 %, а за $N_{150}P_{90}K_{90}$ – на 5,1–5,2 %. У гібридів ранньостиглої групи порівняно з середньоранньою цей показник був нижчим на 2,5 %.

2. Вологість зерна в фазі повної стиглості гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2019–2021 рр.), %

Гібрид	Вологість зерна, %			Приріст до контролю	
	контроль (без добрив)	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га)					
Почаївський 190 МВ	19,8	23,0	25,0	3,2	5,2
ДН Меотида	19,4	22,2	24,4	2,6	5,0
Середнє	19,6	22,6	24,7	3,0	5,1
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га)					
ДН Хортиця	20,9	25,3	25,8	4,4	4,9
Оржиця 237 МВ	20,5	24,9	26,0	4,4	5,5
Середнє	20,7	25,1	25,9	4,4	5,2
$НІР_{0,05}$	0,8	0,6	0,5		

Хімічний склад зерна набуває все більшого значення для виробників кукурудзи, оскільки кількість сирого протеїну впливає на якість кормів для тваринництва і характеризує їх поживну цінність [24].

При визначенні вмісту протеїну в зерні кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив встановлено, що на контролі він досягав 10,26–10,36 % (табл. 3). Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ сприяло збільшенню цього показника в ранньостиглих гібридів: Почаївський 190 МВ на 0,56 %, ДН Меотида – 0,55 %, у середньоранніх – відповідно ДН Хортиця – на 0,54 %, Оржиця 237 МВ – на 0,64 % ($НІР_{0,05}$ = 0,02 %). За вищого рівня мінерального живлення рослин ($N_{150}P_{90}K_{90}$) вміст протеїну в зерні гібридів зростав до контролю (без добрив) відповідно на 0,92 і 0,91 % у ранньостиглих і 1,01 і 1,08 % – у середньоранніх.

3. Хімічний склад зерна гібридів кукурудзи в фазі повної стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив (2019–2021 рр.), %

Норма мінеральних добрив	Абсолютно суха речовина, %				
	протеїн	жир	клітковина	зола	БЕР
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га)					
Контроль (без добрив)	10,26	4,39	2,17	1,22	81,96
$N_{120}P_{90}K_{90}$	10,81	4,19	2,10	1,16	81,74
$N_{150}P_{90}K_{90}$	11,18	4,01	2,01	1,12	81,55
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га)					
Контроль (без добрив)	10,36	4,45	2,22	1,19	81,78
$N_{120}P_{90}K_{90}$	10,95	4,28	2,16	1,14	81,47
$N_{150}P_{90}K_{90}$	11,45	3,99	2,09	1,11	81,36
$НІР_{0,05}$	0,28	0,13	0,05	0,02	0,11

Цінним продуктом у харчуванні людини є рослинні олії: кукурудзяна, соняшникова, екстракт яких складається з тригліцеридів жирних кислот у комбінації з супутніми речовинами (вільні жирні кислоти, віск, стероли, фосфоліпіди і т. ін.). Кукурудза належить до культур з низьким вмістом жиру [16].

За результатами досліджень вміст жиру в зерні гібридів кукурудзи на контролі (без добрив) варіював від 4,36–4,41 % у гібридів ранньостиглої групи (ФАО 100–199 з нормою висіву насіння

75 тис. схож. нас./га) до 4,43–4,46 % – середньоранніх (ФАО 200–299, норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га). Порівняно з контролем цей середній показник гібридів ранньостиглої групи був нижчим на 0,20 % за норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$, різниця між гібридами становила 0,02 %. Вища на N_{30} норма внесення азотних добрив знижувала вміст жиру до контролю на 0,38 % з різницею між гібридами 0,07 %. Таку ж закономірність простежували і в гібридів середньоранньої групи, за норми мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ вміст жиру був нижчим до контролю на 0,14–0,19 і на 0,44–0,48 %.

Клітковина (у вузькому значенні) – целюлоза, найпоширеніший в природі полісахарид (полівуглевод), що складає основну частину оболонок рослинних клітин. При перетравленні їжі сира клітковина допомагає розпушенню корму і робить його більш доступним травним сокам. За вмістом клітковини в зерні гібридів різних груп стиглості під впливом застосування мінеральних добрив і норм висіву насіння достовірної різниці не виявлено ($НІР_{0,05}$ = 0,07–0,11 %).

Зольність (зола) в зерні та борошні – важливий показник для борошномельних підприємств. За кількістю золи в пшениці можна визначити, який вихід борошна буде при переробці. Найбільший вміст золи в зернівці знаходиться в оболонках і алейроновому шарі, найменший – в ендоспермі. Цей показник у зернових культур визначає сорт борошна.

У кукурудзи вміст золи в фазі повної стиглості зерна на абсолютно суху речовину на контролі становив 1,19–1,22 % і зменшувався на 0,05–0,06 % за норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ та на 0,08–0,10 % – за $N_{150}P_{90}K_{90}$.

Найбільш сталим і незмінним залишався показник вмісту безазотових екстрактивних речовин, який в перерахунку на абсолютно суху речовину на контролі варіював від 81,81 до 81,96 % і знижувався на 0,22–0,33 % за норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ та на 0,41–0,44 % – за $N_{150}P_{90}K_{90}$.

Крохмаль є кінцевою формою накопичення вуглеводів у зерні і в основній його складовій. У процесі дозрівання зерна крохмалю більшає. З точки зору поживності він повністю засвоюється і таким чином підвищує енергетичну цінність кукурудзи [4].

У наших дослідах вміст крохмалю в зерні кукурудзи залежав від біологічних особливостей гібриду й мінеральних добрив. Якщо на контролі він був у межах 74,62 % (ранньостиглі гібриди) – 74,89 % (середньоранні), то за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ зростав на 0,92 % (ранньостиглі) – 0,76 % (середньоранні).

Збільшення норми внесення азоту на 30 кг/га д.р. забезпечило зростання вмісту крохмалю в зерні ранньостиглих гібридів до контролю на 1,46 %, середньоранніх – 1,02 %. Між групами стиглості різниця становила 0,43–0,45 %.

Висновки. В умовах Західного Лісостепу України на сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах приріст урожайності зерна гібридів кукурудзи становив 0,81–0,84 т/га за норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ і 2,19–2,20 т/га – за $N_{150}P_{90}K_{90}$;

– досліджено кращий рівень мінерального живлення рослин, який сприяв формуванню вищої маси 1000 зерен на 8,8–11,5 г ($N_{120}P_{90}K_{90}$) і 11,9–12,1 г ($N_{150}P_{90}K_{90}$);

– обґрунтовано вологість зерна гібридів у фазі повної стиглості на варіантах внесення мінеральних добрив, яка переважала контроль (без добрив) на 3,0–4,4 % за норми $N_{120}P_{90}K_{90}$ і на 5,1–5,2 % – $N_{150}P_{90}K_{90}$;

– встановлено, що хімічний склад зерна залежав від групи стиглості гібриду та внесених мінеральних добрив. У гібридів ранньостиглої групи (ФАО 100–199, з нормою висіву насіння 75 тис. схож. нас./га) вміст протеїну зростав від 10,26 на контролі до 11,18 % – за норми $N_{150}P_{90}K_{90}$, у середньоранніх (ФАО 200–299, норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га) – відповідно з 10,36 до 11,45 %. За вмістом жиру, клітковини, золи, БЕР (абсолютно суха речовина) зниження становило відповідно: 0,38–0,46 %; 0,16–0,13; 0,10–0,08; 0,41–0,42 %.

Список використаної літератури

1. Багатченко В. В., Жемойда В. Л., Спряжка Р. О. Формування фракційного складу та посівних якостей насіння батьківських компонентів кукурудзи залежно від густоти стояння. *Plant and Soil Sciences.* 2020. Vol. 11, No. 1. С. 79–87.

2. Ващенко І. В. Теоретичні засади та сучасний стан розвитку ринку кукурудзи. *Економіка АПК*. 2017. № 2. С. 88–92.

3. Влащук А. М., Колпакова О. С., Конащук О. П. Вплив строків сівби на продуктивність та якість зерна гібридів кукурудзи в умовах зрошення. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 3. С. 89–95. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2017_3_1

References

1. Bahatchenko V. V., Zhemoida V. L., Spriazhka R. O. Formation of the fractional composition and sowing qualities of seeds of maize parental components depending on the standing density. *Plant and Soil Sciences.* 2020. Vol. 11, No. 1. P. 79–87.

2. Vashchenko I. V. Theoretical foundations and state of development of the corn market. *Ekonomika APK*. 2017. No. 2. P. 88–92.

3. Vlashchuk A. M., Kolpakova O. S., Konashchuk O. P. Effect of sowing time on productivity and grain quality of corn hybrids under irrigation conditions. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2017. No. 3. P. 89–95. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2017_3_16 (last accessed: 15.02.2022).

6 (дата звернення: 15.02.2022).

4. Вміст крохмалю в зерні кукурудзи залежно від позакореневих підживлень / В. Д. Паламарчук та ін. *Сільське господарство та лісівництво* : збірник наукових праць ВНАУ. 2020. № 19. С. 15–29.

5. Вожегова Р. А., Бєлов Я. В. Вплив густоти стояння рослин та фону живлення на водоспоживання та продуктивність гібридів кукурудзи в умовах зрошення Півдня України. *Зрошуване землеробство.* 2019. Вип. 72. С. 4–7. DOI: https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.1.

6. Вожегова Р. А., Бєлов Я. В. Продуктивність, структура врожаю та якість зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення за вирощування на зрошуваних землях. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 4. С. 89–95.

7. Клименко А. М. Посівні якості та мікофлора насіння кукурудзи за впливу препаратів захисної дії. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 1. С. 111–114. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2014_1_23 (дата звернення: 16.02.2022).

8. Кукуруза: выращивание, уборка, хранение и использование / Д. Шпаар и др. ; под ред. Д. Шпаара. Киев : Издательский дом «Зерно», 2012. 464 с.

9. Мазур В. А. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво* : збірник наукових праць ВНАУ. 2017. № 6 (Т. 1). С. 7–13.

10. Маслак О. Ринок кукурудзи врожаю 2016 р. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 20 (339). С. 5–6.

11. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур / Міністерство аграрної політики України, Державна комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин. *Охорона прав на*

4. Starch content in corn grain depending on foliar nutrition / V. D. Palamarchuk et al. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo* : zbirnyk naukovykh prats VNAU. 2020. No. 19. P. 15–29.

5. Vozhehova R. A., Bielov Ya. V. Influence of plant density and nutritional background on water consumption and productivity of corn hybrids under irrigation. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2019. Issue 72. P. 4–7. DOI: https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.1.

6. Vozhehova R. A., Bielov Ya. V. Productivity, yield structure and grain quality of corn hybrids depending on plant density and mineral nutrition background when grown on irrigated lands. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2019. Issue 4. P. 89–95.

7. Klymenko A. M. Sowing qualities and microflora of corn seeds under the influence of protective preparations. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2014. No. 1. P. 111–114. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2014_1_23 (last accessed: 16.02.2022).

8. Corn: cultivation, harvesting, storage and use / D. Shpaar et al. ; pod red. D. Shpaara. Kiev : Izdatel'skij dom «Zerno», 2012. 464 p.

9. Mazur V. A. The influence of technological methods of cultivation on the formation of quality indicators of corn grain. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo* : zbirnyk naukovykh prats VNAU. 2017. No. 6 (Vol. 1). P. 7–13.

10. Maslak O. The 2016 corn market. *Ahrobiznes sohodni*. 2016. No. 20 (339). P. 5–6.

11. Methodology for the examination and state testing of plant varieties of cereals, groats and leguminous crops / Ministerstvo ahrarnoi polityky Ukrainy, Derzhavna komisiia Ukrainy po vyprobuvanniu ta okhoroni sortiv roslyn. *Okhorona prav na sorty roslyn* : ofitsiinyi biuleten. 2003. Issue 2, Part 3. 241 p.

12. Evaluation of the most common

сорти рослин : офіційний бюлетень. 2003. Вип. 2, ч. 3. 241 с.

12. Оцінка ліній найбільш поширених геноплазм за основними господарсько цінними ознаками / М. С. Ольховик та ін. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. No. 2, vol. 17. С. 26–32.

13. Паламарчук В. Д. Вміст крохмалю у зерні гібридів кукурудзи залежно від строків посіву. *Сільське господарство та лісівництво* : збірник наукових праць ВНАУ. 2017. № 7, т. 1. С. 37–45.

14. Паламарчук В. Д. Вплив глибини загортання та фракції насіння на вміст крохмалю у зерні кукурудзи та вихід біоетанолу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 2. С. 55–65.

15. Паламарчук В. Д., Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Вплив системи удобрення на стійкість гібридів кукурудзи до стеблового кукурудзяного метелика. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 17 (Т. І). С. 240–244.

16. Погодні умови як чинник впливу на ріст і розвиток рослин кукурудзи в Західному Лісостепу України / О. П. Волощук та ін. *Sciences of Europe*. 2021. Vol. 2, No 71. P. 3–7. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-71-2-3-7.

17. Поліморфізм скороспілих ліній кукурудзи плазми Айодент та сестринських гібридів, створених за їх участю / Б. В. Дзюбецький та ін. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. Вип. 7 (1). С. 46–51. DOI: 10.15421/201705.

18. Селекція кукурудзи на Півдні України на рубежі століть / В. М. Соколов та ін. *Збірник наукових праць СГІ – НЦНС* : 100-літньому ювілею інституту присвячується. 2012. Вип. 20 (60). С. 84–97.

19. Семенда Д. К., Семенда О. В. Сучасний стан та шляхи підвищення економічної ефективності виробництва зерна кукурудзи. *Агросвіт*. 2020. № 3. С. 43–49. DOI:

genoplasms' lines by the main economically valuable traits / M. S. Olkhovyk et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. No. 2, vol. 17. P. 26–32.

13. Palamarchuk V. D. The content of starch in the grain of corn hybrids depending on the time of sowing. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo* : zbirnyk naukovykh prats VNAU. 2017. No. 7, vol. 1. P. 37–45.

14. Palamarchuk V. D. Influence of sowing depth and seed fraction on starch content in corn grain and bioethanol yield. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. No. 2. P. 55–65.

15. Palamarchuk V. D., Poli-shchuk M. I., Palamarchuk O. D. Influence of the fertilizer system on the resistance of corn hybrids to the stem corn moth. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*. 2013. Issue 17 (Vol. I). P. 240–244.

16. Weather conditions as a factor influencing the growth and development of maize plants in the Western Forest-Steppe of Ukraine / O. P. Voloshchuk et al. *Sciences of Europe*. 2021. Vol. 2, No 71. P. 3–7. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-71-2-3-7.

17. Polymorphism of early maturing lines of maize plasma Iodent and sister hybrids created with their participation / B. V. Dziubetskyi et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. Issue 7 (1). P. 46–51. DOI: 10.15421/201705.

18. Maize breeding in the south of Ukraine at the turn of the century / V. M. Sokolov et al. *Zbirnyk naukovykh prats SHI – NTNS* : 100-litnomu yuvileiu instytutu prysviachuietsia. 2012. Issue 20 (60). P. 84–97.

19. Semenda D. K., Semenda O. V. Current state and ways to improve the economic efficiency of corn grain production. *Ahrosvit*. 2020. No. 3. P. 43–49. DOI: 10.32702/23066792.2020.3.43.

20. System Analysis in Field Crops Breeding : study guide / P. P. Litun et al. ; Instytut roslynnytstva imeni V. Ya. Yurieva UAAN. Kharkiv, 2009. 354 p.

10.32702/23066792.2020.3.43.

20. Системний аналіз в селекції польових культур : навч. посіб. / П. П. Літун та ін. ; Ін-т рослинництва імені В. Я. Юр`єва УААН. Харків, 2009. 354 с.

21. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант, 2013. 378 с.

22. Фурсова Г. К., Фурсов Д. І., Сергєєва В. В. Рослинництво: лабораторно-практичні заняття. *Зернові культури* : навч. посіб. / за ред. Г. К. Фурсової. Харків : ТО «Ексклюзив», 2004. Ч. 1. 380 с.

23. Черчель В. Вологість зерна кукурудзи під час збирання: формування, облік, значення. *Пропозиція*. 2016. 12 верес. URL: https://propozitsiya.com/ua/vologist-zerna-kukurudzy-pid-chas-zbyrannya-formuvannya-oblik-znachennya (дата звернення: 16.02.2022).

24. Чорнолата Л., Здор Л. Зерно кукурудзи – цінна складова кормосумішок і силосу. *Агрономія Сьогодні*. 2021. 29 жовт. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/23186-zerno-kukurudzi-tsinna-skladova-kormosumishok-i-silosu.html (дата звернення: 16.02.2022).

25. Influence of a new energy-saving drying method on the quality of corn seeds / M. Ya. Kyrpa et al. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. No. 1, vol. 9. P. 1–6. DOI: 10.11648/.ajaf.20210901.11.

26. Modern maize hybrids in Northeast China exhibit increased yield potential and resource use efficiency despite adverse climate change / X. Chen et al. *Global Change Biol*. 2013. Issue 19. P. 923–936. DOI: 10.1111/gcb.12093.

27. Palamarchuk V., Telekalo N. The effect of seed size and seeding depth on the components of maize yield structure. *Bulgarian Journal of Agricultural Science.* 2018. Issue 24 (No. 5). P. 785–792.

21. Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Ailant, 2013. 378 p.

22. Fursova H. K., Fursov D. I., Serhieieva V. V. Plant growing: laboratory and practical work. *Zernovi kultury* : navch. posib. / ed. H. K. Fursovoi. Kharkiv : TO «Ekskliuzyv», 2004. Vol. 1. 380 p.

23. Cherchel V. Humidity of corn grain during harvesting: formation, accounting, value. *Propozytsiia*. 2016. 12 veres. URL: https://propozitsiya.com/ua/vologist-zerna-kukurudzy-pid-chas-zbyrannya-formuvannya-oblik-znachennya (last accessed: 16.02.2022).

24. Chornolata L., Zdor L. Corn grain is a valuable component of feed mixtures and silage. *Ahronomiia Sohodni*. 2021. 29 zhovt. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/23186-zerno-kukurudzi-tsinna-skladova-kormosumishok-i-silosu.html (last accessed: 16.02.2022).

25. Influence of a new energy-saving drying method on the quality of corn seeds / M. Ya. Kyrpa et al. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. No. 1, vol. 9. P. 1–6. DOI: 10.11648/.ajaf.20210901.11.

26. Modern maize hybrids in Northeast China exhibit increased yield potential and resource use efficiency despite adverse climate change / X. Chen et al. *Global Change Biol*. 2013. Issue 19. P. 923–936. DOI: 10.1111/gcb.12093.

27. Palamarchuk V., Telekalo N. The effect of seed size and seeding depth on the components of maize yield structure. *Bulgarian Journal of Agricultural Science.* 2018. Issue 24 (No. 5). P. 785–792.

28. Sustainable agriculture in conditions of climate changes: Possible problems and ways of their solving in the South Steppe zone of Ukraine / R. A. Vozhehova et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. No. 8 (3). P. 75–82.

29. Touch V., Martin R. J., Scott J. F. Economics of Weed Management in Maize in Pailin Province Cambodia. *International*

28. Sustainable agriculture in conditions of climate changes: Possible problems and ways of their solving in the South Steppe zone of Ukraine / R. A. Vozhehova et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. No. 8 (3). P. 75–82.

29. Touch V., Martin R. J., Scott J. F. Economics of Weed Management in Maize in Pailin Province Cambodia. *International Journal of Environmental and Rural Development.* 2013. No. 4. P. 215–219.

Journal of Environmental and Rural Development. 2013. No. 4. P. 215–219.

Отримано 18.12.2021
Погоджено до друку 14.02.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-5
УДК 633.3:631.8
А. Г. ДЗЮБАЙЛО, доктор сільськогосподарських наук
Н. І. ПИЛИПІВ, науковий співробітник
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115,
e-mail: dzyubaylo648@ukr.net

ДИНАМІКА ЩІЛЬНОСТІ СІЯНОГО ТРАВОСТОЮ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

Для того, щоб впевнено конкурувати з тваринницькою продукцією на вітчизняному, і особливо на світовому ринку, потрібно значно здешевити її собівартість шляхом використання низькозатратних технологій виробництва високоякісних кормів. Відомо, що в переважній більшості наших господарств корми власного виробництва лише на 80–85 % збалансовані за перетравним протеїном, що веде до їх перевитрат на 30 % і більше при виробництві молока та м'яса. Поліпшити якість і знизити вартість кормів можна шляхом вирощування багаторічних трав, і зокрема бобово-злакових травосумішок.

Відомо, що суттєвою передумовою високого врожаю багаторічних трав у сіяному лучному фітоценозі є густий травостій, щільність якого залежить від багатьох антропогенних факторів.

Дослідження, проведені в умовах Лісостепу Західного на темно-сірому опідзоленому глеюватому слабозмитому ґрунті, показали, що щільність багаторічного сіяного бобово-злакового травостою змінюється під впливом підбору багаторічних злакових і бобових трав та їх удобрення. Трирічні дані досліджень показали, що найбільшу щільність травостою спостерігали у травосумішці, де разом зі злаками грястицею збірною, пажитницею багаторічною і тимофіївкою лучною висівали бобові – конюшину гібридну і лядвенець рогатий або конюшину лучну і конюшину гібридну. На цих ділянках на 1 м^2 нараховувалося 1025–1240 і 986–1305 шт. вегетативних пагонів. У травостої 57,6–79,9 % займали злакові трави, тоді як на бобові припадало лише 15,3–38,6 %, а на різнотрав'я – 2,6–5,3 %.

Найбільш сприятливі умови для кущення злакових трав створювалися при удобренні бобово-злакового травостою повними мінеральними добривами з розрахунку $N_{60}P_{60}K_{90}$, бобових – при внесенні лише фосфорно-калійних добрив $P_{60}K_{90}$.

Відчуження травостою першого укосу сприяло приросту пагонів на 70–226 шт. на 1 м^2 за рахунок більш інтенсивного галуження бобових компонентів, і їх відсоток у другому укосі зріс до 17,4–51,1 % порівняно з 15,3–38,4 % у першому укосі. Найбільше вегетативних пагонів бобових трав спостерігали в усіх травосумішках на неудобреному варіанті і варіанті, удобреному фосфорно-калійними добривами з розрахунку $P_{60}K_{90}$, злакових –

© Дзюбайло А. Г., Пилипів Н .І., 2022

на удобрених повними мінеральними добривами $N_{60}P_{60}K_{90}$. Таку ж закономірність щодо динаміки щільності сіяного травостою спостерігали і в третьому укосі.

З трьох років проведення досліджень найбільш відчутне зменшення (на 41,5–35,8 %) густоти травостою відбувається на другий рік його використання.

Ключові слова: злакові трави, бобові трави, бобово-злакова травосумішка, фосфорно-калійні добрива, повні мінеральні добрива, щільність травостою, відчуження травостою.

Andrii Dziubailo, Nataliia Pylypiv
Institute of Agriculture in the Carpathian Region NAAS

The dynamics of the sowed herb density depending on the fertilization

To confidently compete in the area of livestock products on domestic and especially on the world market, it is necessary to significantly reduce their cost by using low-cost technologies for the production of high-quality feed staff. It is known that feed staff of own production is only 80–85 % balanced by digestive protein in the vast majority of our farms, which leads to their overspending by 30 % or more by the milk and meat production. The quality can be improved and the cost of fodder can be reduced by growing perennial herbs and, in particular, legumes and grass mixtures.

It is known that an essential prerequisite for a high yield of perennial herbs in the sown meadow phytocenosis is a dense standing grass crop, which depends on many anthropogenic factors.

Three-year studies carried out in the conditions of the Western Forest-Steppe on dark gray podzolic gleyed, weakly washed soil showed that the density of perennial sown legume-cereal grasses varies under the influence of the selection of perennial cereal and leguminous grasses and their fertilizers.

The greatest density of the standing grass crop was observed in the grass mix, where such legumes as hybrid clover and common bird's-foot trefoil, or red and hybrid clover were sown together with such cereals as orchard grass, perennial ryegrass, and timothy-grass. Here, 1025–1240 and 986–1305 pieces of vegetative shoots were counted per 1 m^2. Standing grass crop accounted 57.6–79.9 % of cereal herbs. Legumes accounted only 15.3–38.6 % and herbs – 2.6–5.3 %.

The most favorable conditions for tillering in cereal grasses were created when fertilizing cereal-leguminous grass-stand with full mineral fertilizers at the rate of $N_{60}P_{60}K_{90}$, leguminous – when fertilizing only with phosphorus-potassium fertilizers $P_{60}K_{90}$.

The alienation of the first hay cutting in standing grass crop contributed to an increase in shoots by 70–226 pieces per 1 m^2 due to more intensive branching of legume components and their percentage in the second hay cutting increased to 17.4–51.1 % compared to 15.3–38.4 % in the first. The most vegetative shoots of leguminous grasses were observed in all herbal mixtures on the non-fertilized version and the version fertilized with phosphorus-potassium fertilizers at the rate of $P_{60}K_{90}$, cereals – on the $N_{60}P_{60}K_{90}$ fertilized with full mineral fertilizers. The same

pattern with the density dynamics of the sown standing grass crop was observed in the third hay cutting.

Of the three years of research, the largest decrease (by 41.5–35.8%) in the density of grasses occurred in the second year of use.

Key words: cereal grasses, leguminous grasses, leguminous-cereal mixture, phosphorus-potassium fertilizers, full mineral fertilizers, the density of the standing grass crop, alienation of the standing grass crop.

Вступ. Україна все впевненіше збільшує експорт на світові ринки не тільки продукції рослинництва, а й тваринництва. Однак пробиватися туди все важче через низьку конкурентоспроможність нашої продукції [13]. Причиною низької конкурентоздатності нашої тваринницької продукції є висока її собівартість. А оскільки близько 40 % у затратах на виробництво молока і м'яса припадає на корми, то нагальним завданням сьогодні є їх здешевлення шляхом використання низькозатратних технологій виробництва і підвищення якості [16]. Адже відомо, що дефіцит перетравного протеїну в кормовій одиниці 15–20 % веде до перевитрат корму на 30 % [12].

Ефективним джерелом якісних і дешевих кормів для громадського тваринництва є багаторічні трави, особливо бобово-злакові травосумішки [3, 7, 9, 14, 25]. Більшість вчених-кормовиробників сходяться до спільної думки про те, що бобово-злакові травосумішки у регіонах з достатнім зволоженням більш урожайні порівняно з чистими посівами бобових і злаків [15, 21, 23, 26].

Перевага бобово-злакових травосумішок полягає і в тому, що бобові трави містять більше білка і більшість з них за поживністю переважають злакові. До того ж злакові трави, вирощені у сумішках з бобовими, містять більше протеїну, ніж у чистих посівах [5, 10, 18, 24].

Цінність кормів визначається не тільки їх поживністю, а й стравлюванням. За цим показником травосумішки також мають вагомі переваги над чистими посівами злакових трав [22, 27, 29, 30].

Бобово-злакові травосумішки забезпечують стабільно високі врожаї зеленої маси завдяки вищій стійкості до несприятливих умов вирощування і більш конкурентоспроможні в боротьбі з бур'янами [31].

Перевага бобово-злакових травосумішок полягає ще й в тому, що при випаданні бобових трав на їх місці проростають більш стійкі і довговічні злаки. Разом з тим завдяки різній формі кореневої системи і неоднаковій інтенсивності росту злаки і бобові в сумішках менше конкурують за поживні речовини, вологу і світло.

Завдяки фіксації азоту з повітря бобовими бобово-злакова травосумішка забезпечується біологічним азотом, що значно зменшує витрати азотних добрив на її вирощування.

Таким чином, розширення площ під багаторічні трави дає можливість отримати високоякісний дешевий корм для ВРХ, а звідси здешевлення продуктів тваринництва.

Відомо, що врожай сіяного травостою значною мірою залежить від кількості пагонів на одиниці площі [20]. Як зазначають Ярмолюк М. Т., Седіло Г. М., Коник Г. С. та ін., густий травостій є суттєвою передумовою високого врожаю лучного фітоценозу. Адже зі збільшенням кількості пагонів на одиниці площі зростає й асиміляційна поверхня рослинного покриву, а звідси й інтенсивність фотосинтезу [1].

Дані, які отримали Г. І. Демидась і Ю. В. Демцюра на чорноземі типовому малогумусному грубопилувато-середньо-суглинковому, показали, що інтенсивність пагоноутворення компонентів багаторічних травосумішок значною мірою залежить від виду трав, способу сівби й удобрення. Водночас найбільшу щільність бобово-злакового фітоценозу (1064–1095 шт./м^2) забезпечує травосумішка, що складається з люцерни посівної, грястиці збірної, стоколосу безостого та тонконогу лучного, висіяних смуговим способом (по два рядки кожного виду), на фоні внесення повного мінерального добрива ($N_{30}P_{60}K_{90}$) [6].

За даними в Передкарпатського відділу наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, на дерново-підзолистих ґрунтах найбільше пагонів було на другий рік використання бобово-злакового травостою: кількість їх, залежно від варіанта досліду, коливалася в межах 587–1330 шт./м^2. Значно нижчою щільність травостою була на третій рік (337–791 шт./м^2) і ще нижчою (237–499 шт./м^2) – у перший рік використання. Це пов'язано зі слабким кущенням злаків у перший рік використання і значним їх випаданням з травостою у третій рік збирання врожаю. Азотні добрива, внесені з розрахунку 90 кг/га д. р. на фоні $P_{60}K_{60}$, збільшували кількість пагонів на злаковому травостої в середньому за три роки з 482 до 918 шт./м^2, на бобово-злаковому з 793 до 1026 шт./м^2 [8].

В умовах Передкарпаття, за даними Кургака В. Г. і Карбівської У. М., бобово-злакові агрофітоценози з різним видовим складом бобових і злакових компонентів формувалися зі щільністю 976–1528 пагонів/м^2 з часткою бобового компонента 15–69 %. Багаторічні злакові травостої, які сформовані в одновидових та

сумісних посівах, утримувалися в агроценозах на достатньому рівні з щільністю пагонів 1440–2726 шт./м^2, часткою висіяних культур 64–95 % на безазотних фонах [15]. Подібні результати щодо щільності травостоїв отримали й інші дослідники [4, 11, 28, 19]

Матеріали і методи. Для вивчення динаміки щільності сіяного травостою залежно від підбору бобових і злакових компонентів та удобрення в умовах Лісостепу Західного в 2018–2020 рр. проведено польовий двофакторний дослід на експериментальному полі відділу кормовиробництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Ґрунт дослідної ділянки типовий для вказаної зони темно-сірий опідзолений глеюватий слабозмитий з такими показниками родючості: вміст гумусу в шарі 0–20 см (за Тюріним) становить 2,0–2,2 %, $pH_{(KCl)}$ – 5,7–6,0, гідролітична кислотність (за Каппеном) – 2,1–2,5 мг-екв. на 100 г ґрунту, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 110 мг, рухомого фосфору (за Кірсановим) – 120 і обмінного калію (за Масловою) – 125 мг на 1 кг ґрунту. Вміст гумусу відносно невисокий, що свідчить про низьку природну родючість цих ґрунтів.

Дослідження проводили за методикою Інституту кормів та сільського господарства Поділля [2].

Двофакторний польовий дослід закладали за такою схемою: фактор А: травосумішка 1 – грястиця збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина гібридна і лядвенець рогатий; травосумішка 2 – грястиця збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна і лядвенець рогатий; травосумішка 3 – грястиця збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна і конюшина гібридна.

Фактор Б: норми удобрення – контроль (без добрив); контроль + ОБ*; $P_{60}K_{90}$ (фон); фон + ОБ*; фон + N_{30}; фон + N_{30} + ОБ*; фон + N_{60}; фон + N_{60} + ОБ* (ОБ* – обробка травостою регулятором росту органік баланс).

Для закладки травостою використовували рекомендовані для вирощування в Лісостепу Західному сорти багаторічних злакових і бобових трав: грястиця збірна (*Dactylis glomerata* L.) сорту Дрогобичанка, 6 к/га схожого насіння; пажитниця багаторічна (*Lolium perenne* L.) Дрогобицький 16, 10 кг/га; тимофіївка лучна (*Phléum praténse* L.) Підгірянка, 6 кг/га; конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.) Передкарпатська 6, 5 кг/га; лядвенець рогатий *(Lotus corniculatus* L.) Аякс, 4 кг/га; конюшина гібридна (*Trifolium hibridum* L.) Придністровська, 4 кг/га.

Добрива в формі аміачної селітри, гранульованого суперфосфату і калімагнезії вносили згідно зі схемою досліду ранньою весною під час відновлення вегетації трав. Регулятором росту органік баланс обприскували травостій перед виходом злакових компонентів у трубку.

Повторність досліду 4-разова. Загальна площа ділянок – 36 м^2, облікова – 20 м^2. Розміщення варіантів послідовне.

Щільність травостою визначали шляхом підрахунку кількості вегетативних пагонів рослин перед збиранням урожаю на трьох постійно зафіксованих ділянках площею 1 м^2 кожна на двох несуміжних повтореннях.

Збирання бобово-злакової травосумішки провели на початку цвітіння конюшини лучної і конюшини гібридної.

За даними Львівського центру з гідрометеорології, метеорологічні умови у роки проведення досліджень були в основному типовими для Лісостепу Західного, проте мали місце деякі відхилення середньодобових температур повітря від середніх багаторічних показників в окремі місяці вегетації багаторічних бобово-злакових травосумішок. Початок вегетації 2018 і 2019 рр. характеризувався недостатньою кількістю опадів (-29,4 і -18,2 мм) та підвищеною температурою повітря (на +6,3 і +2,6 °С) порівняно з середньою багаторічною, що певною мірою позначилося негативно на рості та розвитку багаторічних бобових і злакових трав у першому і другому укосах.

Особливостями початку вегетації сіяних багаторічних бобово-злакових травосумішок 2020 р. було також підвищення температурного режиму квітня від 7,6 до 10,7 °С на фоні значного дефіциту опадів (від 0 у першій декаді до 7,6 мм за дві останні за норми 51 мм). Відзначено також різкі коливання температури повітря: від заморозків на поверхні ґрунту до -5,9 °С 1 квітня до +23,1 °С 29 квітня, що негативно впливало на процес кущіння злакових трав. Другий місяць вегетаційного періоду сіяних лучних агрофітоценозів був на 2,1 °С холоднішим за норму і супроводжувався як температурними коливаннями (від -1,5 до +25,8 °С протягом 11–13 травня), так і надмірними атмосферними опадами (147,4 % багаторічної норми).

Такі аномальні зміни погодних умов спричинили низьку щільність бобово-злакових травостоїв, подовжили міжфазні періоди розвитку як бобових, так і злакових компонентів фітоценозів, що

призвело до настання їх укісної стиглості на 12–15 діб пізніше впродовж вегетаційного періоду 2019 та 20–25 діб 2018 р.

Однак у цілому погодні умови в роки проведення польових досліджень були типовими для вказаної зони.

Результати та обговорення. Дані наших досліджень свідчать про те, що щільність сіяного травостою залежить від багатьох антропогенних факторів, зокрема видового складу травосумішки й удобрення (табл. 1).

1. Щільність травостою бобово-злакової травосумішки І укосу залежно від видового складу й удобрення, шт. пагонів на 1 м^2, сер. за 2018–2020 рр.

Травосумішка	Удобрення	Злаки	Бобові	Різнотрав'я	Всього
I	Контроль	670/65,4	322/31,4	33/3,1	1025
	$P_{60}K_{90}$	689/61,9	396/35,5	29/2,6	1114
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	879/71,1	315/25,5	43/3,5	1237
	$N_{60}P_{60}K_{90}$	980/79,9	193/15,3	54/4,4	1227
II	Контроль	634/66,7	275/28,9	42/4,4	951
	$P_{60}K_{90}$	644/60,8	380/35,8	36/3,4	1060
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	800/72,8	255/23,2	44/4,0	1099
	$N_{60}P_{60}K_{90}$	877/79,2	193/17,4	37/3,4	1107
III	Контроль	600/62,5	309/32,2	51/5,3	960
	$P_{60}K_{90}$	568/57,6	381/38,6	37/3,8	986
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	834/67,6	355/28,8	45/3,6	1234
	$N_{60}P_{60}K_{90}$	919/70,5	341/26,2	44/3,3	1304

Примітка. Травосумішка І: грястиця збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина гібридна, лядвенець рогатий; травосумішка ІІ: грястиця збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна, лядвенець рогатий; травосумішка ІІІ: грястиця збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина гібридна, конюшина лучна. Чисельник – кількість пагонів на 1 м^2, знаменник – частка компонента у загальній щільності травостою, %.

Найбільшу щільність травостою (1025–1240 шт. пагонів на 1 м^2) спостерігали в першій травосумішці, де разом зі злаками грястицею збірною, пажитницею багаторічною і тимофіївкою лучною висівали бобові – конюшину гібридну і лядвенець рогатий. Дещо нижчою вона була у третій травосумішці – 986–1305 шт. пагонів на 1 м^2 і найменшою (951–1108 шт. пагонів на 1 м^2) – у другій, де разом зі злаками висівали конюшину лучну і лядвенець рогатий.

У бобово-злаковому травостої переважали злакові трави. Кількість їх вегетативних пагонів залежно від складу травосумішки коливалася в межах 600–982 шт. на 1 м^2, або 57,6–79,9 %, тоді як бобових – лише 193–397 шт., або 15,3–38,6 %. Найменше їх припадало на різнотрав'я – 29–54 шт. пагонів на 1 м^2, або 2,6–5,3 %. Найбільшу щільність вегетативних пагонів злакових трав відзначено в першій травосумішці, де висівали грястицю збірну, пажитницю багаторічну, тимофіївку лучну, конюшину гібридну і лядвенець рогатий.

Залежно від норми внесених мінеральних добрив цей показник становив 670–982 шт. пагонів на 1 м^2, або 61,9–79,9 %. Дещо менше (634–879 шт./м^2 пагонів, або 60,8–79,3 %) їх було в другій травосумішці, де з бобових висівали конюшину лучну та лядвенець рогатий, і найменше – у третій (568–920 шт./м^2, або 57,6–70,5 %), де разом зі злаками висівали конюшину гібридну і конюшину лучну.

Внесені з весни мінеральні добрива мали значний позитивний вплив на щільність бобово-злакової травосумішки. Удобрення травостою фосфорно-калійними добривами з розрахунку $P_{60}K_{90}$ підвищувало цей показник залежно від складу травосумішки з 951–1025 до 986–1114 шт. пагонів на 1 м^2, або на 3,7–8,0 %. Водночас частка пагонів бобового компонента зросла на 23,0–38,2 % за рахунок зниження на 12,1–27,4 % різнотрав'я. Додаткове внесення N_{30} на фоні $P_{60}K_{90}$ сприяло збільшенню густоти вегетативних пагонів до 1099–1240 шт. на 1 м^2, або на 14,6–11,3 %. На цьому варіанті зростання кількості пагонів відбувалося в основному за рахунок інтенсивності кущення злаків. Кількість пагонів бобових трав знизилася на 20,2–32,9 %. Подальше збільшення дози азоту до 60 кг/га знижувало насиченість травостою пагонами бобових культур до 15,3–26,2 % при 28,9–32,2 % на неудобрених і 35,5–38,6 % на удобрених $P_{60}K_{90}$ ділянках.

Найсприятливіші умови для кущення злакових трав, як показали наші дослідження, знаходяться при удобренні бобово-злакової травосумішки повними мінеральними добривами з розрахунку $N_{60}P_{60}K_{90}$, бобових – при внесенні $P_{60}K_{90}$.

Позакореневе підживлення травостою регулятором росту органік баланс практично не впливало на щільність травостою першого укосу. Це пояснюється тим, що цей агрозахід ми проводили на початку виходу злаків у трубку, а густота травостою формується у фазі кущення.

Відчуження травостою першого укосу дещо стимулювало відростання вегетативних пагонів. Особливо відчутним воно було у

першій і другій травосумішці на ділянках без удобрення і з внесенням фосфорно-калійних добрив $P_{60}K_{90}$ (табл. 2).

2. Щільність бобово-злакового травостою II укосу залежно від видового складу та удобрення, шт. пагонів на 1 м², сер. за 2018–2020 рр.

Трасо-сумішка	Удобрення	Злаки	Бобові	Різно-трав'я	Всього
I	Контроль	692/57,1	471/38,9	48/4,0	1211
	$P_{60}K_{90}$	607/45,6	679/51,1	44/3,3	1330
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	832/63,5	421/32,1	58/4,4	1311
	$N_{60}P_{60}K_{90}$	867/77,6	194/17,4	56/5,0	1117
II	Контроль	621/60,6	350/34,2	50/5,2	1021
	$P_{60}K_{90}$	604/53,5	479/42,4	47/4,1	1130
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	640/65,2	300/30,5	46/4,3	986
	$N_{60}P_{60}K_{90}$	768/78,0	177/18,0	40/4,0	985
III	Контроль	549/62,1	294/33,3	41/4,6	884
	$P_{60}K_{90}$	508/50,0	449/44,7	48/4,8	1005
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	651/67,7	258/26,9	52/5,4	962
	$N_{60}P_{60}K_{90}$	649/77,2	148/17,6	44/5,2	841

Примітка. Травосумішка I: грястиця збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина гібридна, лядвенець рогатий; травосумішка II: грястиця збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна, лядвенець рогатий; травосумішка III: грястиця збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина гібридна, конюшина лучна. Чисельник – кількість пагонів на 1 м², знаменник – частка компонента у загальній щільності травостою, %.

Загальний приріст пагонів становив від 70 до 226 шт. на 1 м². До того ж цей процес відбувався в основному за рахунок більш інтенсивного галуження бобових компонентів. І якщо в першому укосі щільність травостою забезпечувалася галуженням бобових трав на 15,3–38,4 %, то в другому – вже на 17,4–51,1 %.

І як у першому, так і в другому укосі найбільше вегетативних пагонів бобових трав спостерігали в усіх травосумішках на контрольному варіанті і на варіанті, удобреному фосфорно-калійними добривами з розрахунку $P_{60}K_{90}$.

Додаткове внесення азотних добрив (30 і 60 кг д. р. на 1 га) знижувало частку бобових трав у загальній щільності бобово-злакового травостою з 42,4–51,1 % до 17,4–30,5 %. Кущення злакових трав на удобрених азотом варіантах, навпаки, зростало з 508–692 пагонів на ділянках без удобрення і удобрених з весни $P_{60}K_{90}$ до

649–867 шт. на 1 м^2 на удобрених повними мінеральними добривами $N_{60}P_{60}K_{90}$. Чіткої закономірності у зміні щільності травостою отави бобово-злакової травосумішки від внесених навесні мінеральних добрив не відзначено, хоч спостерігали тенденцію до її зменшення в міру збільшення доз внесеного азоту. Відростання вегетативних пагонів після другого скошування бобово-злакової травосумішки відбувалося менш інтенсивно, ніж після першого відчуження. Тому густота травостою третього укосу була значно нижчою порівняно з другим укосом (табл. 3).

3. Щільність травостою бобово-злакової травосумішки ІІІ укосу залежно від видового складу й удобрення, сер. за 2018–2020 рр.

Трасо-сумішка	Удобрення	Злаки	Бобові	Різно-трав'я	Всього
I	Контроль	593/74,0	184/22,9	25/3,1	802
	$P_{60}K_{90}$	639/69,3	250/27,1	33/3,6	922
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	751/74,4	228/22,6	31/3,0	1010
	$N_{60}P_{60}K_{90}$	934/81,3	186/16,2	29/2,5	1149
II	Контроль	556/74,8	158/21,3	29/3,9	743
	$P_{60}K_{90}$	615/70,1	224/25,5	39/4,4	878
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	724/74,2	217/22,2	35/3,6	976
	$N_{60}P_{60}K_{90}$	871/79,1	193/17,6	36/3,3	1100
III	Контроль	546/76,6	135/18,9	32/4,5	713
	$P_{60}K_{90}$	607/72,3	202/24,0	31/3,7	840
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	711/77,5	178/19,4	28/3,1	917
	$N_{60}P_{60}K_{90}$	823/83,1	138/13,9	29/3,0	990

Примітка. Травосумішка I: грястиця збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина гібридна, лядвенець рогатий; травосумішка II: грястиця збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна, лядвенець рогатий; травосумішка III: грястиця збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина гібридна, конюшина лучна. Чисельник – кількість пагонів на 1 м^2, знаменник – частка компонента у загальній щільності травостою, %.

Якщо в другому укосі кількість вегетативних пагонів на 1 м^2 становила залежно від видового складу бобово-злакової травосумішки 841–1329 шт., то у третьому – лише 713–1149 шт., або на 15,2–15,7 % менше. Водночас найбільшу щільність травостою спостерігали в першій бобово-злаковій травосумішці, де разом зі злаками грястицею збірною, пажитницею багаторічною і тимофіївкою лучною висівалибобові трави – конюшину гібридну і лядвенець рогатий. На

1 м^2 цих ділянок залежно від удобрення нараховувалося від 802 до 1149 шт. вегетативних пагонів.

Найменше вегетативних пагонів (713–990 шт. на 1 м^2) було на ділянці, де у травосумішці, крім грястиці збірної, пажитниці багаторічної і тимофіївки лучної, висівали конюшину лучну і конюшину гібридну.

Внесені з весни мінеральні добрива збільшували густоту травостою ІІІ укосу з 713–802 шт. на 1 м^2 на контрольних ділянках до 990–1149 шт. на 1 м^2 при внесенні $N_{60}P_{60}K_{90}$, або на 18,0–30,2 %.

Як у першому і другому укосах, у ІІІ укосі бобово-злакового травостою переважали злакові трави. На них, залежно від складу компонентів і удобрення, припадало від 69,3 до 83,1 %, тоді як на бобові – лише 16,2–27,1 %. Різнотрав'я у вегетативній масі займало найменше – 2,5–4,5 %.

Найбільший відсоток злаків спостерігали в усіх трьох травосумішках на ділянках з удобренням повними мінеральними добривами $N_{60}P_{60}K_{90}$, бобових – на неудобрених і удобрених фосфорно-калійними добривами.

Щільність травостою бобово-злакової травосумішки залежала і від тривалості її використання (табл. 4).

Особливо різке зменшення густоти травостою в першому укосі спостерігали на другий рік використання. Так, якщо в першому році використання (2018 р.) на 1 м^2 нараховувалося, залежно від видового складу бобово-злакової травосумішки і її удобрення, 1036–1770 шт. вегетативних пагонів трав, то у другому (2019 р.) – лише 789–1242 шт., або на 41,5–35,8 % менше.

Варто відзначити, що зменшення щільності бобово-злакового травостою відбувалося як за рахунок злакового, так і бобового компонентів.

4. Щільність травостою бобово-злакової травосумішки І укосу залежно від тривалості використання, шт. пагонів на 1 м^2

Трав-о-сумішка	Удобрення	2018 р.	2019 р.	2020 р.
1	2	3	4	5
І	Контроль	1100	982	994
	$P_{60}K_{90}$	1492	1010	838
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	1668	940	1104
	$N_{60}P_{60}K_{90}$	1710	863	1111

1	2	3	4	5
II	Контроль	1036	926	892
	$P_{60}K_{90}$	1436	943	804
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	1582	847	868
	$N_{60}P_{60}K_{90}$	1612	789	992
III	Контроль	934	892	1015
	$P_{60}K_{90}$	1240	932	848
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	1718	1088	937
	$N_{60}P_{60}K_{90}$	1770	1242	952

Примітка. Травосумішка I: грястиця збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина гібридна, лядвенець рогатий; травосумішка II: грястиця збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна, лядвенець рогатий; травосумішка III: грястиця збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина гібридна, конюшина лучна.

Зменшення густоти травостою першого укосу на третій рік використання (2020 р.) порівняно з другим роком відбувалося значно повільніше, а на варіантах, удобрених повними мінеральними добривами, вона навіть дещо зростала.

Висновки. Щільність сіяного травостою залежить від багатьох антропогенних факторів, і зокрема від підбору компонентів для багаторічної травосумішки, а також від удобрення.

Найбільшу щільність травостою спостерігали у травосумішці, де разом зі злаками грястицею збірною, пажитницею багаторічною і тимофіївкою лучною висівали бобові – конюшину гібридну і лядвенець рогатий або конюшину лучну і конюшину гібридну. Залежно від норм внесених добрив на 1 м^2 цих ділянок нараховували 1025–1240 і 986–1305 шт. пагонів.

У бобово-злаковому травостої переважали злакові трави. На них, залежно від складу травосумішки й удобрення, припадало 57,6–79,9 %, тоді як на бобові – 15,3–38,6 %, а на різнотрав'я – 2,6–5,3 %.

Внесені з весни мінеральні добрива позитивно вплинули на щільність бобово-злакового травостою. Водночас найсприятливіші умови для кущення злакових трав спостерігали при удобренні повними мінеральними добривами з розрахунку $N_{60}P_{60}K_{90}$, бобових – при внесенні $P_{60}K_{90}$.

У другому укосі більш інтенсивно відбувалося галуження бобових трав, що сприяло збільшенню щільності травостою на 70–226 шт. пагонів на 1 м^2. Водночас зростала і забезпеченість щільності травостою галуженням бобових трав до 17,4–51,1 %, тоді як у

першому укосі вона становила лише 15,3–38,4 %. Найбільш сприятливі умови для формування вегетативних пагонів бобових трав складалися в усіх травосумішках на неудобреному варіанті і варіанті з внесенням лише фосфорно-калійних добрив $P_{60}K_{90}$, злакових – на удобрених повними мінеральними добривами $N_{60}P_{60}K_{90}$. Таку ж закономірність щодо динаміки щільності сіяного травостою спостерігали і в третьому укосі.

З трьох років використання бобово-злакової травосумішки найбільш відчутне зменшення (на 41,5–35,8 %) густоти травостою відбувається на другий рік.

Список використаної літератури

1. Агроекобіологічні основи створення та використання лучних фітоценозів / М. Т. Ярмолюк та ін. Львів : СПОЛОМ, 2013. 304 с.

2. Бабич А. О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. Вінниця, 1994. 88 с.

3. Боговін А. В., Слюсар І. Т., Царенко Н. К. Трав'янисті біоценози, їхнє поліпшення та раціональне використання. Київ : Аграрна наука, 2005. 360 с.

4. Вплив удобрення на продуктивність бобово-злакової травосумішки / В. О. Олійфірович та ін. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 48–53.

5. Гальченко Н. М. Продуктивність багаторічних трав залежно від складу агрофітоценозу і способу використання травостоїв у Південному Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2017. Вип. 65. С. 80–83.

6. Демидась Г. І., Демцюра Ю. В. Формування щільності сіяних агрофітоценозів залежно від видового складу багаторічних трав та рівня їх удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 1. С. 45–47.

7. Деякі аспекти теорії і практики кормовиробництва / О. І. Зінченко та ін. *Біоресурси і природокористування*. 2013. Т. 5, № 5/6. С. 47–56.

8. Дзюбайло А. Г., Марцінко Т. І., Карасевич Н. В. Продуктивність бобово-злакового травостою залежно від

References

1. Agroecobiological bases of creation and use of meadow phytocenoses / M. T. Yarmoliuk et al. Lviv : SPOLOM, 2013. 304 p.

2. Babych A. O. Methods of conducting experiments on feed production. Vinnytsia, 1994. 88 p.

3. Bohovin A. V., Sliusar I. T., Tsarenko N. K. Grassy biocenoses, their improvement and rational use. Kyiv : Ahrarna nauka, 2005. 360 p.

4. The effect of fertilizer on the productivity of legume-cereal grass mixture / V. O. Olifirovych et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No 11. P. 48–53.

5. Halchenko N. M. Productivity of perennial grasses depending on the composition of the agrophytocenosis and the method of using grasses in the Southern Steppe of Ukraine. *Zroshuvane zemlerobstvo.* 2017. Issue 65. P. 80–83.

6. Demydas H. I., Demtsiura Yu. V. Formation of density of sown agrophytocenoses depending on the species composition of perennial grasses and the level of their fertilizer. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva.* 2016. No 1. P. 45–47.

7. Some aspects of the theory and practice of feed production / O. I. Zinchenko et al. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia.* 2013. Vol. 5, No 5/6. P. 47–56.

8. Dziubailo A. H., Martsinko T. I., Karasevych N. V. Productivity of legume-

удобрення в умовах Передкарпаття. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 145–155.

9. Кобиренко Ю. О. Біорізноманіття фітоценозів вироджених травостоїв в процесі їх реновації. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 59. С. 15–19.

10. Коваленко В. П., Коковіхін С. В., Гальченко Н. М. Науково-практичні засади вирощування багаторічних бобових трав в умовах Лісостепу і Степу України : монографія. Херсон : Айлант, 2019. 208 с.

11. Коваленко В. П. Оптимізація удобрення і його роль у формуванні продуктивності фітомаси сортів конюшини лучної. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. № 1 (65). URL: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/8118/7760 (дата звернення: 11.04.2022).

12. Ковбасюк П. У., Каленська С. М., Іскра В. І. Продуктивність люцерно-злакових травосумішок залежно від способу сівби, складу травосумішок і удобрення. *Землеробство.* 2006. Вип. 78. С. 96–102.

13. Козак О. А., Грищенко О. Ю. Оцінювання регіональної конкурентоспроможності виробництва молока в Україні. *Економіка АПК*. 2020. № 4. С. 34–41.

14. Кургак В. Г., Карбівська У. М. Особливості формування бобово-злакових агрофітоценозів на дерново-підзолистих ґрунтах Прикарпаття України. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 89. С. 121–133.

15. Мащак Я. І., Мізерник Д. І. Урожайність вироджених травостоїв залежно від всіяних видів і норм бобових багаторічних трав. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 9. С. 16–19.

16. Нагорнюк О. Р. Формування виробничих витрат в галузі тваринництва в умовах нестійкої цінової кон'юнктури ринку. *Сталий розвиток економіки*. 2014. № 3 (25). С. 201–206.

17. Оліфірович В. О. Продуктивність багаторічних агрофітоценозів залежно від

cereal grass depending on fertilizer in the conditions of Precarpathia. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo.* 2019. Issue 66. P. 145–155.

9. Kobyrenko Yu. O. Biodiversity of phytocenoses of degenerated grass stands in the process of their renovation. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo.* 2014. Issue 59. P. 15–19.

10. Kovalenko V. P., Kokovikhin S. V., Halchenko N. M. Scientific and practical principles of growing perennial legumes in the Forest-Steppe and Steppe of Ukraine : monograph. Kherson : Ailant, 2019. 208 p.

11. Kovalenko V. P. Optimization of fertilizer and its role in the formation of phytomass productivity of meadow clover varieties. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2017. No 1 (65). URL: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/8118/7760 (last accessed: 11.04.2022).

12. Kovbasiuk P. U., Kalenska S. M., Iskra V. I. Productivity of alfalfa-cereal grass mixtures depending on the method of sowing, composition of grass mixtures and fertilizers. *Zemlerobstvo.* 2006. Issue 78. P. 96–102.

13. Kozak O. A., Hryshchenko O. Yu. Assessment of regional competitiveness of milk production in Ukraine. *Ekonomika APK*. 2020. No 4. P. 34–41.

14. Kurhak V. H., Karbivska U. M. Peculiarities of formation of leguminous-cereal agrophytocenoses on sod-podzolic soils of Ukrainian Prykarpattia. *Kormy i kormovyrobnytstvo.* 2020. Issue 89. P. 121–133.

15. Mashchak Ya. I., Mizernyk D. I. Yields of degenerated grass stands depending on the sown species and rates of perennial legume. *Visnyk ahrarnoi nauky.* 2013. No 9. P. 16–19.

16. Nahorniuk O. R. Formation of production costs in the field of animal husbandry in conditions of unstable market conditions. *Stalyi rozvytok ekonomiky*. 2014. No 3 (25). P. 201–206.

17. Olifirovych V. O. Productivity of

складу травосумішок і режиму їх використання. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 3. С. 13–17.

18. Петриченко В. Ф., Гетман Н. Я., Циганський В. І. Люцерна посівна як стабілізувальний чинник інтенсифікації кормовиробництва. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 10. С. 19–26.

19. Повидало В. М. Вплив макро- та мікродобрив на урожайність багаторічних злакових трав. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*. 2012. Вип. 15. С. 141–145.

20. Рудавська Н. М., Ткачук Ю. С. Щільність сіяних травостоїв. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 59. С. 150–155.

21. Сукайло М. В., Волошин В. М. Продуктивність бобово-злакових травостоїв на сірих лісових ґрунтах Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2014. Вип. 3. С. 142–148.

22. Тарасенко О. А. Якісні показники корму залежно від способів використання та удобрення на торфових ґрунтах Лісостепу. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.* 2013. Вип. 17 (II). С. 172–174.

23. Теорія і практика луківництва / Я. Мащак та ін. Дрогобич : Коло, 2011. 372 с.

24. Цимбал Я. С. Якість корму багаторічних трав та сумішей однорічних культур у зеленому конвеєрі. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН*». 2015. Вип. 1. С. 107–116.

25. Штакал М. І., Штакал В. М. Створення різнодостигаючих травостоїв на осушених заплавах зони Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2016. Вип. 1. С. 113–122.

26. Dzyubailo A. Comparative feed productivity of sowed long-term cereal and cereal-bean mixtures. Collective monograph perennial agrophytocenoses depending on the composition of grass mixtures and the mode of their use. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No 3. P. 13–17.

18. Petrychenko V. F., Hetman N. Ya., Tsyhanskyi V. I. Alfalfa sowing as stabilizing factor in the intensification of fodder production. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No 10. P. 19–26.

19. Povydalo V. M. Influence of macro- and microfertilizers on the yield of perennial grasses. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN*. 2012. Issue 15. P. 141–145.

20. Rudavska N. M., Tkachuk Yu. P. Density of sown grasslands. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo.* 2016. Issue 59. P. 150–155.

21. Sukailo M. V., Voloshyn V. M. Productivity of leguminous and cereal grass stands on gray forest soils of the Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2014. Issue 3. P. 142–148.

22. Tarasenko O. A. Qualitative indicators of fodder depending on the methods of use and fertilization on peat soils of the Forest-Steppe. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN*. 2013. Issue 17 (II). P. 172–174.

23. Theory and practice of fodder production / Ya. Mashchak et al. Drohobych : Kolo, 2011. 372 p.

24. Tsymbal Ya. S. Feed quality of perennial grasses and mixtures of annual crops in the green conveyor. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN*». 2015. Issue 1. P. 107–116.

25. Shtakal M. I., Shtakal V. M. Creation of various-reaching grasslands on drained floodplains of the Forest-Steppe zone. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN*». 2016. Issue 1. P. 113–122.

26. Dzyubailo A. Comparative feed productivity of sowed long-term cereal and

«Sustainable development of the agricultural sector of foothill regions. Agriculture, crop production, plantbreeding and seed production, feed production, animal husbandry, economy» / under the general editorship of the candidate of economy scienses, associate professor Stasiv O. F. 2020. № 11. P. 67–91.

27. Effect of the cultivation technology elements on the activation of plant microbe symbiosis and the nitrogen transformation processes in alfalfa agrocoenoses / M. Didur et al. *Modern Phytomorphology.* 2019. Vol. 13. P. 30–34.

28. Kovalenko V. P. Area of leaf surface and yield capacity of perennial grasses in relation to its structure and level of mineral nutrition. *Науковий вісник НУБіП України.* Серія «Агрономія». 2015. Вип. 210, ч. 1. С. 58–63.

29. Nyamai P., Prather T., Wallace J. M. Evaluating Restoration Methods across a Range of Plant Communities Dominated by Invasive Annual Grasses to Native Perennial Grasses. *Invasive Plant Science and Management*. 2011. Vol. 4, Issue 3. P. 306–316. DOI: 10.1614/IPSM-D-09-00048.

30. Regularities of sowing alfalfa productivity formation while using different types of nitrogen fertilizers in cultivation technology / Kokovikhin S. V. et al. *Modern Phytomorphology*. 2020. Vol. 14, Issue 1. P. 2012–2022. DOI: 10.5281/zenodo.4453889.

31. Silcock R. G., Finlay C. H. Perennial pastures for marginal farming country in southern Queensland. 1. Grass establishment techniques. *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales*. 2015. Vol. 3, No 1. P. 1. DOI: https://doi.org/10.17138/tgft(3)1-14.

cereal-bean mixtures. Collective monograph *"Sustainable development of the agricultural sector of foothill regions. Agriculture, crop production, plantbreeding and seed production, feed production, animal husbandry, economy"* / under the general editorship of the candidate of economy scienses, associate professor Stasiv O. F. 2020. No 11. P. 67–91.

27. Effect of the cultivation technology elements on the activation of plant microbe symbiosis and the nitrogen transformation processes in alfalfa agrocoenoses / M. Didur et al. *Modern Phytomorphology.* 2019. Vol. 13. P. 30–34.

28. Kovalenko V. P. Area of leaf surface and yield capacity of perennial grasses in relation to its structure and level of mineral nutrition. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy.* Seriia "Ahronomiia". 2015. Issue 210, part 1. P. 58–63.

29. Nyamai P., Prather T., Wallace J. M. Evaluating Restoration Methods across a Range of Plant Communities Dominated by Invasive Annual Grasses to Native Perennial Grasses. *Invasive Plant Science and Management.* 2011. Vol. 4, Issue 3. P. 306–316. DOI: 10.1614/IPSM-D-09-00048.

30. Regularities of sowing alfalfa productivity formation while using different types of nitrogen fertilizers in cultivation technology / Kokovikhin S. V. et al. *Modern Phytomorphology*. 2020. Vol. 14, Issue 1. P. 2012–2022. DOI: 10.5281/zenodo.4453889.

31. Silcock R. G., Finlay C. H. Perennial pastures for marginal farming country in southern Queensland. 1. Grass establishment techniques. *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales*. 2015. Vol. 3, No 1. P. 1. DOI: https://doi.org/10.17138/tgft(3)1-14.

Отримано 11.12.2021
Погоджено до друку 19.02.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-6
УДК 633.2.03:631.8
Н. В. КАРАСЕВИЧ, науковий співробітник
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115,
e-mail: natalikristi@ukr.net

ФОРМУВАННЯ СІЯНОГО ФІТОЦЕНОЗУ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ ТРАВОСУМІШЕЙ

Метою наших досліджень є встановлення закономірності формування кормової продуктивності сіяних сінокосів короткотривалого використання на дерново-підзолистих ґрунтах Передкарпаття залежно від підбору бобового компонента для багаторічних трав. Наведено результати досліджень щодо впливу компонентів травосумішки та їх співвідношень на формування продуктивності та ботанічного складу в рік закладки та перший рік використання травостою.

Дослід закладено в 2020 р. безпокривним літнім строком сівби. Агротехніка загальноприйнята для зони Передкарпаття. Щорічно під травостій вносимо $N_{30}P_{60}K_{90}$**.** Облік урожаю у дослідах проводили у фазі господарської стиглості (бобових трав – бутонізації, злакових – на початку колосіння) шляхом ручного скошування та наступного зважування повітряно-сухої маси. Для визначення ботанічного складу врожаю відбирали проби зеленої маси з поділом на ботаніко-господарські групи: злаки, бобові, різнотрав'я.

Для сівби використовували районовані сорти багаторічних трав, занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, а саме: тимофіївка лучна (сорт *Підгірянка)*, пажитниця багаторічна (сорт *Дрогобицький 16*), костриця очеретяна (сорт *Смерічка*), конюшина лучна (сорт *Передкарпатська 6*), лядвенець рогатий (сорт *Аякс*), люцерна посівна (сорт *Синюха*).

Встановлено, що найвищу врожайність у перший рік використання травостою забезпечила багатокомпонентна травосумішка (12,6 т/га сухої маси з рівнем рентабельності 59 %). Серед двокомпонентних травосумішок найвищим показником продуктивності відзначилася тимофіївка лучна (14,4 кг/га) з конюшиною лучною (9,6 кг/га) – 12,0 т/га сухої речовини, рівень рентабельності становив 51 %.

Одновидовий посів тимофіївки лучної (12 кг/га) забезпечив 7,56 т сухої маси з 1 га.

З'ясовано, що вищий вміст сіяних бобових трав сформувався у складних травосумішках (80,7 %) з сумісним вирощуванням тимофіївки лучної з конюшиною лучною, люцерною посівною та лядвенцем рогатим.

Серед двокомпонентних травосумішей вищий вміст бобових (83,0 %)

© Карасевич Н. В., 2022

спостерігали на ділянках з тимофіївкою лучною та люцерною посівною. У травосумішці тимофіївки лучної з лядвенцем рогатим частка цієї бобової трави в урожаї зеленої маси була найнижчою (54,0 %).

Ключові слова: травосумішки, врожайність, суха маса, ботанічний склад.

Nataliia Karasevych
Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Formation of sowed phytocenosis depending on the component composition of grass mixtures

The purpose of our research is to establish formation patterns of fodder productivity of short-term use seeded hayfields on sod-podzolic soils of Precarpathians depending on the legume component selection for perennial grasses. The article presents studies' results of the grass mixture components' influence and their ratios on the formation of productivity and botanical composition in the sowing year and first year of grassland use.

The experiment started in 2020 with a coverless summer sowing period. Agrotechnics is generally accepted for the Precarpathians zone. Every year we apply $N_{30}P_{60}K_{90}$ under the herbage. The yield in the experiments was taken into account in the phase of economic ripeness (legumes in the budding phase, cereals in the phase of the heading begin) by manual mowing and subsequent weighing of the air-dry mass. To determine the botanical composition of the crop, samples of green mass were taken, divided into botanical and economic groups: cereals, legumes, herbs.

For sowing, zoned varieties of perennial grasses included in the State Register of Plant Varieties suitable for distribution in Ukraine were used, namely: timothy meadow grass (*Pidgirianka* variety), perennial fenugreek (*Drohobytskyi 16* variety), tall fescue (*Smerichka* variety), meadow clover (*Peredkarpatska 6* variety), birdsfoot trefoil (variety *Ajax*), alfalfa (variety *Syniukha*).

It has been established that the highest yield in the first year of using the herbage was provided by a multicomponent grass mixture of 12.6 t/ha of dry mass with a profitability level of 59 %. Among the two-component grass mixtures was noted to have the highest productivity rate – timothy meadow grass (14.4 kg/ha) with red clover (9.6 kg/ha) – 12.0 t/ha of dry matter, level of profitability was 51 %.

Single-species sowing of meadow timothy grass (12 kg/ha) provided 7.56 t of dry weight per 1 ha.

It was found that the highest content of sown leguminous grasses was formed in complex grass mixtures (80.7 %), with the joint cultivation of meadow timothy grass with meadow clover, sowed alfalfa and birdsfoot trefoil.

Among the two-component grass mixtures, the highest content of legumes (83.0 %) was observed on the areas with timothy grass and alfalfa. In the grass mixture of meadow timothy with birdsfoot trefoil the share of this leguminous grass in the green mass yield was the lowest – 54.0 %.

Key words: grass mixtures, yield, dry mass, botanical composition.

Вступ. В Україні в умовах становлення ринкових відносин та фінансової кризи, в якій опинилося сільське господарство, виникла потреба у створенні культурних сіножатей як джерела отримання високопоживних і найдешевших кормів для тваринництва. Ця обставина змушує шукати альтернативні шляхи збільшення продуктивності сільськогосподарських рослин із застосуванням малих доз мінеральних добрив та максимального використання їх біологічних можливостей шляхом підбору оптимального складу травосумішок, застосування біологічно активних речовин, що стимулюють ріст і розвиток рослин, підвищують їх продуктивність і якість урожаю в системі ґрунтозахисного землеробства. З економічної точки зору, серед всіх зелених кормів, що виготовляються, корми із сіножатей і пасовищ є найдешевшими [6, 10, 12, 13].

Проте слід відзначити, що сіяні та природні кормові угіддя знаходяться не в найкращому із господарської точки зору стані. Одним із важливих аспектів підвищення продуктивності лук є розробка і освоєння інтенсивних ресурсоощадних технологій, згідно з якими повніше досягається забезпечення потреб рослин і тварин. На сьогодні врожайність сінокосів залежить перш за все від забезпечення рослин мінеральними елементами, і зокрема найбільше азотом [14, 15, 21, 23]. У зв'язку з тим, що мінеральні добрива на лучних угіддях через їх високу вартість застосовують рідко або і взагалі не використовують, тому значну роль у підвищенні продуктивності сінокосів відіграє біологічний азот бобових трав [20, 22, 24, 27, 28], використання якого дає можливість суттєво оздоровити екологічну ситуацію, оскільки він не проникає в ґрунтові води, не накопичується у водоймах стічних вод, не забруднює атмосферу, не порушує біологічної рівноваги в ґрунті. Збільшення використання бобових трав у луківництві є складовою програми з впровадження енергоощадних технологій за кордоном.

Дослідженнями, проведеними з різними бобовими видами в різних географічних та кліматичних умовах, виявлено, що включення бобових компонентів до складу лучних ценозів без внесення мінерального азоту підвищує продуктивність лучних угідь у 1,5–2,5 разу порівняно із злаковими травостоями на фоні фосфорно-калійного живлення [16, 17, 19]. Вирощування бобових трав як компонентів бобово-злакових травосумішок не тільки дає можливість підвищити продуктивність сіяних лучних ценозів, а й обумовлює поліпшення якості корму та родючості ґрунту [2, 3, 4, 7].

В останні роки багато видатних вчених теоретично обґрунтували і, провівши ряд досліджень, рекомендували оптимізувати агроландшафти, зменшивши площі ріллі та збільшивши лучні угіддя та ліси. Через відсутність належного догляду в сучасних умовах урожайність сіножатей становить 1,5–1,8 т/га сіна, що майже у 5–7 разів менше від їхньої потенційної продуктивності.

Багатьма дослідженнями встановлено, що для створення високопродуктивних сіножатей потрібно використовувати травосумішку з багаторічних трав, яка забезпечить вищу й стабільнішу врожайність порівняно з одновидовими посівами бобових чи злакових трав. Внаслідок вдалого добору травосумішок є можливість зберегти високу продуктивність угідь протягом багатьох років [5, 13].

Передкарпаття є зоною достатнього зволоження і являє собою хвилясте підвищення, тому ведення тваринництва слід базувати на основі лучного кормовиробництва. Для одержання високої продуктивності травостоїв потрібно забезпечити правильний підбір їх видів, терміни використання і догляд за ними.

На сьогодні не розкрито характер взаємовідносин окремих видів у процесі живлення. За сумісних посівів ще недостатньо вивчено боротьбу за існування та конкурентоспроможність деяких видів трав. Це здебільшого стосується бобових і злакових трав у лучних ценозах.

Важливим є добір трав у сумішках, оскільки від нього залежить не тільки видова структура, а й хімічний склад і поживність корму. Зміна середовища у процесі життєдіяльності рослин є основною причиною їхнього взаємовпливу. Перше місце займає конкуренція за поживні речовини, вологу, світло, друге – нагромадження відмерлих решток рослин, розклад яких можна прискорити вапнуванням і внесенням добрив [13, 24, 25, 26, 29]. За ботанічним складом травостою часто оцінюють якість корму, його біологічну повноцінність і довговічність фітоценозу. Він також свідчить про здатність культурних рослин боротися із небажаними видами бур'янів [8, 9, 11].

Взаємовплив рослин та ботанічний склад ценозів можна формувати, змінюючи середовище у бажаному напрямі. Тому на сьогодні актуальним є вивчення продуктивності сіяних сінокосів, закладених на дерново-підзолистих ґрунтах, залежно від підбору бобового компонента для багаторічних трав.

Вивченням ефективності використання багаторічних бобово-злакових травосумішей як джерела підвищення білковості корму і симбіотичного азоту в різних регіонах нашої країни займалося багато

дослідників. Проте до останнього часу ще недостатньо з'ясовано закономірності впливу окремих факторів, зокрема норм висіву та співвідношення багаторічних трав у сумішах, застосування мінеральних добрив та особливостей їх внесення, інокуляції насіння новими високоефективними штамами азотфіксуючих мікроорганізмів тощо, на продуктивність бобово-злакових ценозів, поживність і якість отриманих кормів, що і стало метою цієї роботи – встановити закономірності формування кормової продуктивності сіяних сінокосів короткотривалого використання на дерново-підзолистих ґрунтах Передкарпаття залежно від підбору бобового компонента для багаторічних трав та їх удобрення.

Матеріали і методи. Експериментальну роботу проводили в Передкарпатському відділі наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Лішня Дрогобицького р-ну Львівської обл.). Дослід закладено на дерново-підзолистих поверхнево оглеєних середньокислих суглинкових ґрунтах.

Агротехніка на дослідних ділянках загальноприйнята, за винятком елементів, які вивчали.

У досліді висівали районовані сорти багаторічних трав, занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, а саме: тимофіївка лучна (сорт *Підгірянка*), пажитниця багаторічна (сорт *Дрогобицький 16*), костриця очеретяна (сорт *Смерічка*), конюшина лучна (сорт *Передкарпатська 6*), лядвенець рогатий (сорт *Аякс*), люцерна посівна (сорт *Синюха*). Співвідношення компонентів сумішки: 40 % бобових, 60 % злакових трав.

Щорічно під багаторічні трави ранньою весною вносили $N_{30}P_{60}K_{90}$.

Дослідження виконували за методикою Інституту кормів НААН [1]. Облік урожаю здійснювали суцільним методом з послідовним зважуванням з кожної ділянки, врожайність подавали в абсолютно сухій масі з попереднім визначенням гігроскопічної вологи висушуванням проби снопа вагою 0,5 кг за температури 105 °С до постійної маси (ДСТУ ISO 6497:2005). Визначення видового, ботанічного складу, структури врожаю і щільності травостою проводили шляхом відбору проби зеленої маси з ділянок кожного варіанта по 0,25 м^2 із першого та третього повторень, які поділяли на ботаніко-господарські групи: злаки, бобові, різнотрав'я (ДСТУ 6017:2008). Опрацювання та узагальнення результатів досліджень

проводили, використовуючи статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві [17].

Результати та обговорення. Дослід закладено безпокривним літнім строком сівби в 2020 р. Погодні умови виявилися сприятливими для росту і розвитку та формування врожаю листостеблової маси багаторічних трав. Літо було спекотним та дощовим. Найбільшу середньомісячну температуру повітря спостерігали у серпні – 19,7 °С, що на 2,4 °С вище за норму. У червні та липні вона становила 18,4 –19,0 °С, проте теж була вищою за норму відповідно на 2,2–1,4 °С. Найбільш посушливим видався серпень, де випало лише 31,4 мм, що на 30,5 мм, менше від середньобагаторічних показників. Достатньо дощовим був червень. Опадів випало 131,5 мм, або на 12 мм вище за норму.

У рік закладки досліду сформувався неповноцінний один укіс. Отримані дані свідчать, що в рік сівби сумішка з конюшини лучної та тимофіївки лучної переважає за темпами наростання вегетативної маси (9,4 т/га зеленої та 2,17 т/га сухої маси) на початковому періоді вегетації всі інші травосумішки (табл. 1).

1. Урожайність сіяного агроценозу залежно від компонентного складу травосумішок (2020 р., перший рік життя травостою)

№ вар.	Травосумішки (види трав і норми висіву насіння, кг/га)	Суха маса, т/га
1	Тимофіївка лучна (12 кг/га)	1,17
2	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + конюшина лучна (9,6 кг/га)	2,17
3	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + люцерна посівна (9,6 кг/га)	1,67
4	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + лядвенець рогатий (9,6 кг/га)	1,73
5	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + конюшина лучна (3,2 кг/га) + люцерна посівна (3,2 кг/га) + лядвенець рогатий (3,2 кг/га)	1,93
6	Тимофіївка лучна (4,8 кг/га) + пажитниця багаторічна (4,8 кг/га) + костриця східна (4,8 кг/га) + конюшина лучна (3,2 кг/га) + лядвенець рогатий (3,2 кг/га) + люцерна посівна (3,2 кг/га)	1,70
	$НІР_{05}$	0,11

Сумішка з участю лядвенцю рогатого та тимофіївки лучної через повільніший ріст і розвиток лядвенцю у першому році життя забезпечила дещо менші показники продуктивності (7,40 т/га зеленої маси з виходом сухої речовини 1,73 т/га). Травостій люцерни посівної з тимофіївкою лучною був найменш продуктивний серед усіх сіяних травосумішей. Це пов'язано насамперед з недостатньо сприятливими ґрунтовими умовами для росту і розвитку люцерни посівної. Чотирикомпонентна травосуміш з тимофіївки лучної, конюшини лучної, люцерни посівної та лядвенцю рогатого в перший рік життя травостою сформувалася з продуктивністю 8,70 т/га зеленої та 1,93 т/га сухої маси. Додаткове включення в травосуміш злакових компонентів (пажитниця багаторічна (4,8 кг/га) та костриця східна (4,8 кг/га)) призвело до зменшення показників урожайності (на 11,7 % зеленої та 11,3 % сухої маси), що зумовлено повільним розвитком злакових трав у рік сівби, вміст яких у травостої становив лише 32 % (табл. 2).

2. Ботанічний склад сіяного агроценозу залежно від компонентного складу травосумішок (2020 р., перший рік життя травостою)

№ вар.	Травосумішки (види трав і норми висіву насіння, кг/га)	Вид рослин	% у зеленій масі
1	2	3	4
1	Тимофіївка лучна (12 кг/га)	злаки	85
		різнотрав'я	15
2	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + конюшина лучна (9,6 кг/га)	злаки	18
		бобові	70
		різнотрав'я	12
3	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + люцерна посівна (9,6 кг/га)	злаки	18
		бобові	74
		різнотрав'я	8
4	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + лядвенець рогатий (9,6 кг/га)	злаки	22
		бобові	66
		різнотрав'я	12
5	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + конюшина лучна (3,2 кг/га) + люцерна посівна (3,2 кг/га) + лядвенець рогатий (3,2 кг/га)	злаки	20
		бобові	75
		різнотрав'я	5

1	2	3	4
6	Тимофіївка лучна (4,8 кг/га) + пажитниця багаторічна (4,8 кг/га) + костриця східна (4,8 кг/га) + конюшина лучна (3,2 кг/га) + лядвенець рогатий (3,2 кг/га) + люцерна посівна (3,2 кг/га)	злаки	32
		бобові	64
		різнотрав'я	4

Наведені дані свідчать, що в перший рік використання конюшина лучна переважає лядвенець рогатий та люцерну посівну за інтенсивністю формування вегетативної маси в другій половині вегетації травостою.

Найвищий відсотковий вміст бобових компонентів у досліджуваних травосумішках було відзначено на варіанті з тимофіївки лучної, конюшини лучної, люцерни посівної та лядвенцю рогатого – 75 % за вмісту злакового компонента лише 20 % в зеленій масі. Додаткове включення в сумішку злакових трав (тимофіївка лучна + пажитниця багаторічна + костриця східна + конюшина лучна + лядвенець рогатий + люцерна посівна) збільшувало їх відсоток до 32 %, вміст бобових трав зменшувався до 64 %. Вміст різнотрав´я на варіантах досліду був невисоким і становив 4–15 %.

У 2021 р. було проведено три укоси зеленої маси. Включення бобових трав до складу травостою в перший рік використання значно підвищувало продуктивність сіяних ценозів порівняно з одновидовим посівом тимофіївки лучної. Так, найвищу врожайність забезпечила багатокомпонентна травосумішка (тимофіївка лучна + пажитниця багаторічна + костриця східна + конюшина лучна + лядвенець рогатий + люцерна посівна) – 12,6 т/га сухої маси (табл. 3).

3. Урожайність сіяного агроценозу залежно від компонентного складу травосумішок, т/га сухої маси (2021 р.)

№ вар.	Травосумішки (види трав і норми висіву насіння, кг/га)	Укоси			Сума
		I	II	III	
1	2	3	4	5	6
1	Тимофіївка лучна (12 кг/га)	6,32	0,59	0,65	7,56
2	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + конюшина лучна (9,6 кг/га)	5,79	3,90	2,30	12,0
3	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + люцерна посівна (9,6 кг/га)	4,01	1,69	1,61	7,31

1	2	3	4	5	6
4	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + лядвенець рогатий (9,6 кг/га)	5,54	1,43	1,69	8,66
5	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + конюшина лучна (3,2 кг/га) + люцерна посівна (3,2 кг/га)+ лядвенець рогатий (3,2 кг/га)	6,09	3,34	1,99	11,4
6	Тимофіївка лучна (4,8 кг/га) + пажитниця багаторічна (4,8 кг/га) + костриця східна (4,8 кг/га) + конюшина лучна (3,2 кг/га) + лядвенець рогатий (3,2 кг/га) + люцерна посівна (3,2 кг/га)	5,96	3,90	2,74	12,6
	$НІР_{05}$			1,1	

На другому місці була сумішка з тимофіївкою лучною (14,4 кг/га) та конюшиною лучною (9,6 кг/га), де вихід сухої речовини становив 12,0 т/га. Найменший вихід сухої маси за три укоси отримано на варіанті з тимофіївки лучної (14,4 кг/га) та люцерни посівної (9,6 кг/га) – 7,31 т/га. Слід відзначити, що в першому укосі продуктивність травосумішки тимофіївки лучної з люцерною посівною була дещо нижчою з-поміж усіх досліджуваних варіантів досліду (4,01 т/га сухої маси). Травосумішка з лядвенцем рогатим та тимофіївкою лучною забезпечила вихід сухого корму 8,66 т/га.

Наведені дані свідчать, що в перший рік використання конюшина лучна переважає лядвенець рогатий та люцерну посівну за темпами наростання вегетативної маси в другій половині вегетації травостою. Коли формувався урожай другого укосу отави, наростання вегетативної маси лядвенцю рогатого було дещо нижчим проти люцерни посівної. Тому врожайність травосумішок з участю лядвенцю рогатого в другому укосі була помітно нижчою порівняно до варіантів тимофіївки лучної з конюшиною лучною і тимофіївки лучної з люцерною посівною. Проте у третьому укосі збір сухої маси сумішок тимофіївки лучної та лядвенцю рогатого і тимофіївки лучної з люцерною посівною практично вирівнявся (табл. 4).

4. Ботанічний склад сіяного агроценозу залежно від компонентного складу травосумішок, % у зеленій масі (2021 р.)

№ вар.	Травосумішки (види трав і норми висіву насіння, кг/га)	Вид рослин	Укіс			Середнє
			I	II	III	
1	Тимофіївка лучна (12 кг/га)	злаки	95	97	89	93,7
		різнотрав'я	5	3	11	6,33
2	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + конюшина лучна (9,6 кг/га)	злаки	37	3	20	20,0
		бобові	61	95	75	77,0
		різнотрав'я	2	2	5	3,00
3	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + люцерна посівна (9,6 кг/га)	злаки	22	10	11	14,3
		бобові	76	88	85	83,0
		різнотрав'я	2	2	4	2,67
4	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + лядвенець рогатий (9,6 кг/га)	злаки	39	48	35	40,7
		бобові	59	46	57	54,0
		різнотрав'я	2	6	8	5,33
5	Тимофіївка лучна (14,4 кг/га) + конюшина лучна (3,2 кг/га) + люцерна посівна (3,2 кг/га) + лядвенець рогатий (3,2 кг/га)	злаки	25	3	25	17,7
		конюшина лучна	72	90	66	76,0
		люцерна	2	4	3	3,00
		лядвенець	1	2	2	1,70
		різнотрав'я	1	1	4	2,0
6	Тимофіївка лучна (4,8 кг/га) + пажитниця багаторічна (4,8 кг/га) + костриця східна (4,8 кг/га) + конюшина лучна (3,2 кг/га) + лядвенець рогатий (3,2 кг/га) + люцерна посівна (3,2 кг/га)	злаки	21	2	30	17,7
		конюшина лучна	75	93	60	76,0
		люцерна	2	3	2	2,33
		лядвенець	1	1	3	1,70
		різнотрав'я	2	1	5	2,70

Незалежно від складу сумішок найвищий урожай отримано в першому укосі. Врожай в отавах визначався в основному кількістю опадів, які випали у другій половині вегетаційного періоду, та їх розподілом. Так, при триразовому збиранні багаторічних трав перший укіс забезпечив 47,3–83,6 % врожаю сухої маси, другий та третій – відповідно лише 7,8–32,5 та 8,6–22,0 %. За одновидового посіву тимофіївки лучної (12 кг/га) на другий та третій укоси припало відповідно 7,8 та 8,6 %, тоді як у першому – 83,6 % сухої маси.

Проведений ботанічний аналіз показав повне домінування сіяних бобових трав перед злаковими. Серед двокомпонентних травосумішей вищим вмістом відзначилися варіанти з конюшиною лучною та люцерною посівною, який в середньому за три укоси становив відповідно 77 та 83 % до зеленої маси. Лядвенець рогатий з тимофіївкою лучною формувався з дещо меншим вмістом – лише 54,0 % до зеленої маси.

Висновки. Найвищу врожайність (12,6 т/га сухої маси) в перший рік використання травостою забезпечила багатокомпонентна травосумішка. Серед двокомпонентних травосумішок найвищим показником продуктивності відзначилася тимофіївка лучна з конюшиною лучною – 12,0 т/га сухої речовини. Одновидовий посів тимофіївки лучної забезпечив 7,56 т сухої маси з 1 га.

Вищий вміст сіяних бобових трав (80,7 %) сформувався у складних травосумішей – тимофіївки лучної з конюшиною лучною, люцерною посівною та лядвенцем рогатим. Серед двокомпонентних травосумішей вищий вміст бобових (83,0 %) спостерігали на варіантах з тимофіївки лучної та люцерни посівної. У травосумішці тимофіївки лучної з лядвенцем рогатим частка цієї бобової трави в урожаї зеленої маси була найнижчою (54,0 %).

Список використаної літератури

1. Бабич А. О. Методика проведення дослідів з кормовиробництва та годівлі тварин. Київ, 1994. 80 с.

2. Багаторічні бобові трави як основа природної інтенсифікації кормовиробництва / Г. І. Демидась та ін. ; за ред. Г. І. Демидася, Г. П. Квітка. Київ : Нілан ЛТД, 2013. 322 с.

3. Боговін А. В., Пташнік М. М., Дудник С. В. Відновлення продуктивних, екологічно стійких трав'янистих біогеоценозів на антропотрансформованих едафотопах. Київ, 2017. 356 с.

4. Влох В. Г., Кириченко Н. Я. Вплив удобрення на урожайність та ботанічний склад довготривалих лучних травосумішей. *Україна в світових (земельних, продовольчих і кормових) ресурсах і економічних відносинах* : зб. матеріалів Міжнар. конф. Вінниця, 1995. С. 489–490.

5. Вплив удобрення на продуктивність бобово-злакової

References

1. Babych A. O. Methods of conducting experiment on forage production and animal feeding. Kyiv, 1994. 80 p.

2. Perennial legumes as the basis of natural intensification of feed production / H. I. Demydas et al. ; ed. H. I. Demydasia, H. P. Kvitka. Kyiv : Nilan LTD, 2013. 322 p.

3. Bohovin A. V., Ptashnik M. M., Dudnyk S. V. Restoration of productive, ecologically sustainable herbaceous biogeocenosices on anthropotransformed edaphotopes. Kyiv, 2017. 356 p.

4. Vlokh V. H., Kyrychenko N. Ya. Influence of fertilizer on yield and botanical composition of long-term meadow grass mixtures. *Ukraina v svitovykh (zemelnykh, prodovolchykh i kormovykh) resursakh i ekonomichnykh vidnosynakh* : zb. materialiv Mizhnar. konf. Vinnytsia, 1995. P. 489–490.

5. The effect of fertilizer on the productivity of legume-cereal grass mixture / V. O. Olifirovych et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No. 11. P. 48–53.

травосумішки / В. О. Оліфірович та ін. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 48–53.

6. 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 (І). С. 39–53.

7. Екобіологічні й агротехнічні основи створення та використання трав'янистих фітоценозів / М. Т. Ярмолюк та ін. Львів : ПАІС, 2010. 232 с.

8. Іршак Р. К. Вплив удобрення і стимулятора росту на якість та поживність зеленої маси сіяних трав. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 58. С. 60–65.

9. Кобиренко Ю. О. Продуктивність і якість корму відновленого за нульового обробітку ґрунту травостою. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 57. С. 99–104.

10. Кормовиробництво / О. І. Зінченко та ін. Київ : Нора-прінт, 2001. 470 с.

11. Котяш У. О., Панахид Г. Я. Хімічний склад корму лучних травостоїв за різних систем удобрення та строків скошування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2010. Вип. 52, ч. 1. С. 50–54.

12. Кургак В. Г. Вплив багаторічних бобових трав на якість корму сіяних лук та родючість ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2000. Спец. вип., травень. С. 54–58.

13. Марцінко Т. І., Дзюбайло А. Г., Карасевич Н. В. Продуктивність бобово-злакового травостою залежно від удобрення в умовах Передкарпаття. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 145–155.

14. Особливості формування різновікових лучних травостоїв залежно від поверхневого поліпшення / У. О. Котяш та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 117–129.

15. Панахид Г. Я. Вплив різних видів удобрення бобово-злакового травостою на зміну агрофізичних показників ґрунту.

6. Dziubailo A. H., Martsinko T. I., Holovchuk M. I. Formation of legume-cereal grass mixtures depending on fertilization. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2020. Issue 67 (I). P. 39–53.

7. Ecobiological and agrotechnical bases of creation and use of grass phytocenoses / M. T. Yarmoliuk et al. Lviv : PAIS, 2010. 232 p.

8. Irshak R. K. Influence of fertilizer and growth stimulator on the quality and nutrition of green mass of sown grasses. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2006. Issue 8. P. 60–65.

9. Kobyrenko Y. O. Productivity and quality of forage restored at zero tillage of grassland soil. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2015. Issue 57. P. 99–104.

10. Feed production / O. I. Zinchenko et al. Kyiv : Nora-print, 2001. 470 p.

11. Kotiash U. O., Panakhyd H. Ya. Chemical composition of forage of meadow grasses under different fertilization systems and mowing dates. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2010. Issue 52, part 1. P. 50–54.

12. Kurhak V. H. Influence of perennial legumes on the quality of fodder of sown meadows and soil fertility. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2000. Spets. vyp., traven. P. 54–58.

13. Martsinko T. I., Dziubailo A. H., Karasevych N. V. Productivity of legume-cereal grass stand depending on fertilizer in the conditions of Precarpathians. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2019. Issue 66. P. 145–155.

14. Features of meadow grasses formation of different ages depending on surface improvement / U. O. Kotiash et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2019. Issue 66. P. 117–129.

15. Panakhyd H. Ya. Influence of different types of fertilizer of legume-grass grass stand on changing agrophysical indicator of soil. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2016. Issue 60. P. 125–130.

16. Productivity and chemical composition of pasture grass depending on

Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2016. Вип. 60. С. 125–130.

16. Продуктивність та хімічний склад пасовищної трави залежно від норм і строків внесення мінеральних добрив / М. І. Бахмат та ін. *Корми і кормовиробництво.* 2008. Вип. 61. С. 112–118.

17. Сидорук Г. П. Порівняльна оцінка впливу способів удобрення та режимів використання на поживність сінокісного корму бобово-злакової травосумішки. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 185–188.

18. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант, 2013. 378 с.

19. Створення та використання лучних фітоценозів / Г. Я. Панахид та ін. Львів, 2017. 304 с.

20. Тараріко Ю. О., Стецюк М. Г., Зосимчук М. Д. Потенціал продуктивності багаторічних трав в одновидових та змішаних посівах на осушуваних торфових ґрунтах Західного Полісся. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 2. С. 24–30.

21. Ярмолюк М. Т., Котяш У. О., Демчишин Н. Б. Використання біологічного потенціалу довготривалих лучних травостоїв. *Наук. вісник Львів. нац. акад. вет. медицини імені С. З. Ґжицького.* 2007. Т. 9, № 3 (34), ч. 3. С. 174–178.

22. Albert T., Adjesiwor M., Anowarul I. Rising nitrogen fertilizer prices and projected increase in maize ethanol production: the future of forage production and the potential of legumes in forage production systems. *Grassland Science*. 2016. Vol. 62. P. 203–212.

23. Fychan R., Sanderson R., Marley C. L. Effects of harvesting red clover / ryegrass at different stage of maturity on forage yield and quality. *Grassland Science in Europe*. 2016. Vol. 21 : The multiple roles of grassland in the European bioeconomy. P. 323–325.

24. Huyghe C., De Vliegher A., Golinkski P. European grasslands overview: Temperate region. *Grassland Science in* the norms and terms of mineral fertilizers / M. I. Bakhmat et al. *Kormy i kormovyrobnystvo*. 2008. Issue 61. P. 112–118.

17. Sydoruk H. P. Comparative assessment of the impact of fertilizer methods and modes of use on the nutritional value of hay fodder legume-grass mixture. *Kormy i kormovyrobnystvo*. 2012. Issue 73. P. 185–188.

18. Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Ailant, 2013. 378 p.

19. Creation and use of meadow phytocenoses / H. Ya. Panakhyd et al. Lviv, 2017. 304 p.

20. Tarariko Yu. O., Stetsiuk M. H., Zosymchuk M. D. Productivity potential of perennial grasses in single-species and mixed crops on drained turf soils of Western Polissia. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No. 2. P. 24–30.

21. Yarmoliuk M. T., Kotiash U. O., Demchyshyn N. B. Use of biological potential of long-term meadow grasslands. *Nauk. visnyk Lviv. nats. akad. vet. medytsyny imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2007. Vol. 9, No. 3 (34), part 3. P. 174–178.

22. Albert T., Adjesiwor M., Anowarul I. Rising nitrogen fertilizer prices and projected increase in maize ethanol production: the future of forage production and the potential of legumes in forage production systems. *Grassland Science*. 2016. Vol. 62. P. 203–212.

23. Fychan R., Sanderson R., Marley C. L. Effects of harvesting red clover / ryegrass at different stage of maturity on forage yield and quality. *Grassland Science in Europe*. 2016. Vol. 21 : The multiple roles of grassland in the European bioeconomy. P. 323–325.

24. Huyghe C., De Vliegher A., Golinkski P. European grasslands overview: Temperate region. *Grassland Science in Europe*. 2014. Vol. 19. P. 29–40.

25. Long-term time series of legume cycles in a semi natural montane grassland: evidence for nitrogen-driven grass dynamics?

Europe. 2014. Vol. 19. P. 29–40.

25. Long-term time series of legume cycles in a semi natural montane grassland: evidence for nitrogen-driven grass dynamics? / T. Herben et al. *Functional Ecology*. 2017. Vol. 31. P. 1430–1440.

26. Performance and quality of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and mixtures of both species grown with or without white clover (*Trifolium repens* L.) under cutting management / M. Cougnon et al. *Grass and Forage Science*. 2013. Vol. 69. P. 666–677.

27. The variation in morphology of perennial ryegrass cultivars throughout the grazing season and effects on organic matter digestibility / M. Beecher et al. *Grass and Forage Science*. 2013. Vol. 70. P. 19–29.

28. Torell R., Davison J., Hackett I. Improving Grass Hay Quality Through Fertilizer and irrigation Management Cooperative Extension. Reno: University of Nevada, 1984. P. 44–88. URL: https://www.unce.unr.edu/publications/files/ag/other/fs8844.pdf (last accessed: 05.02.2019).

29. Tracy B. F. Conditions that favor clover establishment in permanent grass swards. *Grassland Science*. 2014. Vol. 61. P. 34–40.

30. Weggler K., Thumm U., Elsaesser M. Development of Legumes After Reseeding in Permanent Grassland, as Affected by Nitrogen Fertilizer Applications. *Agriculture.* 2019. Vol. 9, Issue 10. 207. URL: https://www.mdpi.com/2077-0472/9/10/207 (last accessed: 20.09.2019).

/ T. Herben et al. *Functional Ecology*. 2017. Vol. 31. P. 1430–1440.

26. Performance and quality of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and mixtures of both species grown with or without white clover (*Trifolium repens* L.) under cutting management / M. Cougnon et al. *Grass and Forage Science*. 2013. Vol. 69. P. 666–677.

27. The variation in morphology of perennial ryegrass cultivars throughout the grazing season and effects on organic matter digestibility / M. Beecher et al. *Grass and Forage Science*. 2013. Vol. 70. P. 19–29.

28. Torell R., Davison J., Hackett I. Improving Grass Hay Quality Through Fertilizer and irrigation Management Cooperative Extension. Reno : University of Nevada, 1984. P. 44–88. URL: https://www.unce.unr.edu/publications/files/ag/other/fs8844.pdf (last accessed: 05.02.2019).

29. Tracy B. F. Conditions that favor clover establishment in permanent grass swards. *Grassland Science*. 2014. Vol. 61. P. 34–40.

30. Weggler K., Thumm U., Elsaesser M. Development of Legumes After Reseeding in Permanent Grassland, as Affected by Nitrogen Fertilizer Applications. *Agriculture.* 2019. Vol. 9, Issue 10. 207. URL: https://www.mdpi.com/2077-0472/9/10/207 (last accessed: 20.09.2019).

Отримано 21.12.2021
Погоджено до друку 20.02.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-7
УДК 635.21:631.811:581.134:577.112.82
А. В. КОВАЛЬ[1], науковий співробітник
Р. В. ІЛЬЧУК[1], доктор сільськогосподарських наук
А. Я. ГАДЗАЛО[1], доктор економічних наук
І. В. МАРТИНЮК[2], доктор сільськогосподарських наук
[1]Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115, e-mail: roman_ilchuk@ukr.net
[2]ННЦ "Інститут землеробства НААН"
вул. Машинобудівників, 2-Б, смт Чабани Києво-Святошинського р-ну Київської обл., 08162

БІОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТІВ КАРТОПЛІ ЗА ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Сільськогосподарське виробництво висуває чіткі обґрунтовані вимоги до нових сортів, які наразі формують національне сортове різноманіття картоплі, зокрема: потребу комплексного поєднання високого рівня продуктивності зі стійкістю до хвороб і шкідників, стресових чинників довкілля, з високою якістю продукції, технологічністю у виробництві, лежкістю, транспортабельністю, придатністю до тривалого зберігання і переробки.

Наведено результати досліджень щодо динаміки біохімічних показників у сортів картоплі різних груп стиглості, а саме: вмісту крохмалю та вітаміну С як складових сухої речовини за застосування рекомендованої дози мінеральних добрив, як основного живлення та додаткового підживлення мікродобривами на різних площах посадки щодо ґрунтово-кліматичних умов Карпатського регіону.

Проведено аналіз та оцінку впливу окремих елементів живлення рослин картоплі як складової технології вирощування, а конкретно ранньостиглого сорту картоплі Арія та середньостиглого сорту Гурман селекції Інституту картоплярства НААН, на процеси життєдіяльності рослин. У дослідженнях використано польовий метод, оброблено і вивчено загальноприйняті методики землеробства, рослинництва та статистики. Визначено вплив різних площ живлення і рекомендованих доз мінеральних добрив у поєднанні з позакореневим підживленням на формування вмісту сухої речовини і її складових. Встановлено, що рекомендована доза добрив $N_{90}P_{90}K_{120}$ у поєднанні з додатковим позакореневим підживленням мікродобривами на гектар насаджень картоплі по-різному впливала на розвиток рослин як за схемою садіння бульб 70х30, так і 70х25 та 70х20 см.

© Коваль А. В., Ільчук Р. В.,
Гадзало А. Я., Мартинюк І. В., 2022

Досліженнями встановлено, що рослини ранньостиглого сорту картоплі Арія переважали за накопиченням сухої речовини та відповідно крохмалю сорт Гурман у варіантах із внесенням рекомендованої дози мінеральних добрив з обробкою мікродобривами на площі живлення 70х20 см (відповідно в сортів 17,1 і 16,3 %).

Накопичення вітаміну С не залежало від групи стиглості сорту, площі живлення та дози мінерального удобрення в поєднанні з позакореневим підживленням і знаходилося в ранньостиглого Арія на рівні 23,2 та в середньостиглого Гурман – 23,1 мг%.

Результати досліджень показали потребу в удосконаленні елементів сортової технології вирощування в умовах Карпатського регіону, тобто разом із новостворeним сортом слід розробляти рекомендації щодо його інтродукції.

Ключові слова: картопля, схема садіння, дози добрив, позакореневе підживлення, суха речовина, крохмаль, вітамін С.

Anton Koval[1], Roman Ilchuk[1], Andrii Hadzalo[1], Ivan Martyniuk[2]

[1]Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

[2]National Scientific Centre "Institute of Agriculture of NAAS"

Biochemical characteristics of potato varieties by growing in conditions of Western Forest-Steppe of Ukraine

Agricultural production has clear reasonable requirements for new varieties, which currently form the national variety of potatoes, in particular: the need for a comprehensive combination of high productivity with resistance to diseases and pests, environmental stressors, high quality, manufacturability, durability, transportability, suitability for long-term storage and processing.

The article presents the results of research on dynamics of biochemical parameters in potato varieties of different maturity groups, namely: starch and vitamin C content as a component of dry matter, using the recommended dose of mineral fertilizers as the main nutrient and supplementary micronutrients in different planting areas in climatic conditions of the Carpathian region.

The analysis and evaluation of the influence of certain elements of potato plant nutrition as a component of early-maturing potato variety Aria cultivation technology and medium-ripe Hurman variety of the Institute of Potato NAAS on the processes of plant ontogenesis. The field method was used in the research, the generally accepted methods of agriculture, crop production and statistics were processed and studied. The influence of different feeding areas and recommended doses of mineral fertilizers in combination with foliar fertilization on the formation of dry matter content and its components was determined. It was found that the recommended dose of fertilizers $N_{90}P_{90}K_{120}$ in combination with additional foliar fertilization per hectare of potato plantation had different effects on plant development on both planting schemes 70x30, 70x25 and 70x20 cm.

Studies have shown that the plants of early-maturing varieties of potatoes Aria predominated in the accumulation of dry matter and starch, respectively, Hurman variety, in variants with the recommended dose of mineral fertilizers with

microfertilizers on a feeding area of 70x20 cm (respectively maturity varieties 17.1 and 16.3%).

The accumulation of vitamin C did not depend on the maturity group, feeding area and dose of mineral fertilizer in combination with foliar feeding and ranged in early ripening Aria at 23.2 and in medium-ripe Hurman 23.1 mg%.

The results of research have shown the need to improve the elements of varietal cultivation technology in relation to the Carpathian region, ie together with the newly created variety it is necessary to develop recommendations for its introduction.

Key words: potatoes, planting scheme, fertilizer doses, dry matter, starch, vitamin C.

Вступ. Біохімічний склад бульб є одним із найважливіших показників харчової цінності картоплі та її кулінарних властивостей. Основною складовою частиною бульб є крохмаль. Інші органічні і мінеральні речовини знаходяться в значно меншій кількості, проте відіграють досить важливу роль, наприклад, протеїн, вітаміни, глікоалкалоїди, зольні елементи, цукри та т. ін. [15, 12].

Коливання біохімічного складу досить значні, що свідчить про його мінливість, залежно від ґрунтово-кліматичних умов, рівня й особливостей технології вирощування картоплі та сорту. Біохімічний склад може істотно відрізнятися навіть у бульбах, що виросли під одним кущем. Наприклад, бульба, що утворилася раніше, здебільшого має вищий вміст крохмалю, ніж сформована пізніше [1, 2].

Картопля – це перш за все цінний продукт харчування. Головним її компонентом є вуглеводи у вигляді крохмалю та невеликої кількості цукрів [5].

Крохмаль – основна складова бульб картоплі (70–80 %). У бульбах він розподіляється нерівномірно. У цілому найбільша кількість крохмалю нагромаджується у паренхімі кори, потім у зоні судинно-волокнистих променів і найважча – у серцевині бульб. У всіх тканинах основи бульб вміст крохмалю вищий, ніж у тканинах верхівкової частини (2–3 %) [16, 22].

Вміст крохмалю залежить від ряду факторів. На крохмалистість впливає тип ґрунту, рівень його родючості, кількість внесених мінеральних і органічних добрив, погодні умови, які склалися за час вегетації [20].

Вміст крохмалю в бульбах обумовлений також особливостями сорту, метеорологічними умовами та агротехнологією. Якість бульб, зокрема вміст сухої речовини, крохмалю, внутрішні пошкодження чи

характеристики при кулінарній обробці, є важливими показниками для кінцевого споживача [6, 8].

Для отримання максимального виходу крохмалю з гектара насаджень потрібно застосувати агротехнологічні прийоми вирощування картоплі в комплексі, а саме оптимальний рівень живлення рослин у поєднанні з відповідною густотою насаджень, враховуючи потребу переробки картоплі на крохмаль [9, 12].

Розмір крохмальних зерен – це сортова ознака, яка як і вміст крохмалю, не є постійною, а залежить від погодних умов року, рівня живлення, величини бульб [7].

За проведення якісної оцінки отриманого врожаю бульб важливе значення має величина накопиченої сухої речовини, крохмалю, вітаміну С і т. ін. [10].

У наших дослідженнях вміст крохмалю і сухої речовини залежав від густоти насаджень, рівнів удобрення і біологічних властивостей сортів. Значний вплив на вміст крохмалю в бульбах мали агротехнологічні фактори, які ми вивчали, а саме: добрива, сорт і густота насадження.

Суха речовина становить у середньому 25 % маси бульби. Цей показник якості нестабільний і, залежно від сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних та інших умов вирощування, може коливатися у межах 13–37 %. Як правило, підвищеним вмістом сухої речовини характеризуються пізньостиглі сорти, а ранньостиглі – низьким [26, 31].

Відомо, що картопля з високим вмістом сухої речовини має більшу господарську цінність. Проте в деяких країнах Західної Європи цьому не надають особливого значення. У Великобританії, наприклад, для консервування використовують молоді бульби з низьким вмістом сухої речовини. З другого боку, цей показник є основним при використанні бульб для виготовлення напівфабрикатів. Високий вміст сухої речовини не тільки забезпечує якість цих продуктів, але й дозволяє скоротити витрати енергії у процесі сушіння. Особливо він впливає на текстуру чипсів [25, 27–29, 30, 33].

Нагромадження сухої речовини в бульбах впродовж вегетації рослин зростає, але цей процес не має прямої залежності у зв’язку зі зміною погодних умов. За посушливої і спекотної погоди порівняно з помірною він підвищений, а за вологої і прохолодної – понижений. Нагромадження сухої речовини в онтогенезі також нестабільне і нерівномірне. Найінтенсивніше воно відбувається у початковий період: для ранніх, середньоранніх і середньостиглих сортів – через

70–90 днів, а пізньостиглих – 80–100 днів від садіння картоплі. Це припадає на липень – першу половину серпня і збігається з активним бульбоутворенням. Потім нагромадження сухої речовини відбувається відносно рівномірно. Час настання максимуму визначається передусім скоростиглістю сорту: в ультраранньостиглих сортів – на 90 день після садіння; дещо пізніше (на 100) – у ранніх середньоранніх і середньостиглих сортів; у пізньостиглих – на 120–130 день після садіння. Вміст сухої речовини в наступний період, як правило, істотно зменшується в усіх сортів. Проте і на цей процес певний вплив справляють погодні умови. Тому в багатьох випадках посушлива і тепла, а інколи спекотна погода призводить, з одного боку, до скорочення вегетаційного періоду, з другого – до максимального вмісту сухої речовини в бульбах на період збирання врожаю. У перезволожені роки цей показник на час збирання врожаю завжди значно нижчий, ніж у нормальні для конкретної ґрунтово-кліматичної зони [11, 21].

Доведено, що максимум нагромадження сухої речовини і крохмалю у більшості сортів настає раніше, ніж закінчується період вегетації. При подальшому перебуванні бульб на рослині кількість сухої речовини, і зокрема крохмалю, у них зменшується. Тому збирати картоплю найвигідніше за їх максимального вмісту. Винятком є дуже пізні сорти, наприклад, Темп, Прикарпатський, у цих бульбах процес акумуляції сухої речовини і крохмалю триває до кінця вегетації. На період максимального вмісту сухої речовини в бульбах бадилля повністю ще не відмирає. Отже, строки збирання картоплі мають визначатися не повним відмиранням бадилля, а максимальною кількістю сухої речовини в бульбах. На цей період звичайно близько 80 % листя вже відмирає [32, 34].

Матеріали і методи. Досліди проводили на полях відділу селекції сільськогосподарських культур Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, що у с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл. Попередником картоплі були озимі зернові (пшениця озима) з післяжнивною сівбою сидеральних культур.

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

Ґрунти під дослідами 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 у дощові сезони

або роки з великою кількістю опадів підпадають під надмірне зволоження і оглеєння. У 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 дослідами бідні на гумус (1,58–1,67 %), мають кислу реакцію ґрунтового розчину (pH 4,80–5,17), суму ввібраних основ 6,20–7,22, гідролітичну кислотність 2,87–3,29 мг-екв. на 100 г ґрунту.

Дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методик у картоплярстві: «Методика наукових досліджень в агрономії», «Методичні настанови з впровадження вимог стандарту Global g.a.p. у картоплярстві» та «Методологія оцінювання сортозразків картоплі на стійкість проти основних шкідників і збудників хвороб» [17–19], експериментальні дані обробляли на комп'ютері з використанням програми Microsoft Excel. Визначення вмісту сухої речовини, крохмалю та вітаміну С проводили згідно з методикою «Картоплярство: методика дослідної справи» [14].

Результати та обговорення. Ми провели оцінку якісних показників картоплі, а саме: вмісту сухої речовини та крохмалю в бульбах картоплі.

У середньому за роки досліджень вміст сухої речовини та крохмалю на варіанті контролю (без добрив) становив у сорту Арія – відповідно 20,1 і 13,4 %, у сорту Гурман – 21,0 і 14,2 %.

На варіанті з внесенням рекомендованої дози добрив $N_{90}P_{90}K_{120}$ вміст сухої речовини та крохмалю в бульбах картоплі становив у сорту Арія відповідно 20,9 і 14,6 %, в сорту Гурман – 21,7 і 15,3 %.

Найвищі показники вмісту сухої речовини та крохмалю в бульбах картоплі спостерігали на варіантах з внесенням рекомендованої дози добрив $N_{90}P_{90}K_{120}$ та з обробкою мікродобривами: в сорту Арія на площі живлення 70х20 см – 23,3 і 17,1 %, а в сорту Гурман найвищий показник крохмалю в бульбах картоплі був на площі живлення 70х20 см та 70х30 см – 22,0 і 16,3 %.

На всіх інших варіантах показники вмісту сухої речовини та крохмалю становили на площі живлення 70х25 см в сорту Арія – 21,7 і 16,0 %, в сорту Гурман – 21,9 і 16,1%.

Більш наочно вплив площі живлення та доз внесених добрив на вміст сухої речовини й крохмалю в бульбах досліджуваних сортів картоплі відображено на рисунку.

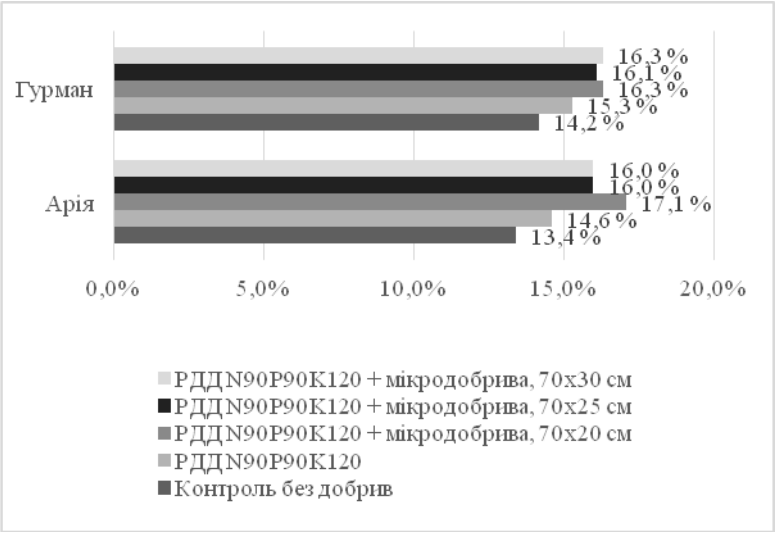


Рис. Вміст крохмалю в бульбах картоплі (2018–2020 рр.)

Показники вмісту сухої речовини та крохмалю в бульбах картоплі дають можливість стверди, що внесення рекомендованої дози добрив та застосування мікродобрив впливало на якісні показники картоплі.

Найвищий вміст сухої речовини та крохмалю у середньораннього сорту Арія був на варіанті з внесенням рекомендованої дози добрив $N_{90}P_{90}K_{120}$ з обробкою мікродобривами на площі живлення 70х20 см – відповідно 23,3 та 17,1 %. У середньостиглого сорту Гурман найвищі показники сухої речовини були на площі живлення 70х20 см – 22,0 %, а вміст крохмалю на площі живлення 70х20 см та 70х30 см – 16,3 %.

У бульбах картоплі міститься чимало вітамінів, зокрема С, B_1, B_2, B_3, B_6, РР, Н, Р, каротиноїди, К. Вітаміни відіграють важливу роль у підвищені імунобіологічних реакцій організму, які зумовлюють стійкість його до несприятливих умов навколишнього середовища, що має суттєве значення в профілактиці інфекційних хвороб, відновленні порушених функцій організму. Вони посилюють лікувальний ефект лікарських препаратів та знижують їхню токсичну дію, запобігають професійним захворюванням та отруєнням. Вітаміни – це радіопроектори, тобто речовини, що знижують або послаблюють негативний вплив хемотоксикантів та радіонуклідів на організм [23].

Вітамін С – аскорбінова кислота. Дія її багатогранна: підтримує нормальний стан серцево-судинної системи, стабілізує майже всі фізіологічні процеси, сприяє холестериновому обміну, запобігає авітамінозам. За вмістом цієї кислоти картопля знаходиться на рівні апельсинів і лимонів. Упровадження картоплі в Європі забезпечило успішну боротьбу з епідеміями цинги. Вважають, що споживання 300 г картоплі на добу забезпечує половину потреби людини в цьому вітаміні. Знаходиться вітамін С у бульбах картоплі у формі аскорбінової кислоти. Вміст аскорбінової кислоти розподілений у бульбах нерівномірно: у верхівці в середньому 21 %, пуповині – 17,2 %, шкірці – 16,9 %, камбіальній частині 17,7 %, серцевині – 16,1 %. Найвищий її вміст у період інтенсивного росту бульб, потім дещо знижується. Основна втрата вітаміну відбувається в період зберігання – з грудня до лютого (60 %). Проте втрати значною мірою залежать від умов зберігання. Наприклад, за низької температури (близько 0 °С) вітамін С майже повністю руйнується [3].

Вміст аскорбінової кислоти залежить також від сорту, технології і особливо від ґрунтово-кліматичних умов. Як правило, на легких ґрунтах він вищий, ніж на важких. Надлишок азоту та калію призводить до зниження вмісту вітаміну С, а фосфору – до підвищення. Суха погода сприяє його нагромадженню, а волога і холодна діє навпаки [24].

У період вегетації спостерігається коливання вмісту аскорбінової кислоти, що пов’язане із змінами агротехнологічних умов. Значні опади, зниження температури повітря і похмура погода викликають помітне зниження вітамінної активності в листках і молодих бульбах. З настанням теплої, ясної і помірно вологої погоди спостерігається повторне підвищення вмісту вітаміну С у бульбах, особливо у пізньостиглих сортів [13].

За результатами досліджень вміст вітаміну С на варіанті контролю (без добрив) становив у сорту Арія 19,0 мг%, відповідно в сорту Гурман – 19,2 мг%. У варіанті з внесенням рекомендованої дози добрив $N_{90}P_{90}K_{120}$ вміст вітаміну С у бульбах становив у сорту Арія 19,8 мг%, а в сорту Гурман – 20,7 мг%.

Найвищий показник вмісту вітаміну С спостерігали на варіанті з внесенням рекомендованої дози добрив $N_{90}P_{90}K_{120}$ з площею живлення 70 х 30 см як у сорту Арія – 23,2 мг%, так і у сорту Гурман – 23,1 мг%.

Динаміку вмісту вітаміну С у бульбах картоплі наведено в таблиці.

Вміст вітаміну С залежно від площі живлення та дози внесених добрив, мг% на сиру масу (2018–2020 рр.)

Варіанти досліду	с. Арія (середньоранній)	с. Гурман (середньостиглий)
Контроль без добрив	19,0	19,2
Рекомендована доза добрив $N_{90}P_{90}K_{120}$	19,8	20,7
РДД $N_{90}P_{90}K_{120}$ + мікродобрива (70х20 см)	21,3	21,9
РДД $N_{90}P_{90}K_{120}$ + мікродобрива (70х25 см)	22,1	21,7
РДД $N_{90}P_{90}K_{120}$ + мікродобрива (70х30 см)	23,2	23,1
$НІР_{05}$	0,77	0,74

На всіх інших варіантах вміст вітаміну С становив у сорту Арія на площі живлення 70х20 см – 21,3 мг%; 70х30 см – 21,9 мг%. У сорту Гурман показники вмісту вітаміну С в бульбах становили на площі живлення 70х20 см – 22,1 мг%; 70х25 см – 21,7 мг%.

На вміст вітаміну С у бульбах картоплі мала вплив площа живлення та рекомендована доза добрив з обробкою мікродобривами. Найбільший вміст вітаміну С був як у сорту Арія, так і в сорту Гурман на площі живлення 70х30 см з внесенням рекомендованої дози добрив $N_{90}P_{90}K_{120}$ з обробкою мікродобривами і становив відповідно 23,2 та 23,1 мг%.

Висновки. Вміст крохмалю і вітаміну С як складових сухої речовини в бульбах картоплі залежить від сорту, дози внесених добрив та площі живлення.

Найвищий вміст сухої речовини та крохмалю в середньораннього сорту Арія був на варіанті з внесенням рекомендованої дози добрив $N_{90}P_{90}K_{120}$ з обробкою мікродобривами на площі живлення 70х20 см – відповідно 23,3 та 17,1 %. У середньостиглого сорту Гурман найвищі показники сухої речовини були на площі живлення 70х20 см – 22,0 %, а вміст крохмалю на площі живлення 70х20 см та 70х30 см – 16,3 %.

Найбільший вміст вітаміну С був як у сорту Арія, так і в сорту Гурман на площі живлення 70х30 см з внесенням рекомендованої дози добрив $N_{90}P_{90}K_{120}$ з обробкою мікродобривами і становив 23,2 та 23,1 мг% відповідно до сорту.

Список використаної літератури

1. Агроекологія : посібник / А. М. Фесенко та ін. ; за ред. О. В. Солошенка, А. М. Фесенко. Харків, 2013. 291 с.

2. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту : навч. посіб. / М. С. Чернілевський та ін. Житомир : ЖНАЕУ, 2012. 84 с.

3. Амінокислотний аналіз сортів картоплі / Зеля А. Г. та ін. *Картоплярство України*. 2014. № 1/2. С. 2–6.

4. Баранчук Ю. В., Андрущенко Т. І. Зміна вмісту сирого протеїну та його складових у бульбах картоплі залежно від біологічних особливостей сортів та умов вирощування. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету* : зб. наук. пр. 2007. Вип. 46. С. 17–22.

5. Біологічні особливості картоплі. *Електронна енциклопедія сільського господарства*. URL: http://www.AgroScience.com.ua. 2008–2009 (дата звернення: 11.09.2019).

6. Бондарчук А. А., Колтунов В. А., Кравченко О. А. Картопля: вирощування, якість, збереження. Київ : КИТ, 2009. 232 с.

7. Бондарчук А. А., Вишневська О. В., Олійник Т. М. Методи контролю якості та заходи зниження повторного зараження вірусами насіннєвого матеріалу картоплі : наук.-метод. рек. Немішаєве : ФОП «Корзун», 2015. С. 47.

8. Вишневська О. Л. Вплив добрив на підвищення врожайності сучасних сортів картоплі в умовах Полісся. *Вісник аграрної науки.* 2013. № 11. С. 22–25.

9. Власенко М. Ю., Петренко С. Д. Біохімічний склад та якість бульб картоплі залежно від умов мінерального живлення на чорноземах Центрального Лісостепу. *Аграрні вісті*. 2006. № 3. С. 4–6.

10. Вплив різних строків десикації картоплиння на якісні показники оздоровленого насіннєвого матеріалу картоплі в умовах Південного Полісся України / О. В. Вишневська та ін. *Картоплярство України.* 2017. № 1/2 (42/43). С. 22–28.

References

1. Agroecology : a guide / A. M. Fesenko et al. ; za red. O. V. Soloshenka, A. M. Fesenko. Kharkiv, 2013. 291 p.

2. Agrotechnical requirements and assessment of tillage quality : textbook / M. S. Chernilevskyi et al. Zhytomyr : ZhNAEU, 2012. 84 p.

3. Amino acid analysis of potato varieties / Zelia A. H. et al. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2014. No 1/2. P. 2–6.

4. Baranchuk Yu. V., Andrushchenko T. I. Change of crude protein content and its components in potato tubers depending on biological features of varieties and growing conditions. *Visnyk Bilotserkivskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu* : zb. nauk. pr. 2007. Issue 46. P. 17–22.

5. Biological features of potatoes. *Elektronna entsyklopediia silskoho hospodarstva*. URL: http://www.AgroScience.com.ua. 2008–2009 (last accessed: 11.09.2019).

6. Bondarchuk A. A., Koltunov V. A., Kravchenko O. A. Potatoes: cultivation, quality, preservation. Kyiv : KYT, 2009. 232 p.

7. Bondarchuk A. A., Vyshnevska O. V., Oliinyk T. M. Methods of quality control and measures to reduce re-infection with viruses of potato seed material : scientific-method. recommendations. Nemishaieve : FOP "Korzun", 2015. P. 47.

8. Vyshnevska O. L. Influence of fertilizers on increase of productivity of modern grades of potatoes in the conditions of Polissia. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2013. No 11. P. 22–25.

9. Vlasenko M. Yu., Petrenko S. D. Biochemical composition and quality of potato tubers depending on the conditions of mineral nutrition in the chernozems of the Central Forest-Steppe. *Ahrarni visti*. 2006. No 3. P. 4–6.

10. Influence of different terms of potato desiccation on qualitative indicators of healthy potato seed material in the conditions of Southern Polissia of Ukraine / O. V. Vyshnevska et al. *Kartopliarstvo*

11. Ермантраут Е. Р. Екологічна стабільність і пластичність сортів картоплі на Поліссі. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2015. № 3/4 (28/29). С. 12–17.

12. Ефективність застосування біологічно ефективних препаратів та добрив при вирощуванні картоплі в умовах Правобережного Лісостепу України / І. С. Поліщук та ін. *Сільське господарство та лісівництво.* 2015. № 2. С. 18–26.

13. Ефективність селекції картоплі на посухостійкість / Н. С. Кожушко та ін. *Вісн. Сумського нац. аграр. ун-ту. Сер.: Агрономія і біологія.* 2014. Вип. 3. С. 227–233.

14. Картоплярство: методика дослідної справи / за ред. Бондарчука А. А., Колтунова В. А. Вінниця : Твори, 2019. 652 с.

15. Коваленко О. Л., Коваленко О. А. Застосування регуляторів та стимуляторів росту рослин при розмноженні оздоровленого насіннєвого матеріалу картоплі в умовах Полісся України. *Луб'яні та технічні культури.* 2014. Вип. 3. С. 122–126.

16. Мацера А. В., Поліщук І. С. Вплив позакореневих підживлень та добрив на формування врожаю бульб сортів картоплі в умовах Лісостепу Правобережного. *Земля України – потенціал продовольчої, енергетичної та екологічної безпеки держави*. 2014. Т. 2. С. 75–78.

17. Методика наукових досліджень в агрономії / Е. Р. Ермантраут та ін. Біла Церква, 2018. 104 с.

18. Методичні настанови з впровадження вимог стандарту Global g.a.p. у картоплярстві. Проект USAID «Підтримка аграрного та сільського розвитку». Київ, 2018. 80 с.

19. Методологія оцінювання сортозразків 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.

20. Поліщук І. С., Поліщук М. І., *Ukrainy*. 2017. No 1/2 (42/43). P. 22–28.

11. Ermantraut E. R. Ecological stability and plasticity of potato varieties in Polissia. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn.* 2015. No 3/4 (28/29). P. 12–17.

12. The effectiveness of biologically effective drugs and fertilizers in growing potatoes in the right-bank Forest-Steppe of Ukraine / I. S. Polishchuk et al. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2015. No 2. P. 18–26.

13. The effectiveness of potato breeding for drought resistance / N. S. Kozhushko et al. *Visn. Sumskoho nats. ahrar. un-tu. Ser.: Ahronomiia i biolohiia.* 2014. Issue 3. P. 227–233.

14. Potato growing: research methodology / za red. Bondarchuka A. A., Koltunova V. A. Vinnytsia : Tvory, 2019. 652 p.

15. Kovalenko O. L., Kovalenko O. A. Application of plant growth regulators and stimulators in the propagation of healthy potato seed material in the conditions of Polissia of Ukraine. *Lubiani ta tekhnichni kultury*. 2014. Issue 3. P. 122–126.

16. Matsera A. V., Polishchuk I. S. Influence of foliar fertilizers and fertilizers on the formation of potato tubers in the Forest-Steppe of the Right Bank. *Zemlia Ukrainy – potentsial prodovolchoi, enerhetychnoi ta ekolohichnoi bezpeky derzhavy*. 2014. Vol. 2. P. 75–78.

17. Methods of scientific research in agronomy / E. R. Ermantraut et al. Bila Tserkva, 2018. 104 p.

18. Guidelines for the implementation of the requirements of the Global g.a.p. in potato growing. USAID Agricultural and Rural Development Support Project. Kyiv, 2018. 80 p.

19. Methodology for assessing potato varieties for resistance to major pests and pathogens / S. O. Trybel et al. ; za nauk. red. S. O. Trybelia i A. A. Bondarchuka. Kyiv : Ahrarna nauka, 2013. 264 p.

20. Polishchuk I. S., Polishchuk M. I., Palahniuk O. V. Influence of nitrogenous and phytocide biological products on yield

Палагнюк О. В. Вплив біопрепаратів азотофіт та фітоцид на врожайні властивості сортів картоплі. *Наука в информационном пространстве* : материалы IX Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. (10–11 окт. 2013 г.) / Вінницький національний аграрний університет. URL: http://www.confcontact.com/2013-nauka-v-informatsionnomprostranstve/sh1_polischuk_vpliv.htm (дата звернення: 20.10.2019).

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

22. Семенченко О. Л., Даніліна А. С. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на врожайність картоплі ранньої. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН*. 2012. № 3. С. 78–80.

23. Сідакова О. В. Біохімічна характеристика нових сортів картоплі. *Картоплярство*. 2012. Вип. 41. С. 24–28.

24. Чередниченко Л. М., Фурдига М. М., Томаш А. І. Оцінка вітчизняних сортів та селекційного матеріалу картоплі за стійкістю проти альтернаріозу надземної частини рослин на природному інфекційному фоні. *Картоплярство* : міжвід. темат. наук. зб. 2016. Вип. 43. С. 191–197.

25. Extreme resistance as a host counter-counter defense against viral suppression of RNA silencing / R. Sansregret et al. *PLoS Pathog*. 2013. P. 9. DOI: 10.1371/journal.ppat.1003435.

26. High-throughput sequencing of Potato virus M from tomato in Slovakia reveals a divergent variant of the virus / M. Glasa et al. *Plant Protect. Sci*. 2019. Vol. 55. P. 159–166.

27. Improving seed potato quality in southwestern Uganda for strengthening food and cash security / U. Priegnitz et al. *Poster Presentation at the Tropentag, Bridging the Gap Between Increasing Knowledge and Decreasing Resources*. 2014. V. 87, No 4. P. 462–471.

properties of potato varieties. *Nauka v informatsionnom prostranstve* : materialy IX Mezhdunar. nauch.-prakt. Internet-konf. (10–11 okt. 2013 g.) / Vinnytskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet. URL: http://www.confcontact.com/2013-nauka-v-informatsionnomprostranstve/sh1_polischuk_vpliv.htm (last accessed: 20.10.2019).

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

22. Semenchenko O. L., Danilina A. S. Influence of doses and methods of mineral fertilizers application on early potato yield. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN*. 2012. No 3. P. 78–80.

23. Sidakova O. V. Biochemical characteristics of new potato varieties. *Kartopliarstvo*. 2012. Issue 41. P. 24–28.

24. Cherednychenko L. M., Furdyha M. M., Tomash A. I. Evaluation of domestic varieties and selection material of potatoes for resistance against aboveground part of plants alternariosis on a natural infectious background. *Kartopliarstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2016. Issue 43. P. 191–197.

25. Extreme resistance as a host counter-counter defense against viral suppression of RNA silencing / R. Sansregret et al. *PLoS Pathog*. 2013. Issue 9. DOI: 10.1371/journal.ppat.1003435.

26. High-throughput sequencing of Potato virus M from tomato in Slovakia reveals a divergent variant of the virus / M. Glasa et al. *Plant Protect. Sci*. 2019. Vol. 55. P. 159–166.

27. Improving seed potato quality in southwestern Uganda for strengthening food and cash security / U. Priegnitz et al. *Poster Presentation at the Tropentag, Bridging the Gap Between Increasing Knowledge and Decreasing Resources*. 2014. Vol. 87, No 4. P. 462–471.

28. Incomplete Infection of Secondarily Infected Potato Plants – an

28. Incomplete Infection of Secondarily Infected Potato Plants – an Environment Dependent Underestimated Mechanism in Plant Virology / L. Bertschinger et al. *Front. Plant*. 2017. Vol. 16. P. 32. DOI: 10.3389/fpls.2017.00074.

29. Methods in virus diagnostics: From ELISA to next generation sequencing / N. Boonham et al. *Virus Research*. 2014. Vol. 186. P. 20–31. DOI: 10.1016/j.virusres.2013.12.007.

30. Molecular characterization of domestic and exotic potato virus S isolates and a global analysis of genomic sequences / Y.-H. Lin et al. *Archives of Virology*. 2014. Vol. 159. P. 2115–2122. DOI: 10.1007/s00705-014-2022-6.

31. Pallás V., Sánchez-Navarro J. A., James D. Recent advances on the multiplex molecular detection of plant viruses and viroids. *Frontiers in Microbiology*. 2018. Vol. 9. P. 20–87. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02087.

32. Rajeevkumar S., Anunanthini P., Sathishkumar R. Epigenetic silencing in transgenic plants. *Front. Plant Sci*. 2015. Vol. 6. P. 693–699. DOI: 10.3389/fpls.2015.00693.

33. Seed potato quality improvement through positive selection by smallholder farmers in Kenya / P. R. Gildemacher et al. *Potato Res*. 2011. № 54. P. 253–266. DOI: 10.1007/s11540-011-9190-5.

34. Seed tuber degeneration in potato: the need for a new research and development paradigm to mitigate the problem in developing countries / S. Thomas-Sharma et al. *Plant Pathol*. 2016. Vol. 65. P. 3–16. DOI: 10.1111/ppa.12439.

Environment Dependent Underestimated Mechanism in Plant Virology / L. Bertschinger et al. *Front. Plant*. 2017. Vol. 16. P. 32. DOI: 10.3389/fpls.2017.00074.

29. Methods in virus diagnostics: From ELISA to next generation sequencing / N. Boonham et al. *Virus Research*. 2014. Vol. 186. P. 20–31. DOI: 10.1016/j.virusres.2013.12.007.

30. Molecular characterization of domestic and exotic potato virus S isolates and a global analysis of genomic sequences / Y.-H. Lin et al. *Archives of Virology*. 2014. Vol. 159. P. 2115–2122. DOI: 10.1007/s00705-014-2022-6.

31. Pallás V., Sánchez-Navarro J. A., James D. Recent advances on the multiplex molecular detection of plant viruses and viroids. *Frontiers in Microbiology*. 2018. Vol. 9. P. 20–87. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02087.

32. Rajeevkumar S., Anunanthini P., Sathishkumar R. Epigenetic silencing in transgenic plants. *Front. Plant Sci*. 2015. Vol. 6. P. 693–699. DOI: 10.3389/fpls.2015.00693.

33. Seed potato quality improvement through positive selection by smallholder farmers in Kenya / P. R. Gildemacher et al. *Potato Res*. 2011. No 54. P. 253–266. DOI: 10.1007/s11540-011-9190-5.

34. Seed tuber degeneration in potato: the need for a new research and development paradigm to mitigate the problem in developing countries / S. Thomas-Sharma et al. *Plant Pathol*. 2016. Vol. 65. P. 3–16. DOI: 10.1111/ppa.12439.

Отримано 22.01.2022
Погоджено до друку 17.02.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-8
УДК 635.21:631.53:631.526.32
Н. В. ПИСАРЕНКО[1], В. І. СИДОРЧУК[1], кандидати сільськогосподарських наук
Н. А. ЗАХАРЧУК[2], кандидат біологічних наук
[1] Поліське дослідне відділення Інституту картоплярства НААН
вул. Центральна, 6, с. Федорівка Коростенського р-ну Житомирської обл., 11699, e-mail: pisarenkonatalia1978@gmail.com
[2] Інститут картоплярства НААН
вул. Чкалова, 22, смт Немішаєве Бородянського р-ну Київської обл., 07853, e-mail: vs_potato@meta.ua

ВИВЧЕННЯ АДАПТИВНОЇ ЗДАТНОСТІ СОРТІВ КАРТОПЛІ ЗА ОЗНАКОЮ «ВРОЖАЙНІСТЬ» В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОЛІССЯ

У результаті проведених досліджень вивчено сорти картоплі різних груп стиглості селекції Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства НААН за параметрами екологічної адаптивності кількісної ознаки «врожайність». Оцінку 21 сорту картоплі проведено в Поліському дослідному відділенні Інституту картоплярства НААН у 2019–2021 рр. Виділено та розділено сорти картоплі за: середньою врожайністю, коефіцієнтом адаптивності, варіабельністю середньої продуктивності, гомеостатичністю, селекційною цінністю, ефектом генотипу, стресостійкістю і генетичною гнучкістю.

Відзначено, що критерієм високої адаптивності сорту є коефіцієнт адаптивності щодо врожайності (в роки досліджень), який становить 1 і вище. Високий адаптивний потенціал проявили сорти: Чарунка, Межирічка 11, Вимір, Вигода, Олександрит, Базалія і Взірець.

Виявлено, що в середньому за три роки найвищу середню продуктивність продемонстрували сорти: Чарунка, Межирічка 11, Вимір, Вигода, Олександрит, Базалія, Взірець і Іванківська рання.

Встановлено суттєву різницю між урожайністю генотипів картоплі при вирощуванні їх в оптимальних умовах порівняно з лімітованими, що становила: в групі ранніх – 7,9 т/га, в середньоранній – 4,6 т/га, в середньостиглих – 4,1 т/га і в середньопізній групі – 4,4 т/га. Найнижчий показник варіювання врожайності між максимальним і мінімальним значенням спостерігали у сортів картоплі: Взірець, Дубравка, Іванківська рання, Авангард, Альянс і Спокуса.

Встановлено, що генотипи картоплі характеризувалися різним рівнем гомеостатичності і селекційної цінності. Найбільш цінними є сортозразки, в яких поєднується висока гомеостатичність і селекційна цінність: Взірець, Тирас, Радомисль, Опілля, Межирічка 11, Дубравка, Іванківська рання, Авангард, Альянс, Чарунка, Поліська ювілейна і Спокуса.

© Писаренко Н. В., Сидорчук В. І., Захарчук Н. А., 2022

Визначено, що позитивне значення ефекту генотипу і максимальну генетичну гнучкість ознаки врожайності сортів картоплі за групами стиглості спостерігали в: ранньостиглих – Вимір, Базалія, Взірець; середньоранніх – Межирічка 11; середньостиглих – Чарунка, Олександрит, Іванківська рання; в середньопізніх – Спокуса і Поліська ювілейна.

Високою стресостійкістю відповідно до середнього показника групи стиглості володіли генотипи: Вимір, Вигода, Базалія, Межирічка 11, Олександрит, Лєтана, Тетерів і Поліська ювілейна.

Ключові слова: картопля, сорти, екологічна адаптивність, урожайність, гомеостатичність, селекційна цінність, стресостійкість.

Nataliia Pysarenko[1], **Vasyl Sydorchuk**[1], **Nataliia Zakharchuk**[2]

[1] Polissia Research Department of the Potato Research Institute of NAAS

[2] Potato Research Institute of NAAS

Study of adaptive ability of potato varieties by the "yield" feature in the conditions of Central Polissia

As a result of the research, potato varieties of different maturity groups of the Polissia Research Department of the Potato Research Institute were studied according to the parameters of ecological adaptability of the quantitative trait "yield". Evaluation of 21 potato varieties was carried out in the Polissia Research Department of the Potato Research Institute in 2019–2021. Potato varieties were selected and divided according to: average yield, adaptability coefficient, average productivity variability, ultrastability, breeding value, genotype effect, stress resistance and genetic flexibility.

It is noted that the criterion of variety's high adaptability is the coefficient of yield adaptability (in years of research), which is 1 and above. The following varieties showed high adaptive potential: Charunka, Mezhyrichka 11, Vymir, Vyhoda, Oleksandryt, Bazaliia and Vzirets.

It was found that on average for three years, the highest average productivity was demonstrated by the following varieties: Charunka, Mezhyrichka 11, Vymir, Vyhoda, Oleksandryt, Bazaliia, Vzirets and Ivankivska rannia.

There was a significant difference between the yield of potato genotypes when growing them in optimal conditions compared to the limited ones, in particular: in early group – 7.9 t/ha, middle-early group – 4.6 t/ha, middle-ripening group – 4.1 t/ha and in middle-late group – 4.4 t/ha. The lowest rate of yield variation between maximum and minimum values was observed among the following potato varieties: Vzirets, Dubravka, Ivankivska rannia, Avanhard, Alians and Spokusa.

It was found that potato genotypes were characterized by different levels of ultrastability and breeding value. The most valuable are the following varieties that combine high ultrastability and breeding value: Vzirets, Tyras, Radomysl, Opillia, Mezhyrichka 11, Dubravka, Ivankivska rannia, Avanhard, Alians, Charunka, Poliska Yuvileina and Spokusa.

It is determined that the positive value of the genotype effect and the maximum genetic flexibility of the yield trait of potato varieties by maturity groups was observed among: early ripening – Vymir, Bazaliia, Vzirets; middle-early – Mezhyrichka 11; middle-ripening – Charunka, Oleksandryt, Ivankivska rannia; middle-late – Spokusa and Poliska yuvileina.

The following genotypes had high stress resistance, according to the average maturity group: Vymir, Vyhoda, Bazaliia, Mezhyrichka 11, Oleksandryt, Lietana, Teteriv and Poliska yuvileina.

Key words: potatoes, varieties, ecological adaptability, yield, ultrastability, breeding value, stress resistance.

Вступ. Складна екологічна й енергетична ситуація, яка складається в сільському господарстві, доводить, що отримувати високі і сталі врожаї всіх культур можна лише за наявності у виробництві сортів, адаптованих до різних ґрунтово-кліматичних умов [15, 32]. На сьогодні перед селекціонерами в першу чергу стоїть завдання – створення сортів картоплі не тільки високопродуктивних, а й стійких до біотичних та абіотичних факторів середовища.

Останнім часом спостерігаються значні коливання гідротермічних показників за роками, а потепління клімату призвело до того, що почастішали несприятливі, екстремальні фактори та стресові явища. За постійного впливу несприятливих чинників навколишнього середовища: температурних коливань, посухи, надмірного зволоження, засолення ґрунту тощо кожний рослинний організм здатний адаптуватися до цих умов тільки в межах, зумовлених нормою реакції його генотипу. Чим вища здатність виду змінювати метаболізм (обмін речовин) відповідно до діапазонів мінливих умов, тим ширша норма його реакції та вища екологоадаптивна спроможність [4, 6, 7, 9].

Створення сортів, які здатні максимально ефективно використовувати біокліматичний ресурс конкретного регіону, виявляти толерантність до стресових умов середовища, забезпечувати високу реалізацію генетичного потенціалу продуктивності, є стратегічним завданням сучасної науки. За постійної дії мінливих природних і антропогенних факторів нові високоадаптивні сорти мають гарантувати одержання стабільно високих врожаїв бульб картоплі [12]. Складність створення високопродуктивних та адаптованих генотипів полягає в тому, що існує протиріччя між високою продуктивністю генотипу та його стійкістю до несприятливих чинників навколишнього середовища. Це явище зумовлене особливостями енергетичного балансу рослинного організму, оскільки

чим більше енергетичних ресурсів рослина витрачає на підтримання високої стійкості, тим менше їх залишається для формування врожаю за нормальних умов [8, 22]. Для одержання високого реального врожаю потрібно, щоб ознаки продуктивності і екологічної стійкості відповідали умовам зовнішнього середовища [21]. Селекційно-генетичний захист проти несприятливої дії біотичних чинників передбачає використання донорів з ефективними генами стійкості [10]. Створити сорти, стійкі до всіх лімітованих чинників навколишнього середовища, практично неможливо, однак, якщо недооцінювати важливість хоча б однієї з ознак адаптивності, це може призвести до непередбачуваних наслідків. Тому оцінку реакції генотипів на зміну умов навколишнього середовища потрібно проводити на всіх етапах селекційного процесу. Характерною особливістю будь-якого сорту є сукупність властивостей, що визначають його придатність для тієї чи іншої місцевості, і тому правильний вибір сорту має першорядне значення [21, 5, 14, 30, 36, 34].

Результати проведених досліджень навіть в одній ґрунтово-кліматичній зоні суттєво різняться за проявом окремих ознак і властивостей, а в результаті і макроознак, і зокрема врожайності. Саме це і вимагає приділення значної уваги адаптивному потенціалу створюваних сортів.

Важливим аспектом селекційної роботи є адаптивна спрямованість реалізації генотипами комплексу специфічних ознак [32]. Для селекції на адаптивність важливо володіти інформацією про ступінь гомеостатичності окремих ознак у варіабельних умовах зовнішнього середовища разом із загальним гомеостазом індивідуального розвитку або буферності рослинного організму загалом [16, 17, 22, 23]. Найбільш комплексним поняттям є гомеостаз розвитку, який характеризує пристосувальну властивість генотипу підтримувати стабільність процесів саморегуляції, які порушуються змінами умов зовнішнього середовища. Механізм гомеостазу визначає межі мінливості та характер продукційних процесів у рамках генетичної норми реакції рослин [20]. Рівень прояву гомеостатичності часто використовують у селекційній практиці для визначення адаптивності генотипів як при оцінці вихідного матеріалу [2, 27] селекційних ліній та нових сортів, так і для оцінки адаптивності сортів іншого еколого-географічного походження [1, 26, 12, 28]. Це дає можливість селекціонерам з'ясувати природу адаптивних властивостей вихідного та селекційного матеріалу, а виробникам визначитися із

сортами, що найбільш пристосовані до екологічних умов конкретного регіону.

Мета досліджень – визначення параметрів екологічної адаптивності сортів картоплі різних груп стиглості за кількісною ознакою «врожайність» та проведення розподілу генотипів за комплексом показників, які визначають адаптивні та продуктивні особливості.

Матеріали і методи. Експериментальну роботу проведено в Поліському дослідному відділенні ІК НААН впродовж 2019–2021 рр. Об'єктом вивчення був 21 сорт картоплі: ранньостиглі – Вимір, Взірець, Тирас, Радомисль, Вигода, Базалія, Опілля; середньоранні – Межирічка 11, Партнер, Дубравка; середньостиглі – Іванківська рання, Авангард, Альянс, Чарунка, Звіздаль, Сингаївка, Лєтана, Предслава і Олександрит; середньопізні – Тетерів, Поліська ювілейна і Спокуса. Ґрунт дерново-слабопідзолистий глинисто-піщаний з низькою природною родючістю (pH – 4,5–5,2; рухомого фосфору і калію – відповідно 3,0–5,0 мг-екв. на 100 г ґрунту). Технологія вирощування сортів картоплі відповідає прийнятій у виробництві. Адаптивну здатність оцінювали згідно з науково-методичними рекомендаціями «Оцінка адаптивної здатності сортів картоплі за зрошення в зоні Південного Степу України» [2]. Коефіцієнт адаптивності (КА) розраховується для сорту за формулою:

$$КА = (Xij \times 100 : X) : 100, \quad (1)$$

де Xij – урожайність певного сорту в рік дослідження; X – середньосортова врожайність року. Критерієм адаптивного потенціалу сорту, що виділяється високою адаптивністю в регіоні випробування, є коефіцієнт 1 та вище.

Достовірна відмінність при 0,05 % рівні значимості дозволила провести розрахунок статистичних характеристик, а саме: середнє арифметичне ($\bar{X}$), коефіцієнт варіації (V) [29, 24, 18]. Показники гомеостатичності розраховано за формулою [14, 20]:

$$Hom=\bar{x}^2/\sigma, \quad (2)$$

де Hom – показник гомеостатичності; $\bar{x}^2$ – відповідно усереднена за генотипом середня арифметична; σ – середньоквадратичне відхилення.

Визначення селекційної цінності проводили за формулою [24, 33]:

$$Sc=\bar{x}\cdot x_{lim}/x_{opt}, \quad (3)$$

де Sc – селекційна цінність, за X_{lim} прийнято найменше значення ознаки в роки досліджень, а за X_{opt} – найвище.

Рівень стійкості до стресу (СС) визначають за формулою:

$$СС = (X_{lim} - X_{opt}), (4)$$

де X_{lim} – мінімальна врожайність, а X_{opt} – максимальна врожайність. Він має від'ємне значення, і при більшій його величині стійкість до стресу вважають вищою.

Характеристику сортів за стійкістю до стресу доповнює величина генотипової гнучкості (ГГ), яка виражає ступінь відповідності між генотипом сорту й різними факторами середовища:

$$ГГ = (X_{opt} + X_{lim}) / 2, (5)$$

де сума X_{opt} максимальної та X_{lim} мінімальної врожайності, розділена на два.

Також визначали ефект генотипу (різниця між середнім показником кількісної ознаки за набором генотипів і відповідним значенням конкретного генотипу) [13, 20, 31].

Результати та обговорення. Проведеними дослідженнями з сортами картоплі, створеними в лабораторії селекції Поліського дослідного відділення ІК НААН, які пройшли Державне сортовипробування і занесені до Реєстру рослин, придатних для поширення в Україні, встановлено, що кожен генотип за рівноцінних умов вирощування неоднаково реагує на погодні умови року.

У групі ранніх сортів найвищий річний коефіцієнт адаптивності щодо показника врожайності спостерігали: в 2019 р. – Вигода (1,27) і Базалія (1,24) за врожайності відповідно 15,6 та 15,2 т/га; в 2020 р. – Взірець (1,49) і Опілля (1,44), урожайність становила 8,8 та 8,5 т/га; в 2021 р. – Вимір (2,36) і Вигода (1,22), продуктивність – відповідно 19,8 та 12,2 т/га. За середнім показником коефіцієнта адаптивності виділено високоадаптивні сорти: Вимір (1,27), Взірець (1,07), Вигода (1,01) і Базалія (1,0) (табл. 1).

1. Урожайність сортів картоплі та їх коефіцієнти адаптивності

Сорт	2019		2020		2021		Середнє	
	Хij	КА	Хij	КА	Хij	КА	Хij	КА
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ранні								
Вимір	9,5	0,77	4,1	0,69	19,8	2,36	11,1	1,27
Взірець	10,9	0,89	8,8	1,49	8,4	0,84	9,4	1,07
Радомисль	12,2	0,99	5,9	1,0	7,5	0,75	8,5	0,91
Тирас	10,6	0,86	5,7	0,97	8,7	0,87	8,3	0,90
Вигода	15,6	1,27	3,1	0,53	12,2	1,22	10,3	1,01
Базалія	15,2	1,24	5,3	0,90	8,7	0,87	9,7	1,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Опілля	-	-	8,5	1,44	5,0	0,50	6,7	0,97
$\bar{X}$ сортова врожайність року, т/га	12,3		5,9		10,0			
НІР $_{0,05}$ т/га	2,82							
Середньоранні								
Межирічка 11	11,4	1,24	7,6	1,06	14,5	1,48	11,2	1,26
Партнер	10,9	1,18	6,4	0,89	7,8	0,80	8,4	0,95
Дубравка	5,2	0,56	7,5	1,04	7,2	0,73	6,6	0,78
$\bar{X}$ сортова врожайність року, т/га	9,2		7,2		9,8			
НІР $_{0,05}$ т/га	2,12							
Середньостиглі								
Іванківська рання	8,5	1,02	7,6	1,13	10,0	0,99	8,7	1,05
Авангард	6,0	0,72	6,9	1,03	6,6	0,65	6,5	0,80
Альянс	7,4	0,89	7,6	1,13	8,3	0,82	7,8	0,95
Чарунка	14,8	1,78	10,7	1,60	13,8	1,37	13,1	1,58
Звіздаль	8,8	1,06	6,1	0,91	10,2	1,01	8,4	0,99
Сингаївка	5,2	0,63	6,1	0,91	8,6	0,85	6,6	0,80
Лєтана	7,5	0,90	2,5	0,37	8,9	0,88	6,3	0,72
Предслава	9,9	1,19	6,3	0,94	7,1	0,70	7,8	0,94
Олександрит	6,8	0,82	6,3	0,94	17,6	1,74	10,2	1,16
$\bar{X}$ сортова врожайність року, т/га	8,3		6,7		10,1			
НІР $_{0,05}$ т/га	1,52							
Середньопізні								
Тетерів	2,0	0,54	5,0	0,85	8,5	1,05	5,2	0,81
Поліська ювілейна	4,0	1,08	7,8	1,32	8,9	1,1	6,9	1,17
Спокуса	5,0	1,35	5,0	0,85	6,9	0,85	5,6	1,01
$\bar{X}$ сортова врожайність року, т/га	3,7		5,9		8,1			
НІР $_{00,5}$ т/га	1,22							

У групі середньоранніх сортозразків річний коефіцієнт адаптивності вище 1 відзначено в 2019–2021 рр. – Межирічка 11 (1,06–1,48) за врожайності 7,6–14,5 т/га.

Серед середньостиглих генотипів найвище значення річного коефіцієнта адаптивності проявили: в 2019 р. – Чарунка (1,78), Предслава (1,19), Звіздаль (1,06), Іванківська рання (1,02); в 2020 р. – Чарунка (1,60), Альянс і Іванківська рання (1,13) та Авангард (1,03); в 2021 р. – Олександрит (1,74), Чарунка (1,37), Звіздаль (1,01). За середнім показником коефіцієнта адаптивності виділено високо-адаптивні сорти: Чарунка (1,58) за середньої врожайності 13,1 т/га, Олександрит – 1,16 (межі прояву врожайності за роками 6,3–17,6 т/га) і Іванківська рання – 1,05 (середня врожайність становить 8,7 т/га).

У групі середньопізніх сортозразків впродовж 2019–2021 рр. сорт Поліська ювілейна проявив високі показники коефіцієнта адаптивності (на рівні 1,08–1,32) за середньої врожайності 6,9 т/га. В окремі роки високе значення цього коефіцієнта відзначено в генотипів: Тетерів (1,05) та Спокуса (1,35).

Стабільність сортів за показником урожайності в рік випробування досить неоднорідна. Так, у 2019 р. різницю щодо підвищення врожаю до середньосортового показника року спостерігали в сортів: Вигода (3,3), Базалія (2,9), Межирічка 11 (2,2), Партнер (1,7), Іванківська рання (0,2), Чарунка (6,5), Звіздаль (0,5), Предслава (1,6), Поліська ювілейна (0,3), Спокуса (1,3 т/га). В 2020 р. відповідно вищу врожайність до середньосортового показника року відзначено в: Взірець (2,9), Опілля (2,6), Межирічка 11 (0,4), Дубравка (0,3), Іванківська рання (0,9), Авангард (0,2), Альянс (0,9), Чарунка (4,0), Поліська ювілейна (1,9 т/га). У 2021 р. підвищення врожайності до середньосортового показника року проявили сорти: значне – Вимір (9,8), Олександрит (7,5), Межирічка 11 (4,7), Чарунка (3,7), Вигода (2,2 т/га) та незначне – Поліська ювілейна (0,8), Тетерів (0,4) і Звіздаль (0,1 т/га) (табл. 2).

2. Різниця врожайності сортів картоплі до середньосортового показника року, 2019–2021 рр.

Сорт	2019		2020		2021		Середнє	
	Хij	КА	Хij	КА	Хij	КА	Хij	КА
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ранні								
Вимір	9,5	-2,8	4,1	-1,8	19,8	9,8	11,1	3,1
Взірець	10,9	-1,4	8,8	2,9	8,4	-1,6	9,4	1,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Радомисль	12,2	-0,1	5,9	0	7,5	-2,5	8,5	0,5
Тирас	10,6	-1,7	5,7	-0,2	8,7	-1,3	8,3	0,3
Вигода	15,6	3,3	3,1	-2,8	12,2	2,2	10,3	2,3
Базалія	15,2	2,9	5,3	-0,6	8,7	-1,3	9,7	1,7
Опілля	-	-	8,5	2,6	5,0	-5,0	6,7	-1,3
$\bar{X}$ сортова врожайність року, т/га	12,3		5,9		10,0			
Середньоранні								
Межирічка 11	11,4	2,2	7,6	0,4	14,5	4,7	11,2	3,2
Партнер	10,9	1,7	6,4	-0,8	7,8	-2,0	8,4	0,4
Дубравка	5,2	-4,0	7,5	0,3	7,2	-2,6	6,6	-1,4
$\bar{X}$ сортова врожайність року, т/га	9,2		7,2		9,8			
Середньостиглі								
Іванківська рання	8,5	0,2	7,6	0,9	10,0	-0,1	8,7	0,7
Авангард	6,0	-2,3	6,9	0,2	6,6	-3,5	6,5	-1,5
Альянс	7,4	-0,9	7,6	0,9	8,3	-1,8	7,8	-0,2
Чарунка	14,8	6,5	10,7	4,0	13,8	3,7	13,1	5,1
Звіздаль	8,8	0,5	6,1	-0,6	10,2	0,1	8,4	0,4
Сингаївка	5,2	-3,1	6,1	-0,6	8,6	-1,5	6,6	-1,4
Лєтана	7,5	-0,8	2,5	-4,2	8,9	-1,2	6,3	-1,7
Предслава	9,9	1,6	6,3	-0,4	7,1	-3,0	7,8	-0,2
Олександрит	6,8	-1,5	6,3	-0,4	17,6	7,5	10,2	2,2
$\bar{X}$ сортова врожайність року, т/га	8,3		6,7		10,1			
Середньопізні								
Тетерів	2,0	-1,7	5,0	-0,9	8,5	0,4	5,2	-2,8
Поліська ювілейна	4,0	0,3	7,8	1,9	8,9	0,8	6,9	-1,1
Спокуса	5,0	1,3	5,0	-0,9	6,9	-1,2	5,6	-1,4
$\bar{X}$ сортова врожайність року, т/га	3,7		5,9		8,1			
Багаторічна $\bar{X}$ сортова врожайність, т/га							8,0	

Найбільш нестабільні за різницею врожайності до середньосортового показника року відповідної групи стиглості сорти картоплі: серед ранньої групи – Вимір (-2,8; -1,8; 9,8 т/га), Вигода (3,3; -2,8; 2,2) і Базалія (2,9; -0,6; -1,3 т/га); в середньоранніх – Дубравка (4,0; 0,3; -2,6 т/га); з-поміж середньостиглої групи – Предслава (1,6; -0,4; -3 т/га) і Олександрит (-1,5; -0,4; 7,5 т/га); в середньопізній групі – Спокуса (1,3; -0,9; 0,4 т/га). Тоді як найбільш стабільні за врожайністю до середньосортового показника року відповідної групи стиглості сорти: Тирас (-1,7; -0,2; -1,3), Іванківська рання (0,2; 0,9; -0,1), Альянс (-0,9; 0,9; -1,8), Чарунка (6,5; 4,0; 3,7), Звіздаль (0,5; -0,6; 0,1) і Поліська ювілейна (03; 1,9; 0,8).

Високий адаптивний потенціал проявили сорти, в яких значення показника середнього коефіцієнта адаптивності до багаторічної середньосортової врожайності (8,0 т/га) становить більше 1, а саме: Чарунка (5,1), Межирічка 11 (3,2), Вимір (3,1), Вигода (2,3), Олександрит (2,2), Базалія (1,7) і Взірець (1,4).

Аналізуючи отримані результати з урожайності сортів за три роки, слід відзначити, що всі генотипи досить суттєво реагують на зовнішні умови під час вегетації культури. Різниця врожайності при вирощуванні сортів в оптимальних умовах порівняно з лімітованими становила: в групі ранніх – 7,9 т/га, в середньоранній – 4,6 т/га, в середньостиглих – 4,1 т/га і в середньопізній групі – 4,4 т/га. Найнижчий показник варіювання врожайності між максимальним і мінімальним значенням спостерігали в сортів: Взірець (2,5), Дубравка (2,3), Іванківська рання (2,4), Авангард (0,9), Альянс (0,9), і Спокуса (1,9 т/га) (табл. 3).

3. Параметри адаптивної здатності сортів картоплі за ознакою «врожайність» (2019–2021 рр.)

Сорт	Варіювання врожайності, т/га				$H_{от}$, т/га	Sc, т/га	ЕФ, т/га	СС, т/га	ГГ, т/га
	X_{lim}	X_{opt}	$\bar{X}$	V, %					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ранні									
Вимір	4,1	19,8	11,1	59	18,9	2,30	2,0	-15,7	11,9
Взірець	8,4	10,9	9,4	12	80,6	7,24	0,3	-2,5	9,6
Радомисль	5,9	12,2	8,5	31	27,0	4,11	-0,6	-6,3	9,0
Тирас	5,7	10,6	8,3	24	34,1	4,46	-0,8	-4,9	8,1
Вигода	3,1	15,6	10,3	51	20,1	2,05	1,2	-12,5	9,3
Базалія	5,3	15,2	9,7	42	22,9	3,38	0,6	-9,9	10,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Опілля	5,0	8,5	6,7	26	25,6	3,94	-2,4	-3,5	6,7
Середнє	5,4	13,3	9,1	35	32,7	3,9		-7,9	9,3
Середньоранні									
Межирічка 11	7,6	14,5	11,2	25	44,4	5,87	2,5	-6,9	11,0
Партнер	6,4	10,9	8,4	22	37,5	4,93	-0,3	-4,5	8,6
Дубравка	5,2	7,5	6,6	15	42,7	4,58	-2,1	-2,3	6,3
Середнє	6,4	11,0	8,7	21	41,5	5,1		-4,6	8,6
Середньостиглі									
Іванківська рання	7,6	10,0	8,7	11	76,4	6,61	0,3	-3,4	8,8
Авангард	6,0	6,9	6,5	6	112,9	5,65	-1,9	-0,9	6,4
Альянс	7,4	8,3	7,8	5	157,7	6,95	-0,6	-0,9	7,8
Чарунка	10,7	14,8	13,1	13	98,3	9,47	4,7	-4,1	12,7
Звіздаль	6,1	10,2	8,4	20	41,4	5,02	0	-4,1	8,1
Сингаївка	5,2	8,6	6,6	22	30,3	4,68	-1,8	-3,4	6,9
Лєтана	2,5	8,9	6,3	44	14,4	1,77	-2,1	-6,4	5,7
Предслава	6,3	9,9	7,8	20	39,4	4,96	-0,6	-3,6	8,1
Олексан-дрит	6,3	17,6	10,2	51	19,9	3,65	1,8	-11,3	11,9
Середнє	6,5	10,6	8,4	21	65,6	5,4		-4,2	8,5
Середньопізні									
Тетерів	2,0	8,5	5,2	51	10,2	1,22	-0,7	-6,5	5,2
Поліська ювілейна	4,0	8,9	6,9	30	22,7	3,10	1,0	-4,9	6,4
Спокуса	5,0	6,9	5,6	16	35,0	4,06	-0,3	-1,9	5,9
Середнє	3,7	8,1	5,9	32	22,6	2,8		-4,4	5,8

За результатами аналізу даних урожайності генотипів картоплі виявлено, що в середньому за три роки найвищу середню продуктивність продемонстрували сорти: Чарунка, Межирічка 11, Вимір, Вигода, Олександрит, Базалія, Взірець і Іванківська рання – відповідно: 13,1; 11,2; 11,1; 10,3; 10,2; 9,7; 9,4 і 8,7 т/га.

Варіабельність середньої продуктивності за групами стиглості становила: в ранніх і середньопізніх на рівні 35 і 32 %, в середньоранніх і середньостиглих – 21 %. Із розрахунків відповідно до значень коефіцієнта варіації (V, % при величині V від 1 до 10 % слабка варіація і вказує на стабільність показників; V 11–20 %

помірна; V 21–50 % – значна; V > 50 % велика), який характеризує ступінь мінливості ознаки, найвищу мінливість показника врожайності спостерігали в сортів: Вимір (V – 59 %), Вигода (V – 51 %), Олександрит (V – 51 %) і Тетерів (V – 51 %). Стабільність за показником варіабельності в роки досліджень проявили генотипи: Авангард (V – 6 %) і Альянс (V – 5 %), помірний статистичний показник спостерігали в сортозразків: Іванківська рання (V – 11 %), Взірець (V – 12 %), Чарунка (V – 13 %), Дубравка (V – 15 %), Спокуса (V – 16 %), Звіздаль (V – 20 %) і Предслава (V – 20 %).

Важливим показником стійкості до несприятливих чинників середовища є гомеостатичність, яка показує здатність генотипів зменшувати наслідки впливу шкідливих біотичних та абіотичних факторів. Середній показник гомеостатичності врожайності генотипів і їх селекційної цінності за групами стиглості становить: у ранньостиглих – 32,7 і 3,9; у середньоранніх – 41,5 і 5,1; у середньостиглих – 65,6 і 5,4; в середньопізніх – 22,6 та 2,8 т/га. Вище числове значення цієї статистичної величини до середнього відповідної групи стиглості проявили сорти: Взірець, Тирас, Межирічка 11, Дубравка, Іванківська рання, Авангард, Альянс, Чарунка і Спокуса (H_{om} = 80,6; 34,1; 44,4; 42,7; 76,4; 112,9; 157,7; 98,3; 35,0 т/га).

Щодо селекційної цінності (Sc) досліджуваних сортів картоплі, найвищий показник у середньому за три роки спостерігали в сортозразків: Поліська ювілейна, Опілля, Спокуса, Радомисль, Тирас, Дубравка, Авангард, Межирічка 11, Іванківська рання, Альянс, Взірець і Чарунка (Sc = 3,1; 3,94; 4,06; 4,11; 4,46; 4,58; 5,65; 5,87; 6,61; 6,95; 7,24; 9,47 т/га).

Показник ефекту генотипу дає змогу оцінити продуктивність окремих сортозразків в досліджуваній серії. Позитивним значенням характеризувалися сорти картоплі: Чарунка (4,7), Межирічка 11 (2,5), Вимір (2,0), Олександрит (1,8), Вигода (1,2), Поліська ювілейна (1,0 т/га), Базалія (0,6), Іванківська рання (0,3) і Взірець (0,3). Максимально негативним ефектом генотипу вирізнялися: Опілля (-2,4), Дубравка (-2,1), Лєтана (-2,1), Авангард (-1,9), Сингаївка (-1,8 т/га).

Середній показник стійкості генотипів до стресу за групами стиглості становить: у ранніх – -7,9, середньоранніх – -4,6, в середньостиглих – -4,2 і середньопізніх – -4,4 т/га. Підвищеною стресостійкістю відповідно до середнього показника групи стиглості володіли сорти картоплі: Вимір (-15,7), Вигода (-12,5), Базалія (-9,9),

Межирічка 11 (-6,9), Олександрит (-11,3), Лєтана (-6,4), Тетерів (-6,5) і Поліська ювілейна (-4,9 т/га). Нерезистентними до стресу за ознакою «врожайність» виявилися сортозразки: Взірець (-2,5), Дубравка (-2,3), Авангард (-0,9), Альянс (- 0,9) і Спокуса (-1,9 т/га).

Вище значення показника генетичної гнучкості сортів картоплі до середнього відповідної групи стиглості проявили генотипи картоплі: в групі ранніх (9,3 т/га) – Вимір (11,9), Базалія (10,2) і Взірець (9,6 т/га); в середньоранній (8,6 т/га) – Межирічка 11 (11,0 т/га); в середньостиглих (8,5 т/га) – Чарунка (12,7), Олександрит (11,9) і Іванківська рання (8,8 т/га); в середньопізній (5,8 т/га) – Спокуса (5,9) і Поліська ювілейна (6,4 т/га).

Висновки. Встановлено, що високий адаптивний потенціал у роки досліджень проявили сорти, в яких значення показника середнього коефіцієнта адаптивності до багаторічної середньосортової врожайності (8,0 т/га) становить 1 і більше, а саме: Чарунка (КА 5,1; за врожайності 13,1 т/га), Межирічка 11 (3,2; 11,2), Вимір (3,1; 11,1), Вигода (2,3; 10,3), Олександрит (2,2; 10,2), Базалія (1,7; 9,7) і Взірець (1,4; 9,4 т/га).

Найнижчий показник варіювання врожайності між максимальним і мінімальним значенням спостерігали в сортів картоплі: Взірець (2,5), Дубравка (2,3), Іванківська рання (2,4), Авангард (0,9), Альянс (0,9) і Спокуса (1,9 т/га).

Незначну і помірну варіабельність середньої продуктивності сортів картоплі спостерігали в: Альянс (5 %), Авангард (6 %), Іванківська рання (11 %), Взірець (12 %), Чарунка (13 %), Дубравка (15 %), Спокуса (16 %), Звіздаль (20 %) і Предслава (20 %).

Найвищий прояв гомеостатичності за ознакою «врожайність» (до середнього відповідної групи стиглості) відзначено у сортозразків: Взірець ($H_{от}$ = 80,6), Тирас ($H_{от}$ = 34,1), Межирічка 11 ($H_{от}$ = 44,4), Дубравка ($H_{от}$ = 42,7), Іванківська рання ($H_{от}$ = 76,4), Авангард ($H_{от}$ = 112,9), Альянс ($H_{от}$ = 157,7), Чарунка ($H_{от}$ = 98,3) і Спокуса ($H_{от}$ = 35,0 т/га). У цих генотипів картоплі таким же чином спостерігали високу селекційну цінність (Sc) ознаки врожайності: від 4,06 в сорту Спокуса до 9,47 т/га в сорту Чарунка. Високу селекційну цінність також відзначено в сортів: Поліська ювілейна (3,1), Опілля (3,94) і Радомисль (4,11 т/га).

Позитивне значення ефекту генотипу проявили сорти картоплі: Чарунка (4,7), Межирічка 11 (2,5), Вимір (2,0), Олександрит (1,8), Вигода (1,2), Поліська ювілейна (1,0 т/га), Базалія (0,6), Іванківська рання (0,3) і Взірець (0,3).

Підвищеною стресостійкістю відповідно до середнього показника групи стиглості володіли генотипи: Вимір (-15,7), Вигода (-12,5), Базалія (-9,9), Межирічка 11 (-6,9), Олександрит (-11,3), Лєтана (-6,4), Тетерів (-6,5) і Поліська ювілейна (-4,9 т/га).

Максимальну генетичну гнучкість ознаки врожайності генотипів картоплі за групами стиглості спостерігали в: ранньостиглих – Вимір (11,9), Базалія (10,2), Взірець (9,6 т/га); середньоранніх – Межирічка 11 (11,0 т/га); середньостиглих – Чарунка (12,7), Олександрит (11,9), Іванківська рання (8,8 т/га); в середньопізніх – Спокуса (5,9) і Поліська ювілейна (6,4 т/га).

Перспективи подальших досліджень. За результатами трирічних досліджень проведено оцінку адаптивних властивостей і селекційної цінності сортів картоплі селекції Поліського дослідного відділення за ознакою «врожайність». Виявлено існування суттєвої диференціації між сортами картоплі за рівнем прояву врожайності, адаптивності та гомеостатичності. Виділено ряд генотипів картоплі, які можуть бути використані як джерела високої гомеостатичності і потенційної продуктивності в комбінативній селекції, а саме: Чарунка, Взірець, Іванківська рання, Альянс, Авангард, Межирічка 11, Радомисль, Тирас, Дубравка, Поліська ювілейна, Опілля і Спокуса.

Список використаної літератури

1. Білоусова З. В. Оцінка адаптивного потенціалу сортів пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) в умовах Південного Степу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 3 (73). DOI: 10.31548/dopovidi2018.03.013.

2. Бондарчук А. А., Верменко Ю. Я., Чернохатов Л. В. Оцінка адаптивної здатності сортів картоплі за зрошення в зоні Південного Степу України. Київ : КВІЦ, 2013. 28 с.

3. Власенко В. А., Солона В. Й., Федченко Г. В. Оцінка адаптивності сортів та перспективних ліній за вмістом сирого протеїну в зерні ярої м'якої пшениці. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії.* 2005. Т. 4 (23). С. 25–30.

4. Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О. Підвищення адаптаційних властивостей ячменю озимого до змін кліматичних умов Степу України. Матеріали Міжнар. наук.-практ.

References

1. Bilousova Z. V. Estimation of adaptive potential of winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2018. No 3 (73). DOI: 10.3154 8/dopovidi2018.03.013.

2. Bondarchuk A. A., Vermenko Yu. Ya., Chernokhatov L. V. Assessment of potato adaptive capacity under irrigation in the Southern Steppe Zone of Ukraine. Kyiv : KVIT, 2013. 28 p.

3. Vlasenko V. A., Solona V. Y., Fedchenko H. V. Evaluation of adaptability of varieties and promising lines for crude protein content in spring soft wheat grain. *Naukovi pratsi Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2005. Vol. 4 (23). P. 25–30.

4. Hamaiunova V. V., Kuvshynova A. O. Improving the adaptive properties of winter barley to changes in climatic conditions of the steppe of Ukraine. Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. Internet-

Інтернет-конференції *«Стан і перспективи розвитку селекції в умовах змін клімату»* (м. Херсон, 23 лют. 2018 р.). Херсон : ІЗЗ НААН, 2018. С. 37–39.

5. Гірко В. С., Гірко О. В. Агроекологічні принципи формування інтенсивних агроценозів сільськогосподарських культур у різних кліматичних зонах України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 3. С. 55–63.

6. Зайцева І. О. Аналіз феноритміки та адаптивних властивостей кленів в умовах інтродукції у Степовому Придніпров'ї. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету.* 2015. Вип. 2 (36). С. 6–12.

7. Іващенко О. О., Рудник-Іващенко О. І. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 8. С. 10–12.

8. Каленська С. М., Кнап Н. В., Федосій І. О. Картопля: біологія та технологія вирощування : монографія. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2017. 143 с.

9. Кириченко В. В. Теоретичні основи та практичне використання гетерозису. *Теоретичні основи селекції польових культур.* Харків, 2007. С. 325–362.

10. Ковалишина Г. М., Мельник О. О., Топко Р. І. Селекційна цінність колекційних зразків пшениці озимої. Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. "*Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої безпеки"* (с. Центральне, 20 жовт. 2017 р.). Миронівка, 2017. С. 38.

11. Кореляційні зв'язки між продуктивністю та параметрами екологічної адаптивності у зразків вівса / А. Я. Марухняк та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56 (1). С. 123–135.

12. Лозінський М. В. Адаптивність селекційних номерів пшениці озимої, отриманих від схрещування різних екотипів, за кількістю колосків в головному колосі. *Агробіологія*. 2018. №

konferentsii *«Stan i perspektyvy rozvytku selektsii v umovakh zmin klimatu»* (m. Kherson, 23 liut. 2018 r.). Kherson : IZZ NAAN, 2018. P. 37–39.

5. Hirko V. S., Hirko O. V. Agro-ecological principals of forming of agricultural crops intensive agrocoenosis in different climate zones of Ukraine. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn.* 2006. No 3. P. 55–63.

6. Zaitseva I. O. Analysis of phenorhythmics and adaptive properties of maples in the conditions of introduction in the Dnieper Steppe territories. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu.* 2015. Issue 2 (36). P. 6–12.

7. Ivashhenko O. O., Rudnyk-Ivashhenko O. I. Directions of agricultural production adaptation to climate change. *Visnyk ahrarnoi nauky.* 2011. No 8. P. 10–12.

8. Kalenska S. M., Knap N. V., Fedosii I. O. Potatoes: biology and technology of cultivation : monohrafiia. Vinnytsia : Nilan-LTD, 2017. 143 p.

9. Kyrychenko V. V. Theoretical foundations and practical use of heterosis. *Teoretychni osnovy selektsii poliovykh kultur*. Kharkiv, 2007. P. 325–362.

10. Kovalyshyna H. M., Melnyk O. O., Topko R. I. Selection value of collection samples of winter wheat. Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. "*Realizatsiia potentsialu sortiv zernovykh kultur – shliakh vyrishennia prodovolchoi bezpeky"* (s. Tsentralne, 20 zhovt. 2017 r.). Myronivka, 2017. P. 38.

11. Correlations between productivity and environmental adaptability parameters in oat samples / A. Ya. Marukhniak et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2014. Iss. 56 (1). P. 123–135.

12. Lozinskyi M. V. Adaptability of selection numbers of winter wheat obtained from crossing different ecotypes by the number of spikelets in the main ear. *Ahrobiolohiia*. 2018. No 1. P. 233–243.

13. Marukhniak A. Ya., Terlets-

1. С. 233–243.

13. Марухняк А. Я., Терлецька М. І., Пурдяк Л. С. Кластерний розподіл генотипів вівса за екологічною адаптивністю кількісних ознак продуктивності. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2019. Вип. 65 (1). С. 77–90. DOI: 10.32636/01308521.2019-(65)-7.

14. Москалець Т. З. Прояв стабільності та пластичності генотипів пшениці м'якої озимої в умовах лісостепового екотопу. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2015. Т. 13, № 1. С. 51–55.

15. Недільська У. І., Семенчук В. Г. Оцінка продуктивності сортів картоплі. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області.* 2015. Вип. 19. С. 143–148.

16. Опря А. Т. Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань) : навч. посіб. Київ, 2012. 448 с.

17. Особливості формування врожайності та прояв ознак продуктивності у сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу / В. В. Базалій та ін. *Таврійський наук. вісник*. 2017. Вип. 97. С. 3–12.

18. Порівняльний аналіз статистичних програмних продуктів для кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення / Н. В. Лещук та ін. *Plant varieties studying and protection*. 2017. Т. 13, вип. 4. С. 429–435. DOI: 10.21498/2518-1017.13.4.2017.117757.

19. Пущак В. І., Ільчук Р. В., Марухняк Г. І. Кластерний аналіз зразків ярих зернових культур (овес, ярий ячмінь) за ознакою «врожайність зерна». *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69 (1). С. 89–103. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-6.

20. Рівень адаптивності перспективних ліній пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України / В. С. Кочмарський та ін. *Миронівський вісник.* 2016. № 2. С. 98–116.

ka M. I., Purdiak L. S. Cluster distribution of oat genotypes by ecological adaptability of quantitative traits of productivity. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2019. Iss. 65 (1). P. 77–90. DOI: 10.32636/01308521.2019-(65)-7.

14. Moskalets T. Z. Manifestation of stability and plasticity of genotypes of soft winter wheat in the forest-steppe ecotope. *Visnyk Ukrainskoho tovarystva henetykiv i selektsioneriv*. 2015. Vol. 13, No 1. P. 51–55.

15. Nedilska U. I., Semenchuk V. H. Estimation of productivity of potato varieties. *Visnyk Tsentru naukovoho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti*. 2015. Issue 19. P. 143–148.

16. Opria A. T. Statistics (modul version with a programmed form of control) : a handbook. Kyiv, 2012. 448 p.

17. Peculiarities of yield formation and manifestation of signs of productivity in winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe / V. V. Bazalii et al. *Tavriiskyi nauk. visnyk*. 2017. Issue 97. P. 3–12.

18. Comparative analysis of statistical software products for the qualifying examination of plant varieties suitable for dissemination / N. V. Leshchuk et al. *Plant varieties studying and protection*. 2017. Vol. 13, Issue 4. P. 429–435. DOI: 10.21498/2518-1017.13.4.2017.117757.

19. Pushchak V. I., Ilchuk R. V., Marukhniak H. I. Cluster analysis of spring cereal specimens (oat and spring barley) by the characteristic "seed yield". *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo.* 2021. Iss. 69 (1). P. 89–103. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-6.

20. Adaptability level of perspective lines of bread winter wheat in the conditions of Forest-Steppe of Ukraine / V. S. Kochmarskyi et al. *Myronivskyi visnyk.* 2016. No 2. P. 98–116.

21. Plant growing : navch. posib. / V. V. Bazalii et al. Kherson : FOP Hrin D. S., 2015. 520 p.

22. Solonechnyi P. M. Homeostatic stability and selection value of modern

21. Рослинництво : навч. посіб. / В. В. Базалій та ін. Херсон : ФОП Грінь Д. С., 2015. 520 с.

22. Солонечний М. П. Гомеостатичність та селекційна цінність сучасних сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 36–41. DOI: https://doi.org/10.30835/2413-7510.2013.54064.

23. Солонечний П. М. Оцінка адаптивної здатності та стабільності сортів ячменю ярого за продуктивністю. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 4. С. 48–53.

24. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант, 2013. 378 с.

25. Статистичні параметри адаптивності за урожайністю нових генотипів пшениці м'якої озимої / Л. А. Коломієць та ін. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів.* 2009. Т. 7, № 2. С. 198–205.

26. Урожайність та гомеостатичність колекційних зразків пшениці ярої / О. А. Демидов та ін. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 9 (798). С. 47–51. DOI: 10.31073/agrovisnyk201909-07.

27. Хоменко С. О., Федоренко І. В., Федоренко М. В. Гомеостатичність та селекційна цінність колекційних зразків пшениці м'якої ярої для умов Лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2016. № 3. С. 85–93.

28. Хоменко С. О., Солона В. Й., Зварун Т. В. Особливості селекції пшениці ярої в умовах Лісостепу України. *Селекція і насінництво.* 2011. Вип. 100. С. 181–191.

29. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci*. 1966. Vol. 6, № 1. P. 36.

30. Effects of drip irrigation regimes on potato tuber yield and quality / A. Eskandari et al. *Agronomy and Soil Science*. 2013. Vol. 59, Issue 6. P. 889–897. DOI: 10.1080/03650340.2012.685466.

31. GGE biplot взаємодії генотип varieties of spring barley. *Selektsiia i nasinnytstvo*. 2013. Iss. 103. P. 36–41. DOI: https://doi.org/10.30835/2413-7510.2013.54064.

23. Solonechnyi P. M. Evaluation of adaptability and stability of spring barley cultivars in terms of performance. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2014. No 4. P. 48–53.

24. Statistical analysis of the field experiments' results in agriculture / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Ailant, 2013. 378 p.

25. Statistic parameters of adaptivity for yielding capacity of new genotypes of winter bread wheat / L. A. Kolomiiets et al. *Visnyk Ukrainskoho tovarystva henetykiv i selektsioneriv*. 2009. Vol. 7, No 2. P. 198–205.

26. Productivity and homeostaticity of collection samples of spring wheat / O. A. Demydov et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2019. No 9 (798). P. 47–51. DOI: 10.31073/agrovisnyk201909-07.

27. Khomenko S. O., Fedorenko I. V., Fedorenko M. V. Homeostatic stability and selective value of collection accessions of bread spring wheat for conditions of Forest-Steppe of Ukraine. *Myronivskyi visnyk.* 2016. No 3. P. 85–93.

28. Khomenko S. O., Solona V. Y., Zvarun T. V. Peculiarities of spring wheat selection in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Selektsiia i nasinnytstvo.* 2011. Iss. 100. P. 181–191.

29. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 1966. Vol. 6, No 1. P. 36.

30. Effects of drip irrigation regimes on potato tuber yield and quality / A. Eskandari et al. *Agronomy and Soil Science*. 2013. Vol. 59, Issue 6. P. 889–897. DOI: 10.1080/03650340.2012.685466.

31. GGE biplot analysis of genotype – environment interaction in spring barley varieties / P. M. Solonechnyi et al. *Selektsiia i nasinnytstvo*. 2014. Iss. 106. P. 93–102.

32. Herman J., Sultan S. Adaptive

середовище сортів ячменю ярого / П. М. Солонечний та ін. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 93–102.

32. Herman J., Sultan S. Adaptive transgenerational plasticity in plants: Case studies, mechanisms, and implications for natural populations. *Front Plant Sci*. 2011. V. 2, № 102. P. 1–10.

33. Langer I., Frey K., Bailey T. Association among productivity, production response and stability index in oat. *Euphytica*. 1979. Vol. 28. P. 17–14.

34. Management strategies for sustainable yield of potato crop under high temperature / P. Sreyashi et al. *Agronomy and Soil Science*. 2017. Vol. 63, Iss. 2. P. 276–287.

35. Rossielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and nonstress environments. *Crop Science*. 1981. Vol. 21, Iss. 6. P. 943–946.

36. Singh B., Kukreja S., Goutam U. Impact of heat stress on potato (*Solanum tuberosum* L.): present scenario and future opportunities. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2020. Vol. 95, № 4. P. 407–424. DOI: 10.1080/14620316.2019.1700173.

transgenerational plasticity in plants: Case studies, mechanisms, and implications for natural populations. *Front Plant Sci*. 2011. Vol. 2, No 102. P. 1–10.

33. Langer I., Frey K., Bailey T. Association among productivity, production response and stability index in oat. *Euphytica*. 1979. Vol. 28. P. 17–14.

34. Management strategies for sustainable yield of potato crop under high temperature / P. Sreyashi et al. *Agronomy and Soil Science.* 2017. Vol. 63, Iss. 2. P. 276–287.

35. Rossielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and nonstress environments. *Crop Science*. 1981. Vol. 21, Iss. 6. P. 943–946.

36. Singh B., Kukreja S., Goutam U. Impact of heat stress on potato (*Solanum tuberosum* L.): present scenario and future opportunities. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2020. Vol. 95, No 4. P. 407–424. DOI: 10.1080/14620316.2019.1700173.

Отримано 17.01.2022
Погоджено до друку 20.02.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-9
УДК 633.111.1:631.58

І. В. ПРАВДЗІВА, аспірант
Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН
вул. Центральна, 68, с. Центральне Миронівської ТГ Обухівського р-ну Київської обл., 08853, e-mail: irinapravdziva@gmail.com

ХЛІБОПЕКАРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ БОРОШНА ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМУ ЛІСОСТЕПУ*

Встановлено вплив погодних умов року вирощування, попередника та строку сівби на мінливість об'єму хліба, пористості м'якуша, хлібопекарської оцінки пшениці м'якої озимої в Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН, що розташований у центральній частині Лісостепу України. Виявлено особливості формування хлібопекарських властивостей борошна чотирнадцяти сортів і трьох ліній пшениці м'якої озимої, висіяних у три строки після п'яти попередників.

Зафіксовано значне варіювання досліджуваних показників у роки вирощування. Отримано максимальний об'єм хліба (856–853 см^3) в середньому для всіх генотипів за 2016/17–2018/19 рр. після попередників соняшник та соя, більшу пористість м'якуша (82 %) – після гірчиці та соняшнику, найвищу хлібопекарську оцінку (3,3 бала) – після соняшнику. Зі зміщенням строку сівби від 26 вересня до 16 жовтня відзначали незначне збільшення об'єму хліба після попередника сидеральний пар, пористості м'якуша – після гірчиці, хлібопекарської оцінки – після сидерального пару й кукурудзи, а також неістотне зменшення об'єму хліба після кукурудзи й сої, пористості м'якуша – після сої, хлібопекарської оцінки – після соняшнику за цих же умов.

Виявлено відхилення від загальної тенденції впливу строків сівби на формування хлібопекарських властивостей борошна окремих сортів і ліній пшениці м'якої озимої та виокремлено генотипи, для яких був оптимальним строк сівби 5 жовтня. Отримані результати потрібно враховувати при оцінюванні генотипів у селекційному процесі, а також у розробленні базових елементів технології вирощування сортів.

Встановлено максимальний вплив чинників: генотипу на об'єм хліба та хлібопекарську оцінку, умов року вирощування – на пористість м'якуша, попередника – на об'єм хліба. Вагомого впливу строків сівби на хлібопекарські властивості борошна пшениці м'якої озимої не виявлено.

*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН О. А. Демидов.

© Правдзіва І. В., 2022

Вплив усіх чинників та їх взаємодій на формування хлібопекарських властивостей борошна був достовірний ($p \leq 0,01$).

Виділено сорти МІП Вишиванка та МІП Ассоль, які можуть бути використані як генетичні джерела для поліпшення комплексу хлібопекарських властивостей борошна, та ряд генотипів – для підвищення певних показників якості пшениці м'якої озимої.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., об'єм хліба, пористість м'якуша, хлібопекарська оцінка, гідротермічні умови, антропогенні чинники, ANOVA.

Iryna Pravdziva

The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS

Flour baking properties of bread winter wheat depending on agro-technical measures of growing in the Central Forest-Steppe

It was established influence of the weather growing season conditions, preceding crop, and sowing date on the variability of bread volume, crumb porosity, bread evaluation score of bread winter wheat at the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS, located in the central part of the Forest-Steppe of Ukraine. Features of flour's baking properties formation of fourteen varieties and three lines of bread winter wheat, sown in three dates after five preceding crop are revealed.

Significant variation of the studied indicators in the growing season conditions has been recorded. The maximum bread volume (856–853 cm^3) was obtained on average for all genotypes in 2016-17–2018-19 after sunflower and soybean preceding crops, higher crumb porosity (82 %) was obtained after mustard and sunflower, the highest bread evaluation score (3.3) was obtained after sunflower. With the shift of the sowing date from September 26 to October 16, there was a slight increase in bread volume after preceding crops green manure, crumb porosity after mustard, bread evaluation score after green manure and corn, as well as slight decrease in bread volume after corn and soybean, crumb porosity after soybean, bread evaluation score after sunflower under the same conditions.

Deviations from the general trend of the sowing dates influence on formation of flour's baking properties of certain varieties and lines of bread winter wheat were established and genotypes were identified for which the optimal sowing date was October 5. The obtained results should be taken into account by genotypes' evaluation in breeding process, as well as in the development of basic elements of crops' cultivation technology.

The maximum influence of factors were established: genotype on the volume of bread and bread evaluation score, growing season conditions on the porosity of bread crumbs, preceding crops on the volume of bread. No significant effect of sowing dates on flour baking properties of bread winter wheat was found. The influence of all factors and their interactions on the formation of flour's baking properties was significant ($p \leq 0.01$).

The varieties MIW Vyshyvanka and MIW Assol have been identified, which can be used as genetic sources to improve the complex of flour baking properties , as

well as a number of genotypes to improve certain quality indicators of bread winter wheat.

Key words: *Triticum aestivum* L., bread volume, crumb porosity, bread evaluation score, hydrothermal conditions, anthropogenic factors, ANOVA.

Вступ. На теперішній час чисельність населення планети становить близько 7,8 млрд осіб, а до кінця 2100 р. передбачається зростання його майже до 11 млрд [15]. Таке стрімке збільшення кількості людей на Землі потребує відповідного зростання виробництва продовольчих товарів [4]. Пшениця – основне джерело білка та калорій, тому є одним з головних продуктів харчування для 35 % світового населення [19, 30, 37] із середнім споживанням пшениці 68 кг/рік на одну людину [9]. Якість зерна пшениці визначається сукупністю її властивостей, які задовольняють конкретні потреби споживачів. Як правило, пшеницю використовують у хлібопекарській, круп'яній, кондитерській та макаронній промисловостях, оскільки вона є цінним злаком за рахунок вдалого поєднання в зерні вмісту білків, вуглеводів та інших речовин, які потрібні для харчування людини [18, 20].

Хліб – основний щоденний продукт харчування для більшості людей земної кулі [31]. Відмінності в хлібопекарській якості генотипів пов'язують з різницею складу клейковини, а саме з високомолекулярними субодиницями глютеніну, оскільки їх внесок у прояв цих ознак є визначальним [8, 36]. Однак розділення білкових фракцій для визначення їх співвідношення є складним процесом (особливо гліадинів і глютенінів), який залежить від умов екстрагування, що мінімізує можливість прогнозувати якість хлібопекарської продукції [27, 32].

Різні вчені намагалися передбачити якість хліба за допомогою моделей прогнозування, що включали комплекс показників [28, 33, 34]. Але складність розробки моделей для успішного прогнозування об'єму та формостійкості пшеничного хліба вказує на потребу проводити пробні випічки в лабораторних умовах для досягнення надійного результату [16]. Для визначення показників якості хліба враховують його об'єм та форму, пористість й еластичність м'якуша, що в свою чергу впливає на загальну хлібопекарську оцінку [6].

Об'єм випеченого хліба візуально характеризує хлібопекарські властивості досліджуваних зразків [23]. Пористість хліба – відношення об'єму пор до загального об'єму м'якуша, виражене у відсотках, – пов'язана з його засвоєнням організмом. Пухкий хліб з рівномірно дрібною, тонкостінною пористістю швидко змочується, легко

розжовується та взаємодіє зі шлунковим соком, тому краще засвоюється. Загальна оцінка хліба включає вказані вище показники, а також еластичність м'якуша, його колір, смак і зовнішній вигляд хліба. Висока хлібопекарська оцінка зразків пшениці забезпечить відмінну якість готового продукту на підприємстві.

Встановлено, що хлібопекарський потенціал пшеничного борошна значною мірою залежить від особливостей сорту, абіотичних та антропогенних чинників [17, 25, 29]. Сорт повною мірою може реалізувати свій генетичний потенціал лише при дотриманні всіх елементів технології вирощування [35, 38]. Тому потрібно проводити щорічний ретельний контроль хлібопекарських властивостей борошна для забезпечення високої якості продукції [12, 14, 22] при врахуванні впливу найбільшого спектру чинників [2, 7, 13].

Метою досліджень було встановити особливості формування хлібопекарських властивостей борошна пшениці м'якої озимої залежно від попередників та строків сівби у роки вирощування в умовах центральної частини Лісостепу України.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН (МІП) впродовж 2016/17–2018/19 рр. Досліджували чотирнадцять сортів і три лінії пшениці м'якої озимої: G1 Подолянка (стандарт), G2 МІП Валенсія, G3 МІП Вишиванка, G4 МІП Княжна, G5 Трудівниця миронівська, G6 Балада миронівська, G7 Вежа миронівська, G8 Грація миронівська, G9 Естафета миронівська, G10 МІП Ассоль, G11 МІП Дніпрянка, G12 Еритроспермум (Ер.) 55023, G13 Лютесценс (Л.) 37519, G14 Л. 55198, G15 МІП Лада, G16 МІП Фортуна, G17 МІП Ювілейна, які висівали за трьох строків сівби (I – 26 вересня, II – 5 жовтня, III – 16 жовтня) після п'яти попередників (сидеральний пар (GM), гірчиця (MS), соя (SB), соняшник (SF), кукурудза (CR)).

Ґрунт селекційної сівозміни – чорнозем глибокий (38–42 см), малогумусний, слабковилугуваний. Вміст гумусу в шарі ґрунту 0–20 см – 3,6–4,5 %, легкодоступного (легкогідролізованого) азоту – 0,06 г, фосфору – 0,25 г і обмінного калію – 0,11–0,18 г на 1 кг ґрунту, pH – 5,3–6,4, сума поглинутих основ – 0,23–0,29 г-екв. на 1 кг ґрунту, ступінь насичення основами – 86,2–94,4 %.

Агротехніка вирощування загальноприйнята для зони Лісостепу [11]. Сівбу здійснювали селекційною сівалкою СН-10 Ц з нормою висіву 5 млн схожих насінин на 1 га. Ділянки розміщували за повною рендомізованою схемою в чотириразовій повторності. Облікова площа – 10 м^2. Урожай збирали прямим комбайнуванням («Sampo-130»).

Пробну лабораторну випічку проводили згідно з методичними рекомендаціями [10]. Зокрема із 100 г борошна та додаткових компонентів за рецептурою замішували тісто в тістомісилці типу Swanson, модель 100-200 A; бродіння та витримування тістових заготовок відбувалося за температури 30 °C та вологості 80 % у термостаті 505-CC; хлібці випікали в електричній печі з горизонтально обертальним подом за температури 230 °C впродовж 25 хв. Об'єм хліба (VB) вимірювали наступного дня на приладі OMX-1. Пористість м'якуша хліба визначали за допомогою приладу Журавльова [5]. Загальну хлібопекарську оцінку у балах визначали як середнє з показників об'єму хліба, зовнішнього вигляду, пористості, забарвлення та еластичності м'якуша за п'ятибальною шкалою [3].

Статистичну обробку отриманих даних проводили за методами описової статистики, дисперсійного аналізу (ANOVA) з використанням програм Statistica 8.0, Excel 2013.

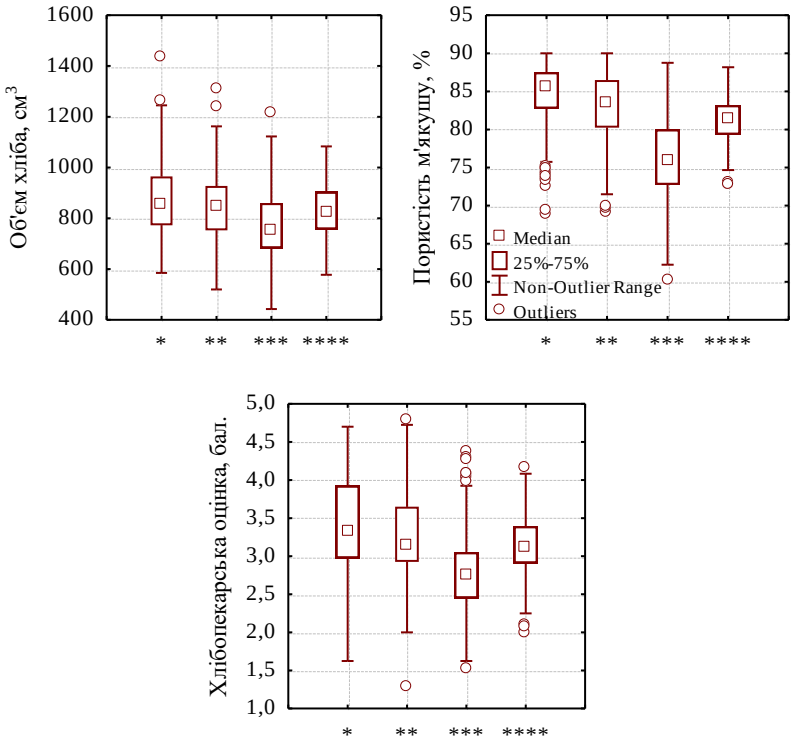
Результати та обговорення. Роки дослідження були контрастними за гідротермічним режимом з нерівномірним розподілом опадів за місяцями та перевищенням середньої багаторічної температури повітря на 0,8–1,7 °C (табл. 1). Відзначали найбільше коливання середньомісячних температур за роками переважно з листопада до березня. Загалом кількість опадів порівняно до середньобагаторічного показника (СБП) становила відповідно 78; 120 та 91 % у 2016/17, 2017/18 і 2018/19 вегетаційні роки. Слід відзначити нестачу опадів у серпні в усі роки випробувань (в середньому менше на 36 мм до СБП кількості), у вересні 2016/17 р. і 2017/18 р. (відповідно на 48 та 37 мм менше від СБП), у жовтні 2018/19 р. (на 18 мм менше від СБП), у березні 2016/17 р. (на 22 мм менше до СБП кількості), у квітні 2017/18 р. і 2018/19 р. (відповідно на 20 та 18 мм менше до СБП), а також у травні 2016/17 р. і 2017/18 р. (відповідно на 28 і 18 мм менше від СБП), у червні 2016/17 р. (на 59 мм менше від СБП).

1. Середньомісячні значення гідротермічного режиму за період проведення досліджень

Місяць	Вегетаційний рік							
	2016/17 р.	2017/18 р.	2018/19 р.	СБП	2016/17 р.	2017/18 р.	2018/19 р.	СБП
	Температура повітря, °С				Сума опадів, мм			
VIII	21,1	22,4	22,0	19,5	37	20	15	60
IX	15,7	17,0	16,7	14,4	2	13	89	50
X	6,7	8,6	10,6	8,2	75	74	28	36
XI	1,4	3,5	0,0	2,2	44	52	22	40
XII	-1,8	2,2	-1,8	-2,3	31	115	72	42
I	-5,3	-2,9	-5,0	-4,6	31	63	40	36
II	-2,6	-3,6	0,3	-3,7	33	37	26	31
III	6,0	-1,8	4,6	1,2	12	93	27	34
IV	10,4	13,3	10,4	9,1	43	21	23	41
V	15,4	18,4	17,4	15,3	23	33	50	51
VI	20,6	20,2	22,7	18,5	20	97	87	79
VII	20,9	21,1	19,6	20,2	102	79	50	79
За рік	9,0	9,9	9,8	8,2	453	697	529	579

Примітка. СБП – середні багаторічні показники (1980–2016 рр.).

Зафіксовано максимальну варіабельність (рис. 1) пористості м’якуша в 2018/19 р., оцінки хліба – в 2016/17 р. Об’єм хліба рівномірно варіював у роки досліджень. Значну варіабельність хлібопекарських властивостей борошна пшениці м’якої за роками спостерігали й інші дослідники [21, 24]. У середньому для усієї вибірки генотипів після п’яти попередників за трьох строків сівби найнижчі показники якості хліба отримали в 2018/19 р., а максимальні – в 2016/17 р.



Примітка. * – 2016/17 р., ** – 2017/18 р., *** – 2018/19 р., **** – 2016/17–2018/19 рр.

Рис. 1. Варіювання показників якості хліба з пшениці озимої залежно від умов року

У середньому для всіх сортів та ліній пшениці м’якої озимої в 2016/17 р. максимальні досліджувані показники якості хліба отримали після попередників соняшник та соя, а мінімальні їх значення – після сидерального пару (табл. 2). Зі зміщенням строку сівби від 26 вересня до 16 жовтня виявлено тенденцію щодо збільшення об’єму хліба після сидерального пару, соняшнику та кукурудзи, пористості м’якуша хліба після соняшнику та кукурудзи, оцінки хліба – після гірчиці, соняшнику та кукурудзи.

2. Хлібопекарські властивості борошна пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби та попередників

Рік	Попередник	Строк сівби				$НІР_{05}$	Строк сівби				$НІР_{05}$	Строк сівби				$НІР_{05}$
		26.09.	05.10.	16.10.	X^1		26.09.	05.10.	16.10.	X^1		26.09.	05.10.	16.10.	X^1	
		Об'єм хліба, $см^3$					Пористість м'якуша, %					Хлібопекарська оцінка, бал				
2016/17 р.	GM	768	769	782	773	45	81	82	81	81	3	2,9	2,9	2,9	2,9	0,2
	MS	849	892	888	876	45	84	85	84	84	2	3,0	3,3	3,3	3,2	0,3
	SF	889	932	951	924	43	85	86	86	86	2	3,5	3,7	3,8	3,7	0,3
	CR	827	865	876	856	37	84	85	85	85	3	3,4	3,5	3,6	3,5	0,3
	SB	912	967	912	930	45	86	87	86	86	2	3,7	3,8	3,7	3,7	0,3
	X^2	849	885	882	872	43	84	85	84	84	2	3,3	3,4	3,5	3,4	0,3
	$НІР_{05}$	44	42	44	43		2	2	3	2		0,3	0,2	0,3	0,3	
2017/18 р.	GM	800	838	909	849	42	84	84	84	84	3	3,3	3,5	3,6	3,5	0,3
	MS	910	891	819	873	41	86	86	84	85	2	3,6	3,6	3,2	3,5	0,2
	SF	882	879	837	866	41	84	84	83	84	3	3,5	3,3	3,2	3,3	0,2
	CR	853	804	764	807	42	83	82	81	82	2	3,2	3,1	3,1	3,1	0,2
	SB	885	844	800	843	43	82	80	79	80	3	3,2	3,0	2,7	3,0	0,2
	X^2	866	851	826	848	42	84	83	82	83	3	3,4	3,3	3,2	3,3	0,2
	$НІР_{05}$	41	43	42	42		2	2	4	3		0,3	0,2	0,2	0,2	
2018/19 р.	GM	776	760	776	771	44	76	76	76	76	2	2,7	2,7	2,8	2,7	0,2
	MS	760	759	816	778	44	75	76	78	76	4	2,8	2,8	3,0	2,9	0,2
	SF	782	784	765	777	41	76	76	76	76	3	2,8	2,8	2,7	2,8	0,2
	CR	774	773	778	775	42	76	75	76	76	3	2,8	2,7	2,8	2,8	0,2
	SB	802	777	779	786	44	78	77	77	77	3	2,8	2,8	2,7	2,8	0,3
	X^2	779	771	783	777	43	76	76	77	76	3	2,8	2,8	2,8	2,8	0,2
	$НІР_{05}$	45	42	41	43		3	3	4	3		0,3	0,2	0,2	0,2	
2016/17–2018/19 рр.	GM	781	789	822	797	44	80	81	80	80	3	3,0	3,0	3,1	3,0	0,2
	MS	840	847	841	843	43	81	82	82	82	3	3,1	3,3	3,2	3,2	0,2
	SF	851	865	851	856	42	82	82	82	82	2	3,3	3,3	3,2	3,3	0,2
	CR	818	814	806	813	41	81	81	81	81	2	3,1	3,1	3,2	3,1	0,3
	SB	866	862	831	853	44	82	81	81	81	3	3,3	3,2	3,0	3,2	0,2
	X^2	831	835	830	832	43	81	81	81	81	3	3,2	3,2	3,1	3,2	0,2
	$НІР_{05}$	43	42	42	43		2	2	3	3		0,3	0,2	0,2	0,2	

Примітка. GM – сидеральний пар, MS – гірчиця, SF – соняшник, CR – кукурудза, SB – соя, X^1 – середнє для строків сівби, X^2 – середнє для попередників.

У 2017/18 р. у середньому для всіх сортів та ліній пшениці м'якої озимої дещо вищий об'єм хліба (873 $см^3$) та пористість м'якуша (85 %) відзначили після гірчиці, загальної оцінки хліба (3,5 бала) – після сидерального пару та гірчиці. Найменший об'єм хліба (807 $см^3$) отримали після кукурудзи, а пористість м'якуша (80 %) та загальну

хлібопекарську оцінку (3,0 бала) – після сої. Зі зміщенням строку сівби від 26 вересня до 16 жовтня зафіксовано збільшення об'єму хліба та хлібопекарської оцінки після сидерального пару, а також зниження всіх показників якості хліба після гірчиці, соняшнику, кукурудзи, сої.

У 2018/19 р. у середньому для всіх сортів і ліній пшениці м'якої озимої максимальний об'єм хліба (786 $см^3$) та пористість м'якуша (77 %) отримали після сої, загальну хлібопекарську оцінку (2,9 бала) – після гірчиці, водночас мінімальний об'єм хліба (771 $см^3$) та його оцінку (2,7 бала) – після сидерального пару. Зі зміщенням строку сівби від 26 вересня до 16 жовтня виявлено тенденцію щодо зменшення об'єму хліба після соняшнику та сої, пористості м'якуша й хлібопекарської оцінки – після сої та збільшення цих показників після гірчиці.

У середньому для всіх генотипів за 2016/17–2018/19 рр. істотного впливу строків сівби та попередників на показники якості хліба не виявлено. Однак максимальний об'єм хліба (856; 853 $см^3$) отримали після попередників соняшник та соя відповідно, більшу пористість м'якуша (82 %) – після гірчиці та соняшнику, найвищу хлібопекарську оцінку (3,3 бала) – після соняшнику. Також простежували збільшення об'єму хліба після сидерального пару, пористості м'якуша – після гірчиці, хлібопекарської оцінки – після сидерального пару й кукурудзи зі зміщенням строку сівби від 26 вересня до 16 жовтня та відзначали зменшення об'єму хліба після кукурудзи й сої, пористості м'якуша – після сої, хлібопекарської оцінки – після соняшнику за цих же умов.

За результатами дисперсійного аналізу (табл. 3) встановлено достовірний вплив ($p \leq 0,01$) всіх чинників та їх взаємодій на досліджувані показники. Виявлено суттєвий вплив генотипу на весь комплекс хлібопекарських властивостей борошна (16,93–35,87 %). Умови року вирощування найбільше (35,7 %) впливали на пористість м'якуша хліба, а найменше (7,8 %) – на об'єм хліба. Попередники максимально (2,6) впливали на об'єм хліба та найменше (0,9 %) – на пористість м'якуша. Вагомого впливу строків сівби на ці показники не виявлено. Встановлено значний (11,3–19,5 %) вплив взаємодії чинників генотип×рік на всі хлібопекарські властивості борошна, що свідчить про неоднакову реакцію генотипів на умови вирощування. Також відзначено суттєвий (9,4 %) вплив взаємодії чинників рік×попередник на загальну хлібопекарську оцінку, отже, попередники по-різному впливали на цей показник у роки дослідження. Суттєвий вплив сорту на всі хлібопекарські властивості борошна отримали в

своїх дослідженнях О. В. Бараболя з співавторами [1]. Істотний вплив генотипу та взаємодію чинників генотип×рік G. J. Finlay et al. відзначали лише на об'єм хліба [21], а S. Denčić – на об'єм хліба та пористість м'якуша [19].

Оскільки найбільша частка загальної мінливості об'єму хліба та його оцінки обумовлена генотипом, тому для ефективного ведення селекції на якість зерна потрібно відбирати генотипи саме за цими показниками [26].

3. Частка впливу (%) чинників на хлібопекарські властивості борошна пшениці м'якої озимої, 2016/17–2018/19 рр.

Джерело варіації	Об'єм хліба	Пористість м'якуша хліба	Хлібопекарська оцінка
Генотип (A)	35,87*	16,93*	25,98*
Рік (B)	7,81*	35,69*	17,56*
Попередник (C)	2,61*	0,85*	1,44*
Строк сівби (D)	0,03*	0,03*	0,06*
A×B	19,48*	13,27*	11,30*
A×C	3,51*	3,30*	4,54*
A×D	0,85*	0,73*	1,08*
B×C	3,57*	4,88*	9,37*
B×D	0,89*	0,55*	0,89*
C×D	0,61*	0,20*	0,55*
A×B×C	7,38*	9,08*	10,29*
A×B×D	1,67*	1,47*	1,70*
B×C×D	1,62*	0,43*	1,30*
A×C×D	3,48*	2,31*	2,88*
A×B×C×D	7,23*	4,69*	6,43*
Невраховані чинники	3,41*	5,58*	4,63*

Примітка. * – $p \leq 0,01$.

Простежували відмінності від загальної тенденції впливу строків сівби на формування хлібопекарських властивостей борошна окремих сортів і ліній пшениці м'якої озимої як кожного року, так і в середньому за роки. Виявлено, що для низки генотипів за 2016/17–2018/19 рр. після певних попередників оптимальним був другий строк сівби (рис. 2). Зокрема за сівби 5 жовтня в середньому за роки досліджень отримали істотно вищий: *об'єм хліба* після попередника

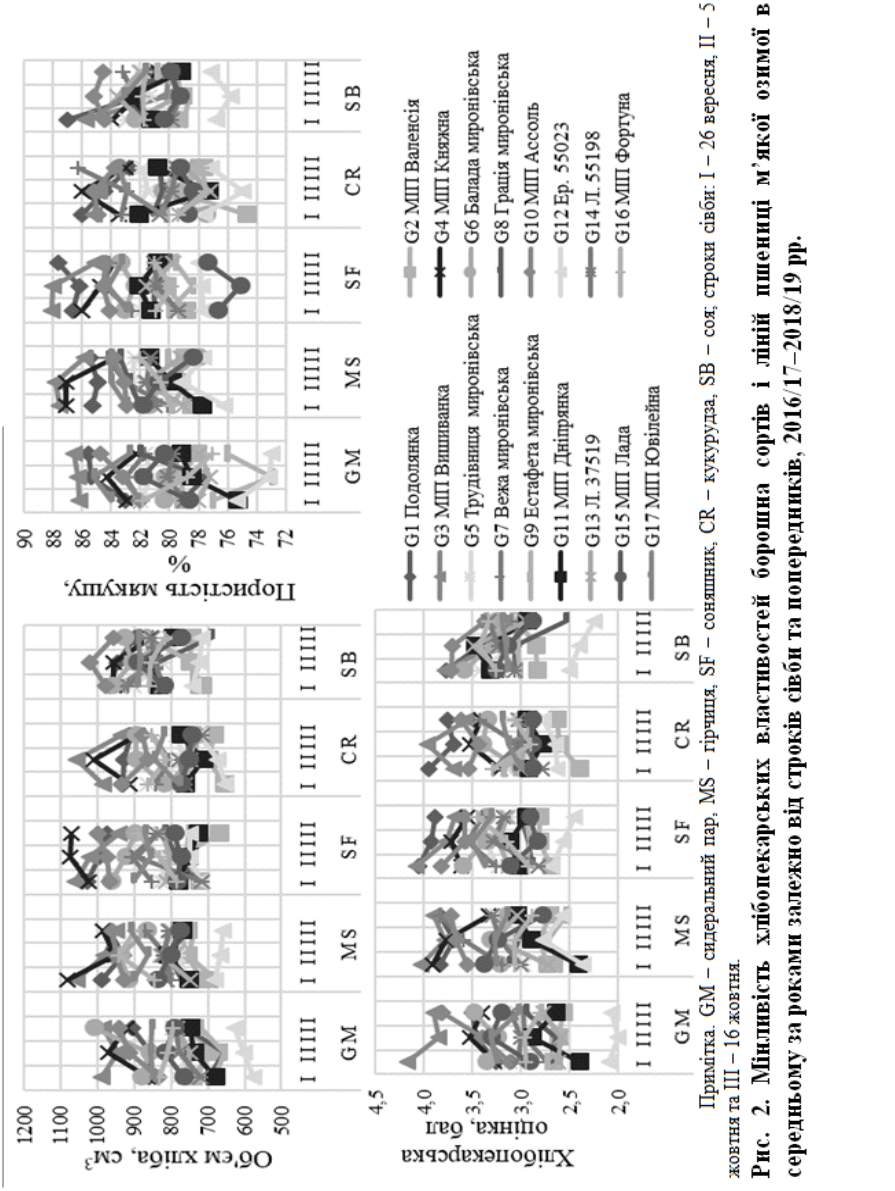
сидеральний пар у сорту G4 МІП Княжна (971 см^3), після гірчиці – G16 МІП Фортуна (944 см^3), після соняшнику – G2 МІП Валенсія (777 см^3), G7 Вежа миронівська (908 см^3), G14 Л. 55198 (893 см^3), після кукурудзи – G3 МІП Вишиванка (1056 см^3), G4 МІП Княжна (1012 см^3), після сої – G13 Л. 37519 (907 см^3), G15 МІП Лада (891 см^3); *пористість м'якуша* хліба після гірчиці – G13 Л. 37519 (82 %), після кукурудзи – G6 Балада миронівська (81 %); *хлібопекарську оцінку* після сидерального пару – G11 МІП Дніпрянка (2,9 бала), після гірчиці – G12 Ер. 55023 (2,8 бала), G13 Л. 37519 (3,3 бала), після соняшнику – G5 Трудівниця миронівська (3,4 бала), G7 Вежа миронівська (3,6 бала), після кукурудзи – G3 МІП Вишиванка (4,0 бала), після сої – G11 МІП Дніпрянка (3,5 бала), G13 Л. 37519 (3,5 бала).

У 2017/18 р. за об'ємом хліба достовірно переважали стандарт Подолянку 12,5 % сортів та ліній, у 2016/17 і 2018/19 рр. – 6,3 %, деяка кількість генотипів була на рівні сорту-стандарту – відповідно 31,3; 25,0; 6,3 % (табл. 4). За пористістю м'якуша 6,3 % генотипів істотно переважали сорт-стандарт та 50,0 % знаходилися на рівні Подолянки у 2016/17 і 2017/18 рр., у 2018/19 р. – 12,5 % були на рівні стандарту та жоден сорт чи лінія істотно не перевищував його. За хлібопекарською оцінкою в 2016/17 р. 18,8 % генотипів суттєво переважали сорт-стандарт та 31,3 % були на рівні Подолянки, у 2017/18 р. – відповідно 0; 12,5 %, у 2018/19 р. – відповідно 6,3; 0 %.

У середньому за всіма варіантами досліду в 2016/17–2018/19 рр. жоден генотип істотно не переважав стандарт за хлібопекарськими властивостями борошна (рис. 3). Однак на рівні G1 Подолянки за об'ємом хліба були сорти G3 МІП Вишиванка (972 см^3), G4 МІП Княжна (969 см^3), G6 Балада миронівська (912 см^3), G10 МІП Ассоль (940 см^3), за пористістю м'якуша – G3 МІП Вишиванка (85 %), G4 МІП Княжна (84 %), G7 Вежа миронівська (83 %), G10 МІП Ассоль (84 %), G17 МІП Ювілейна (83 %), за хлібопекарською оцінкою – G3 МІП Вишиванка (3,8 бала), G10 МІП Ассоль (3,6 бала).

Також виділено сорти G3 МІП Вишиванка та G10 МІП Ассоль, які поєднували комплекс високих хлібопекарських властивостей борошна в середньому за строками сівби, попередниками та роками досліджень.

Відзначені сорти можуть бути використані в селекційному процесі як генетичні джерела для поліпшення відповідних хлібопекарських властивостей борошна або їх комплексу.



Примітка. GM – сидеральний пар, MS – гірчиця, SF – соняшник, CR – кукурудза, SB – соя; строки сівби: I – 26 вересня, II – 5 жовтня та III – 16 жовтня.

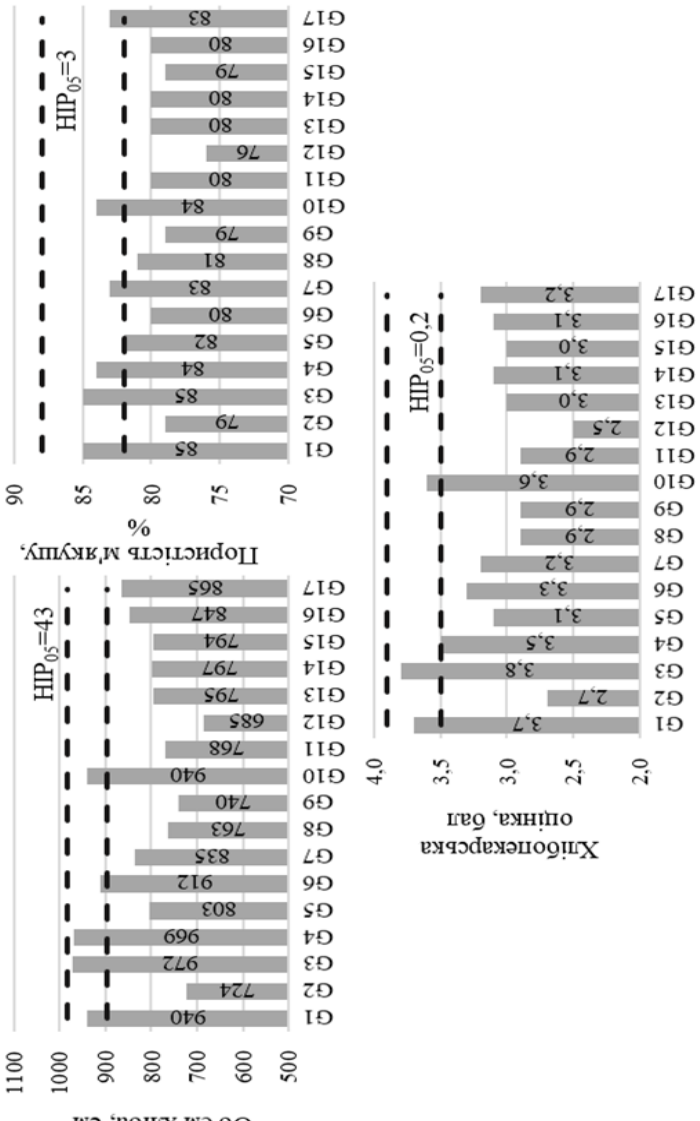
Рис. 2. Мінливість хлібопекарських властивостей борошна сортів і ліній пшениці м'якої озимої в середньому за роками залежно від строків сівби та попередників, 2016/17–2018/19 рр.

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 71 (1)

4. Хлібопекарські властивості борошна сортів і ліній пшениці м'якої озимої в середньому за строками сівби та попередниками у роки дослідження

Шифр	Об'єм хліба, см³						Пористість хліба, %						Хлібопекарська оцінка, бал					
	2016/17 р		2017/18 р.		2018/19 р.		2016/17 р		2017/18 р.		2018/19 р.		2016/17 р		2017/18 р.		2018/19 р.	
	ф.	±St	ф.	±St	ф.	±St	ф.	±St	ф.	±St	ф.	±St	ф.	±St	ф.	±St	ф.	±St
G1 (St)	941		913		967		86		85		83		3,6		3,9		3,5	
G2	763	-178	801	-112	609	-358	83	-3	83	-2	70	-13	2,8	-0,8	3,0	-0,9	2,4	-1,1
G3	954	+13	939	+26	1022	+55	87	+1	85	0	84	+1	3,8	+0,2	3,8	-0,1	3,7	+0,2
G4	1107	+166	813	-100	987	+20	88	+2	82	-3	83	0	4,1	+0,5	3,2	-0,7	3,1	-0,4
G5	863	-78	837	-76	708	-259	87	+1	84	-1	74	-9	3,6	0,0	3,2	-0,7	2,6	-0,9
G6	946	+5	908	-5	881	-86	85	-1	81	-4	76	-7	3,9	+0,3	3,2	-0,7	2,9	-0,6
G7	875	-66	891	-22	739	-228	84	-2	87	+2	78	-5	3,4	-0,2	3,6	-0,3	2,7	-0,8
G8	827	-114	729	-184	733	-234	85	-1	84	-1	74	-9	3,3	-0,3	3,1	-0,8	2,5	-1,0
G9	780	-161	784	-129	657	-310	84	-2	79	-6	73	-10	3,0	-0,6	3,1	-0,8	2,6	-0,9
G10	921	-20	1074	+161	826	-141	85	-1	88	+3	79	-4	3,8	+0,2	3,9	0,0	3,0	-0,5
G11	802	-139	736	-177	766	-201	81	-5	84	-1	74	-9	3,2	-0,4	3,1	-0,8	2,5	-1,0
G12	755	-186	772	-141	528	-439	81	-5	80	-5	68	-15	2,6	-1,0	2,9	-1,0	1,8	-1,7
G13	761	-180	927	+14	698	-269	81	-5	84	-1	74	-9	2,9	-0,7	3,5	-0,4	2,7	-0,8
G14	932	-9	751	-162	708	-259	87	+1	79	-6	74	-9	3,9	+0,3	2,9	-1,0	2,5	-1,0
G15	793	-148	741	-172	847	-120	79	-7	79	-6	80	-3	3,2	-0,4	3,1	-0,8	2,9	-0,6
G16	951	+10	825	-88	764	-203	86	0	80	-5	74	-9	3,8	+0,2	2,9	-1,0	2,7	-0,8
G17	852	-89	968	+55	777	-190	86	0	85	0	79	-4	3,2	-0,4	3,5	-0,4	2,9	-0,6
X	872	-69	848	-65	777	-190	84	-2	83	-2	76	-7	3,4	-0,2	3,3	-0,6	2,8	-0,7
$НІР_{05}$	43		42		43		2		3		3		0,3		0,2		0,2	

Примітка. ф. – фактичні значення, ±St – відхилення від сорту-стандарту G1 Подолянка, X – середнє для сортів та ліній.



Примітка. Штрихова лінія – довірчий інтервал відмінностей від стандарту.

Рис. 3. Хлібопекарські властивості борошна сортів та ліній пшениці м'якої озимої в середньому за строками сівби та попередниками, 2016/17–2018/19 рр.

Висновки. Виявлені особливості формування хлібопекарських властивостей борошна пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби, попередників та гідротермічних умов року слід враховувати під час оцінювання та диференціювання генотипів у селекційному процесі, а також у розроблені базових елементів технології вирощування сортів.

Встановлено максимальний вплив генотипу на об'єм хліба та хлібопекарську оцінку, умов року вирощування – на пористість м'якуша хліба, попередника – на об'єм хліба. Вагомого впливу строків сівби на хлібопекарські властивості борошна пшениці м'якої озимої не виявлено.

Виділено сорти G3 МІП Вишиванка та G10 МІП Ассоль, які можна використовувати як генетичні джерела для поліпшення комплексу хлібопекарських властивостей борошна, та ряд генотипів – для поліпшення певних показників.

Список використаної літератури

1. Бараболя О. В., Татарко Ю. В., Антоновський О. В. Вплив сортових особливостей зерна пшениці озимої на якість хлібопекарських властивостей. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 4. С. 21–27. DOI: 10.31210/visnyk2020.04.02.

2. Вплив екологічних умов та попередників на врожайність, посівні якості і врожайні властивості насіння пшениці озимої / О. А. Демидов та ін. *Миронівський вісник*. 2017. Вип. 5. С. 152–165. DOI: 10.31073/mvis201705-12.

3. Залежність якості хлібопекарських властивостей від сортових особливостей зерна пшениці озимої / О. В. Бараболя та ін. *Екологічні інновації у підвищенні економічної та продовольчої безпеки України* : колективна монографія / за ред. Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб, О. О. Горба. Полтава : ПП «Астрая», 2020. С. 61–67.

4. Зернові культури / В. Г. Влох та ін. *Рослинництво* / за ред. В. Г. Влоха. Київ : Вища шк., 2005. С. 7–118.

5. Касилова Л. О., Горальчук А. Б. Методи контролю хлібобулочних виробів. *Методи контролю якості харчової продукції. Лабораторний*

References

1. Barabolia O. V., Tatarko Yu. V., Antonovskyi O. V. The influence of variety features of winter wheat grain on the quality of bakery properties. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2020. No. 4. P. 21–27. DOI: 10.31210/visnyk2020.04.02.

2. The influence of environmental conditions and predecessors on yielding capacity, sowing quality and crop properties of winter wheat seeds / O. A. Demydov et al. *Myronivskyi visnyk*. 2017. Iss. 5. P. 152–165. DOI: 10.31073/mvis201705-12.

3. Dependence of the quality of baking properties on varietal characteristics of winter wheat grain / O. V. Barabolia et al. *Ekolohichni innovatsii u pidvyshchenni ekonomichnoi ta prodovolchoi bezpeky Ukrainy* : kolektyvna monohrafiia / T. O. Chaika, I. O. Yasnolob, O. O. Horb (Eds). Poltava : PP "Astraia", 2020. P. 61–67.

4. Grain crops / V. H. Vlokh et al. *Roslynnytstvo* / V. H. Vlokh (Ed.). Kyiv : Vyshcha shk., 2005. P. 7–118.

5. Kasylova L. O., Horalchuk A. B. Methods of control of bakery products. *Metody kontroliu yakosti kharchovoi produktsii. Laboratornyi praktykum.*

практикум. Харків : ДОД ХДУХТ, 2011. С. 52–59.

6. Мінливість показників якості зерна пшениці м'якої в залежності від погодних умов / О. Ю. Леонов та ін. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС.* 2016. Вип. 27 (67). С. 141–155.

7. Правдзіва І. В., Василенко Н. В., Хоменко С. О. Мінливість показників якості зерна пшениці м'якої ярої залежно від впливу погодних умов. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2017. Т. 13, № 3. С. 323–330. DOI: 10.21498/2518-1017.13.3.2017.110717.

8. Радченко О. М. Поліморфізм сортів м'якої пшениці за локусами низькомолекулярних глютенінів. *Физиология растений и генетика.* 2018. Т. 50, № 1. С. 66–76. DOI: 10.15407/frg2018.01.066.

9. Рибалка О. І. Генетика білків та крохмалю зерна і їх роль у визначенні якості пшениці. *Якість пшениці та її поліпшення*. Київ : Логос, 2011. С. 9–75.

10. Технологічна оцінка рослинницької продукції сортів сільськогосподарських видів. *Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва* / за ред. С. О. Ткачик. 4-те вид. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. С. 6–64.

11. Технологія виробництва насіння пшениці озимої / за ред. А. А. Сіроштана, В. П. Кавунця. Київ : Компринт, 2016. 92 с.

12. Фактори впливу на якість зерна та борошна нових сортів пшениці м'якої озимої. 2. Показники якості борошна / І. В. Правдзіва та ін. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 3. С. 191–202.

13. Центило Л. В. Формування якості зерна пшениці озимої залежно від системи удобрення і обробітку ґрунту. *Миронівський вісник*. 2019. Вип. 8. С. 152–162. DOI: 10.31073/mvis201908-13.

14. Abugaliyeva A., Morgounov A. Genetic potential of winter wheat grain quality in central Asia. *International*

Kharkiv : DOD KHDUKHT, 2011. P. 52–59.

6. Variability of bread wheat grain quality parameters in relation to weather conditions / O. Yu. Leonov et al. *Zbirnyk naukovykh prats SHI-NTSNS.* 2016. Vol. 27 (67). P. 141–155.

7. Pravdziva I. V., Vasylenko N. V., Khomenko S. O. Variability of seed quality indices in soft spring wheat depending on weather conditions. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2017. Vol. 13, No. 3. P. 323–330. DOI: 10.21498/2518-1017.13.3.2017.110717.

8. Radchenko O. M. Polymorphism of soft wheat varieties by loci of low molecular weight glutenins. *Fiziologiia rastenii i genetika*. 2018. Vol. 50, No. 1. P. 66–76. DOI: 10.15407/frg2018.01.066.

9. Rybalka O. I. Genetics of grain proteins and starch and their role in determining the quality of wheat. *Yakist pshenytsi ta yii polipshennia*. Kyiv : Lohos, 2011. P. 9–75.

10. Technological evaluation of plant products of varieties of agricultural species. *Metodyka derzhavnoi naukovo-tekhnichnoi ekspertyzy sortiv roslyn. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti produktsii roslynnytstva* / S. O. Tkachyk (Ed). 4th ed. Vinnytsia : TOV "Nilan-LTD", 2015. P. 6–64.

11. Technology of production of winter wheat seeds / A. A. Siroshtan, V. P. Kavunets (Eds). Kyiv : Comprynt, 2016. 92 p.

12. Factors influencing grain and flour quality of new varieties of bread winter wheat. 2. Characteristics of flour quality / I. V. Pravdziva et al. *Myronivskyi visnyk*. 2016. Iss. 3. P. 191–202.

13. Tsentylo L. V. Formation of winter wheat grain quality depending on fertilizer system and tillage. *Myronivskyi visnyk*. 2019. Iss. 8. P. 152–162. DOI: 10.31073/mvis201908-13.

14. Abugaliyeva A., Morgounov A. Genetic potential of winter wheat grain quality in central Asia. *International Journal of Environmental & Science*

Journal of Environmental & Science Education. 2016. Vol. 11, No. 11. P. 4869–4884.

15. Adam D. How far will global population rise? Researchers can't agree. *Nature.* 2021. Vol. 597, Iss. 7877. P. 462–465. DOI: 10.1038/d41586-021-02522-6.

16. Al-Saleh A., Brennan C. S. Bread wheat quality: some physical, chemical and rheological characteristics of syrian and english bread wheat samples. *Foods*. 2012. Vol. 1, Iss. 1. P. 3–17. DOI: 10.3390/foods1010003.

17. Break crops and rotations for wheat / J. F. Angus et al. *Crop and Pasture Science.* 2015. Vol. 66, Iss. 6. P. 523–552. DOI: 10.1071/CP14252.

18. Cappelli A., Cini E. Challenges and opportunities in wheat flour, pasta, bread, and bakery product production chains: a systematic review of innovations and improvement strategies to increase sustainability, productivity, and product quality. *Sustainability.* 2021. Vol. 13, Iss. 5. 2608. DOI: 10.3390/su13052608.

19. Denčić S., Mladeno N., Kobiljski B. Effects of genotype and environment on breadmaking quality in wheat. *International Journal of Plant Production*. 2011. Vol. 5, Iss. 1. P. 71–82. DOI: 10.22069/IJPP.2012.721.

20. Farhat W. Z. El-Y. Assessment of genetic parameters for early maturing and grain yield in some bread wheat crosses under optimum and late sowing dates. *Egyptian Journal of Applied Science.* 2020. Vol. 35, Is. 11. P. 144–162.

21. Genotypic and environmental variation in grain, flour, dough and bread-making characteristics of western Canadian spring wheat / G. J. Finlay et al. *Canadian Journal of Plant Science*. 2007. Vol. 87. P. 679–690. DOI: 10.4141/P06-150.

22. Gwirtz J. A., Willyard M. R., McFall K. L. Wheat quality in the United Stated of America. *Future of Flour – A Compendium of Flour Improvement* / eds. L. Popper, W. Schafer, W. Freund. Ahrensburg : Agrimedia, 2007. P. 17–42.

23. How a slight modification of the

Education. 2016. Vol. 11, No. 11. P. 4869–4884.

15. Adam D. How far will global population rise? Researchers can't agree. *Nature.* 2021. Vol. 597, Iss. 7877. P. 462–465. DOI: 10.1038/d41586-021-02522-6.

16. Al-Saleh A., Brennan C. S. Bread wheat quality: some physical, chemical and rheological characteristics of syrian and english bread wheat samples. *Foods*. 2012. Vol. 1, Iss. 1. P. 3–17. DOI: 10.3390/foods1010003.

17. Break crops and rotations for wheat / J. F. Angus et al. *Crop and Pasture Science.* 2015. Vol. 66, Iss. 6. P. 523–552. DOI: 10.1071/CP14252.

18. Cappelli A., Cini E. Challenges and opportunities in wheat flour, pasta, bread, and bakery product production chains: a systematic review of innovations and improvement strategies to increase sustainability, productivity, and product quality. *Sustainability.* 2021. Vol. 13, Iss. 5. 2608. DOI: 10.3390/su13052608.

19. Denčić S., Mladeno N., Kobiljski B. Effects of genotype and environment on breadmaking quality in wheat. *International Journal of Plant Production*. 2011. Vol. 5, Iss. 1. P. 71–82. DOI: 10.22069/IJPP.2012.721.

20. Farhat W. Z. El-Y. Assessment of genetic parameters for early maturing and grain yield in some bread wheat crosses under optimum and late sowing dates. *Egyptian Journal of Applied Science.* 2020. Vol. 35, Is. 11. P. 144–162.

21. Genotypic and environmental variation in grain, flour, dough and bread-making characteristics of western Canadian spring wheat / G. J. Finlay et al. *Canadian Journal of Plant Science*. 2007. Vol. 87. P. 679–690. DOI: 10.4141/P06-150.

22. Gwirtz J. A., Willyard M. R., McFall K. L. Wheat quality in the United Stated of America. *Future of Flour – A Compendium of Flour Improvement* / eds. L. Popper, W. Schafer, W. Freund. Ahrensburg : Agrimedia, 2007. P. 17–42.

23. How a slight modification of the bread-making procedure for the evaluation

bread-making procedure for the evaluation of wheat cultivars affects the most important properties of bread (bread volume and bread crumb) / D. Živančev et al. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*. 2019. Vol. 23, No. 4. P. 180–184. DOI: 10.5937/JPEA1904180Q.

24. Influence of genotype and protein level on the baking quality of hearth bread / A. K. Uhlen et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2004. Vol. 84, Iss. 8. P. 887–894. DOI: 10.1002/jsfa.1797.

25. Influence of year and sowing date on bread wheat quality under Mediterranean conditions / A. S. Bagulho et al. *Emirates Journal of Food and Agriculture.* 2015. Vol. 27, Iss. 2. P. 186–199. DOI: 10.9755/ejfa.v27i2.19279.

26. Khan M. A. Experimental design and analysis. *Heritability estimation*. 2001. Vol. 2. P. 210–211.

27. Kolpakova V. V., Lukin N. D., Gaivoronskaya I. S. Interrelation of functional properties of protein products from wheat with the composition and physicochemical characteristics of their proteins. *Global Wheat Production* / eds. S. Fahad, A. Basir, M. Adnan. IntechOpen, 2018. P. 205–221. DOI: 10.5772/intechopen.75803.

28. Miller S. J. The development of near-infrared (NIR) spectroscopy calibrations for the prediction of wheat and flour quality. *Project Report No. 310*. Kenilworth, United Kingdom : HGCA (Home Grown Cereals Authority), 2003. 105 p.

29. Nadew B. B. Effects of climatic and agronomic factors on yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seed: a review on selected factors. *Advances in Crop Science and Technology*. 2018. Vol. 6, Iss. 2. P. 356–341. DOI: 10.4172/2329-8863.1000356.

30. Pena R. J. Current and future trends of wheat quality needs. *Wheat Production in Stressed Environments* : Proc. of the 7th Int. Wheat Conf. (Mar del Plata, Argentina, 27 Nov. – 2 Dec. 2005). Mar del Plata, Argentina : Springer, 2005. P. 411–424.

of wheat cultivars affects the most important properties of bread (bread volume and bread crumb) / D. Živančev et al. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*. 2019. Vol. 23, No. 4. P. 180–184. DOI: 10.5937/JPEA1904180Q.

24. Influence of genotype and protein level on the baking quality of hearth bread / A. K. Uhlen et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2004. Vol. 84, Iss. 8. P. 887–894. DOI: 10.1002/jsfa.1797.

25. Influence of year and sowing date on bread wheat quality under Mediterranean conditions / A. S. Bagulho et al. *Emirates Journal of Food and Agriculture.* 2015. Vol. 27, Iss. 2. P. 186–199. DOI: 10.9755/ejfa.v27i2.19279.

26. Khan M. A. Experimental design and analysis. *Heritability estimation*. 2001. Vol. 2. P. 210–211.

27. Kolpakova V. V., Lukin N. D., Gaivoronskaya I. S. Interrelation of functional properties of protein products from wheat with the composition and physicochemical characteristics of their proteins. *Global Wheat Production* / eds. S. Fahad, A. Basir, M. Adnan. IntechOpen, 2018. P. 205–221. DOI: 10.5772/intechopen.75803.

28. Miller S. J. The development of near-infrared (NIR) spectroscopy calibrations for the prediction of wheat and flour quality. *Project Report No. 310*. Kenilworth, United Kingdom : HGCA (Home Grown Cereals Authority), 2003. 105 p.

29. Nadew B. B. Effects of climatic and agronomic factors on yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seed: a review on selected factors. *Advances in Crop Science and Technology*. 2018. Vol. 6, Iss. 2. P. 356–341. DOI: 10.4172/2329-8863.1000356.

30. Pena R. J. Current and future trends of wheat quality needs. *Wheat Production in Stressed Environments* : Proc. of the 7th Int. Wheat Conf. (Mar del Plata, Argentina, 27 Nov. – 2 Dec. 2005). Mar del Plata, Argentina : Springer, 2005. P. 411–424. DOI: 10.1007/1-4020-5497-1_51.

DOI: 10.1007/1-4020-5497-1_51.

31. Poblaciones M. J., Lopez-Bellido L., Rafael J. Field estimation of technological bread-making quality in wheat. *Field Crops Research.* 2009. Vol. 112, No. 2/3. P. 253–259. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.03.011.

32. Post-translational cleavage of HMW-GS Dy10 allele improves the cookie-making quality in common wheat (*Triticum aestivum*) / Y. Wang et al. *Molecular Breeding*. 2021. Vol. 41. 49. DOI: 10.1007/s11032-021-01238-9.

33. Quality characteristics of whole and refined flour dough and its relationship with bread volume / D. H. Clemente et al. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2021. Vol. 12, No. 3. P. 555–560.

34. Relationship of bread quality to kernel, four, and dough properties / F. E. Dowell et al. *Cereal Chemisry*. 2008. Vol. 85, No. 1. P. 82–91. DOI: 10.1094/CCHEM-85-1-0082.

35. Senapati N., Brown H. E., Semenov M. A. Raising genetic yield potential in high productive countries: Designing wheat ideotypes under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019. Vol. 271. P. 33–45. DOI: 10.1016/j.agrformet.2019.02.025.

36. Shewry P. What is gluten – why is it special? *Frontiers in Nutrition*. 2019. Vol. 6. 101. DOI: 10.3389/fnut.2019.00101.

37. The effect of agronomic measures on grain yield of winter wheat in drier conditions / P. Vrtílek et al. *Plant, Soil and Environment*. 2019. Vol. 65, No. 2. P. 63–70. DOI: 10.17221/472/2018-PSE.

38. The effect of location, sowing date and genotype on seed quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum*) / W. A. Babiker et al. *Asian Journal of Plant Science and Research*. 2017. Vol. 7, Iss. 3. P. 24–28.

31. Poblaciones M. J., Lopez-Bellido L., Rafael J. Field estimation of technological bread-making quality in wheat. *Field Crops Research.* 2009. Vol. 112, No. 2/3. P. 253–259. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.03.011.

32. Post-translational cleavage of HMW-GS Dy10 allele improves the cookie-making quality in common wheat (*Triticum aestivum*) / Y. Wang et al. *Molecular Breeding*. 2021. Vol. 41. 49. DOI: 10.1007/s11032-021-01238-9.

33. Quality characteristics of whole and refined flour dough and its relationship with bread volume / D. H. Clemente et al. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2021. Vol. 12, No. 3. P. 555–560.

34. Relationship of bread quality to kernel, flour, and dough properties / F. E. Dowell et al. *Cereal Chemisry*. 2008. Vol. 85, No. 1. P. 82–91. DOI: 10.1094/CCHEM-85-1-0082.

35. Senapati N., Brown H. E., Semenov M. A. Raising genetic yield potential in high productive countries: Designing wheat ideotypes under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019. Vol. 271. P. 33–45. DOI: 10.1016/j.agrformet.2019.02.025.

36. Shewry P. What is gluten – why is it special? *Frontiers in Nutrition*. 2019. Vol. 6. 101. DOI: 10.3389/fnut.2019.00101.

37. The effect of agronomic measures on grain yield of winter wheat in drier conditions / P. Vrtílek et al. *Plant, Soil and Environment*. 2019. Vol. 65, No. 2. P. 63–70. DOI: 10.17221/472/2018-PSE.

38. The effect of location, sowing date and genotype on seed quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum*) / W. A. Babiker et al. *Asian Journal of Plant Science and Research*. 2017. Vol. 7, Iss. 3. P. 24–28.

Отримано 03.02.2022
Погоджено до друку 17.02.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-10
УДК 631.527.22:633.2
М. М. ХОМ'ЯК, старший науковий співробітник
Л. З. БАЙСТРУК-ГЛОДАН, кандидат сільськогосподарських наук
Г. С. КОНИК, доктор сільськогосподарських наук
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115,
e-mail: homyakmariya@ukr.net

АДАПТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УРОЖАЙНОСТІ ЗРАЗКІВ *DACTYLIS GLOMERATA* L. В АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ

Дослідження проводили у 2015–2020 рр. на експериментальній базі Передкарпатського відділу наукових досліджень. Матеріалом для досліджень слугували 16 селекційних номерів грястиці збірної.

На основі використання екотипів створено близько 50 % селекційних сортів трав, серед яких провідне місце займає грястиця збірна (*Dactylis glomerata* L.). Це один з найважливіших кормових злаків у світі, який досліджують на біомасу та біоенергію. Його видовою особливістю є висока пластичність морфологічних, анатомічних, фізіологічних та екологічних ознак, що зумовлює велику кількість підвидів, форм, рас та різновидів. Незважаючи на значну поширеність і високу господарську значимість грястиці збірної, адаптаційні можливості зазначеного виду до різних умов проростання вивчено недостатньо. Це і стало підставою для проведення досліджень.

За результатами комплексної оцінки та аналізу одержаних даних, спостерігаються відмінності в реалізації високої та стабільної врожайності насіння грястиці збірної. У більшості генотипів формування високої врожайності супроводжувалося нестабільністю екологічної стійкості та пластичності. Цінними з досліджуваних зразків можна вважати селекційні номери: стандарт Дрогобичанка, № 1521, № 1526, № 1847, № 1848, № 1661, № 1662 і № 912; стабільними і пластичними за врожайністю насіння, які можуть бути використані в селекційному процесі для підвищення адаптивного потенціалу, – № 739, № 740.

За підсумковим рангом ознаки «врожайність насіння», який вказує на адаптивний потенціал зразків, найвищий ранг (4) зафіксовано у селекційних номерів: № 1618 (ГП № 912 х № 987), № 1848 (ГП № 987 х № 912), № 739 (ГП № 25 х Київська пізня), № 1661 (ГП Dainava х Марічка) і № 740 (ГП № 32 х Київська пізня).

Оцінка екологічної стабільності та пластичності в контрольному розсаднику дозволяє зменшити можливість помилки у виборі зразків для подальшої селекційної роботи.

© Хом'як М. М., Байструк-Глодан Л. З., Коник Г. С., 2022

Ключові слова: грястиця збірна, сорт, зразок, селекційний номер, контрольний розсадник, насіння, адаптивність.

Mariia Khomiak, Lesia Baistruk-Hlodan, Hryhorii Konyk
Institute of Agriculture of the Carpathian Region NAAS

Adaptive yield potential of *Dactylis glomerata* L. samples in agro-climate conditions of Pre-Carpathian

The studies were carried out in 2015-2020 on the experimental field of Precarpathian Department of Scientific Research. The material for the research was 16 numbers of *Dactylis glomerata* L.

About 50% of grasses' selection varieties have been created on the basis of the ecotypes' use. Among perennial grasses, the leading place is occupied by Dactylis glomerata L., a valuable forage cereal. It is one of the most important feeds in the world and is also being studied for biomass and bioenergy. Its species feature is the high plasticity of morphological, anatomical, physiological and ecological features, which leads to a large number of subspecies, forms, races and varieties. Despite the wide prevalence and high economic importance of the Dactylis glomerata L., the adaptive capacity of this species to different germination conditions has not been studied enough. This became the basis for research.

According to the results of comprehensive evaluation and analysis of obtained data, there are differences in the implementation of high and stable yields of *Dactylis glomerata L*. In most genotypes, formation of high yields is accompanied by instability of ecological resistance and plasticity. Analysis of research shows that the most valuable of the studied samples can be considered selection numbers: standart Drohobychanka, № 1521, № 1526, № 1847, № 1848, № 1661, № 1662 and № 912. Stable and plastic samples for seed yield № 739, № 740, which can be used in selection process to increase adaptive capacity.

According to the summing rank of the trait "seed yield" which indicates the adaptive potential of the samples, the highest rank (4) is recorded in the selection numbers: № 1618 (GP № 912 x № 987), № 1848 (GP № 987 x № 912), № 739 (GP № 25 x Kyivska piznia), № 1661 (GP Dainava x Marichka) and № 740 (GP № 32 x Kyivska piznia).

Evaluation of ecological stability and plasticity in the control nursery allows to reduce the possibility of error in the selection of samples for further breeding work.

Key words: *Dactylis glomerata* L., variety, sample, selection number, control nursery, seeds, adaptability.

Вступ. В останні роки кормовиробництво в більшості господарств країни не повною мірою задовольняє потреби тваринництва, де постійно спостерігається дефіцит кормів, низька їх якість, нестабільність надходження за сезонами року, висока вартість та недостатній асортимент. Основна причина такого стану галузі – це нестабільна врожайність кормових культур, яка передусім залежить

від погодних умов, недостатньої уваги з боку спеціалістів агроформувань, недотримання та неналежного ресурсного забезпечення технологій їх вирощування. Нестача кормів – одна з причин зменшення поголів'я худоби і зниження її продуктивності. Запорукою успішного ведення сільського господарства є використання сучасних сортів, адаптованих до умов конкретного регіону [7, 15, 16, 18, 28, 30].

Багаторічні дослідження, виконані з кормовими культурами, дозволили виявити широкий екотипічний поліморфізм місцевих популяцій багаторічних злакових трав. Використовуючи екотипи, створено близько 50 % сортів трав. Провідне місце серед трав займає грястиця збірна (*Dactylis glomerata* L.) – один з найважливіших кормових злаків у світі. Видовою особливістю грястиці збірної є висока пластичність морфологічних, анатомічних, фізіологічних та екологічних ознак, що зумовлює велику кількість підвидів, форм, рас та різновидів [1, 19, 20, 32–34].

Підставою для проведення популяційно-морфологічних досліджень стало недостатнє вивчення адаптаційних можливостей грястиці збірної до різних умов проростання.

Одним з основних завдань сучасного селекційного процесу є поєднання в одному сорті високого потенціалу продуктивності, стабільної стійкості до хвороб, шкідників, несприятливих факторів навколишнього середовища та ін. На сьогодні високоефективна селекція неможлива без збереження генетичного різноманіття культурних рослин, тобто вирішальним чинником ефективності селекційного процесу є використання генетичного різноманіття вихідного матеріалу, на якому воно ґрунтується [14, 20, 25].

Перед селекціонерами стоїть проблема одночасного збільшення врожайності та витривалості до несприятливих чинників навколишнього природного середовища нових сортів, тобто селекції не лише на максимальний рівень продуктивності, а й на стабільний прояв цієї ознаки за різних умов вирощування. Водночас створення та випробування селекційного матеріалу має проходити в максимально наближених умовах майбутнього вирощування сортів [4]. Питання екологічної адаптивності та пластичності окремих генотипів займають важливе місце в розвитку селекції [3, 6]. Створення сортів, що здатні максимально ефективно використовувати біокліматичний ресурс конкретного регіону, виявляти толерантність до стресових умов середовища, забезпечувати достатньо високу реалізацію генетичного потенціалу продуктивності, є стратегічним завданням сучасної

селекційної науки. Одним із нових методів у підвищенні ефективності селекційного процесу є адаптивна селекція. Адаптивність сортів до умов середовища оцінюють на основі аналізу врожайності за низкою контрастних років або випробування їх у різних ґрунтово-кліматичних умовах [29]. Важливим аспектом селекційної роботи в еволюційному плані та за умов сучасного трансформованого середовища є адаптивна спрямованість у реалізації в генотипах комплексу специфічних ознак. Параметри пластичності селекційної ознаки можна оцінити через взаємодію «генотип – середовище». Дослідження з вивчення стабільності та пластичності ознак дозволяють виявити дію абіотичних і біотичних чинників певного середовища на генотип і встановити ступінь їх впливу на ріст, розвиток і врожайність сортів [2, 21, 23, 24]. У селекції дуже важливо поряд з оцінкою рівня генетично обумовленого середнього врожаю сорту в конкретних екологічних ситуаціях знати характер реакції на умови. Показники реакції генотипів на його зміну характеризують властивості сорту – його пластичність і стабільність у реалізації рівня розвитку ознак [27].

Матеріали і методи. Дослідження проводили в 2015–2020 рр. 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 утворених на делювіальних відкладах ґрунтах за загальноприйнятими методиками.

Матеріалом для досліджень слугували 16 селекційних номерів грястиці збірної в контрольному розсаднику, в якому контролюють правильність добору елітних рослин у попередніх розсадниках за елементами продуктивності методом оцінювання їхнього потомства за врожайністю на невеликих ділянках, оцінювання біологічних властивостей. За результатами польових оцінювань і спостережень, лабораторних аналізів і продуктивності рослин з контрольного розсадника відбирають 20–25 % кращих номерів, які передають до попереднього сортовипробування. Облікова площа ділянки – 2 м^2. Розміщення варіантів систематичне в послідовному їх розташуванні у кілька ярусів. Повторення дворазове. Розміщення стандартів через 4 варіанти. За стандарт використовували сорт грястиці збірної Дрогобичанка (табл. 1).

1. Характеристика зразків грястиці збірної в контрольному розсаднику

№ з/п	Селекційні номери та їх походження	№ з/п	Селекційні номери та їх походження
1	Дрогобичанка – St, створений методом масового добору високопродуктивних, добре обнасінених зимостійких рослин із місцевої популяції Дрогобицького району (занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні)	7	№ 1848 (ГП № 987 х № 912)
		8	№ 739 (ГП № 25 х Київська пізня)
		9	№ 1849 (ГП Київська пізня х № 25)
		10	№ 1661 (ГП Dainava х Марічка)
		11	№ 1851 (ГП Київська пізня х № 32)
2	№ 1521 (ІД із К-43546)	12	№ 1662 (ГП Марічка х Dainava)
3	№ 1660 (ГП № 1521 х № 1526)	13	№ 740 (ГП № 32 х Київська пізня)
4	№ 1526 (ІД із № 856)	14	№ 673 (Литовський сорт Dainava)
5	№ 1847 (ГП № 1526 х № 1521)	15	№ 1850 (ІД із Київська пізня)
6	№ 1618 (ГП № 912 х № 987)	16	№ 912 (ІД із Dainava)

Примітка: ІД – індивідуальний добір, ГП – генетична популяція.

Агротехніка вирощування грястиці збірної на корм і насіння загальноприйнята для зони. Спосіб сівби – безпокривний. Польові дослідження, спостереження, обліки та проміри проводили згідно з методичними вказівками щодо вивчення світової колекції багаторічних кормових трав [9–13]; експериментальні дані обробляли за В. О. Ушкаренком [22, 31].

Клімат Передкарпаття помірно теплий і вологий. Характеризується довгою весною, неспекотним літом, досить довгою осінню і відносно м'якою зимою. Впродовж п’ятьох вегетаційних періодів грястиці збірної температурні показники суттєво не відхилялися від середньобагаторічних, хоча і були значні коливання опадів (табл. 2).

2. Гідротермічні умови вегетації грястиці збірної в 2016–2020 рр.

Рік	Значення ГТК за місяцями				Середнє за вегетацію	Характеристика вегетаційного періоду
	квітень	травень	червень	липень		
2016	1,9	0,8	1,0	2,7	1,6	надмірно вологий
2017	1,1	1,8	1,0	1,4	1,3	достатньо вологий
2018	0,4	1,4	1,8	2,5	1,5	достатньо вологий
2019	1,3	3,3	0,5	2,0	1,8	надмірно вологий
2020	0,7	4,3	2,0	1,3	2,1	надмірно вологий

Таким чином, у результаті розрахунків ГТК за середньомісячними даними можна зробити загальний висновок, що в усі роки спостерігали надмірне зволоження, у квітні 2018 р. і червні 2019 р. – сильну посуху [8, 17, 26].

Відхилення за кількістю опадів та температурою повітря від середньобагаторічних показників, дало можливість під час вегетаційного періоду всесторонньо оцінити ріст і розвиток грястиці збірної, а також вплив факторів зовнішнього середовища на її врожайність.

Мета наших досліджень полягала в оцінюванні параметрів урожайності, екологічної адаптивності нових генотипів і зареєстрованих сортів грястиці збірної різного селекційного походження та виділення на їх основі найбільш цінних для селекції і виробництва генотипів.

Результати та обговорення. Для виявлення найбільш пристосованих до ґрунтово-кліматичних умов зони Передкарпаття зразків грястиці збірної ми у 2015 р. закладали контрольний розсадник, в якому вивчали 16 селекційних номерів грястиці збірної, стандарт – сорт Дрогобичанка.

За ознакою врожайності насіння визначали пластичність (b_i), стабільність (Si^2), ефект генотипу Еі (різниця середнього показника кількісної ознаки за набором генотипів до відповідного значення конкретного генотипу), коефіцієнт варіації (V), гомеостатичність (Hom), селекційну цінність (Sc), коефіцієнт агрономічної стабільності (As).

Урожайність є складною, комплексною ознакою. Ефективність реалізації високої та стабільної врожайності визначається генотипом, впливом навколишнього середовища та взаємодією цих факторів. Комплексна оцінка за показником адаптації, пластичності та стабільності сортів дозволяє виділити серед досліджуваного

сортименту найбільш перспективні, потенційно високоврожайні та екологічно пластичні форми рослин, адаптовані до широкого діапазону умов довкілля.

На думку багатьох вчених, урожай – це взаємодія двох складових: продуктивності й стійкості. Ще у другій половині XIX ст. було висунуто гіпотезу про існування фізіологічних механізмів, що підтримують стабільність рослин в умовах навколишнього середовища. Для характеристики цього процесу було запропоновано термін гомеостаз: « … гомеостаз є універсальною функціональною системою організму, що підтримує оптимальні умови росту і розвитку та виконує еволюційну роль в стабілізації норми адаптивності» [5].

Із пластичністю тісно пов'язане поняття «екологічна стабільність», яка відображає здатність рослинних популяцій протистояти стресовим чинникам, а пластичність – це здатність рослин поєднувати економне витрачання та ефективне використання природних ресурсів і поживних речовин у конкретних умовах вирощування.

Сорт – це екологічно пластичний генотип, пристосований до варіювання факторів навколишнього середовища. Але саме потенціал дає сорту можливість формувати врожайність та якість продукції в конкретних умовах вирощування, який виявляється за випробування в різних умовах. Потенціал рослин передбачає не лише високий рівень насіннєвої продуктивності за сприятливих чинників довкілля, але й одержання високого нижнього його порогу. Екологічна пластичність відображає здатність рослин ефективно використовувати сприятливі чинники навколишнього середовища для стабільного формування високої продуктивності. Проблему підвищення пластичності сортів порушував ще В. Я. Юр'єв. Він наголошував про потребу випробування культур на контрастних за родючістю ґрунтах, що дасть можливість простежити реакцію їх як за сприятливих, так і несприятливих умов вирощування [5].

Для характеристики умов вирощування було розраховано індекс умов середовища (I_j), який визначає їх змінність і може приймати позитивне чи негативне значення. Кращі умови складаються в роки з позитивним знаком індексу, найгірші – з негативним. Найсприятливіші умови для формування врожайності грястиці збірної склалися в 2020 р., тоді як в 2016 і 2017 рр. вони були найбільш несприятливими для отримання високих врожаїв

досліджуваної культури. Всі інші роки займали проміжне місце щодо впливу на ріст і розвиток рослин.

За п'ять років спостережень досліджувані зразки грястиці збірної по-різному реалізували свій генетичний потенціал продуктивності в умовах Передкарпаття. Встановлено, що в досліджуваних зразків урожайність насіння за 2016–2020 рр. у середньому становила 0,208–0,450 т/га (табл. 3).

3. Насіннєва продуктивність селекційних номерів грястиці збірної, 2016–2020 рр.

Селекційні номери	Урожайність насіння за період досліджень, т/га		Середня (x)
	$У_{2\ (min)}$	$У_{1\ (max)}$	
Дрогобичанка – St	0,164	0,243	0,208
№ 1521	0,257	0,372	0,314
№ 1660	0,217	0,491	0,348
№ 1526	0,180	0,326	0,268
№ 1847	0,267	0,400	0,324
№ 1618	0,110	0,300	0,225
№ 1848	0,240	0,430	0,336
№ 739	0,170	0,510	0,391
№ 1849	0,190	0,518	0,411
№ 1661	0,233	0,438	0,332
№ 1851	0,240	0,493	0,371
№ 1662	0,160	0,583	0,448
№ 740	0,160	0,523	0,385
№ 673	0,167	0,594	0,358
№ 1850	0,160	0,487	0,362
№ 912	0,277	0,560	0,450
$НІР_{0,5}$	0,018	0,041	

Встановлено, що варіювання врожайності грястиці збірної за роками перебувало в межах від 0,110 до 0,594 т/га за середнього значення 0,341 т/га. Мінливість урожайності за роками висока. Це може вказувати на несприятливі умови росту і розвитку рослин та формування врожайності. У середньому за роки дослідження (2016–2020) вищу врожайність було відзначено в селекційних номерів: № 912 (0,450 т/га), № 1662 (0,448 т/га) та № 1849 (0,411 т/га).

Важливим показником сортів є їх стійкість до стресу, рівень якого визначається за різницею між мінімальною та максимальною врожайністю. Цей параметр має негативний знак, і чим його величина менша, тим вища стресостійкість сорту. Найвищу стійкість до стресу виявив стандарт Дрогобичанка (-0,079), селекційні номери: № 1521 (-0,115), № 1847 (-0,133) і № 1526 (-0,145) (табл. 4).

4. Оцінка гомеостатичності зразків грястиці збірної, 2016–2020 рр.

Селекційні номери	$У_2–У_1$	$(У_1+У_2)/2$	σ	V, %	Hom	Sc
Дрогобичанка – St	-0,079	0,204	0,036	17,5	15,5	0,67
№ 1521	-0,115	0,315	0,056	17,8	10,2	0,69
№ 1660	-0,274	0,354	0,111	31,8	4,2	0,44
№ 1526	-0,146	0,253	0,057	21,2	9,6	0,55
№ 1847	-0,133	0,334	0,055	16,8	9,8	0,67
№ 1618	-0,190	0,205	0,079	34,9	5,9	0,37
№ 1848	-0,190	0,335	0,086	25,6	5,6	0,56
№ 739	-0,340	0,340	0,138	35,2	3,5	0,33
№ 1849	-0,328	0,354	0,067	16,2	7,8	0,37
№ 1661	-0,205	0,336	0,087	26,1	6,6	0,53
№ 1851	-0,253	0,367	0,095	25,6	5,1	0,49
№ 1662	-0,423	0,372	0,105	23,4	4,8	0,27
№ 740	-0,363	0,342	0,149	38,7	3,8	0,31
№ 673	-0,427	0,381	0,184	51,3	2,7	0,28
№ 1850	-0,327	0,323	0,124	34,3	1,3	0,33
№ 912	-0,283	0,419	0,110	24,4	5,3	0,49

Примітка: $У_2–У_1$ – стресостійкість, $(У_1+У_2)/2$ – генетична гнучкість, σ – стандартне відхилення, V – коефіцієнт варіації, Hom – гомеостатичність, Sc – селекційна цінність генотипу.

Середня врожайність зразків у контрастних (стресових та нестресових) умовах характеризує їх генетичну гнучкість. Високі значення цього показника вказують на велику міру відповідності між генотипом зразка і факторами середовища. Максимальне співвідношення між генотипом і факторами середовища відзначено в селекційних номерів: № 912 (0,419), № 673 (0,381) та № 1662 (0,372).

Одним із важливих показників, що характеризують стійкість рослин, є гомеостаз – здатність генотипу зводити до мінімуму наслідки впливів несприятливих зовнішніх умов. Критерієм гомеостатичності сортів можна вважати їхню здатність підтримувати низьку варіабельність ознак продуктивності. Таким чином, зв'язок

гомеостатичності з коефіцієнтом варіації характеризує стійкість ознаки в умовах середовища. За період дослідження найбільшу стабільність виявив стандарт Дрогобичанка. Про це свідчать найменше значення коефіцієнта варіації (17,5 %) та висока гомеостатичність (15,5). Заслуговують на увагу селекційні номери: № 1521 (V = 17,8 %, Hom = 10,2) та № 1847 (V = 16,8 %, Hom = 9,8).

Велику варіабельність та низьку гомеостатичність відзначено в селекційних номерів: № 673 (V = 51,3 %, Hom = 2,7), № 740 (V = 38,7 %, Hom = 3,8), № 739 (V = 35,2 %, Hom = 3,5) та № 1850 (V = 34,3 %, Hom = 1,3), що свідчить про нестабільність та низьку адаптивність зразків до умов Передкарпаття.

Селекційна цінність є комплексним показником, який поєднує врожайність з рівнем адаптивної здатності генотипу. У наших дослідженнях вищою селекційною цінністю виділялися селекційні номери: стандарт Дрогобичанка, № 1521, № 1526, № 1661, № 1847, № 1848. Показано, що чим вищий рівень гомеостатичності та селекційної цінності, тим стабільнішим і селекційно значущим є зразок у мінливих погодних умовах вегетаційного періоду.

5. Генетиповий ефект, стабільність, пластичність зразків грястиці збірної, 2016–2020 рр.

Селекційні номери	Генетиповий ефект		Варіанса стабільності		Коефіцієнт регресії		Сума рангів	Коефіцієнт агрономічної стабільності, As
	E_i	ранг	S_i^2	ранг	b_i	ранг		
Дрогобичанка – St	-0,133	1	0,0033	3	0,85	2	6	82,5
№ 1521	-0,027	1	0,0006	1	0,56	3	5	82,2
№ 1660	0,007	2	0,0097	3	1,15	2	7	68,2
№ 1526	-0,073	1	0,0020	2	0,41	3	6	78,8
№ 1847	-0,017	1	0,0023	2	0,44	3	6	83,2
№ 1618	-0,116	1	0,0004	1	0,88	2	4	65,1
№ 1848	-0,005	1	0,0009	1	0,88	2	4	74,4
№ 739	0,050	2	0,0008	1	1,44	1	4	64,8
№ 1849	0,070	3	0,0014	2	1,41	1	6	83,8
№ 1661	-0,009	1	0,0007	1	0,88	2	4	73,9
№ 1851	0,030	2	0,0004	1	1,00	2	5	74,4
№ 1662	0,107	3	0,0089	3	1,59	1	7	76,6
№ 740	0,044	2	0,0002	1	1,62	1	4	61,3
№ 673	0,017	2	0,0059	3	1,85	1	6	48,7
№ 1850	0,021	2	0,0022	2	1,32	1	5	65,7
№ 912	0,109	3	0,0005	1	1,18	2	6	75,6

Адаптивність сортів до умов середовища в першу чергу оцінюють за екологічною пластичністю та стабільністю їхньої врожайності. Сорти, коефіцієнт пластичності яких вищий від одиниці (b_i>1), належать до екологічно пластичного (вузькоадаптивного) типу. Вони володіють пластичністю та специфічною адаптацією, тобто за оптимальних умов дають високі урожаї. За коефіцієнта пластичності, рівного або близького до одиниці (b_i=1) (висока екологічна пластичність), зміни показників у сорту відповідають змінам умов середовища. У наших дослідженнях показник пластичності у селекційних номерів Дрогобичанка (St), № 1618, № 1848, № 1661 і № 1851 був близький до 1, що вказує на пряму залежність урожайності від погодних умов. Однак підвищення пластичності сприяло зниженню стресостійкості в таких селекційних номерів: № 673 (b_i = 1,85, $У_2$–$У_1$ = -0,427), № 740 (b_i = 1,62, $У_2$–$У_1$ = -0,363), № 1662 (b_i = 1,59, $У_2$–$У_1$ = -0,423). Чим менше відхилення коефіцієнта стабільності (S_i^2) від нуля, тим стабільніший сорт. Високоврожайні сорти в ідеалі повинні мати коефіцієнт регресії b_i близький до одиниці, а показник S_i^2 – близький до нуля. До стабільних та екологічно стійких зразків можна віднести: № 1618 (b_i = 0,88, S_i^2 = 0,0004), № 1848 (b_i = 0,88, S_i^2 = 0,0009), № 1661 (b_i = 0,88, S_i^2 = 0,0007) і № 1851 (b_i = 1,00, S_i^2 = 0,0004).

Для більш виваженої оцінки впливу метеорологічних умов вегетаційного періоду на врожайність насіння грястиці збірної провели розподіл за рангами коефіцієнта регресії, варіанси стабільності і генетичного ефекту. Для кожного параметра встановили три ранги за таким принципом: коефіцієнт регресії (b_i): 1 – > 1,25; 2 – 0,75–1,25; 3 – < 0,75; варіанса стабільності (S_i^2): 1 – 0–0,0009, 2 – 0,0009–0,0023, 3 – < 0,0023 і генетиповий ефект (E_i): 1 − < -0,133, 2 – 0,007–0,050, 3 − > 0,070. За такого розподілу ранг 1 показує оптимальне значення цієї величини, а сума рангів може бути результативним показником оцінки екологічної адаптивності генотипів грястиці збірної щодо врожайності насіння.

Господарську цінність сортів та реалізацію потенціалу врожайності характеризує коефіцієнт агрономічної стабільності (As). Найбільш цінними для виробництва є сорти, у яких цей коефіцієнт перевищує 70 %. За величиною згаданого показника найбільшу господарську цінність представляють такі селекційні номери, як стандарт Дрогобичанка, № 1521, № 1526, № 1847, № 1848, № 1849, № 1661, № 1851, № 1662 і № 912.

Таким чином, адаптивність – найважливіша властивість перспективних сортів, яку слід враховувати в селекційних програмах.

Висновки. Спостерігаються відмінності в реалізації високої та стабільної врожайності насіння грястиці збірної за результатами комплексної оцінки та аналізу одержаних даних. Аналіз досліджень показує, що цінними з досліджуваних зразків можна вважати селекційні номери: стандарт Дрогобичанка, № 1521, № 1526, № 1847, № 1848, № 1661, № 1662 і № 912. Виділено стабільні та пластичні зразки за врожайністю насіння – № 739, № 740, які можуть бути використані в селекційному процесі для підвищення адаптивного потенціалу.

Сума рангів за ознакою «врожайність насіння» є підсумковим результатом аналізу адаптивного потенціалу зразків грястиці збірної. Найвищий ранг (4) при аналізі врожайності насіння зафіксовано у селекційних номерів: № 1618 (ГП № 912 х № 987), № 1848 (ГП № 987 х № 912), № 739 (ГП № 25 х Київська пізня), № 1661 (ГП Dainava х Марічка) і № 740 (ГП № 32 х Київська пізня).

Проведені дослідження підтверджують доцільність оцінки екологічної стабільності та пластичності в контрольному розсаднику і зменшують можливість помилки у виборі зразків для подальшої селекційної роботи.

Список використаної літератури

1. Багаторічні трави – важлива складова екологічного землеробства і кормовиробництва / Л. К. Антипова та ін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 4. С. 35–41.

2. Базалій В. В., Домарацький В. О., Ларченко О. В. Сучасний сортовий склад пшениці м'якої озимої та параметри його екологічної стійкості за різних умов вирощування (огляд літератури). *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 104. С. 9–15.

3. Білоусова З. В. Оцінка адаптивного потенціалу сортів пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) в умовах Південного Степу України. *Наук. доповіді НУБіП України.* 2018. № 3 (73). DOI: http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.03.013.

4. Гопцій В. О., Криворученко Р. В. Адаптивні властивості та селекційна цінність колекційних генотипів пшениці м'якої озимої за ознаками продуктивності

References

1. Perennial grasses are an important component of ecological agriculture and fodder production / L. K. Antypova et al. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2018. Issue. 4. P. 35–41.

2. Bazalii V. V., Domaratskyi V. O., Larchenko O. V. Modern varietal composition of soft winter wheat and parameters of its ecological stability under different growing conditions (literature review). *Tavriiskyi naukovyi visnyk.* 2018. No 104. P. 9–15.

3. Bilousova Z. V. Estimation of adaptive potential of winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Nauk. dopovidi NUBiP Ukrainy.* 2018. No 3 (73). DOI: http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.03.013.

4. Hoptsii V. O., Kryvoruchenko R. V. Adaptive properties and selection value of collection genotypes of soft winter wheat on the basis of ear

колосу. *Зернові культури.* 2020. Т. 4, № 2. С. 230–242. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0130.

5. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю. Конспект лекцій з дисципліни «Адаптивна селекція сільськогосподарських рослин» для підготовки докторів філософії спеціальності 201 – Агрономія. Дніпро : ДУ ІЗК НААН, 2019. 100 с.

6. Ковалишина Г. М., Мельник О. О., Топко Р. І. Селекційна цінність колекційних зразків пшениці озимої. *Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої безпеки* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (с. Центральне, 20 жовт. 2017 р.). Миронівка, 2017. С. 38.

7. Кохан А. В., Марініч Л. Г., Барилко М. Г. Селекція та насінництво однорічних і багаторічних кормових трав: теоретичні та практичні аспекти : монографія. Полтава : Астрая, 2018. 196 с.

8. Літун П. П., Коломацька В. П. Проблеми адаптивної селекції рослин в зв'язку зі зміною клімату. *Селекція і насінництво*. 2006. Вип. 93. С. 67–91.

9. Мазур В. А., Липовий В. Г., Мордванюк М. О. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. Вінниця : ВЦ ВНАУ, 2020. 198 с.

10. Методика польового досліду (зрошуване землеробство) / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Грінь Д. С., 2014. 448 с.

11. Методика проведення експертизи сортів рослин групи технічних та кормових на придатність до поширення в Україні (ПСП) / за ред. С. О. Ткачик. Київ, 2017. 71 с.

12. Методика формування колекцій польових культур за стійкістю до біотичних чинників / В. П. Петренкова та ін. Харків, 2015. 111 с.

13. Методологія селекції багаторічних бобових і злакових трав у Передкарпатті : метод. рек. / Г. С. Коник та ін. Оброшино, 2015. 100 с.

14. Оцінка екологічної пластичності і

productivity. *Zernovi kultury*. 2020. Vol. 4, No 2. P. 230–242. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0130.

5. Dziubetskyi B. V., Cherchel V. Yu. Synopsis of lectures on the subject "Adaptive selection of agricultural plants" for the preparation of PhD specialty 201 – Agronomy. Dnipro : DU IZK NAAN, 2019. 100 p.

6. Kovalyshyna H. M., Melnyk O. O., Topko R. I. Selection value of collection samples of winter wheat. *Realizatsiia potentsialu sortiv zernovykh kultur – shliakh vyrishennia prodovolchoi bezpeky* : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (s. Tsentralne, 20 zhovt. 2017 r.). Myronivka, 2017. P. 38.

7. Kokhan A. V., Marinich L. H., Barylko M. H. Selection and seed production of annual and perennial forage grasses: theoretical and practical aspects : monograph. Poltava : Astraia, 2018. 196 p.

8. Litun P. P., Kolomatska V. P. Problems of adaptive plant breeding in connection with climate change. *Selektsiia i nasinnytstvo*. 2006. Issue 93. P. 67–91.

9. Mazur V. A., Lypovyi V. H., Mordvaniuk M. O. Methods of scientific research in agronomy : a textbook. Vinnytsia : VC VNAU, 2020. 198 p.

10. Methods of field experiment (irrigated agriculture) / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Hrin D. S., 2014. 448 p.

11. Methods of examination of technical and fodder groups plant varieties for distribution suitability in Ukraine (PSP) / ed. S. O. Tkachyk. Kyiv, 2017. 71 p.

12. Methods of forming collections of field crops by resistance to biotic factors / V. P. Petrenkova et al. Kharkiv, 2015. 111 p.

13. Methodology of perennial legumes and cereals selection in the Precarpathians : metod. rek. / H. S. Konyk et al. Obroshyno, 2015. 100 p.

14. Estimation of ecological plasticity and stability of perspective selection material of sowing pea (spring)

стабільності перспективного селекційного матеріалу горошку посівного (ярого) / М. Г. Барилко та ін. *Корми і кормовиробництво.* 2020. Вип. 89. С. 66–73. DOI: https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-06.

15. Петриченко В. Ф., Векленко Ю. А., Корнійчук О. В. Наукові основи інтенсифікації виробництва кормів на луках і пасовищах України. *Корми і кормовиробництво.* 2020. Вип. 89. С. 10–22. DOI: https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089–01.

16. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В., Задорожна І. С. Становлення та розвиток кормовиробництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 54–62.

17. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Вольвач О. В. Основи агрометеорології : конспект лекцій. Одеса : Вид-во «ТЭС», 2004. 150 с.

18. Розвиток аграрної сфери економіки в умовах децентралізації управління в Україні / Я. М. Гадзало та ін. Київ : Аграрна наука, 2018. 328 с.

19. Селекція та насінництво однорічних і багаторічних кормових трав: теоретичні та практичні аспекти : монографія / А. В. Кохан та ін. Полтава : Астрая, 2018. 196 с.

20. Селекція ячменю ярого на підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу / В. М. Гудзенко та ін. *Селекція і насінництво.* 2017. Вип. 111. С. 51–60.

21. Солонечний П. М. Гомеостатичність та селекційна цінність сучасних сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 36.

22. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант, 2013. 378 с.

23. Урожайність та гомеостатичність колекційних зразків пшениці ярої / О. А. Демидов та ін. *Вісн. аграр. науки. Серія: «Генетика. Селекція.* / М. Н. Barylko et al. *Kormy i kormovyrobnytstvo.* 2020. Issue 89. P. 66–73. DOI: https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-06.

15. Petrychenko V. F., Veklenko Yu. A., Korniichuk O. V. Scientific bases of fodder production intensification on meadows and pastures of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo.* 2020. Issue 89. P. 10–22. DOI: https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089–01.

16. Petrychenko V. F., Korniichuk O. V., Zadorozhna I. S. Formation and development of feed production in Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky.* 2018. No 11. P. 54–62.

17. Polovyi A. M., Bozhko L. Yu., Volvach O. V. Fundamentals of agrometeorology : lecture notes. Odesa : Vyd-vo «TES», 2004. 150 p.

18. Development of the agrarian sphere of the economy in the conditions of management decentralization in Ukraine / Ya. M. Hadzalo et al. Kyiv : Ahrarna nauka, 2018. 328 p.

19. Selection and seed production of annual and perennial forage grasses: theoretical and practical aspects : monograph / A. V. Kokhan et al. Poltava : Astraia, 2018. 196 p.

20. Selection of spring barley for increase productive and adaptive potential / V. M. Hudzenko et al. *Selektsiia i nasinnytstvo*. 2017. Issue 111. P. 51–60.

21. Solonechnyi P. M. Homeostaticity and selection value of modern varieties of spring barley. *Selektsiia i nasinnytstvo*. 2013. Issue 103. P. 36.

22. Statistical analysis of the field research results in agriculture / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Ailant, 2013. 378 p.

23. Yield and homeostaticity of collection samples of spring wheat / O. A. Demydov et al. *Visn. ahrar. nauky. Seriia: «Henetyka. Selektsiia. Biotekhnolohiia».* 2019. No 9 (798). P. 47–51.

Біотехнологія». 2019. № 9 (798). С. 47–51.

24. Хоменко С. О., Федоренко І. В., Федоренко М. В. Гомеостатичність та селекційна цінність колекційних зразків пшениці м'якої ярої для умов Лісостепу України. *Миронівський вісн.* 2016. № 3. С. 85–93.

25. Хоменко Л. О., Сандецька Н. В. Джерела комплексної стійкості пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) у селекції на адаптивність. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2018. Т. 14 (3). С. 270–276. DOI: 10.21498/2518-1017.14.3.2018.145289.

26. Хом'як М. М. Вплив клімату на тривалість вегетаційного періоду грястиці збірної в умовах Передкарпаття. *IX Міжнар. симпозіум з проблеми «Клімат орних земель». Метеорологія і кліматологія застосування – теорія, практика, інновації, присвячений ювілеєві наукової діяльності професора Юзефа Колодія* (Люблін – Замость – Львів, 21–24 верес. 2016 р.). 2016. С. 16.

27. Хом'як М. М. Прояв стабільності та пластичності сортозразків грястиці збірної (*Dactylis glomerata* L.) в умовах Передкарпаття. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 133–145.

28. Чугрій Г., Вінюков О., Бондарева О. Визначення найбільш адаптивних сортів пшениці озимої різних селекційних центрів в умовах Північного Степу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія.* 2020. № 24. С. 147–153.

29. Abo-Hegazy S. R. E., Selim T., Ashrie A. A. M. Genotype x environment interaction and stability analysis for yield and its components in lentil. *Plant Breed. Crop Sci*. 2013. Vol. 5 (5). P. 85–90.

30. Agrobiological and ecological bases of productivity increase and genetic potential implementation of new buckwheat cultivars in the conditions of the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine / A. O. Butenko et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (1). P. 162–168.

31. Eberhart S. A., Russell W. A.

24. Khomenko S. O., Fedorenko I. V., Fedorenko M. V. Homeostatic and selection value of collection samples of soft spring wheat for the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Myronivskyi visn*. 2016. No 3. P. 85–93.

25. Khomenko L. O., Sandetska N. V. Sources of complex resistance of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in adaptability selection. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Vol. 14 (3). P. 270–276. DOI: 10.21498/2518-1017.14.3.2018.145289.

26. Khomiak M. M. Influence of climate on the duration of the vegetation period *Dactylis glomerata* L. in the conditions of Precarpathia. *IX International Symposium on the problem "Climate of arable lands". Meteorology and climatology of application – theory, practice, innovation, dedicated to the Jubilee of the scientific activity of Professor Józef Kolodij* (Lublin – Zamost – Lviv, September 21–24, 2016). 2016. P. 16.

27. Khomiak M. M. Manifestation of stability and plasticity of *Dactylis glomerata* L. cultivars in the conditions of Precarpathia. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo.* 2019. Issue 65. P. 133–145.

28. Chuhrii H., Viniukov O., Bondareva O. Determination of the most adaptive varieties of winter wheat of different breeding centers in the Northern Steppe of Ukraine. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ahronomiia.* 2020. No 24. P. 147–153.

29. Abo-Hegazy S. R. E., Selim T., Ashrie A. A. M. Genotype x environment interaction and stability analysis for yield and its components in lentil. *Plant Breed. Crop Sci*. 2013. Vol. 5 (5). P. 85–90.

30. Agrobiological and ecological bases of productivity increase and genetic potential implementation of new buckwheat cultivars in the conditions of the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine / A. O. Butenko et al. *Ukrainian Journal*

Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. V. 6, № 1. P. 36–40.

32. Farshadfar M. Diversity and relationships of yield and quality traits in cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) genotypes. *Journal of Rangeland Science.* 2017. Vol. 7, Issue 3. P. 210–219.

33. Genetic Diversity and Association of EST-SSR and SCoT Markers with Rust Traits in cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.*)* / H. Yan et al. *Molecules*. 2016. V. 21 (1). 66..

34. Genotyping by Sequencing and Plastome Analysis Finds High Genetic Variability and Geographical Structure in *Dactylis glomerata* L. in Northwest Europe Despite Lack of Ploidy Variation / T. R. Hodkinson et al. *Agronomy*. 2019. Vol. 9, Issue 7. P. 342. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy9070342.

of Ecology. 2019. No 9 (1). P. 162–168.

31. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. Vol. 6, No 1. P. 36–40.

32. Farshadfar M. Diversity and relationships of yield and quality traits in cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) genotypes. *Journal of Rangeland Science.* 2017. Vol. 7, Issue 3. P. 210–219.

33. Genetic Diversity and Association of EST-SSR and SCoT Markers with Rust Traits in cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) / H. Yan al. *Molecules*. 2016. Vol. 21 (1). 66.

34. Genotyping by Sequencing and Plastome Analysis Finds High Genetic Variability and Geographical Structure in *Dactylis glomerata* L. in Northwest Europe Despite Lack of Ploidy Variation / T. R. Hodkinson et al. *Agronomy.* 2019. Vol. 9, Issue 7. P. 342. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy9070342.

Отримано 21.01.2022
Погоджено до друку 18.02.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-11
УДК 631.53.01:631.4:633.18
М. І. ЦІЛИНКО, кандидат сільськогосподарських наук
В. В. ДУДЧЕНКО, доктор економічних наук, член-кореспондент НААН
С. Г. ВОЖЕГОВ, доктор сільськогосподарських наук
Л. М. ЦІЛИНКО, науковий співробітник
Інститут рису НААН
вул. Студентська, 11, с. Антонівка Скадовського р-ну Херсонської обл., 75705, e-mail: tsilinkoluba@ukr.net

ЗАСМІЧЕНІСТЬ НАСІННЯ СОРТІВ РИСУ ТА ҐРУНТУ ЧЕРВОНОЗЕРНИМИ ФОРМАМИ ТА БУР'ЯНАМИ

Збільшення виробництва рису, як і будь-якої сільськогосподарської культури, поліпшення якісних показників вирощеної продукції у першу чергу залежить від використання якісного насіння та запровадження належних практик вирощування культури.

Метою дослідження було вивчення стану засміченності ґрунту бур'янами і насінням червонозерних формам рису залежно від категорії сортової чистоти та термінів проведення обліків.

Дослідження проводили у рисовій сівозміні дослідного поля Інституту рису НААН (с. Антонівка Скадовського р-ну Херсонської обл.). Площа дослідної ділянки – 66 м^2, облікової – 50 м^2. Досліди мали 4-разову повторність. Обліки та аналізи проводили відповідно до вимог за ДСТУ 30483-97 та за методикою А. Н. Кисельова.

Найменша засміченість посівів рису була за використання насіння розсадника розмноження, цей показник становив у сорту Віконт 0,13 %, Преміум – 0,19 % і Україна-96 – 0,38 %.

На основі результатів польових досліджень встановлено, що найбільші запаси життєздатного насіння сегеталів містяться у шарі ґрунту 0–10 см. Загальна кількість насіння різних видів бур'янів становить 12987,8 шт./м^2, півнячого проса *(Echinochloa crus-galli (*L.*)* P.Beauv.*)* – 1381,0 шт./м^2.

Удосконалення системи контролювання процесів забур'янення посівів рису з урахуванням специфіки видового складу бур'янів, що, як і культура, належать до ботанічної родини Тонконогові, обмежує здатність бур'янів формувати масу і дозволяє отримувати високі врожаї рису.

Для запобігання поширенню червонозерних форм рису та надійного контролювання проростків і сходів півнячого проса (*Echinochloa crus-galli* L.) та інших проблемних видів доцільно вести насінницьку роботу в господарствах: своєчасно проводити сортооновлення і робити сортозаміну, дотримуватися насінницьких сівозмін, виконувати сортові і видові прополки, також проводити провокаційні поливи з подальшим знищенням сходів

© Цілинко М. І., Дудченко В. В.,
Вожегов С. Г., Цілинко Л. М., 2022

падалиці червонозерних форм і бур'янів шляхом обробітку ґрунту. Під час сортових прополок потрібно видаляти всі домішки і хворі рослини, перед збиранням усі насінницькі посіви апробовувати для встановлення сортової чистоти. У насінні еліти не повинно бути червонозерних форм.

Ключові слова: рис, сорт, бур'яни, категорія насіння, врожайність.

Mykola Tsilynko, Volodymyr Dudchenko, Serhii Vozhehov, Liubov Tsilynko

Rice Institute of NAAS

Contamination of rice varieties' seeds and soil with red-grained forms and weeds

Increasing the production of rice as well as any other crop, improving the quality of cultivated products primarily depends on the use of quality seeds and introduction of good practices for growing crops.

The aim was to study the state of soil contamination with weeds and seeds of red-grained rice forms depending on the category of varietal purity and timing of accounting.

The research was carried out in the rice crop rotation of the research field of the Rice Institute of NAAS of Ukraine (Antonivka village, Skadovsk district, Kherson region). The area of the research site – 66 m^2, accounting area – 50 m^2. The experiments were repeated 4 times. Accounting and analysis were performed in accordance with the requirements of DSTU 30483-97 and the methods of A. N. Kiselyov.

The lowest pollution of rice crops was by the use of seeds in the breeding nursery, this figure was in the variety Vicont 0.13 %, Premium – 0.19 % and Ukraina-96 – 0.38%.

Based on the results of field research, it was found that the largest reserves of viable segetal seeds are contained in a 0–10 cm layer of soil. The total number of seeds of different weed species is 12987.8 pieces/m^2, rooster millet (*Echinochloa crus-galli (L.) P.Beauv.)* – 1381.0 pieces/m^2.

Improving the weed control system of rice crops, taking into account the specific species composition of weeds, which, like the culture belong to the botanical family Tonkonogi, limits the ability of weeds to form mass and allows high rice yields.

To prevent the spread of red-grained forms of rice and reliable seedlings control as well as rooster millet seedlings and other problematic species, it is advisable to conduct seed work on farms: timely varietal renewal and replacement, adhere to seed crop rotations, perform varietal and species weeding, carry out provocative waterings with the subsequent destruction of seedlings of red-grain forms and weeds by tillage. During varietal weeding it is necessary to remove all impurities and diseased plants. Before harvesting, all seed crops should be tested to establish varietal purity. Elite seeds should not have red-grained forms.

Key words: rice, variety, weeds, seed category, yield.

Вступ. Рис посівний – одна із найбільш цінних злакових культур на Землі. Його зерном харчується практично половина людства. Великою популярністю відзначаються продукти рисосіяння і в Україні.

Зараз у південних регіонах щороку збирають 65–70 тис. т рису, що становить 30–35 % від потреб внутрішнього ринку.

В Україні залишилося близько 30 тис. га рисових зрошувальних систем, але для дотримання сівозміни (зміна культур для підтримання високого рівня врожайності) щороку рисом засівають менше половини цих площ.

Науковими дослідженнями і практикою встановлено, що традиційні райони вирощування рису країни можуть повністю задовольнити потреби населення [1, 5].

Збільшення валових зборів зерна рису, поліпшення його якості є найважливішими завданнями рисосіяння, вирішення яких значною мірою залежить від ефективності селекційної роботи і науково обґрунтованого насінництва культури. Насінництво – це важлива ланка в організаційній структурі виробництва. Насінництво реалізує досягнення селекції шляхом розмноження високоврожайного насіння нових сортів і впровадження їх у виробництво [1, 8]. Ця спеціальна галузь сільськогосподарського виробництва забезпечує: розмноження високоякісного сортового насіння; зберігання в процесі розмноження всіх морфологічних ознак, біологічної чистоти й сортової якості, властивих цьому насінню і рослинам; формування високих урожайних і посівних якостей насіння спеціальними прийомами вирощування, збирання й післязбиральної обробки насіння [2]. Вчені підрахували, а практика довела, що врожаї та валові збори сільськогосподарських культур підвищуються на 20–25 % за рахунок висівання високоякісного насіння нових районованих і перспективних сортів. Насіння є одним із найважливіших незамінних засобів сільськогосподарського виробництва [6]. Через насіння з покоління в покоління передаються генетичні властивості сортів.

На якість насіння впливають оптимальні агротехнічні прийоми на насіннєвих посівах, які забезпечують умови для розвитку кожної рослини і всього посіву в цілому [9, 11]. У зв’язку з розробкою нових сівозмін для фермерських господарств після кращих попередників потрібно розробити елементи технології вирощування насіння рису нових сортів, які щойно внесені в Державний реєстр сортів рослин або проходять Державне сортовипробування і є перспективними.

Статистичний аналіз показує, що за посівними площами і валовими зборами зерна рис посідає друге місце у світі після пшениці, а за врожайністю – перше [10]. Зокрема в Україні в 2005 р. на загальній площі 21,4 тис. га врожайність дорівнювала 4,4 т/га, що на 1,5 т/га вище, ніж урожайність пшениці і на 0,1 т/га – ніж урожайність кукурудзи. Встановлено, що потенційна врожайність рису становить 20,0–25,0 т/га, тоді як у інших злакових культур цей показник досягає 10,0–12,0 т/га [12]. Також рис посівний має певні відмінності від інших зернових культур: це теплолюбна культура, її вирощують на полі, залитому шаром води від сівби до збирання [2]. Такі умови вирощування та біологічні особливості культури впливають на зниження польової схожості в межах від 30 до 50 %, що призводить до зрідженості посівів, пізнього строку дозрівання, ускладнюється збирання насіннєвих посівів та доопрацювання насіння до посівних кодицій.

В Україні створено сорти, які здатні давати високі врожаї цінного дієтичного продукту рису за різних погодно-кліматичних умов. Нові відомі сорти Інституту рису НААН – Віконт, Преміум, Онтаріо, Меридіан-32, Морячок, Фагот, Галеон, Консул.

Рис у загальному зерновому балансі нашої держави займає незначну частку, але як цінний дієтичний продукт посідає важливе місце у раціоні людини. Він належить до основних продуктів харчування 2,5 млрд людей в Азії і сотень мільйонів – на решті континентів [1]. За калорійністю рисова крупа не поступається пшениці, має високий вміст крохмалю (до 85 %), коефіцієнт засвоєння якого сягає до 96 %. Білок рису за поживною цінністю наближається до білка тваринного походження, засвоюваність – до 98 %. Рис також використовують як цінний дієтичний продукт у лікуванні серцево-судинних і шлункових захворювань [1, 5]. На теперішній час споживання рису в Південно-Східній Азії становить близько 100 кг на душу населення в рік, Африці – 40–70 кг, Латинській Америці – 50–80 кг, а в Європі – лише 5–6 кг. Більше 100 кг на людину в рік споживають у 13 країнах (Індонезія, Китай, Таїланд, В'єтнам, Малайзія та інші), а найбільше (200 кг) – у Лаосі та М'янмі [26].

Сучасний і перспективний етапи розвитку рисосіяння тісно пов'язані з вирішенням проблеми збереження галузі та забезпечення конкурентоспроможності, основою якого є стале й достатнє вирощування доброякісного зерна та виробництво продуктів його переробки. Головною метою насінництва рису є розмноження високоякісного чистосортного насіння, яке є основою високого урожаю наступних репродукцій. Агротехніка вирощування насіння

відрізняється від виробництва товарного зерна. У товарному виробництві – висока врожайність, валовий збір зерна, у насінництві пріоритетом є висока якість насіння [15, 13].

За даними Інституту рису НААН, кожен відсоток домішки червоних зерен у насінні рису знижує його врожайність на 1,5–2,0 %.

Також однією з головних перешкод на шляху отримання високих та стабільних урожаїв рису є значна кількість бур'янів, що здатні знижувати рівень урожайності від 15 до 80 %. Тому ці проблеми галузі вітчизняного рисівництва зараз є досить актуальними та вимагають детального вивчення.

Своєрідні екологічні умови рисових полів, які є наслідком щорічного затоплення їх шаром води, сприяють формуванню специфічної забур'яненості, істотно відмінної від полів, де немає зрошення [29, 20].

Видовий склад бур'янів зазвичай змінюється, як і кількість найбільш шкідливих видів у тому чи іншому районі рисосіяння [23, 27, 30].

Серед основних причин забур'яненості посівів насамперед є значні запаси життєздатного насіння та органів вегетативного розмноження бур'янів у ґрунті, що в першу чергу зумовлено порушенням чергування культур у сівозмінах, вилученням деяких технологічних операцій з обробітку ґрунту тощо [23, 24, 30].

Ефективне регулювання чисельності бур'янів можливе лише за поєднання агротехнічних, хімічних і організаційно-господарських заходів, тому потрібно враховувати характер забур'яненості, біологічні особливості і поширення найбільш злісних видів [30, 17].

Рисові бур'яни за своїми екологічними та біологічними особливостями близькі до рослин рису, швидко і значною мірою засмічують поля та можуть бути причиною втрат від 10 до 80 % врожаю [22, 26].

Однією з характерних рис багатьох видів бур'янів є їх здатність достигати раніше від рослин основної культури, що збільшує засміченість рисових чеків та чисельність бур'янів у наступних сезонах. Також важливою біологічною особливістю бур'янів є недружне проростання їх насіння [23, 25].

Сьогодні на рисових полях України існує тривожна тенденція до істотного зростання рівня потенційного засмічення орного шару ґрунту і значне поширення в посівах багаторічних видів бур'янів: частухи звичайної (*Alisma plantago-aguatica* L.), очерету тригранного (*Scirpus trigueter* L.), очерету звичайного (*Phragmites communis* Trin.), куги гострокінцевої (*Scirpus mucronatus* L.) та ін. [5, 14, 18].

За даними В. Д. Агаркова, на кожен сантиметр глибини орного горизонту доводиться 150 шт. насіння плоскух, 10 бульб бульбоочерету і близько 1600 шт. насіння і вегетативних зачатків інших бур'янів (частуха (*Alisma plantago-aguatica* L.), очерет (*Phragmites communis* Trin.), рогіз (*Typhaceae*), сусак (*Butomus*), стрілолист (*Sagittaria*), сить (*Cyperus rotundus*) та ін.).

Характерно, що близько половини (44,1 %) наявного в ґрунті запасу насіння плоскух представлено найбільш небезпечним видом – плоскухи звичайної (*Echinochloa crus-galli* L.) [23].

За відсутності достатнього рівня контролювання бур'янів у посівах вони здатні поглинути з ґрунту до 180–200 кг/га доступних форм азоту та калію і до 30–80 кг/га фосфору. Внаслідок гострої конкуренції з боку бур'янів урожайність сільськогосподарських культур знижується на 30–50 % і більше, а в деяких випадках повністю втрачається врожай [25].

Зниження рівня потенційної засміченості орного шару насінням бур'янів – процес довготривалий. Його не можна досягти короткою кампанією впродовж кількох років, як це можна зробити з багаторічними видами [26, 27].

Найбільш численним за видовою різноманітністю представником групи вологолюбних бур'янів є родина Тонконогових *(Poaceae)*, рід плоскух *(Echinochloa*).

Значної шкоди завдають різні види плоскухи – однорічних злаків з родини Тонконогових, а особливо – плоскуха рисова (*Echinochloa oryzoides* (Ard.) Fritsch).

Для визначення рівня потенційної засміченості орного шару ґрунту в рисових чеках, де було заплановано проведення польових дрібноділянкових дослідів, здійснено відбір зразків ґрунту і проведено їх аналіз [18].

Внаслідок відмивання проб ґрунту й аналізу відмитого насіння та органів вегетативного розмноження встановлено наявність таких видів бур'янів: куга гострокінцева (*Scirpus mucronatus* L.), куга розлога (*Scirpus supines* L.), бульбоочерет компактний (*Bolboschoenus compactus* Drob.), гірчак перцевий (*Persicaria hydropiper* L.), півняче просо (*Echinochloa crus galli* L.), монохорія Корсакова (*Monochoria Korsakowii* Regel. Et Maack) [29, 30].

Насіння ***куги гострокінцевої*** (*Scirpus mucronatus* L.) – чорно-бурий горішок зворотно-яйцеподібної форми, тригранний, довжиною близько 2 мм, з дрібними поперечними зморшками.

Насіння ***куги розложистої*** *(Scirpus supinus* L.) – чорний горішок, зворотно-яйцеподібної форми, гострокінцевий, довжиною близько 1–1,5 мм, з поперечними зморшками.

Вегетативні органи розмноження ***бульбоочерету компактного*** (*Bolboschoenus compactus* (Drob.)) – бульби кулястої форми до 3,5 см у діаметрі, вкриті товстим корковим шаром, що забезпечує високу механічну стійкість. Плоди – горішок чорного або темного забарвлення, завдовжки 2 мм, випукло-тригранний.

У ***гірчаку перцевого*** (*Polygonum hydropiper* L.) плід – горішок чорного чи темно-коричневого кольору з дрібнозернистою поверхнею, довжиною 2–3 мм, яйцеподібної форми, з однієї сторони плаский, з другої – випуклий.

Зернівка ***півнячого проса*** (*Echinochloa crus-galli* L.) – овальна, близько 2 мм завдовжки, темно-зеленого, іноді сірого забарвлення, блискуча, з невеликим зародком біля основи.

Насіння ***монохорії Корсакова*** (*Monochoria korsakowii* Regelet Maack) – дрібне темного кольору, знаходиться в однонасінній чи багатонасінній тригранній коробочці. Довжина насінин –1,5 мм [5].

Матеріали і методи. Дослідження проводили на полях Інституту рису НААН (с. Антонівка Скадовського р-ну Херсонської обл.). Ґрунтово-кліматична зона посушлива з достатньою кількістю сонячного світла та тепла для нормального росту і розвитку рослин рису посівного впродовж їх вегетації.

Ґрунти – темно-каштанові вторинно осолонцьовані, мають добре розвинений гумусовий профіль. Кипіння від нанесення HCl спостерігають з глибини 70 см. Ґрунт є слабкосолонцюватим. За гранулометричним складом належить до піщано-середньо-суглинкового з перевагою в орному шарі фракції піску. Крупного пилу міститься 30,0, а мулу – 21,74 %.

Предметом наших досліджень були сорти рису: Віконт, Преміум, Україна-96. У досліді вивчали формування врожаю рису та якість насіння залежно від його категорії.

Схема досліду:

1) сівба добазовим насінням рису (РВ-2, Р-1);
2) сівба базовим насінням рису (супереліта, еліта);
3) сівба сертифікованим насінням рису (І генерація);
4) сівба сертифікованим насінням рису (ІІ генерація);
5) сівба сертифікованим насінням рису (ІІІ генерація).

Для визначення запасу насіння та вегетативних органів розмноження бур’янів у горизонтах орного шару ґрунту рисових чеків

на одиницю площі (шт./м^2) було відібрано зразки відповідно до вимог методики А. Н. Кисельова двічі за сезон (навесні та після збирання врожаю) [7, 9, 12]. Відбирали зразки ґрунту за двома діагоналями поля. Поле площею 18,6 га складалося з шести чеків, у кожному було відібрано по дві проби з глибини (0–10, 10–20 і 20–30 см), загальна кількість – 36 проб.

З кожного зразка відбирали по дві наважки масою 500 г, які на ситах з отворами 0,25 мм відмивали у проточній воді. Відмиті зразки насіння різних видів бур'янів висушували і далі розбирали за видами та підраховували. Отримані цифрові показники аналізували і проводили розрахунок у відповідних горизонтах ґрунту.

Для визначення видів насіння бур'янів, його будови, морфологічних ознак використовували визначники та довідники [6, 8, 29].

Засміченість ґрунту насінням бур'янів визначали за формулою 1.

$$З_{ш.г.} = \frac{10000 \times К}{П \times Н};$$

де: З ш.г. – засміченість шару ґрунту насінням бур'янів, шт./м^2;

К – кількість насіння у зразку, шт.;

П – площа бура 9,621 см^2;

Н – кількість проб, відібраних буром на полі чи ділянці, шт.;

10 000 – площа 1 м^2.

Насіння, відібране з горизонту ґрунту 10–20 см, перевірено на життєздатність методом фарбування тетразолом. Для цього згідно з методикою було висіяно по 50 насінин бур'янів у чотирьох повтореннях на зволоженому фільтрувальному папері, пророщування здійснювали у термостаті за температури +20...+25 °С протягом 30 діб. Облік насінин, що проросли, проводили через кожні 3 доби.

Після закінчення періоду пророщування в чашки з насінням, яке не проросло, наливали 10 мл 0,5 % розчину хлор феніл-тетразолію хлористого і через 24 год експозиції в темному термостаті за температури +20 °С визначали під бінокуляром (10-разове збільшення) після роздавлювання насінних оболонок кількість мертвих насінин з коричневим вмістом, а також насіння, що перебувало в ендогенному спокої (тканини, забарвлені в червоний колір), і тверде насіння в екзогенному спокої з білим кольором тканин (живе насіння).

До насіння, що мало ознаки життя, відносили половинки насінин з зафарбованим зародком (у нерозрізаних насінин вони повністю зафарбовані), а також з інтенсивно зафарбованими великими плямами на зародку (корінцях і сім'ядолях).

До мертвих відносили половинки насінин з незафарбованим зародком, з слабозафарбованим кінчиком корінця зародка. Живе насіння визначали у відсотках як середнє арифметичне результатів аналізу 2 проб, відхилення між показниками окремих проб допускалося не більше 2 % за життєздатності насіння 99–100 %; 3 % – 97,0–98,9 %; 4 % – 95,0–96,9 %; 5 % – 92,0–94,9 %. У випадках розбіжності результатів аналізу 2 проб на величину, яка перевищувала прийнятне відхилення, визначення рівня життєздатності насіння повторювали.

Схема досліду «Оцінка рівня потенційної засміченості орного шару ґрунту у рисових чеках насінням бур'янів»:

1) засміченість горизонту ґрунту 0–10 см насінням бур'янів, шт./м^2;

2) засміченість горизонту ґрунту 10–20 см насінням бур'янів, шт./м^2;

3) засміченість горизонту ґрунту 20–30 см насінням бур'янів, шт./м^2.

Результати та обговорення. Основним джерелом засмічення є домішка червоних зерен у посівному матеріалі, причому воно зростає із збільшенням терміну використання насіння в господарствах [5, 16, 25]. Слід відзначити, що засміченість насіння рису червонозерними формами лімітується Державним стандартом України «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості», технічними умовами ДСТУ 2240-93 (табл.).

Допустимі домішки червонозерних форм у посівах рису при польовій апробації

Категорії сортової чистоти	Норми сортової чистоти, не менше, %	Сортова домішка, %	
		всього	зокрема червонозерні форми, не більш
ДБ	99,8	0,2	0,0
БН	99,5	0,5	0,1
СН I–III	98,5	2,0	0,5
СНn	97,0	5,0	1,0

У насіння червонозерні форми потрапляють під час збирання засмічених посівів рису, а також складування, післязбиральної обробки, сушіння, зберігання і сівби, якщо не застосовано заходів щодо запобігання механічному змішуванню насіння різних сортів і репродукцій, насіннєвого рису з продовольчим [3].

Одним з джерел засмічення є ґрунт. Під час збирання врожаю насіння червонозерних форм осипається на поверхню ґрунту. На сильно засмічених ділянках його буває до 500–700 шт./м². Під час оранки, планування та передпосівної обробки воно заробляється в ґрунт, зберігає життєздатність та навесні дає сходи (падалиці) [4]. За сівби рису після рису більше двох років ґрунт є головним джерелом засмічення.

Також багато залежить від способу збирання врожаю. За роздільного збирання осипається значно більше червонозерних форм, ніж під час прямого комбайнування [28].

У науковій літературі поширені точки зору щодо виникнення «червоних» форм у зв'язку з перезапиленням з дикими червонозерними формами. «Червоний рис, що з'являється в результаті природного схрещування, у всьому схожий з культурними сортами, за винятком червоного забарвлення зерна. Короткі, середні, довгі зернівки червоного рису утворюються, ймовірно, в результаті природної гібридизації між оброблюваними сортами відповідного типу і червоним рисом», – пише Д. Гріст. «Засмічення рисових полів відбувається і в результаті перезапилення сортів, що районовані, з червонозерними формами», – пишуть А. І. Апрод та ін. (1986 р.). «Виникнення червонозерних форм зазвичай пояснюється природним схрещуванням, що часто спостерігається, і утворенням гібридів», – вважає С. А. Мазурін (1981 р.). Вірогідність перезапилення збільшується, якщо насіннєві посіви розташовані близько від ділянок товарного рису, сильно засмічених червонозерними формами. Ці форми можуть також потрапити на поля з поливною водою, переносяться птахами і гризунами.

Аналізуючи дані рис. 1, слід зазначити, що внаслідок порушення технології вирощування насінницьких посівів відбувається засмічення насіння рису червонозерними формами, яке перевищує допустимі норми, встановлені Державним стандартом України. За отриманими даними, найвищу засміченість відзначено в сорту Преміум у третій репродукції, де вона становила 38,37 %, у сорту Віконт – 6,28 % і Україна-96 – 7,27 %. Найменшу засміченість відзначали в розсаднику розмноження. Отже, після збирання врожаю

засміченість червоним рисом у розсаднику розмноження становила у сорту Віконт – 0,13 %, Преміум – 0,19 % і Україна-96 – 0,38 %.

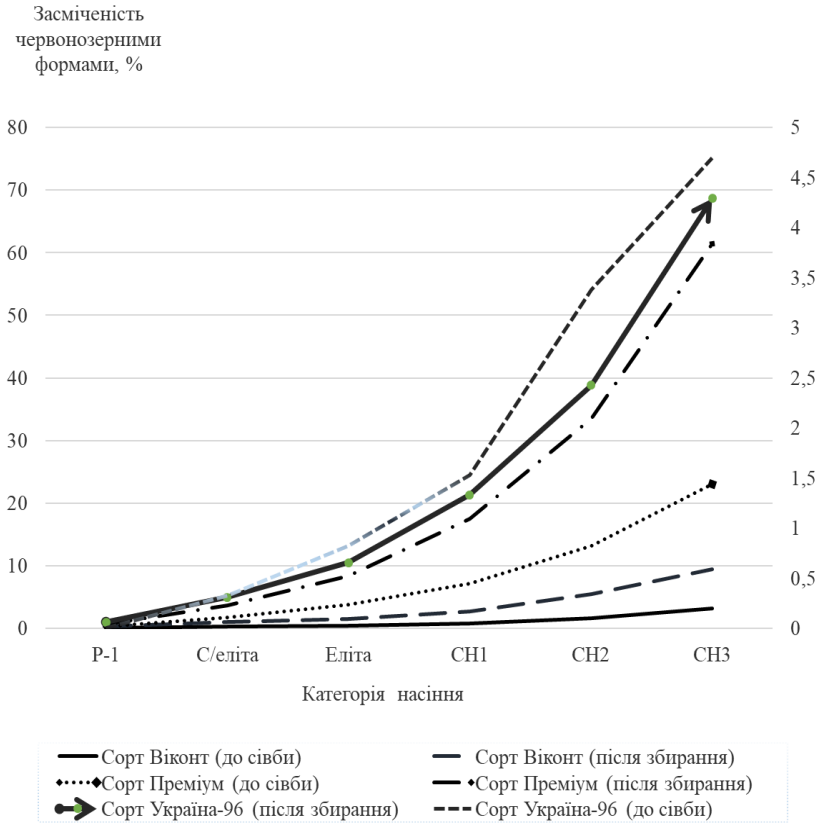


Рис. 1. Засміченість червонозерними формами рису залежно від категорії насіння (середнє за 2016–2018 рр.)

Крім цього, на сьогодні однією з головних перешкод для отримання високих врожаїв рису також є велика кількість бур'янів.

За основними морфологічними ознаками насіння розділили за видами та визначили їх чисельність в орному шарі ґрунту.

Проби ґрунту відбирали кожного року протягом 2018–2020 рр. два рази: навесні та восени.

Впродовж трьох років відбору зразків ґрунту найбільшу чисельність насіння бур'янів було зафіксовано в орному шарі в горизонті 0–10 см – 76 083 шт./м^2, 10–20 см – 72 009 шт./м^2 та 67 711 шт./м^2 на глибині 20–30 см.

Домінуючим видом за запасами насіння в орному шарі ґрунту за три роки була куга гострокінцева (*Schoenoplectus mucronatus* L.) – 37 871; 35 515 та 27 769 шт./м^2. Бульбоочерет (*Bolboschoenus* (Asch.) Palla) було визначено лише в горизонті 0–10 см (6,0 шт./м^2). Високу чисельність насіння було відзначено в горизонті 10–20 см та 20–30 см у гірчаку перцевого (*Persicaria hydropiper* L.) – 5517 та 7348 шт./м^2.

Насіння північного проса (*Echinochloa crus-galli* L.) в горизонті орного шару 20–30 см мало найменші запаси (4822 шт./м^2) порівняно з іншими відібраними вище пробами ґрунту: 0–10 см – 6028 шт./м^2, 10–20 см – 5656 шт./м^2.

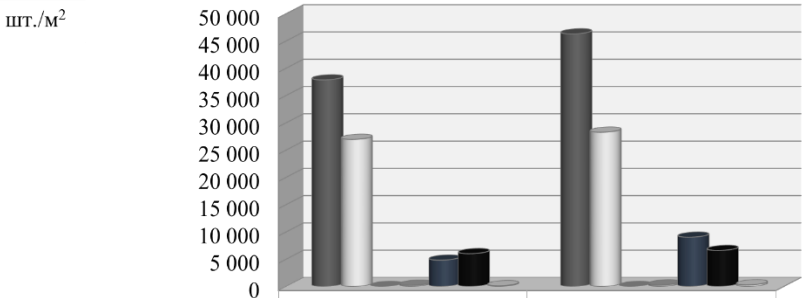
Восени згідно зі схемою досліджень також було відібрано зразки ґрунту для аналізу.

Якщо проаналізувати верхній шар ґрунту (0–10 см), то кількість насіння бур'янів за три роки проведення досліджень проявляла тенденцію до зростання.

Показники свідчать, що після збирання врожаю рису посівого в горизонті орного шару 0–10 см за три роки досліджень чисельність насіння бур'янів збільшується в середньому до 90 824 шт./м^2 за рахунок присутності північного проса (*Echinochloa crus-galli* L.) – 6607 шт./м^2, куги гострокінцевої (*Schoenoplectus mucronatus* L.) та появи монохорії Корсакова (*Monochoria korsakowii* Regelet Maack) – 297 шт./м^2.

Збільшення рівня засміченості верхнього горизонту ґрунту насінням восени може бути пояснене достиганням та осипанням насіння бур'янів, що було сформоване у поточному році. Загальна чисельність насіння бур'янів за три роки проведення аналізів зросла на 16 % (рис. 2).

Якщо порівняти запаси насіння бур'янів навесні та восени, проаналізувавши лише шар ґрунту 0–10 см, то збільшення за три роки відбулося в середньому на 26 %. Найбільший відсоток зростання запасів насіння і за три роки у монохорії Корсакова (*Monochoria korsakowii* Regelet Maack) – 51 % та у гірчаку перцевого (*Persicaria hydropiper* L.) – 46 %.



	весна	осінь
Куга гострокінцева	37 871	46 305
Куга розложиста	26 964	28 280
Бульбоочерет компактний	6	9
Частуха звичайна	231	289
Гірчак перцевий	4839	9037
Просо півняче	6028	6607
Монохорія Корсакова	144	297

Рис. 2. Зміни запасів насіння бур'янів (шт./м^2) у горизонті 0–10 см орного шару ґрунту (середнє за 2018–2020 рр.)

З визначених видів бур'янів одним з найбільш проблемних у посівах рису посівного є півняче просо (*Echinochloa crus-galli* L.), що вимагає постійного контролювання і є основним конкурентом рослинам рису у процесі вегетації.

На рис. 3 відображено динаміку кількості насіння півнячого проса (*Echinochloa crus-galli* L.) у різних шарах ґрунту за періодами відбору проб ґрунту.

Так, найбільші запаси насіння півнячого проса (*Echinochloa crus-galli* L.) у середньому за три роки досліджень були зафіксовані восени у горизонті орного шару ґрунту 0–10 см і після збирання врожаю культури становили 6607 шт./м^2, що на 8,8 % перевищувало кількість насіння, визначену навесні. Запаси насіння у ґрунтовому шарі 0–20 см восени були 531 шт./м^2 та у шарі ґрунту 20–30 см – на рівні 566 шт./м^2, що значно не перевищувало показники весняних аналізів.

Основним джерелом поповнення запасів насіння бур'янів верхніх шарів ґрунту восени є його обсипання з рослин, що закінчили вегетацію. Такі рослини бур'яну не були знищені обробкою гербіцидами навесні.

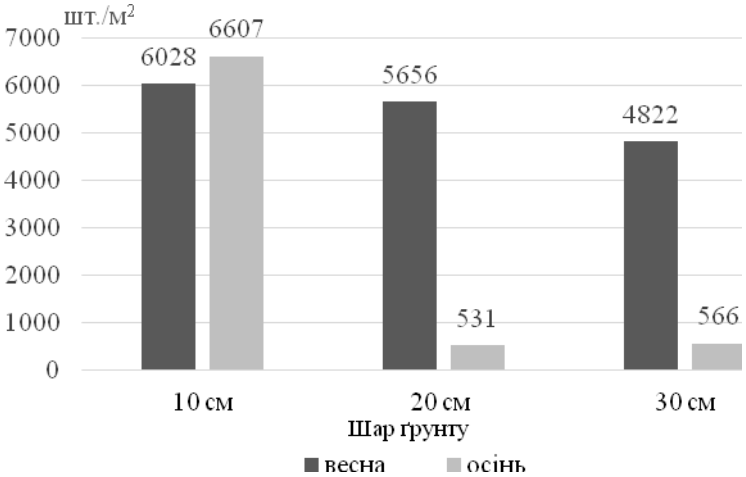
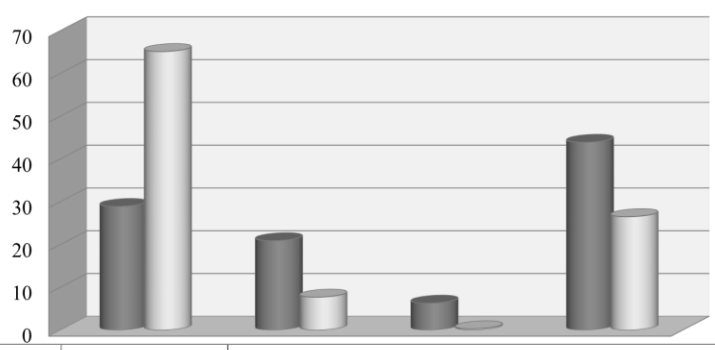


Рис. 3. Потенційна засміченість насінням півнячого проса *Echinochloa crus galli* L. (шт./м^2) горизонтів орного шару ґрунту, (середнє за 2018–2020 рр.)

Одночасно з визначенням запасів насіння бур'янів у орному шарі ґрунту було встановлено присутність живого насіння у відмитих пробах (рис. 4).

За три роки досліджень встановлено, що найбільший запас відмитого насіння знаходився в шарі ґрунту 0–10 см. Із загальних запасів кількість живого насіння (сума насіння, яке проростало протягом 20 діб або перебувало у стані біологічного спокою) досягала 43,0 та 6,3 %. Лише 28,9 % відмитого насіння проростало протягом пророщування (20 діб) у термостаті відповідно до вимог загальноприйнятої методики. У куги гострокінцевої (*Schoenoplectus mucronatus* L.) у середньому проростало 7,7 % насіння. Насіння, яке після обробки 0,5 % тетразолом і під час розрізування мало коричневе забарвлення, було мертвим.



Види бур'янів	Мертве насіння	Живе насіння		
	коричневий колір	проросле насіння	червоний колір, ендогенний спокій	білий колір, ендогенний спокій
Півняче просо	28,9	20,9	6,3	43,9
Куга гострокінцева	65,1	7,7	0,3	26,5

Рис. 4. Запаси живого насіння (% до відмитого) у горизонті ґрунту 0–10 см (середнє за 2018–2020 рр.)

Висновки

1. При вирощуванні рису існує проблема засміченості ґрунту і посівів червонозерними формами рису та насінням різних видів бур'янів.

2. У результаті проведених досліджень відзначено засміченість у сорту Преміум в третій репродукції 38,37 %, у сорту Віконт – 6,28 % і Україна-96 – 7,27 %. Найменшу засміченість червоним рисом відзначали у розсаднику розмноження: у сорту Віконт – 0,13 %, Преміум – 0,19 % і Україна-96 – 0,38 %.

3. Найбільші запаси життєздатного насіння сегеталів містяться в шарі ґрунту 0–10 см. Загальна кількість насіння різних видів бур'янів становить 12987,8 шт./м^2, півнячого проса *(Echinochloa crus-galli (*L.*)* P.Beauv.*)* – 1381,0 шт./м^2.

Список використаної літератури

1. Вожегов С. Г. Теоретичне та агроекологічне обґрунтування технологій вирощування сільськогосподарських культур в рисових сівозмінах : дис. д-ра с.-г. наук : 06.01.02. Херсон, 2016. 387 с.

2. Диверсифікація виробництва

References

1. Vozhehov S. H. Theoretical and agroecological substantiation of technologies of cultivation of agricultural crops in rice crop rotations : dis. d. agric. sciences : 06.01.02. Kherson, 2016. 387 p.

2. Diversification of rice production

рису як перспективний напрям формування конкурентоспроможності продукції галузі рисівництва в Україні / В. В. Дудченко та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2014. Вип. 87. С. 33–39.

3. Дудченко Т. В. Поява стійкості до гербіцидів в бур'янів рисового поля. *Зрошуване землеробство*. 2015. Вип. 63. С. 44–46.

4. Дудченко Т. В. Стратегія управління стійкістю бур'янів до гербіцидів. *Агроном*. 2019. № 1. С. 56–64.

5. Іващенко О. О., Іващенко О. О. Загальна гербологія. Київ : Фенікс, 2019. 702 с.

6. Макрушин М. М., Маркушина Е. М. Насінництво. Гетероспермія та її використання в селекції і насінництві. Сімферополь : ВД «Аріал», 2012. С. 82–95.

7. Методики проведення досліджень у буряківництві / М. В. Роїк та ін. ; під заг. ред. М. В. Роїка та Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 374 с.

8. Мирошніченко М. Б. Дрібне насіння – міцне насіння. *Насінництво*. 2009. № 2. С. 1–2.

9. Рекомендації з науково обґрунтованої технології виробництва високоякісного насіння рису нових сортів / В. В. Дудченко та ін. Херсон : Грінь Д. С., 2015. 32 с.

10. Старшук В. А. Підвищення ефективності функціонування рисових зрошувальних систем України. Вид. 2-ге, доп. та перероб. Київ, 2019. 368 с.

11. Урожайність та посівні якості насіння рису залежно від застосування мікродобрив / С. Г. Вожегов та ін. *Зрошуване землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2014. Вип. 61. С. 78–80.

12. Цілинко Л. М. Вплив проса півнячого – (*Echinochloa crus galli* L.) на рівень урожайності посівів рису посівного – (*Oryza sativa* L.). *Colloquium – journal*. 2021. № 2 (89). С. 29–35.

13. A survey of weed seed contamination of rice paddy in Cambodia as a promising direction for the formation of competitiveness of rice products in Ukraine / V. V. Dudchenko et al. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2014. Issue 87. P. 33–39.

3. Dudchenko T. V. The emergence of herbicide resistance in rice field weeds. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2015. Issue 63. P. 44–46.

4. Dudchenko T. V. Herbicide resistance management strategy. *Ahronom*. 2019. No 1. P. 56–64.

5. Ivashchenko O. O., Ivashchenko O. O. General herbology. Kyiv : Feniks, 2019. 702 p.

6. Makrushyn M. M., Markushyna E. M. Seed production. Heterospermia and its use in breeding and seed production. Simferopol : VD «Arial», 2012. P. 82–95.

7. Methods of research in beet growing / M. V. Roik et al. ; pid zah. red. M. V. Roika ta N. H. Hizbullina. Kyiv : FOP Korzun D. Yu., 2014. 374 p.

8. Myroshnichenko M. B. Small seeds are strong seeds. *Nasinnytstvo*. 2009. No 2. P. 1–2.

9. Recommendations on scientifically sound technology for the production of high quality rice seeds of new varieties / V. V. Dudchenko et al. Kherson : Hrin D. S., 2015. 32 p.

10. Starshuk V. A. Improving the efficiency of rice irrigation systems in Ukraine. Vyd. 2-he, dop. ta pererob. Kyiv, 2019. 368 p.

11. Yield and sowing qualities of rice seeds depending on the use of microfertilizers / S. H. Vozhehov et al. *Zroshuvane zemlerobstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2014. Issue 61. P. 78–80.

12. Tsilynko L. M. Influence of rooster millet – (*Echinochloa crus galli* L.) on the level of yield of rice crops – (*Oryza sativa* L.). *Colloquium – journal*. 2021. No 2 (89). P. 29–35.

13. A survey of weed seed contamination of rice paddy in Cambodia / R. J. Martin et al. *Weed Research*. 2017. Vol. 57, Iss. 5. P. 333–341.

14. Andreasen C., Jensen H. A., Jensen S. M. Decreasing diversity in the

/ R. J. Martin et al. *Weed Research*. 2017. Vol. 57, Iss. 5. P. 333–341.

14. Andreasen C., Jensen H. A., Jensen S. M. Decreasing diversity in the soil seed bank after 50 years in Danish arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2018. Vol. 259. P. 61–71.

15. Barret S. C., Harder L. D. The ecology of mating and its evolutionary consequences in seed plants. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 2017. Vol. 48. P. 135–157.

16. Better performance of germination in hyperosmotic solutions in conspecific weedy rice than cultivated rice / Yuan Wang et al. *Journal of Systematics and Evolution*. 2019. Vol. 57, Iss. 5. P. 519–529. DOI: https://doi.org/10.1111/jse.12495.

17. Challenges and responses to ongoing and projected climate change for dryland cereal production systems throughout the world / G. O'Leary et al. *Agronomy*. 2018. Vol. 8. P. 34.

18. Competitive ability of rotational crops with dryland organic wheat production systems / N. E. Tautges et al. *Reneweble Agriculture and Food Systems*. 2017. Vol. 32. P. 57–68.

19. Gene flow from single and stacked herbicide-resistant rice (Oryza sativa): modeling occurrence of multiple herbicide-resistant weedy rice / J. Dauer et al. *Pest Management Science*. 2018. Vol. 74. P. 348–355. DOI: https://doi.org/10.1002/ps.4711.

20. Hatcher P. E., Froud-Williams R. J. Weed Research: Expanding Horizons. 2017. DOI: https://doi.org/10.1002/9781119380702.

21. Heap I. M. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. URL: https://www.weedscience.org/Home.aspx (last accessed: 20.12.2018).

22. Inefficiency of manual weeding in rainfed rice systems affected by parasitic weeds / S. Akahoua N'cho et al. *Agricultural Economics*. 2019. Vol. 50, Iss. 2. P. 151–163.

soil seed bank after 50 years in Danish arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2018. Vol. 259. P. 61–71.

15. Barret S. C., Harder L. D. The ecology of mating and its evolutionary consequences in seed plants. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 2017. Vol. 48. P. 135–157.

16. Better performance of germination in hyperosmotic solutions in conspecific weedy rice than cultivated rice / Yuan Wang et al. *Journal of Systematics and Evolution*. 2019. Vol. 57, Iss. 5. P. 519–529. DOI: https://doi.org/10.1111/jse.12495.

17. Challenges and responses to ongoing and projected climate change for dryland cereal production systems throughout the world / G. O'Leary et al. *Agronomy*. 2018. Vol. 8. P. 34.

18. Competitive ability of rotational crops with dryland organic wheat production systems / N. E. Tautges et al. *Reneweble Agriculture and Food Systems*. 2017. Vol. 32. P. 57–68.

19. Gene flow from single and stacked herbicide-resistant rice (Oryza sativa): modeling occurrence of multiple herbicide-resistant weedy rice / J. Dauer et al. *Pest Management Science*. 2018. Vol. 74. P. 348–355. DOI: https://doi.org/10.1002/ps.4711.

20. Hatcher P. E., Froud-Williams R. J. Weed Research: Expanding Horizons. 2017. DOI: https://doi.org/10.1002/9781119380702.

21. Heap I. M. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. URL: https://www.weedscience.org/Home.aspx (last accessed: 20.12.2018).

22. Inefficiency of manual weeding in rainfed rice systems affected by parasitic weeds / S. Akahoua N'cho et al. *Agricultural Economics*. 2019. Vol. 50, Iss. 2. P. 151–163.

23. Interference of weeds in seedlings of four neotropical tree specie / Monquero Pa et al. *Acta Scienciarum Agronomy*. 2015. No 37. P. 219–232.

23. Interference of weeds in seedlings of four neotropical tree specie / Monquero Pa et al. *Acta Scienciarum Agronomy*. 2015. № 37. P. 219–232.

24. Introgression of Clearield rice crop traits into weedy red rice outcrosses / V. Singh et al. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 207. P. 13–23.

25. Invasion science: a horizon scan of emerging challenges and opportunities / A. Ricciardi et al. *Trends in Ecology & Evolution*. 2017. Vol. 32. P. 464–474.

26. Seed retention of winter annual grass weeds at winter wheat harvest maturity shows potential for harvest weed seed control / N. Soni et al. *Weed Technology*. 2019. Vol. 34 (2). P. 266–271.

27. Shading decreases rice yield by impeding grain-filling progress after heading / Qiu-Ping Li et al. *Agronomy Journal*. 2020. Vol. 112, Iss. 5. P. 4018–4030. DOI: https://doi.org/10.1002/agj2.20372.

28. Swanton C. J., Nkol R., Blakshaw R. E. Experimental methods for crop-weed competition studies. *Weed Science*. 2015. Vol. 63. P. 2–11.

29. Tsilinko L. M. Ecological protection of rice seeds from weeds. *European Journal of Technical and Natural Sciences*. 2021. № 1/2. P. 28–33. DOI: https://doi.org/10.29013/AJT-21-1.2-27-30.

30. Weed resistance to syntetic auxin herbicides / R. Bust et al. *Pest Management Science*. 2018. Vol. 74. P. 2265–2276.

23. Interference of weeds in seedlings of four neotropical tree specie / Monquero Pa et al. *Acta Scienciarum Agronomy*. 2015. № 37. P. 219–232.

24. Introgression of Clearield rice crop traits into weedy red rice outcrosses / V. Singh et al. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 207. P. 13–23.

25. Invasion science: a horizon scan of emerging challenges and opportunities / A. Ricciardi et al. *Trends in Ecology & Evolution*. 2017. Vol. 32. P. 464–474.

26. Seed retention of winter annual grass weeds at winter wheat harvest maturity shows potential for harvest weed seed control / N. Soni et al. *Weed Technology*. 2019. Vol. 34 (2). P. 266–271.

27. Shading decreases rice yield by impeding grain-filling progress after heading / Qiu-Ping Li et al. *Agronomy Journal*. 2020. Vol. 112, Iss. 5. P. 4018–4030. DOI: https://doi.org/10.1002/agj2.20372.

28. Swanton C. J., Nkol R., Blakshaw R. E. Experimental methods for crop-weed competition studies. *Weed Science*. 2015. Vol. 63. P. 2–11.

29. Tsilinko L. M. Ecological protection of rice seeds from weeds. *European Journal of Technical and Natural Sciences*. 2021. No 1/2. P. 28–33. DOI: https://doi.org/10.29013/AJT-21-1.2-27-30.

30. Weed resistance to syntetic auxin herbicides / R. Bust et al. *Pest Management Science*. 2018. Vol. 74. P. 2265–2276.

Отримано 14.12.2021
Погоджено до друку 12.02.2022

ТВАРИННИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-12
UDC 636.082:636.082.23
M. I. KOHUT, V. M. BRATIUK, candidates of agricultural sciences
Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, v. Obroshyne, Lviv district, Lviv region, 81115, e-mail: kohut_maria@ukr.net

EVALUATION OF THE COWS' EXTERIOR OBTAINED BY DIFFERENT SELECTION OPTIONS

The highest form of selection and breeding work in animal husbandry is the breeding of animals by the lines. However, the productivity of animals depends not only on their belonging to the lines, but also on the compatibility in the lines. Having found successful combinations, you can use their best options in further selection and breeding work for the selection of parent pairs in order to obtain offspring of the desired quality. The question of studying the exterior of the firstborn by a linear assessment of body structure remains relevant. Identifying the shortcomings of the body structure of the firstborn allows to reject such animals and the the herd of individuals with a strong constitution.

The article presents the results of linear evaluation of first-born cows obtained from interlinear and intralinear selection variants, by type. The group of offspring from the interlinear combination was represented by the first-born cows of Chif 1427381 x Starbuck 352790, and from the in-line combination – Elevation 1491007 x Elevation 1491007 animals. According to the visual assessment, it was established that for the assessed first-borns were inherent features of well-defined milk type, average fatness, proportional development of all parts of the body. The animals are of medium height, deep and broad in chest, long, straight and wide back, with wide buttocks, strong limbs and hooves. The udder of the estimated first-born is bath-shaped, the teats are cylindrical. However, it was found that the best offspring were the descendants of the cross of Chif line 1427381 x Starbuck 352790. At the same time in height in the sacrum, they outperformed peers obtained from interlinear selection by 7.4 % ($p \leq 0.01$), chest width - 10,2 % ($p \leq 0.001$) and the length of the teats - 18.7 % ($p \leq 0.001$). Visual evaluation showed that the firstborn of the combination of line Elevation 1491007 x Elevation 1491007 is 9.2 % better attachment of the front of the udder. No differences were found on such features of linear assessment as milk type, fatness, pelvic limb angle and hoof angle between animals of different genealogical affiliation. Their values corresponded to the average estimate.

Key words: line, crosses, exterior, linear evaluation of cows by type, interlinear selection, intraline selection.

© Kohut M. I., Bratiuk V. M., 2022

Когут М. І., Братюк В. М.
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

Оцінка екстер'єру корів, отриманих від різних варіантів підбору

Найвищою формою селекційно-племінної роботи у скотарстві є розведення тварин за лініями. Проте продуктивність тварин залежить не лише від їх приналежності до ліній, але і від поєднуваності в лініях. Виявивши вдалі поєднання, можна використовувати їх найкращі варіанти у подальшій селекційно-племінній роботі для проведення підборів батьківських пар з метою отримання нащадків бажаної якості. Актуальним залишається питання вивчення екстер'єру первісток за лінійною оцінкою будови тіла. Виявлення недоліків будови тіла у первісток дозволить вибраковувати таких тварин і залишати в стаді особин з міцною конституцією.

Наведено результати лінійної оцінки корів-первісток, отриманих від міжлінійного та внутрішньолінійного варіантів підбору, за типом. Групу нащадків від міжлінійного поєднання представляли первістки кросу Чіфа 1427381 х Старбака 352790, а від внутрішньолінійного – поєднання ліній Елевейшн 1491007 х Елевейшн 1491007. Екстер'єрна оцінка показала, що досліджувані тварини мають міцну конституцію та всі риси габітусу, характерного для худоби молочних порід. За візуальною оцінкою встановлено, що оціненим первісткам притаманні риси добре вираженого молочного типу, середня вгодованість, пропорційний розвиток усіх частин тіла. Тварини мають середній ріст, глибокі та широкі груди, довгу, пряму та широку спину, широкі крижі, міцні кінцівки та ратиці. Вим'я в оцінених первісток ванноподібної форми, дійки цилідричні. Проте встановлено, що кращими за оцінкою виявилися нащадки від кросу ліній Чіфа 1427381 х Старбака 352790. При цьому за висотою в крижах вони переважали ровесниць, отриманих від міжлінійного підбору, на 7,4 % ($p \leq 0,01$), за шириною грудей – на 10,2 % ($p \leq 0,001$) та довжиною дійок – на 18,7 % ($p \leq 0,001$). Візуальною оцінкою встановлено, що у первісток від поєднання ліній Елевейшн 1491007 х Елевейшн 1491007 на 9,2 % краще прикріплення передньої частини вимені. За такими ознаками лінійної оцінки як молочний тип, вгодованість, кут тазових кінцівок, кут ратиць між тваринами різної генеалогічної приналежності різниці не встановлено. Їх величини відповідали середній оцінці.

Ключові слова: лінія, кроси, екстер'єр, лінійна оцінка корів за типом, міжлінійний варіант підбору, внутрішньолінійний варіант підбору.

Introduction. In modern practical breeding of cattle, in particular in dairy farming, the evaluation of cows by exterior is important [1, 2, 19, 20]. This is due to the fact that the indicators of this trait often affect the economic and useful traits of animals. There is a relationship between type and performance [3, 4]. The habit of a dairy cow is quite strict in requirements. First of all is emphasized the value of those articles of body structure of which are directly relied with productivity [3]. Cows should have a clear milk type, harmonious body structure, strong constitution, well-

developed dairy system, bath-shaped udder, strong attachment of the front and rear lobes of the udder, straight limbs, strong hooves and other signs [25, 26]. The situation in herds can be improved through the effective use of bulls on the basis of exterior features [18, 24, 29, 30]. Daughters of breeding bulls in different ways inherit the features of the exterior, which is characterized by significant variability [22, 23, 27, 28], which allows appropriate selection and selection in herds by type and milk productivity [10, 12, 16, 17].

Breeding by the lines is the main method of improving breeds and herds of cattle [19]. This method involves both in-line selection and cross-lines, breeding use of which provides effective improvement of the herd or breed as a whole [3]. Different selection options affect the economic and useful characteristics of livestock in different ways [11, 13, 14, 16, 23, 25]. Both in-line combination and in-line crossing can improve the exterior [5–8, 21]. Given the need to typify the herds of black-and-white cattle by exterior, the aim of our task was to evaluate the first-born cows by type, taking into account their origin from individual options for selection of parent pairs by linear affiliation.

Materials and methods. The study was conducted on first-born cows in the State Enterprise "Radekhivske" of the Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS. Linear assessment of first-born cows by type - in accordance with the guidelines "Linear classification of dairy cows and dairy-meat breeds by type" [9]. The method of linear classification involves the assessment of first-born cows on 2–4 month of lactation by two systems: 1) linear description of individual features of the exterior on a 9-point scale, describing 17 mandatory and 4 additional features of the exterior; 2) assessment of complex traits on a 100-point scale, taking into account four sets of breeding traits that characterize the severity of the milk type, body development, limb condition and morphological qualities of the udder. The total score is determined by the method of the sum of the products obtained by multiplying the number of points for the score of each group of exterior features by the corresponding weighting factor.

The probability of the obtained data was estimated on the basis of Student's test [15], where * - $P \leq 0.5$, ** - $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$.

Results and discussion. Differences in the phenotypic manifestations of exterior features in first-born cows have been established. The results of the linear evaluation of the subjects on the mandatory characteristics of the type are given in Table 1.

1. Mandatory linear traits of first-born cows (M ± m, n = 30)

Indicators	Combination of lines	
	Interlinear combination	Intralinear combination
	Chief 1427381 x Starbuck 352790	Elevation 1491007 x Elevation 1491007
Growth (height in the buttocks)	5,8 ± 0,09**	5,4 ± 0,08
Chest width	6,5 ± 0,10***	5,9 ± 0,14
Body depth	5,6 ± 0,12	5,4 ± 0,8
Dairy type (angularity)	5,0 ± 0,08	5,0 ± 0,9
Slope back	5,2 ± 0,13	5,1 ± 0,10
Rear width	5,3 ± 0,7	5,3 ± 0,6
Angle of the pelvic limbs	5,0 ± 0,6	5,0 ± 0,12
Posture of the pelvic limbs	5,2 ± 0,10	5,1 ± 0,11
Hoe angle	5,0 ± 0,11	5,0 ± 0,11
Fat content	5,0 ± 0,01	5,0 ± 0,03
Front udder attachment	5,4 ± 0,12	5,9 ± 0,09**
Rear udder attachment	5,8 ± 0,12	5,9 ± 0,09
Central ligament	6,9 ± 0,8	6,7 ± 0,10
Udder depth	5,2 ± 0,08	5,0 ± 0,10
Location of the front teats	5,4 ± 0,13	5,1 ± 0,12
Location of the rear teats	5,2 ± 0,12	5,3 ± 0,14
Length of the teats	5,7 ± 0,12***	4,8 ± 0,12

Growth, according to the linear classification is estimated by the height in the sacrum. Cross-bred cows had a higher growth rate – in Chief 1427381 x Starbuck 352790 – 5.8 points, which is higher than the average level (5.0 points) by 7.4 % of the cows obtained from the interlinear selection option. On this basis, they are likely to outperform their peers in the in-line combination by 0.4 points ($P \leq 0.01$).

The strength of the physique is shown by such features of the front part of the torso as the width of the chest and the depth of the torso. The first-born cows from the interline selection variant of Chief 1427381 x Starbuck 352790 received 6.5 points for breast width, which is 0.6 points or 10.2 % higher than their peers from the intraline selection option ($P \leq 0.001$). Carcass depth according to the classification is roughly estimated as the "average depth" in cows obtained from both selection options.

Milk type (angularity) in both interlinear and intralinear versions is estimated at 5 points, ie these animals in terms of body structure correspond to the milk type.

The inclination of the buttocks was assessed by a conditionally drawn line at the level of the upper points of the macula and sciatic hump. The best option, corresponding to 5 points, is a slope of 3–4 cm. Its significance is that the position of the rear significantly affects the reproductive capacity of cows. The buttocks in the evaluated first-born cows of both selection options are evaluated almost as the best option.

An important external feature in the system of linear evaluation of dairy cattle is the width of the buttocks (estimated the distance between the caudal protrusions of the buttocks). Cows of both selection options on average received the same score for this indicator – 5.3 points, which indicates the above-average development of this trait.

A sign that significantly affects the strength of the limbs and on which the duration of use of animals in the herd depends, is the value of the angle formed by the hocks (angle of the pelvic limbs). In both versions firstborns have an average angle (5.0 points) for this feature.

When viewed from behind, the pelvic limbs of first-born cows in the herds of both farms are straight, wide and parallel, and are also rated at an average score of 5.0.

For the posture of the pelvic limbs of the animal from the interlinear version of the selection received a score of 5.2 points, and from the intralinear – 5.1 points.

The angle of the hoof is evaluated on the opposite scale – for the sharp hoof set the minimum score, for the obtuse angle – the maximal. The average value of the angle of the hooves in the first-born cows of the above herds was 5.0 points (according to a linear estimate, this corresponds to the average severity of the angle). In all animals, the hooves correspond to the classification of linear evaluation as strong, short, with a high heel, with a medium size inter-hoof slit.

An important indicator of linear classification is the degree of development of the dairy system. When classifying dairy cows according to a set of external features with their independent evaluation on a 100-point scale, the largest share (40 % for dairy and 35 % for combined breeds) is occupied by a set of features that characterize the structure of their udder. A firmly attached udder is the most desirable feature and is rated the highest. The height of the attachment of the back of the udder is an indicator of the potential of the cow to high milk yields. The importance of the central ligament and the depth of the udder are also important.

The attachment of the anterior lobes of the udder on a 9-point scale was higher in cows from the intralinear selection of lines Elevation 1491007 x Elevation 1491007. The rate of this trait in cows from this variant of selection according to the classification is closer to "strong", in the first-born from the interlinear combination – to "average allowable". Estimation of first-born on the strength of attachment of the anterior lobes of the udder indicates a significant advantage of this trait in cows from intralinear combination with an advantage of 0.5 points, or 2.8 %, compared with first-born cows from interlinear combination ($P \leq 0.01$).

There is almost no difference in the strength of the attachment of the back of the udder in cows. In cows of both groups it is above average.

The central ligament was found to be well expressed and assessed in both groups at 6.9 and 6.7 respectively, but the difference is unlikely.

The udder depth of the evaluated animals was 5.2 and 5.0 points respectively. This indicates that the bottom of the udder in experimental animals is on average 15 cm above the hocks, which meets the technological requirements of their suitability for machine milking and according to the linear assessment is classified as "average level".

The optimal location of the teats is an important feature for the suitability of animals for machine milking. According to each share, both front and rear teats should be placed in the middle. We found that on average this trait was estimated at 5 points, but in the combination of Chief 1427381 x Starbuck 352790 there is a tendency to narrow the front teats (5.4 points against 5.1 points in cows intraline selection of Elevation 1491007 x Elevation 14910091).

The location of the rear teats has a slight tendency to converge inward. Cows of intraline selection Elevation 1491007 x Elevation 1491007 for the location of the rear teats are dominated by peers from the cross lines Chief 1427381 x Starbuck 352790 by 0.1 points, but the difference is not probable.

Also a very important indicator is the length of the teats. According to the "Linear classification of cows of dairy and dairy-meat breeds by type" [9], their optimal value should be at the level of 6 cm. In terms of the length of the teats, the firstborns from the interlinear combination have a longer teat length by 0.9 points, or ($P \leq 0.001$).

Thus, in the dairy system, the best indicators of linear evaluation have the first-born cows obtained from the interlinear combination.

We also visually assessed (Table 2) additional linear features of the type (width of the back of the udder, length of the buttocks, width of the buttocks and musculature of the thighs).

2. Additional linear features of the type in first-born cows (M ± m, n = 30)

Indicators	Types of selection	
	Interlinear combination	Intralinear combination
	Chief 1427381 x Starbuck 352790	Elevation 1491007 x Elevation 1491007
Width of the udder's rear part	6,0 ± 0,09***	5,6 ± 0,10
Rear length	5,8 ± 0,01***	5,3 ± 0,03
Width of the sacrum	6,6 ± 0,08	6,1 ± 0,10

The width of the back of the udder was estimated at 6 points in the first-born cows from the interlinear combination of Chief 1427381 x Starbuck 352790, which is 0.4 points or 7.1 % more. Also, in cows from the interlinear combination, the length of the back is 0.5 points, or 9.4 % more than in cows from the inline selection. In both cases, the difference is significant ($P \leq 0.001$).

According to the complex features of the firstborn type, both from the intraline and from the interlinear selection variants received a general assessment of "good+".

Conclusions

1. The influence of different selection options on the indicators of linear evaluation of first-born cows by type, which will identify defects in their exterior and further effective selection aimed at herds' consolidation.

2. According to the results of linear assessment of the height in the buttocks, chest width, length of teats of the first-born cow obtained from the interlinear combination of Chief 1427381 x Starbuck 352790 predominate cows from the interlinear combination of lines Elevation 1491007 x Elevation by 7.4–18.7 %.

3. First-born cows obtained from the intraline combination Elevation 1491007 x Elevation, by the strength of the attachment of the front of the udder were 2.8 % superior to peers from the interlinear version of the selection of Chief 1427381 x Starbuck 352790.

4. According to additional features of the linear assessment by the type of first-born from the interlinear combination of Chief 1427381 x Starbuck 352790 on the width of the back of the udder and the length of the back by 7.2 and 9.4 % predominated cows from the in-line selection.

Список використаної літератури

1. Адміна Н. Г. Вплив показників екстер`єру на комплекс селекційних ознак української чорно-рябої молочної породи : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.02.01 «Розведення та селекція тварин». Харків, 2013. 20 с.

2. Димчук А. В. Молочна продуктивність корів подільського заводського типу української чорно-рябої молочної породи за різних варіантів підбору. *Розведення і генетика тварин.* 2008. Вип. 42. С. 55–62.

3. Іляшенко Г. Д. Лінійна класифікація корів-первісток за екстер'єрним типом та її зв'язок з молочною продуктивністю. *Розведення і генетика тварин.* 2018. Вип. 55. С. 70–75.

4. Когут М. І., Каплінський В. В. Кореляція між показниками лінійної оцінки за типом та молочною продуктивністю у корів симентальської комбінованої породи. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин.* 2020. Вип. 21, № 1. С. 79–87.

5. Кочук-Ященко О. Вплив різних варіантів підбору на молочну продуктивність і екстер'єрний тип корів української чорно-рябої молочної породи. *Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва* : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., 30 листоп. 2017 р. Тернопіль : Крок, 2017. Ч. 1. С. 83–85.

6. Кочук-Ященко О. А. Лінійна оцінка екстер`єру корів українських чорно-рябої і червоно-рябої молочних порід та її зв`язок з продуктивністю : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.02.01 «Розведення та селекція тварин». Чубинське, 2016. 21 с.

7. Кочук-Ященко О. А. Лінійна оцінка типу і молочна продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи різної лінійної належності. *Збірник наукових праць Вінницького національного*

References

1. Admina N. H. Influence of exterior indicators on the complex of selection traits of the Ukrainian black-spotted dairy breed : author's ref. dis. for science degree of cand. agric. sciences : special. 06.02.01 "Breeding and selection of animals". Kharkiv, 2013. 20 p.

2. Dymchuk A. V. Dairy productivity of Podilsk factory type cows of the Ukrainian black-and-white dairy breed under different selection options. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2008. Issue 42. P. 55–62.

3. Iliashenko H. D. Linear classification of first-born cows by exterior type and its relationship to milk productivity. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2018. Issue 55. P. 70–75.

4. Kohut M. I., Kaplinskyi V. V. Correlation between indicators of linear assessment by type and milk productivity in Simmental combined breed cows. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn.* 2020. Issue 21, No 1. P. 79–87.

5. Kochuk-Yashchenko O. A. Influence of different selection options on milk productivity and exterior type of Ukrainian black-and-white dairy cows. *Innovatsiini tekhnolohii ta intensyfikatsiia rozvytku natsionalnoho vyrobnytstva* : materialy IV Mizhnar. nauk.-prakt. konf., 30 lystop. 2017 r. Ternopil : Krok, 2017. Part 1. P. 83–85.

6. Kochuk-Yashchenko O. A. Linear assessment of the exterior of cows of Ukrainian black-spotted and red-spotted dairy breeds and its connection with productivity : author's ref. dis. for science degree of cand. agric. sciences : special. 06.02.01 «Breeding and selection of animals». Chubynske, 2016. 21 p.

7. Kochuk-Yashchenko O. A. Linear assessment of the type and milk productivity of Ukrainian black-and-white dairy cows of different linear affiliation. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*.

аграрного університету. 2014. Вип. 1 (83), т. 2. С. 139–149.

8. Кочук-Ященко О. А. Особливості екстер'єрного типу та молочної продуктивності корів-первісток української чорно-рябої молочної породи за різних варіантів підбору. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво».* 2019. Вип. 5/1 (31). С. 90–96.

9. Лінійна класифікація корів молочних і молочно-м`ясних порід за типом (методичні вказівки) / Міністерство аграрної політики та продовольства України та ін. ; укладачі: Л. М. Хмельничий та ін. Вид. друге, перероб. і доп. Суми : Сумський національний аграрний університет, 2016. 28 с.

10. Молочна продуктивність корів, одержаних при внутрішньолінійному підборі та міжлінійних кросах / Хмельничий Л. М. та ін. *Науково-теоретичний збірник Житомирського національного аграрного університету.* 2015. № 2 (52), т. 3. С. 51–56.

11. Оцінка бугаїв-плідників за лінійною оцінкою типу дочок української чорно-рябої молочної породи / Н. Г. Черняк та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2017. Вип. 5/1 (31). С. 181–187.

12. Пелехатий М. С., Кучер Д. М. Ефективність використання кросів в заводському стаді української чорно-рябої молочної породи. *Вісник Житомирського національного аграрного університету*. 2012. № 2 (31), т. 1. С. 141–151.

13. Перекрестова Г. В. Лінійна оцінка типу тварин на високотехнологічному підприємстві з виробництва молока. *Зернові культури.* 2017. Т. 1, № 1. С. 370–377.

14. Підпала Т. В., Шевчук Н. П. Особливості методів підбору в період створення української червоної молочної породи. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Ґжицького. Серія «Сільськогосподарські науки».* 2019. Т. 21, № 90. С. 26–31.

2014. Issue 1 (83), vol. 13. P. 139–149.

8. Kochuk-Yashchenko O. A. Peculiarities of exterior type and milk productivity of the first-born cows of the Ukrainian black-and-white dairy breed under different selection options. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia «Tvarynnytstvo».* 2019. Issue 5/1 (31). P. 90–96.

9. Linear classification of cows of dairy and dairy-meat breeds by type (methodical instructions) / Ministerstvo ahrarnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy et al. ; ukladachi: L. M. Khmelnychyi et al. Vyd. druhe, pererob. i dop. Sumy : Sumskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet, 2016. 28 p.

10. Dairy productivity of cows obtained by in-line selection and inter-line crosses / Khmelnychyi L. M. et al. *Naukovo-teoretychnyi zbirnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu.* 2015. No 2 (52), vol. 3. P. 51–56.

11. Evaluation of breeding bulls by linear evaluation of the type of daughters of the Ukrainian black-and-white dairy breed / N. H. Cherniak et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia «Tvarynnytstvo».* 2017. Issue 5/1 (31). P. 181–187.

12. Pelekhatyi M. S., Kucher D. M. Efficiency of cross-country use in the factory herd of Ukrainian black-and-white dairy breed. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu.* 2012. No 2 (31), vol. 1. P. 141–151.

13. Perekrestova H. V. Linear assessment of the type of animals at a high-tech enterprise for milk production. *Zernovi kultury*. 2017. Vol. 1, No 1. P. 370–377.

14. Pidpala T. V., Shevchuk N. P. Features of selection methods in the period of creation of the Ukrainian red dairy breed. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriia «Silskohospodarski nauky».* 2019. Vol. 21, No 90. P. 26–31.

15. Plohinskij N. A. Biometrics guide for zootechnicians. Moscow : Kolos, 1969. 255 p.

15. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос, 1969. 255 с.

16. Полупан Ю. П. Екстер'єрні особливості первісток різних порід і поєднань. *Розведення і генетика тварин*. 1999. Вип. 30. С. 10–16.

17. Польовий Л. В., Пікула О. А., Андрусяк Н. О. Залежність надою молока від оцінки типу будови тіла корів-первісток української чорно-рябої молочної породи. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету.* 2010. № 5 (45). С. 87–89.

18. Свердліков О. В. Оцінка тварин симентальської породи вітчизняної та зарубіжної селекції за екстер'єрним типом : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.02.01 «Розведення та селекція тварин». Суми, 2006. 20 с.

19. Сірацький Й. З. Робота з лініями в сучасних умовах. *Розведення і генетика тварин.* 2005. Вип. 38. С. 74–77.

20. Сучасні методи селекції у тваринництві : навч. посібник з оцінки екстер'єру в молочному скотарстві / С. Ю. Рубан та ін. Київ, 2018. 147 с.

21. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Вікова мінливість кореляцій між надоєм та лінійною оцінкою типу корів-первісток українських чорно- та червоно-рябої молочних порід. *Технологія виробництва і переробки продуктів тваринництва* : збірник наукових праць БНАУ. 2014. № 1 (116). С. 84–87.

22. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Вплив частки спадковості голштинської породи та методів підбору на господарські корисні ознаки корів молочної худоби. *Розведення і генетика тварин*. 2018. Вип. 55, № 2. С. 135–142.

23. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Ефективність внутрішньолінійного розведення та поєднуваності ліній в селекції голштинської худоби. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. *Серія «Тваринництво».* 2010. Вип. 12 (18). С. 149–153.

24. Хмельничий Л. М., Бондарчук Л. В. Варіабельність лінійних ознак екстер'єру корів-первісток різних генотипів української чорно-рябої молочної породи. *Розведення і генетика тварин*. 2005. Вип. 38. С. 78–82.

16. Polupan Yu. P. Exterior features of the firstborn of different breeds and combinations. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 1999. Issue 30. P. 10–16.

17. Polovyi L. V., Pikula O. A., Andrusiak N. O. Dependence of milk yield on the assessment of the body type of the first-born cows of the Ukrainian black-and-white dairy breed. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2010. No 5 (45). P. 87–89.

18. Sverdlikov O. V. Evaluation of Simmental animals of domestic and foreign selection by exterior type : author's ref. dis. for science degree cand. agric. sciences : special. 06.02.01 "Breeding and selection of animals". Sumy, 2006. 20 p.

19. Siratskyi Y. Z. Working with lines in modern conditions. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2005. Issue 38. P. 74–77.

20. Modern methods of selection in animal husbandry : teaching. manual on exterior assessment in dairy farming / S. Yu. Ruban et al. Kyiv, 2018. 147 p.

21. Khmelnychyi L. M., Vechorka V. V. Age variability of correlations between milking and linear assessment of the type of first-born cows of Ukrainian black- and red-spotted dairy breeds. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktiv tvarynnytstva* : zbirnyk naukovykh prats BNAU. 2014. No 1 (116). P. 84–87.

22. Khmelnychyi L. M., Vechorka V. V. Influence of the share of Holstein breed heredity and selection methods on economically useful traits of dairy cows. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2018. Issue 55, No 2. P. 135–142.

23. Khmelnychyi L. M., Vechorka V. V. Efficiency of in-line breeding and line compatibility in Holstein cattle breeding. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. *Seriia «Tvarynnytstvo»*. 2010. Issue 12 (18). P. 149–53.

24. Khmelnychyi L. M., Bondarchuk L. V. Variability of linear features of the exterior of the first-born cows of the Sumy intra-breed type of the Ukrainian

чук Л. В. Мінливість лінійних ознак екстер'єру корів-первісток сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи за різних варіантів підбору генеалогічних формувань. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво».* 2019. Вип. 4 (39). С. 3–12.

25. Черняк Н. Г., Гончарук О. П. Лінійна оцінка типу екстер'єру корів голштинської породи у племзаводі ТДВ «Терезине». *Розведення і генетика тварин*. 2012. Вип. 46. С. 115–117.

26. Genome-wide association analysis to identify genotype x environment interaction for milk protein yield and level of somatic cell score as environmental descriptors in German Holsteins / M. Streit et al. *Journal of Dairy Science*. 2013. Vol. 96. P. 7318–7324. DOI: 10.3168/jds.2013-7133.

27. ICAR Guidelines for Conformation Recording of Dairy Cattle, Beet Cattle, Dual Purpose Cattle and Goats. Section 5 – Conformation Recording. Version June 2018. URL: https://www.icar.org/Guidelines/05-Conformation-Recording.pdf (last accessed: 14.02.2022).

28. Kohut M. Assesment of external appearance of black-motley cows. *Acta Sci. Pol. Zootechnica*. 2015. Vol. 14 (4). P. 101–108.

29. Svyazhenina M. Exteriority of Holstein Cattle of Various Origins in the Conditions of the Tyumen Region. International scientific and practical conference *"AgroSMART – Smart solutions for agriculture"*, KnE Life Sciences, 2019. P. 719–726. DOI: 10.18502/kls.v4i14.5668.

30. Variance heterogeneity and genotype by environment interactions in native Black and White dual-purpose cattle for different herd allocation schemes / M. Jaeger et al. *Animal*. 2019. Vol. 13, Issue 10. P. 2146–2155. DOI: https://doi.org/10.1017/S1751731119000144.

black-and-white dairy breed under different variants of selection of genealogical formations. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia «Tvarynnytstvo».* 2019. Issue 4 (39). P. 3–12.

25. Cherniak N. H., Honcharuk O. P. Linear assessment of the type of exterior of Holstein cows in the Terezine breeding farm. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2012. Issue 46. P. 115–117.

26. Genome-wide association analysis to identify genotype x environment interaction for milk protein yield and level of somatic cell score as environmental descriptors in German Holsteins / M. Streit et al. *Journal of Dairy Science*. 2013. Vol. 96. P. 7318–7324. DOI: 10.3168/jds.2013-7133.

27. ICAR Guidelines for Conformation Recording of Dairy Cattle, Beet Cattle, Dual Purpose Cattle and Goats. Section 5 – Conformation Recording. Version June 2018. URL: https://www.icar.org/Guidelines/05-Conformation-Recording.pdf (last accessed: 14.02.2022).

28. Kohut M. Assesment of external appearance of black-motley cows. *Acta Sci. Pol. Zootechnica*. 2015. Vol. 14 (4). P. 101–108.

29. Svyazhenina M. Exteriority of Holstein Cattle of Various Origins in the Conditions of the Tyumen Region. International scientific and practical conference *"AgroSMART – Smart solutions for agriculture"*, KnE Life Sciences, 2019. P. 719–726. DOI: 10.18502/kls.v4i14.5668.

30. Variance heterogeneity and genotype by environment interactions in native Black and White dual-purpose cattle for different herd allocation schemes / M. Jaeger et al. *Animal*. 2019. Vol. 13, Issue 10. P. 2146–2155. DOI: https://doi.org/10.1017/S1751731119000144.

Received 03.01.2022
Agreed for printing 14.02.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-13 т
УДК 631.862:636.4:504.05
М. І. ВОРОБЕЛЬ, кандидат сільськогосподарських наук
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115, e-mail: vorobelmariia@gmail.com

ЕМІСІЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ З ГНОЮ СВИНЕЙ ЗА ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ДОЗ СУПЕРФОСФАТУ ТА ГАШЕНОГО ВАПНА

На основі результатів експериментальних досліджень встановлено ефективний вплив суперфосфату та гашеного вапна на зниження процесів анаеробного бродіння впродовж досліджуваного періоду в гної свиней, що підтверджується зменшенням показника pH. Водночас із нижчим рівнем pH у зброженому субстраті із додаванням добрив, незалежно від дози, відбувається зменшення емісії досліджуваних парникових газів – метану (CH_4), вуглекислого газу (CO_2) й оксиду азоту (NO). Експериментально доведено, що найефективніша дія суперфосфату та гашеного вапна на зниження обсягу виділення CH_4, CO_2 і NO з гною свиней спостерігається на сьому добу після їх внесення і зберігається практично на одному рівні впродовж 7 діб з подальшим зменшенням до завершення досліджень (31 доба). Зокрема, аналізуючи одержані експериментальні дані, встановлено, що у варіантах із суперфосфатом у дозах 2,5 %; 5 і 10 % відбувається зменшення емісії метану з зброженого субстрату відповідно на 11,5 %; 6,9 й 3,8 %, тоді як застосування гашеного вапна в аналогічних кількостях обумовлює нижчий рівень цього газу на 7,5 %; 6,4 і 4,3 %. Внесення у гній свиней суперфосфату та гашеного вапна у дозі 2,5 % також сприяє зменшенню емісії вуглекислого газу відповідно на 10,7 і 25,5 %, у кількості 5 % – на 7,3 та 17,2 %, а при рівні 10 % – на 6,1 й 13,4 % порівняно з контролем. Застосування суперфосфату у дозах 2,5 %; 5 і 10 % обумовлює нижчий рівень виділення оксиду азоту з зброженого субстрату на 12,1 %; 7,3 та 5,4 %, а у варіантах із гашеним вапном емісія NO зменшується відповідно на 17,4 %; 8,1 й 6,1 %. Таким чином, за результатами досліджень встановлено, що оптимальною дозою застосування суперфосфату і гашеного вапна для зниження рівня виділення парникових газів – CH_4, CO_2 і NO – з гною свиней є 2,5 %.

Враховуючи наведене, проведені дослідження вказують на перспективність використання досліджуваних добрив для запобігання забрудненню навколишнього природного середовища при зберіганні побічної продукції тваринного походження у гноєсховищах (лагунах) та у приміщеннях для утримання свиней.

Ключові слова: гній свиней, парникові гази, метан, вуглекислий газ, оксид азоту, добрива.

© Воробель М. І., 2022

Mariia Vorobel
Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Greenhouse gases emission from pig manure by the use of superphosphate and slaked lime in different doses

On the basis of experimental researches' results, the effective influence of superphosphate and slaked lime on reducing anaerobic fermentation during the investigated period in pig manure was established, which is confirmed by a decrease in pH. Simultaneously with the lower pH level in the fermented substrate with the addition of fertilizers, regardless of the dose, there is a decrease in emission of investigated greenhouse gases – methane (CH_4), carbon dioxide (CO_2) and nitric oxide (NO). It has been experimentally proven that most effective influence of superphosphate and slaked lime on reducing the emissions of CH_4, CO_2 and NO from pig manure is observed on the seventh day after application and remains almost the same for 7 days with further reduction until the end of research (31 day). In particular, analyzing the obtained experimental data, it was found that in the variants with superphosphate in doses of 2.5 %; 5 and 10 % there is a reduction in methane emissions from fermented substrate, respectively, by 11.5 %; 6.9 and 3.8 %, while the using of slaked lime in similar quantities causes a lower level of this gas by 7.5 %; 6.4 and 4.3 %. Application of superphosphate and slaked lime in the manure of pigs at a dose of 2.5 % also contributes to reduction in carbonic gas emissions, respectively, by 10.7 and 25.5 %, in the amount of 5 % – by 7.3 and 17.2 %, and at the level of 10 % – by 6.1 and 13.4 %, compared with the control. The use of superphosphate in doses 2.5 %; 5 and 10 % causes to a lower level of nitric oxide emissions from the fermented substrate by 12.1 %; 7.3 and 5.4 %, and in the variants with slaked lime NO emissions are reduced, respectively, by 17.4 %; 8.1 and 6.1 %. Thus, the results of research show that the optimal dose of superphosphate and slaked lime for reducing the level of greenhouse gases emissions – CH_4, CO_2 and NO – from pig manure is 2.5 %.

Given the above, the research indicate the perspective of using the investigated fertilizers to prevent environmental pollution in the storage of animal by-products in manure storages (lagoons) and in facilities for pigs.

Key words: pig manure, greenhouse gases, methane, carbon dioxide, nitric oxide, fertilizers.

Вступ. Діяльність агропромислових сільськогосподарських підприємств обумовлює накопичення, крім основної, значного обсягу побічної продукції тваринного походження, а зокрема відходів, під час розкладання яких як в аеробних, так і анаеробних умовах відбувається утворення й емісія в навколишнє природне середовище великої кількості шкідливих речовин різного походження, зокрема й парникових газів [9, 16, 21, 29, 33, 36]. Найбільш поширеними довгоіснуючими парниковими газами в атмосфері після водяної пари є вуглекислий газ, метан й закис азоту, на які припадає відповідно 76 %,

18 та 7 %. Така пропорція зберігається впродовж останнього десятиліття і є достатньо постійною [13, 14, 17, 25]. Парникові гази виступають рухомими факторами зміни клімату на планеті, що є найактуальнішою екологічною проблемою сьогодення [2, 22, 24, 27, 32]. Кліматичні зміни проявляються у зростанні середньорічної температури повітря на поверхні планети, що обумовлює підвищення рівня океанів, зростання кількості природних катастроф і катаклізмів (опустелювання, зсуви, урагани), виникнення кислотних дощів, утворення атмосферного аерозолю й зменшення запасів питної води тощо [4, 6, 8, 19, 26]. Для оцінки загальних викидів парникових газів актуальним є потенціал глобального потепління (ПГП), який визначає ступінь впливу CH_4 та N_2O на зміну клімату з урахуванням фіксованого періоду порівняно з CO_2, ПГП якого як еталонного газу рівний 1 [34]. Так, зокрема, деякі дослідники вважають, що потенціал впливу метану за 100-річний період на клімат в 21 раз вищий [17, 30], ніж вуглекислого газу, а інші автори – в 23 рази [38], 25 [31], 28 [34, 39] або 34 рази [33, 34], а цей парниковий газ здатний накопичуватися в атмосфері до 12 років [1]. Згідно з низкою досліджень, таку ж невідповідність мають викиди N_2O, що є парниковим газом з дуже високим ПГП, який у 265–310 разів більший щодо CO_2 [1, 17, 31, 34, 35, 38, 39]. Крім того, закис азоту сприяє деструкції стратосферного озонового шару, який захищає живі організми від шкідливого ультрафіолетового випромінювання сонця [1, 39]. За останніми даними, концентрація цих парникових газів у атмосфері значно зросла, а зокрема кількість вуглекислого газу збільшилася на 40 %, що є найбільшим рівнем за останні 650 тис. років, тоді як концентрація метану порівняно з доіндустріальним періодом зросла у 2,4 разу, а закису азоту – на 20 % [11, 19, 26, 28]. Прогнозують, що обсяги викидів основних парникових газів до 2030 р. за умови недотримання низки заходів щодо поліпшення ситуації збільшаться на 25–90 % щодо показників 2000 р. [26].

На Паризькій конференції зі зміни клімату у 2015 р. зазначено, що антропогенний вплив на 95 % визначає загрозу потепління клімату [13, 14]. У доповіді Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК) також відзначено, що значний вплив на глобальне потепління вносить сільське господарство, на яке припадає 10–12 % світових обсягів викидів парникових газів [7, 24, 27, 34, 35, 37]. Якщо ж врахувати ще й вирубування лісів, у чому сільське господарство відіграє провідну роль, то його частка в загальних викидах парникових газів зростає до 30 % [6]. З другого боку, сільське господарство є

ключовим сектором, який поряд із лісовим господарством за ефективної діяльності може стабілізувати процес надходження шкідливих газів до атмосфери [11, 20, 26].

Галузь свинарства в загальній структурі тваринництва за обсягами викидів парникових газів займає друге місце після скотарства, а за виділенням їх з гною – перше [18]. Зокрема, викиди метану від метаболічних процесів травлення в організмі свиней становлять 1,5 кг/голову/рік, а від розкладання гною – 3,19 кг/голову/рік. Згідно із Національним кадастром антропогенних викидів парникових газів друге місце за обсягами їх утворення в Україні належить виділеним екскрементам тварин: на галузь свинарства припадає 46 %, скотарства – 30 %, птахівництва – 20 %, а на інші галузі тваринництва – 4 % [5]. Отже, сільське господарство в цілому, і свинарство зокрема, обумовлює серйозні проблеми у збереженні екологічної чистоти навколишнього природного середовища, внаслідок забруднення повітряного басейну, водних джерел та ґрунту, що зумовлює зниження ефективності ведення агропромислового виробництва [3, 10, 12, 15].

Враховуючи наведене, глобальність і темпи зміни клімату спонукають до пошуку ефективних підходів та способів зменшення рівня забруднення довкілля парниковими газами, зокрема від галузі свинарства, що має важливе наукове й практичне значення і є невідкладним та своєчасним завданням сучасної науки. Тому метою досліджень було встановлення рівня емісії парникових газів – CH_4, CO_2, NO – з гною свиней за анаеробного бродіння при внесенні різних доз суперфосфату і гашеного вапна у субстрати гною, визначення їх оптимальних доз, тривалості та ефективної дії.

Матеріали і методи. Експериментальні дослідження з встановлення ефективності впливу різних доз добрив на зниження рівня виділення парникових газів з гною свиней здійснено з використанням експериментально-лабораторних, статистично-математичних та аналітичних методів. Для виконання експерименту відібрано зразки гною свиней у ДП «ДГ „Радехівське”» ІСГ Карпатського регіону НААН.

Дослідження проведено за методикою Скляра О. Г. та ін. [23]. У експерименті використовували герметично закриті ємності для забезпечення анаеробних умов. Для дотримання стабільності процесу анаеробного бродіння вологість субстрату доводили до 92 % додаванням води. У процесі проведення експерименту здійснювали контроль за температурою (психрофільний режим). Після

проходження етапів гідролізу, окиснення, ацетогенезу на 11 добу в зброджений субстрат гною свиней додавали добрива у різних дозах, представлені у таких варіантах: I – контроль (без внесення речовин); II – суперфосфат, 2,5%; III – суперфосфат, 5 %; IV – суперфосфат, 10 %; V – гашене вапно, 2,5 %; VI – гашене вапно, 5 %; VII – гашене вапно, 10 %. Кожен варіант досліду мав трикратну повторність. У контролі й дослідних варіантах проводили вимірювання рівня газів – CH_4, CO_2 та NO – через добу після внесення речовин, а в подальшому кожні три доби до завершення досліджень. Визначення кількості виділення досліджуваних парникових газів при анаеробній ферментації гною свиней здійснювали за допомогою сигналізатора-аналізатора газів Дозор С-М-5 (сертифікат перевірки приладу типу UA.TR.001 212-18 і сертифікат відповідності № UA.TR.002.CB.1234-19). У процесі проведення експерименту визначали водневий показник (pH) (на початку та після завершення досліджень) за допомогою приладу pH-метр Typ N5170 (виробництво Польщі). Впродовж експериментальних досліджень субстрат перемішували шляхом інтенсивного струшування ємностей. Аналогічні контрольному варіанту умови перебігу процесу біоферментації були як у варіанті, де анаеробне зброджування субстрату відбувалося за рахунок природної мікрофлори гною, так і в дослідних аналогах із внесенням досліджуваних добрив у різних дозах.

Статистичний аналіз одержаних результатів досліджень проводили з допомогою програм *Microsoft* Excel та *AtteStat* з використанням *t*-критерію Стьюдента. Вираховували середні арифметичні величини (M) та їх похибки (m). Різниці між середніми арифметичними величинами вважали вірогідними за: * $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$.

Результати та обговорення. Ключовим фактором, що визначає спрямованість анаеробного бродіння, є водневий показник (pH), саме тому під час експериментальних досліджень вимірювали кислотність досліджуваного субстрату. Так, зокрема, встановлено, що в усіх варіантах до внесення досліджуваних речовин на початку експерименту, а в контролі і після його завершення pH субстрату гною свиней (рис. 1) було в межах 6,2–6,5, тоді як внесення досліджуваних добрив обумовлювало зниження водневого показника, а саме: у варіантах із суперфосфатом – до 5,81, а з гашеним вапном – до 5,6, що свідчить про пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів внаслідок зростання концентрації іонів H^+.

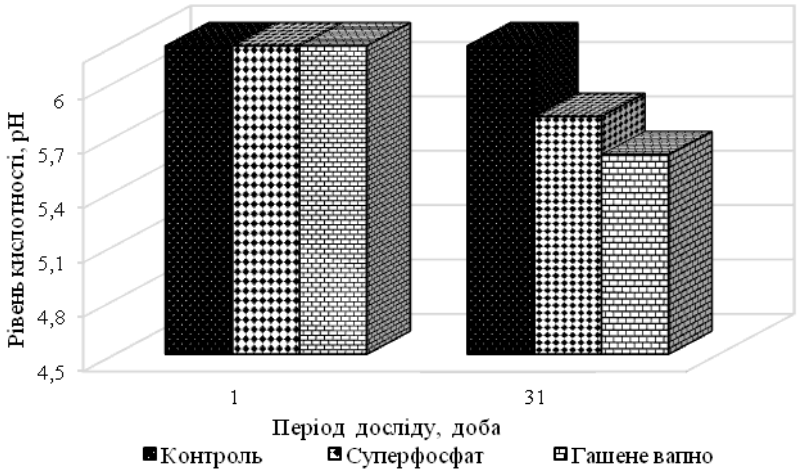


Рис. 1. Рівень кислотності у варіантах із застосуванням добрив

Встановлено, що досліджувані добрива після внесення у зброджений субстрат водночас із зменшенням показника pH обумовлюють зниження емісії парникових газів – CH_4, CO_2 та NO.

Аналіз одержаних результатів свідчить, що найефективніший вплив на зниження рівня виділення парникових газів – CH_4, CO_2 (табл.) й NO – з гною свиней при додаванні різних доз суперфосфату й гашеного вапна відзначено на сьому добу. Водночас із цим пролонгованість ефективної дії на зменшення емісії досліджуваних газів із зброджeного субстрату за використання добрив зберігалася практично на одному рівні впродовж 7 діб з подальшим поступовим її зниженням до 31 доби досліджень.

Встановлено, що після внесення в досліджуваний субстрат суперфосфату в різних дозах – 2,5 %; 5 та 10 % – відбувається зниження рівня виділення метану щодо контрольного аналога, а саме: 1 доба – на 9,8 % ($P<0,05$); 6,2 і 3,6 % з підвищенням ефективності дії на 7 добу відповідно до 11,5 % ($P<0,01$); 6,9 й 3,8 %, а в останню добу експерименту – на 3,1 % ($P<0,05$); 0,8 та 0,1 %. Внаслідок додавання до гною свиней гашеного вапна в зазначених вище кількостях спостерігали зменшення емісії CH_4, залежно від доби експерименту, відповідно на 6,7 % ($P<0,05$); 5,4 й 3,8 % – 1 доба, на 7,5 % ($P<0,05$); 6,4 ($P<0,05$) та 4,3 % – 7 доба, на 0,8 %; +0,3 і 0,1 % – 31 доба досліджень порівняно з контролем.

Вплив добрив на емісію CH_4 та CO_2 з гною свиней, M±m, n=3

Термін від початку внесення добрив, діб	Показники рівня виділення парникових газів з розрахунку на 1 кг гною свиней вологістю 92 %					
	CH_4			CO_2		
	Контроль	Суперфосфат 2,5 % 5,0 % 10,0 %	Гашене вапно 2,5 % 5,0 % 10,0 %	Контроль	Суперфосфат 2,5 % 5,0 % 10,0 %	Гашене вапно 2,5 % 5,0 % 10,0 %
1	3,4±0,02	3,07±0,09*	3,17±0,05*	12,7±0,73	11,45±0,43	10,12±0,34*
		3,19±0,08	3,22±0,07		11,88±0,30	10,89±0,40
		3,28±0,05	3,27±0,05		12,03±0,83	11,39±0,46
4	4,6±0,05	4,12±0,10*	4,27±0,06*	11,54±0,52	10,35±0,48	8,8±0,44*
		4,31±0,09	4,32±0,09		10,76±0,59	9,88±0,52
		4,43±0,04	4,44±0,07		10,86±0,83	10,15±0,49
7	5,5±0,03	4,87±0,07**	5,09±0,09*	10,68±0,60	9,54±0,41	7,96±0,48*
		5,12±0,14	5,15±0,08*		9,9±0,34	8,85±0,45
		5,29±0,07	5,26±0,08		10,03±0,77	9,25±0,49
10	7,30±0,05	6,48±0,18*	6,76±0,06**	8,65±0,48	7,78±0,40	6,48±0,33*
		6,81±0,12*	6,84±0,04**		8,03±0,35	7,19±0,52
		7,04±0,08	7,0±0,10		8,13±0,78	7,52±0,48
13	6,80±0,04	6,1±0,08**	6,32±0,10*	9,25±0,38	8,39±0,39	7,11±0,49*
		6,38±0,10*	6,4±0,14		8,71±0,50	7,84±0,51
		6,58±0,08	6,52±0,09		8,74±0,67	8,19±0,54
16	5,65±0,06	5,09±0,11*	5,27±0,06*	10,35±0,48	9,43±0,45	8,26±0,33*
		5,31±0,05*	5,35±0,04*		9,82±0,23	8,83±0,45
		5,47±0,05	5,43±0,06		9,84±0,72	9,37±0,51
19	5,15±0,04	4,71±0,05**	4,81±0,03**	10,95±0,48	10,17±0,49	8,94±0,47*
		4,85±0,12	4,9±0,06*		10,43±0,28	9,43±0,56
		4,99±0,03*	4,96±0,08		10,49±0,70	10,0±0,50
22	4,95±0,04	4,6±0,08*	4,69±0,06*	11,48±0,67	10,75±0,43	9,84±0,18
		4,71±0,08	4,79±0,05		11,07±0,32	10,27±0,52
		4,83±0,03	4,82±0,04		11,04±0,96	10,66±0,44
25	4,84±0,05	4,53±0,05*	4,63±0,03*	12,75±0,18	12,05±0,31	11,08±0,42*
		4,66±0,05	4,74±0,04		12,41±0,37	11,67±0,53
		4,76±0,03	4,76±0,01		12,35±0,90	11,93±0,51
28	4,67±0,05	4,44±0,04*	4,57±0,09	13,25±0,63	12,7±0,40	11,78±0,45
		4,58±0,03	4,62±0,03		12,99±0,39	12,25±0,47
		4,64±0,04	4,65±0,03		13,01±0,71	12,53±0,29
31	4,5±0,02	4,36±0,04*	4,47±0,03	14,1±0,85	13,64±0,44	13,05±0,49
		4,46±0,04	4,51±0,03		13,98±0,44	13,21±0,51
		4,49±0,05	4,5±0,03		14,04±0,73	13,43±0,51

Примітка. Різниця вірогідна щодо контролю: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001.

Використання різних доз суперфосфату та гашеного вапна також має позитивний вплив на зниження рівня виділення вуглекислого газу з досліджуваного субстрату. Встановлено, що внесення у гній свиней суперфосфату, залежно від кількостей – 2,5 %; 5 й 10 %, – обумовлює зменшення емісії CO_2 в процесі анаеробного бродіння – відповідно 1 доба – на 9,8 %; 6,4 і 5,3 %, 7 доба – на 10,7 %; 7,3 та 6,1 %, а в останню добу експерименту – на 3,3 %; 0,8 й 0,5 % щодо контрольного аналога. Отримані експериментальні дані свідчать, що у варіантах із додаванням у досліджуваний субстрат гашеного вапна в аналогічних дозах спостерігається нижчий рівень виділення вуглекислого газу щодо контролю на 20,3 %; 14,2 і 10,4 % – 1 доба, на 25,5 % ($P<0,05$); 17,2 та 13,4 % – 7 доба, на 7,4 %; 6,3 й 4,8 % – 31 доба.

За результатами досліджень встановлено, що використання суперфосфату в кількостях 2,5 %; 5 і 10 % сприяє зменшенню емісії NO (рис. 2) з гною свиней при анаеробній ферментації, а саме: 1 доба – на 9,3 %; 5,7 та 4,7 %, 7 доба – на 12,1 %; 7,3 й 5,4 %, а в останню добу експерименту показники оксиду азоту знаходилися в усіх варіантах практично на рівні контролю. При внесенні у зброджений субстрат гашеного вапна в аналогічних дозах відбувається зниження емісії оксиду азоту, залежно від доби, відповідно: на 12,5 %; 7,0 і 4,9 % – 1 доба, на 17,4 % ($P<0,05$); 8,1 і 6,1 % – 7 доба, на 5,1 %; 0,6 та 0,3 % – 31 доба щодо контролю.

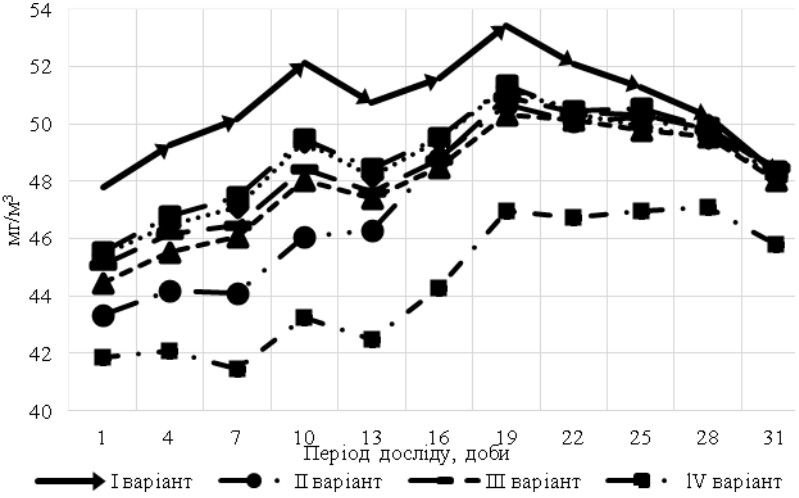


Рис. 2. Рівень виділення NO з гною свиней у варіантах із застосуванням різних доз добрив

Отже, аналізуючи одержані дані, слід зазначити, що досліджувані добрива – суперфосфат та гашене вапно – при анаеробному бродінні гною свиней проявляють ефективну дію на зменшення рівня виділення парникових газів – CH_4, CO_2 та NO. Експериментально доведено, що найефективнішу дію на зниження емісії досліджуваних газів із зброджeного субстрату спостерігали у варіантах із суперфосфатом і гашеним вапном у дозі 2,5 %, тоді як збільшення внесення добрив до 5 і 10 % не показало кращого результату.

При порівняльній оцінці впливу добрив на рівень виділення парникових газів з гною свиней встановлено, що використання гашеного вапна у кількості 2,5 % ефективніше впливає на зменшення емісії CO_2 й NO з досліджуваного субстрату – на 25,5 % і 17,4 %. Водночас із цим суперфосфат в аналогічній дозі обумовлює нижчий рівень CH_4 із зброджeного субстрату щодо контролю – на 11,5 %, а порівняно з гашеним вапном – на 4,0 %.

Таким чином, одержані результати свідчать про перспективність використання досліджуваних добрив для зменшення емісії парникових газів безпосередньо в приміщеннях, де утримують свиней, і в гноєсховищах (лагунах) при зберіганні побічної продукції тваринного походження. Однак для підтвердження використання отриманих даних у рекомендованому напрямі потрібно провести серію експериментів безпосередньо у виробничих умовах, що і заплановано у наших подальших дослідженнях.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено ефективну дію на зниження рівня виділення парникових газів – CH_4, CO_2 та NO – із гною свиней при анаеробній ферментації різних доз – 2,5 %; 5 і 10 % – досліджуваних добрив. Експериментально доведено, що використання суперфосфату та гашеного вапна найефективніше у дозі 2,5 % і сприяє зменшенню емісії CH_4, CO_2 й NO із зброджeного субстрату гною свиней відповідно на 10,7–12,1 та 7,5–25,5 %.

Список використаної літератури

1. Біньковська Г. В., Шаніна Т. П. Оцінка обсягів викидів парникових газів в системах поводження з сільськогосподарськими відходами Одеської області. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2016. Вип. 14. С. 91–97.

2. Біохімічні аспекти зменшення метаногенезу в рубці жуйних тварин

References

1. Binkovska H. V., Shanina T. P. Evaluation of greenhouse gas emissions in the systems of handling with agricultural wastes in Odessa region. *Visnyk KhNU imeni V. N. Karazina. Seriia «Ekolohiia»*. 2016. Issue 14. P. 91–97.

2. Biochemical aspects of reducing methanogenesis in rumen of ruminants / H. O. Bohdanov et al. *Visnyk ahrarnoi*

/ Г. О. Богданов та ін. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 9. С. 20–24.

3. Болтянський Б. В., Мовчан С. І., Дереза С. В. Використання відходів тваринництва та птахівництва. Матеріали Міжнар. наук.-практ. форуму *«Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції»* (м. Мелітополь, 21–22 черв. 2019 р.). Мелітополь, 2019. Ч. 1. С. 61–64.

4. Воробель М. І., Мороз В. В., Каплінський В. В. Ефективність впливу біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* на рівень виділення вуглекислого газу з гною ВРХ. *Вісник аграрної науки.* 2020. № 4. С. 69–74. DOI: 10.31073/agrovisnyk202004-10.

5. Герман В. В. Екологічна безпека при виробництві тваринницької продукції. *Агроекологічний журнал*. 2009. № 2. С. 5–8.

6. Дем'яненко С., Бутко В. Стратегія адаптації аграрних підприємств України до глобальних змін клімату. *Економіка України*. 2012. № 6. С. 66–72.

7. До питання розрахунку викидів парникових газів відходів тваринництва / М. О. Захаренко та ін. *Біоресурси і природокористування*. 2014. Т. 6, № 3/4. С. 63–70.

8. Емісія парникових газів у курячому посліді при застосуванні природних сорбентів / М. І. Воробель та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2021. Вип. 69 (1). С. 169–182. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-1-11.

9. Жукорський О. М., Никифорук О. В. Галузь свинарства – реальна та прогнозована загроза для довкілля. *Агроекологічний журнал*. 2013. № 3. С. 102–107.

10. Калашнікова Т. В. Інституційні засади сталого розвитку свинарства в Україні. Матеріали VIII Всеукраїнської наук.-практ. конф. *«Екологічні та соціальні аспекти розвитку економіки в умовах євроінтеграції»* (м. Миколаїв, 12–14 трав. 2021 р.). Миколаїв, 2021. С. 39–42.

11. Криворученко З. Р. Тенденції та можливі наслідки глобальних та

nauky. 2007. No. 9. P. 20–24.

3. Boltianskyi B. V., Movchan S. I., Dereza S. V. Use of livestock and poultry waste. Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. forumu *«Suchasni naukovi doslidzhennia na shliakhu do yevrointehratsii»* (m. Melitopol, 21–22 cherv. 2019 r.). Melitopol, 2019. Part 1. P. 61–64.

4. Vorobel M. I., Moroz V. V., Kaplinskyi V. V. The effectiveness of influence biocomposition of fungi *Basidiomycota* upon the emission of carbon dioxide from cattle manure. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2020. No. 4. P. 69–74. DOI: 10.31073/agrovisnyk202004-10.

5. Herman V. V. Ecological safety in the production of livestock products. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2009. No. 2. P. 5–8.

6. Demianenko S., Butko V. Strategy of adaptation of agricultural enterprises of Ukraine to global climate change. *Ekonomika Ukrainy*. 2012. No. 6. P. 66–72.

7. On the question of calculation the greenhouse gas emissions of livestock waste / M. O. Zakharenko et al. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. 2014. Vol. 6, No. 3/4. P. 63–70.

8. Greenhouse gas emissions in chicken dung at the using of natural sorbents / M. I. Vorobel et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo.* 2021. Issue 69 (1). P. 169–182. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-1-11.

9. Zhukorskyi O. M., Nykyforuk O. V. Pig industry – a real and projected threat to the environment. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2013. No. 3. P. 102–107.

10. Kalashnikova T. V. Institutional principles of sustainable development of pig breeding in Ukraine. Materialy VIII Vseukrainskoi nauk.-prakt. konf. *«Ekolohichni ta sotsialni aspekty rozvytku ekonomiky v umovakh yevrointehratsii»* (m. Mykolaiv, 12–14 trav. 2021 r.). Mykolaiv, 2021. P. 39–42.

11. Kryvoruchenko Z. R. Trends and possible consequences of global and regional climate change. *Derzhavne upravlinnia: udoskonalennia ta rozvytok*. 2014. No. 9.

регіональних змін клімату. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2014. № 9. URL: http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=754 (дата звернення: 16.01.2022).

12. Лещук І. Вплив інтенсивного тваринництва на навколишнє середовище. *Екологія життя*. 2012. URL: http://www.eco-live.com.ua/content/blogs/vpliv-intensivnogo-tvarinnitstva-na-navkolishne-seredovishche (дата звернення: 28.01.2022).

13. Ляшенко М. В. Екологічна парадигма локалізації виробництва продукції тваринництва. *Інвестиції: практика та досвід.* 2018. № 11. С. 70–75.

14. Ляшенко М. В. Синергія інноваційного та екологобезпечного підходів у розвитку тваринництва в Україні. *Інвестиції: практика та досвід.* 2019. № 15. С. 57–62. DOI: 10.32702/2306_6814.2019.15.57.

15. Маменко О. М. Екологічні проблеми тваринництва. *Агроекологічний журнал.* 2007. № 4. С. 11–17.

16. Метан і парниковий ефект атмосфери (екологічні, біохімічні та мікробіологічні аспекти) / Л. І. Сологуб та ін. Львів : ПАІС, 2008. 276 с.

17. Михайлова Є. О. Викиди парникових газів в Україні та світі. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. «*Проблеми техногенно-екологічної безпеки: освіта, наука, практика»* (м. Харків, 24 листоп. 2016 р.). Харків, 2016. С. 183–184.

18. Никифорук О. В., Жукорський О. М. Емісія парникових газів від свиноферм різної потужності. *Науковий вісник "Асканія-Нова"*. 2014. Вип. 7. С. 244–252.

19. Омаров А. Е. Сучасний стан екологічної безпеки в Україні. *Вісник Національного університету цивільного захисту України. Серія «Державне управління».* 2017. № 2. С. 156–164.

20. Пелих Н. Л., Панкєєв С. П. Екологічні проблеми утилізації відходів свинарства. Збірник матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. *«Роль наук про Землю в*

URL: http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=754 (last accessed: 16.01.2022).

12. Leshchuk I. The influence of intensive animal husbandry on the environment. *Ekolohiia zhyttia.* 2012. URL: http://www.eco-live.com.ua/content/blogs/vpliv-intensivnogo-tvarinnitstva-na-navkolishne-seredovishche (last accessed: 28.01.2022).

13. Liashenko M. V. Environmental paradigm of localization livestock production. *Investytsii: praktyka ta dosvid.* 2018. No. 11. P. 70–75.

14. Liashenko M. V. Synergy of innovative and ecologically safe approaches in livestock development in Ukraine. *Investytsii: praktyka ta dosvid.* 2019. No 15. P. 57–62. DOI: 10.32702/2306_6814.2019.15.57.

15. Mamenko O. M. Ecological problems of livestock. *Ahroekolohichnyi zhurnal.* 2007. No. 4. P. 11–17.

16. Methane and the greenhouse effect of the atmosphere (environmental, biochemical and microbiological aspects) / L. I. Solohub et al. Lviv : PAIS, 2008. 276 p.

17. Mykhailova Ye. O. Greenhouse gas emissions in Ukraine and the world. Materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf. *«Problemy tekhnohenno-ekolohichnoi bezpeky: osvita, nauka, praktyka»* (m. Kharkiv, 24 lystop. 2016 r.). Kharkiv, 2016. P. 183–184.

18. Nykyforuk O. V., Zhukorskyi O. M. Greenhouse gases emissions from pig farms of different capacity. *Naukovyi visnyk "Askaniia-Nova"*. 2014. Issue 7. P. 244–252.

19. Omarov A. E. State of ecological safety in Ukraine. *Visnyk Natsionalnoho universytetu tsyvilnoho zakhystu Ukrainy. Seriia «Derzhavne upravlinnia».* 2017. No 2. P. 156–164.

20. Pelykh N. L., Pankieiev S. P. Environmental problems of pig waste disposal. Zbirnyk materialiv Mizhnar. nauk.-prakt. konf. *«Rol nauk pro Zemliu v narodnomu hospodarstvi: stan i perspektyvy (prysviachena Vsesvitnomu Dniu Zemli)»* (m. Kherson, 20 berez. 2019 r.). Kherson, 2019. P. 207–210.

народному господарстві: стан і перспективи (присвячена Всесвітньому Дню Землі)» (м. Херсон, 20 берез. 2019 р.). Херсон, 2019. С. 207–210.

21. Пінчук В. О. Емісія парникових газів у галузі тваринництва України. *Біоресурси і природокористування*. 2015. Т. 7, № 1/2. С. 115–118.

22. Рекомендації з оцінки метаногенезу і емісії метану великою рогатою худобою / В. В. Влізло та ін. Київ, 2011. 34 с.

23. Скляр О. В., Скляр Р. В., Григоренко С. М. Програма та методика експериментальних досліджень на лабораторній біогазовій установці. *Вісник Харківського національного університету сільського господарства імені П. Василенка*. 2019. Вип. 199. С. 267–275.

24. Стасів О. Ф., Котько Н. М. Агровиробничі ризики та можливості глобальних змін клімату для розвитку сільськогосподарського сектора України. *Scientific Collection «InterConf»*. 2020. № 3 (39). С. 162–164.

25. Тимчук В. М., Тимчук С. М. Глобальні зміни клімату: парниковий ефект. *Агробізнес сьогодні.* 2016. № 1/2 (320/321). С. 58. URL: http://www.agro-business.com.ua/agrobusiness/archive.html?func=show_edition&id=142 (дата звернення: 10.02.2022).

26. Удова Л. О., Прокопенко К. О., Дідковська Л. І. Вплив зміни клімату на розвиток аграрного виробництва. *Економіка сільського господарства*. 2014. № 3. С. 107–120.

27. Ходорчук В. Я., Алієва І. В., Марткоплішвілі М. М. Мінімізація емісії парникових газів у сільському господарстві. *Аграрний вісник Півдня*. 2014. № 1. С. 168–173.

28. Холод М. Емісія парникових газів та формування ринку квот на їх викиди. *Вісник Сумського ДУ*. 2009. № 2. С. 35–42.

29. Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions: Review / J. M.-F. Johnson et al. *Environmental Pollution*. 2007. Vol. 150. P. 107–124.

30. Agriculture, forestry and other land

21. Pinchuk V. O. Greenhouse gas emissions in livestock Ukraine. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia.* 2015. Vol. 7, No. 1/2. P. 115–118.

22. Recommendations for the assessment of methanogenesis and methane emissions by cattle / V. V. Vlizlo et al. Kyiv, 2011. 34 p.

23. Skliar O. V., Skliar R. V., Hryhorenko S. M. Program and method of experimental researches on laboratory biogasous installation. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni P. Vasylenka*. 2019. Issue 199. P. 267–275.

24. Stasiv O. F., Kotko N. M. Agricultural risks and opportunities of global climate change for the development of the agricultural sector of Ukraine. *Scientific Collection «InterConf»*. 2020. No. 3 (39). P. 162–164.

25. Tymchuk V. M., Tymchuk S. M. Global climate change: the greenhouse effect. *Ahrobiznes sohodni*. 2016. No. 1/2 (320/321). P. 58. URL: http://www.agro-business.com.ua/agrobusiness/archive.html?func=show_edition&id=142 (last accessed: 10.02.2022).

26. Udova L. O., Prokopenko K. O., Didkovska L. I. The impact of climate change on the development of agricultural production. *Ekonomika silskoho hospodarstva*. 2014. No. 3. P. 107–120.

27. Khodorchuk V. Ya., Aliieva I. V., Martkoplishvili M. M. Minimization of greenhouses gas emissions from agriculture. *Ahrarnyi visnyk Pivdnia*. 2014. No. 1. P. 168–173.

28. Kholod M. The emission of greenhouse gases and the formation of the market of quotas on emissions. *Visnyk Sumskoho DU*. 2009. No. 2. P. 35–42.

29. Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions: Review / J. M.-F. Johnson et al. *Environmental Pollution*. 2007. Vol. 150. P. 107–124.

30. Agriculture, forestry and other land use emissions by sources and removals by sinks. 1990–2011 analysis / F. N. Tubiello et al. FAO Statistics Division, Working Paper Series ESS/14-02. 2014. 89 p. URL:

use emissions by sources and removals by sinks. 1990–2011 analysis / F. N. Tubiello et al. FAO Statistics Division, Working Paper Series ESS/14-02. 2014. 89 p. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article /abs/pii/S0269749107003016 (last accessed: 12.02.2022).

31. Asgedom H., Kebreab E. Beneficial management practices and mitigation of greenhouse gas emissions in the agriculture of the Canadian Prairie: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2011. Vol. 31. P. 433–451. DOI: 10.1007/s13593-011-0016-2.

32. Biochemical aspects of mitigation of methane emission in atmosphere by ruminants / G. Bogdanov et al. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 2008. Vol. 48 (1/2). URL: https://www.publish.csiro.au/EA/pdf/EAv48n 2posters (last accessed: 13.02.2022).

33. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems / M. Herrero et al. *PNAS*. 2013. Vol. 110, No. 52. P. 20888–20893. DOI: 10.1073/PNAS.1308149110.

34. Caro D. Greenhouse gas and livestock emissions and climate change. *Encyclopedia of food security and sustainability*. 2019. Vol. 1. P. 228–232. DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.22012-X.

35. Greenhouse gas emissions from different pig manure management techniques: a critical analysis / C. Dennehy et al. *Frontiers of Environmental Science and Engineering*. 2017. Vol. 11 (3), Issue 11. P. 11–16. URL: https://ro.uow.edu.au/eispapers1/322 (last accessed: 21.11.2021).

36. Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains: A global life cycle assessment / M. MacLeod et al. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013. 172 p.

37. Greenhouse gas mitigation in agriculture / P. Smith et al. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 2008. Vol. 363. P. 789–813. DOI: 10.1098/RSTB.2007.2184.

38. Koneswaran G., Nierenberg D. Global farm animal production and global

https://www.sciencedirect.com/science/article /abs/pii/S0269749107003016 (last accessed: 12.02.2022).

31. Asgedom H., Kebreab E. Beneficial management practices and mitigation of greenhouse gas emissions in the agriculture of the Canadian Prairie: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2011. Vol. 31. P. 433–451. DOI: 10.1007/s13593-011-0016-2.

32. Biochemical aspects of mitigation of methane emission in atmosphere by ruminants / G. Bogdanov et al. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 2008. Vol. 48 (1/2). URL: https://www.publish.csiro.au/EA/pdf/EAv48n 2posters (last accessed: 13.02.2022).

33. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems / M. Herrero et al. *PNAS*. 2013. Vol. 110, No. 52. P. 20888–20893. DOI: 10.1073/PNAS.1308149110.

34. Caro D. Greenhouse gas and livestock emissions and climate change. *Encyclopedia of food security and sustainability*. 2019. Vol. 1. P. 228–232. DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.22012-X.

35. Greenhouse gas emissions from different pig manure management techniques: a critical analysis / C. Dennehy et al. *Frontiers of Environmental Science and Engineering*. 2017. Vol. 11 (3), Issue 11. P. 11–16. URL: https://ro.uow.edu.au/eispapers1/322 (last accessed: 21.11.2021).

36. Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains: A global life cycle assessment / M. MacLeod et al. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013. 172 p.

37. Greenhouse gas mitigation in agriculture / P. Smith et al. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 2008. Vol. 363. P. 789–813. DOI: 10.1098/RSTB.2007.2184.

38. Koneswaran G., Nierenberg D. Global farm animal production and global warming: Impacting and mitigating climate change. *Environ. Health Perspect.* 2008. Vol. 116, No. 5. P. 578–582. DOI: https://doi.org/10.1289/ehp.11034.

39. Marszałek M., Kowalski Z.,

warming: Impacting and mitigating climate change. *Environ. Health Perspect.* 2008. Vol. 116, No. 5. P. 578–582. DOI: https://doi.org/10.1289/ehp.11034.

39. Marszałek M., Kowalski Z., Makara A. Emission of greenhouse gases and odorants from pig slurry – effect on the environment and methods of its reduction. *Ecol. Chem. Eng. S.* 2018. Vol. 25, No. 3. P. 383–394. DOI: 10.1515/eces-2018-0026.

Makara A. Emission of greenhouse gases and odorants from pig slurry – effect on the environment and methods of its reduction. *Ecol. Chem. Eng. S.* 2018. Vol. 25, No. 3. P. 383–394. DOI: 10.1515/eces-2018-0026.

Отримано 04.01.2022
Погоджено до друку 05.02.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-14
УДК 636.084/087
Н. М. ФЕДАК, кандидат біологічних наук
Г. М. СЕДІЛО, доктор сільськогосподарських наук
С. П. ЧУМАЧЕНКО, кандидат біологічних наук
І. В. ДУШАРА, кандидат сільськогосподарських наук
Л. М. ДАРМОГРАЙ, доктор сільськогосподарських наук
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115, e-mail: natali_fedak@i.ua

ВПЛИВ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН КОРМУ НА ОКРЕМІ ЛАНКИ АЗОТНОГО МЕТАБОЛІЗМУ В ОРГАНІЗМІ ДІЙНИХ КОРІВ У ЛІСОСТЕПОВІЙ ЗОНІ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Статтю присвячено дослідженню окремих ланок азотного метаболізму в організмі дійних корів за впливу поживних речовин кормів раціону, зокрема силосу, заготовленого з вико-вівсяної сумішки із застосуванням консерванту – пробіотичного препарату КТ-L 18/1 (селекції лабораторії пробіотиків Інституту сільськогосподарської мікробіології і АПВ) у дозі 8,0 мл суспензії на 1 т зеленої маси.

Вміст злакового компонента в сумішці становив 50,6, а бобового – 40,5 %. На різнотрав'я припадало 2,5 %. Використання пробіотика для заготівлі силосу сприяло отриманню якісного продукту, введення якого до раціонів корів у перехідний період дозволило звести до мінімуму дефіцит сухої речовини (від 19,8 до 9,1 %) і протеїну (від 4,2 % до 2,1 %), а у стійловий – відповідно від 28,0 до 8,5 % за сухою речовиною і від 10,1 до 0 % за протеїном. Досліджено, що згодовування силосу, заготовленого з пробіотичним препаратом, відповідним чином позначилося на інтенсивності азотного метаболізму в організмі корів. Через 2 години від початку ранкової годівлі відзначено деяке зниження pH рубця дослідних тварин, що свідчить про зростання інтенсивності бродильних процесів. Вміст амінного азоту був вірогідно вищим у дослідній групі. Також у цих тварин відзначено зниження концентрації аміачного азоту на фоні збільшення рівня азоту вільних амінокислот, що може бути обумовлено, зокрема, більш ефективним використанням аміаку мікрофлорою, на що вказує зростання концентрації білкового азоту, що, очевидно, є наслідком більш повного забезпечення мікрофлори всіма елементами живлення, а також активності мікрофлори пробіотика, яка сприяє синтезу низки амінокислот, ферментів та вітамінів групи В. При дослідженні морфологічних показників крові встановлено, що рівень еритроцитів та ступінь насиченості їх гемоглобіном в організмі корів

© Федак Н. М., Седіло Г. М., Чумаченко С. П.,
Душара І. В., Дармограй Л. М., 2022

обох груп був у межах фізіологічної норми, хоча є очевидною тенденція до їх підвищення у дослідних тварин. Дослідження білкового спектру сироватки крові свідчить про вірогідне підвищення рівня загального білка і концентрації його γ-глобулінової фракції в організмі корів дослідної групи, що деякою мірою пов'язано з вираженими пробіотичними властивостями силосу, заготовленого із пробіотичним препаратом КТ-L 18/1.

Ключові слова: вико-вівсяна сумішка, пробіотичний препарат, хімічний склад, дійні корови, рубець, кров.

Natalia Fedak, Hryhoriy Sedilo, Serhiy Chumachenko, Ihor Dushara, Lyubomyr Darmohray

Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS

Influence of feed nutrients on some links of nitrogen metabolism in the organism of lacting cows in conditions of forest-steppe zone of carpathian region

The article is devoted to the study of certain parts of nitrogen metabolism in organisms of dairy cows under the influence of feed nutrients, in particular silage prepared from vetch-oat mixture using a preservative – probiotic preparat KT-L 18/1 (selection of probiotics laboratory of the Institute of Agricultural Microbiology) in dose of 8.0 ml of suspension per 1 ton of green mass.

The content of cereals in the mixture was 50.6 and legumes – 40.5 %. Herbs accounted 2.5 %. Using of probiotic by the silage preparation contributed to production of a quality product, the inclusion of which into the cows diets in the transition period minimized the deficit of dry matter (from 19.8 to 9.1 %) and protein (from 4.2 % to 2.1 %), and in the stall period respectively from 28.0 to 8.5 % by dry matter and from 10.1 to 0 % by protein. It was investigated that the feeding of silage prepared with probiotic had a corresponding effect on the intensity of nitrogen metabolism in cows. After 2 hours from the beginning of morning feeding there was a decrease in the rumen pH of experimental animals, which indicates an increase in the intensity of fermentation processes. The amine nitrogen content, which indicates the pool of free amino acids and the body's supply of nitrogen, was probably higher in the experimental group. Also in these animals was a decrease in the concentration of ammonia nitrogen against the background of increased nitrogen levels of free amino acids, which may be due, in particular, to more efficient use of ammonia microflora, as indicated by increasing protein nitrogen concentration, which is, as well as the activity of the microflora of probiotics, which promotes the production of a number of amino acids, enzymes and B vitamins. The study of blood morphological parameters was found that the level of erythrocytes and the degree of saturation of hemoglobin in the body of cows of both groups was within the physiological norm, although there is an obvious tendency to increase in experimental animals. Investigation of the serum protein spectrum shows a probable increase in the level of total protein and the concentration of γ-globulin fraction in the cows of the experimental group, which is partly due to the pronounced probiotic properties of silage prepared with probiotic KT-L 18/1.

Key words: vetch-oat mixture, probiotic, chemical composition, lacting cows, rumen, blood.

Вступ. Успішне ведення галузі тваринництва визначається науково обґрунтованими нормами селекції, утримання та годівлі худоби [3, 4, 11, 12, 18]. Корекція структури кормовиробництва неможлива без розуміння особливостей механізмів трансформації поживних речовин як окремих кормів, так і раціонів у цілому в складові тваринницької продукції, які базуються на дослідженні обміну азотистих метаболітів [17, 19].

Впродовж останнього часу проведено багато досліджень, які дали вагомий теоретичний та експериментальний матеріал щодо впливу кормів на функціональний стан організму корів [2, 20, 25].

Як правило, дефіцит протеїну в раціонах становить 20–25 % [1, 5, 14]. Вирішення цієї ключової проблеми за рахунок традиційних високобілкових культур (сої, еспарцету, люцерни та ін.), вирощування яких у деяких регіонах є обмеженим через ґрунтово-кліматичні умови, не може бути перспективним. У зв'язку з цим очевидна потреба пошуку раціональної структури кормової бази для невеликих фермерських господарств з урахуванням біогеохімічних особливостей окремих зон регіону [6, 8, 13, 15].

У літературі широко описано використання пробіотиків для зміни шлунково-кишкової мікрофлори, поліпшення здоров'я та продуктивності тварин [16, 21–24, 29]. Основними результатами їх застосування є, зокрема, підвищення маси тіла молодняку, надоїв молока, м'ясної продуктивності, ефективності перетравності корму [26–28, 30].

Тому вивчення впливу поживних речовин, які надходять в організм дійних корів з кормами, на окремі ланки азотного метаболізму дасть можливість провести корекцію структури кормовиробництва лісостепової зони Карпатського регіону для підвищення продуктивності поголів'я та отримання високоякісної продукції.

Матеріали і методи. Дослідження проведено на двох групах дійних корів української чорно-рябої породи з урахуванням віку та надою за останню лактацію, сформованих з використанням методичних підходів, які застосовують у міжнародній практиці відповідно до вимог ISO 17025, а також згідно з загальноприйнятими методиками груп-аналогів на клінічно здорових тваринах (табл. 1).

1. Схема досліду

Група	n	Характер годівлі
Контрольна	10	Основний раціон (ОР) + силос із вико-вівсяної сумішки, заготовлений без консервантів
Дослідна	10	ОР + силос із вико-вівсяної сумішки, заготовлений із пробіотичним препаратом КТ-L 18/1

Тривалість облікового періоду – 90 діб. Тварини обох груп отримували основний раціон (сіно злаково-бобове, жом, солома пшениці озимої, меляса, комбікорм), окрім якого коровам контрольної групи згодовували по 20 кг вико-вівсяного силосу, заготовленого в господарстві за традиційною технологією, а дослідної – по 19 кг силосу, законсервованого із застосуванням пробіотичного препарату КТ-L 18/1. Оскільки поживність дослідного силосу була вища, ніж контрольного (табл. 2), то було проведено корекцію кількості добової даванки для забезпечення ізоенергетичних раціонів обох груп.

Раціони балансували згідно з деталізованими нормами з розрахунку отримання середньодобового надою 16–17 кг [11, 12].

Матеріалом для досліджень слугували корми, вміст рубця та кров корів. Хімічний склад корму визначали за загальноприйнятими методами зоотехнічного аналізу, а саме: вміст сирого протеїну – за К'єльдалем, сирого жиру – методом Сокслета, сирої клітковини – шляхом лужного і кислотного гідролізу за Геннебергом і Штоманом, золи – сухим озоленням, фосфору – на фотоколориметрі, кальцію – комплексонометричним методом, БЕР (безазотистих екстрактивних речовин) – розрахунковим методом (за різницею між 100 % і сумою поживних речовин: протеїну, жиру, клітковини, золи). Вміст кормових одиниць визначали розрахунковим методом з використанням коефіцієнтів перетравності та даних власного хімічного аналізу корму [1].

Для дослідження перебігу біохімічних процесів в організмі від 3 тварин з кожної групи відбирали проби вмісту рубця (рото-стравохідним зондом) та крові (з яремної вени) через дві години від початку ранкової годівлі. У вмісті рубця визначали: pH – іонометром, аміак – мікродифузним методом Конвея, азотні фракції – за К'єльдалем, амінний азот – за Мітингом та Кайзером.

У крові визначали: концентрацію гемоглобіну та кількість еритроцитів – за допомогою еритрогемометра М-065, сечовину – за кольоровою реакцією з диацетилмонооксимом, загальний білок

сироватки – рефрактометрично, а його фракції – методом електрофорезу в агаровому гелі [9].

Біометричну обробку отриманого цифрового матеріалу проводили методом варіаційної статистики, враховуючи критерій Стьюдента [10]. Для оцінки достовірності отриманих результатів – середніх арифметичних величин (*M*), похибки (± *m*) та вірогідності різниць між досліджуваними величинами (*P*) – використовували стандартну комп'ютерну математично-статистичну програму Microsoft Excel. Зміни вважали вірогідними за *P<0,05*.

Результати та обговорення. Для проведення досліджень у господарстві було закладено два варіанти силосу із вико-вівсяних сумішок, а саме: контрольний, заготовлений за традиційною технологією, і дослідний – законсервований із застосуванням пробіотичного препарату KT-L 18/1 у дозі 8,0 мл суспензії на 1 т зеленої маси. Через 70 діб після закладки проведено визначення їх хімічного складу (табл. 2).

2. Хімічний склад та поживність силосів, %

Показник	Варіанти	
	контрольний	дослідний
Вода	81,60	80,04
Суха речовина	18,40	19,96
Сирий протеїн	3,26	3,77
Сирий жир	0,62	0,64
Сира клітковина	5,70	5,50
Зола	1,38	1,40
БЕР	7,44	8,63
Каротин, мг/кг	18,35	23,05
Поживність, к.од.	0,21	0,27

У сухій речовині силосованих кормів сконцентровані поживні елементи. Дослідний варіант силосу містив на 7,9 відн. % більше сухої речовини в основному за рахунок вмісту сирого протеїну (на 0,51 %) та БЕР (на 1,19 %) за одночасного зниження концентрації сирої клітковини на 0,2 %, що зумовило підвищення його поживності на 0,06 корм. од. порівняно з контрольним варіантом. Очевидно, що інокуляція силосованої маси молочнокислою флорою препарату KT-L 18/1 сприяла бажаному напряму та інтенсивності процесів бродіння з накопиченням достатнього пулу молочної кислоти та пригніченням маслянокислого компонента мікрофлори.

У дослідному варіанті вміст вільної молочної кислоти був вищим (на 9,5 %) щодо контролю, що зумовлено збільшенням кількості та активності гомоферментативних молочнокислих організмів і узгоджується з даними інших дослідників [13, 16, 19–22, 26, 28]. У цьому варіанті відзначено оптимальне співвідношення між вмістом молочної та оцтової кислот (74,41 : 24,91 %) за відсутності масляної.

Раціони, прийняті в господарстві для годівлі дійних корів у перехідний та стійловий період утримання з використанням вико-вівсяного силосу як основного компонента, не завжди задовольняли потребу корів за поживними елементами. Дефіцит сухої речовини та протеїну у раціонах перехідного періоду становив 19,8 та 4,2 % при цукрово-протеїновому співвідношенні 0,60, а стійлового – відповідно 28,0; 10,1 % та 0,42.

Внесення закваски КТ-L 18/1 при заготівлі силосу із вико-вівсяних сумішок дало змогу отримати якісний корм для перехідного і зимово-стійлового періоду утримання, згодовування якого позитивно вплинуло як на збереженість сухої речовини, так і протеїну.

Щодо інтер'єрних показників, то відзначено, що згодовування законсервованого з пробіотичним препаратом силосу позитивно вплинуло на перебіг азотного метаболізму в рубці та крові. Вже через 2 години від початку ранкової годівлі показник pH рубця дослідних корів мав тенденцію до зниження, що означає зростання інтенсивності бродильних процесів (табл. 3).

3. Показники вмісту рубця корів (*M±m, n=3*)

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
pH	6,77±0,07	6,59±0,05
Азот, мг%:		
аміачний	8,45±0,20	6,83±0,20*
амінний	2,61±0,03	2,95±0,03**
білковий	50,70±2,01	53,30±1,56

Примітка. У цій та наступних таблицях: *P<0,05; **P<0,02.

Одним із показників, який свідчить про величину пулу вільних амінокислот та забезпеченість організму азотом, є амінний азот, вміст якого дає змогу до певної міри проводити корекцію рівня протеїнового живлення корів. У наших дослідженнях показник вмісту амінного

азоту, тобто більшої концентрації вільних амінокислот, був вірогідно вищим у дослідній групі корів (P<0,02).

За підвищення рівня азоту вільних амінокислот (P<0,02) у вмісті рубця корів дослідної групи відзначено зниження (P<0,05) концентрації аміачного азоту, очевидно, завдяки активності мікрофлори пробіотика, що є результатом більш повноцінного забезпечення мікрофлори всіма елементами живлення.

Аналіз досліджених морфологічних показників червоної крові показав тенденцію до їх підвищення у корів дослідної групи, однак як рівень еритроцитів, так і ступінь насиченості їх гемоглобіном у організмі тварин обох груп був у межах фізіологічної норми (табл. 4).

4. Морфологічні та біохімічні показники крові корів (*M±m, n=3*)

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Еритроцити, Т/л	8,15±0,29	8,31±0,90
Гемоглобін, ммоль/л	8,14±0,30	8,27±0,40
Загальний білок сироватки, г/л	76,5±0,26	85,9±0,14*
Альбуміни, г/л	34,8±0,09	36,5±0,11
Глобуліни, г/л:		
α	11,5±0,03	13,8±0,05
β	11,8±0,03	10,8±0,09*
γ	19,4±0,07	24,8±0,14
Сечовина, ммоль/л	3,96±0,03	3,61±0,02*

Згодовування дослідній групі дійних корів силосу, законсервованого пробіотичним препаратом КТ-L 18/1, мало певний вплив на білковий спектр сироватки крові – відзначено вірогідне підвищення рівня загального білка (P<0,02) і концентрації його γ-глобулінової фракції (табл. 4).

Висновки. Введення до раціонів дійних корів заготовленого з пробіотичним препаратом силосу сприяє оптимізації процесів бродіння в рубці (за рахунок більш ефективного використання азоту аміаку), не впливає негативно на перебіг окисно-відновних процесів у крові та сприяє підвищенню в сироватці вмісту загального білка та його альбумінової і γ-глобулінової фракцій.

Список використаної літератури

1. Вудмаска В. Ю., Прилуцький П. П. Визначення поживності та якості кормів у

References

1. Vudmaska V. Yu., Prylutskyi P. P. Determination of nutrients and feed quality

господарстві. Київ, 1975. 133 с.

2. Гноєвий І. В. Ефективність застосування консервованих кормів за пріоритетними технологіями їх заготівлі в годівлі великої рогатої худоби. *Агропромислове виробництво Полісся.* 2013. Вип. 6. С. 122–124.

3. Дармограй Л. М. Інноваційні підходи до нормування годівлі та живлення жуйних тварин. *НТБ НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2016. Т. 4, № 1. С. 13–18.

4. Дармограй Л. М., Лучин І. С. Концептуальні основи визначення поживної цінності кормів та нормування годівлі жуйних тварин у системі INRA-88. *Наук. вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Ґжицького.* 2014. Т. 16, № 2 (59), ч. 3. С. 76–82.

5. Експериментальне обґрунтування нових критеріїв оцінки якості силосу / М. Ф. Кулик та ін. *Корми і кормовиробництво.* 2019. Вип. 88. С. 99–106.

6. Заготівлі кормів прогресивну технологію : наук.-практ. рек. / Ю. І. Савченко та ін. Житомир, 2016. 48 с.

7. Консервування зернобобових кормових культур підвищеної вологості за використання бактеріального препарату БПС-Л / Н. О. Кравченко та ін. *НТБ ІБТ і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок.* 2012. Т. 13, № 3/4. С. 202–206.

8. Курнаєв О. Ефективність застосування бактеріально-ферментного препарату Літосил плюс при силосуванні бобово-злакової сумішки. *Тваринництво України.* 2016. № 3. С. 29–34.

9. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / В. В. Влізло та ін. ; за ред. В. В. Влізла. Львів, 2012. 759 с.

10. Лопач С. Н., Чубенко А. В., Бабич П. Н. Використання статистичних методів у медичних та біологічних дослідженнях. Київ, 2014. 441 с.

11. Норми і раціони повноцінної годівлі високопродуктивної великої рогатої худоби : довідник-посібник / за наук. ред. Г. О. Богданова, В. М. Кандиби.

on the farm. Kyiv, 1975. 133 p.

2. Hnoevyi I. V. Efficiency of canned fodder use according to priority technologies of their harvesting in cattle feeding. *Ahropromyslove vyrobnytstvo Polissia.* 2013. Issue 6. P. 122–124.

3. Darmogray L. M. Innovative approaches to the rationing of feeding and feeding of ruminants. *NTB NDTS biobezpeky ta ekolohichnoho kontroliu resursiv APK*. 2016. Vol. 4, No 1. P. 13–18.

4. Darmogray L. M., Luchyn I. S. Conceptual bases for determining the nutritional value of feed and rationing of ruminants in the INRA-88 system. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho.* 2014. Vol. 16, No 2 (59), Part 3. P. 76–82.

5. Experimental substantiation of new criteria for assessing the quality of silage / M. F. Kulyk et al. *Kormy i kormovyrobnytstvo.* 2019. Issue 88. P. 99–106.

6. Procurement of fodder advanced technology : nauk-prakt. rek. / Yu. I. Savchenko et al. Zhytomyr, 2016. 48 p.

7. Preservation of legumes forage crops of high humidity using the bacterial preparation BPS-L / N. O. Kravchenko et al. *NTB IBT i DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok.* 2012. Vol. 13, No 3/4. P. 202–206.

8. Kurnaiev O. The effectiveness of the bacterial-enzyme preparation Litosyl plus in ensiling bean-cereal mixture. *Tvarynnytstvo Ukrainy.* 2016. No 3. P. 29–34.

9. Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine / V. V. Vlizlo et al. ; za red. V. V. Vlizla. Lviv, 2012. 759 p.

10. Lopach S. N., Chubenko A. V., Babych P. N. The use of statistical methods in medical and biological research. Kyiv, 2014. 441 p.

11. Norms and rations of high-grade feeding of highly productive cattle : reference book / za nauk. red. H. O. Bohdanova, V. M. Kandyby. Kyiv, 2012. 296 p.

12. Norms, indicative rations and practical advice on feeding

Київ, 2012. 296 с.

12. Норми, орієнтовні раціони та практичні поради з годівлі великої рогатої худоби : посібник / за наук. ред. І. І. Ібатулліна, В. І. Костенка. Житомир, 2013. 516 с.

13. Овсієнко А. І., Безпалько А. В., Овсієнко С. М. Заготівля і використання силосу з високою аеробною стабільністю. *Корми і кормовиробництво.* 2017. Вип. 83. С. 154–160.

14. Подобєд Л. І., Курнаєв О. М. Питання заготівлі, зберігання та використання кормів в умовах інтенсивної технології виробництва молока. Одеса, 2012. 456 с.

15. Попсуй В., Опара В. Які корми без консервантів!? *Agroexpert.* 2015. № 5. С. 92–95.

16. Пробіотичні препарати у силосуванні зелених кормів / С. П. Чумаченко та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2014. Вип. 56, ч. ІІ. С. 212–219.

17. Степаненко В. М. Використання злаково-бобових силосів для годівлі бугайців. *Тваринництво України.* 2014. № 8/9. С. 67–70.

18. Теорія і практика нормованої годівлі великої рогатої худоби / за ред. В. М. Кандиби, І. І. Ібатулліна, В. І. Костенка. Житомир, 2012. 860 с.

19. Galdeano M., Cazorla C., Lemme Dumit S. I. Beneficial efects of probiotic consumption on the immune system. *Annals of Nutrition & Metabolism.* 2019. Vol. 74. P. 115–124. DOI: 10.1159/000496426.

20. Hardy H., Harris J., Lyon E. Probiotics, prebiotics and immunomodulation of gut mucosal defences: Homeostasis and immunopathology. *Nutrients.* 2013. Vol. 5 (6). P. 1869–1912. DOI: 10.3390/nu5061869.

21. Muck E. Recent advances in silage microbiology. *Agricultural and Food Science*. 2013. Vol. 22. P. 3–15.

22. 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.

cattle : a manual / za nauk. red. I. I. Ibatullina, V. I. Kostenka. Zhytomyr, 2013. 516 p.

13. Ovsiienko A. I., Bezpalko A. V., Ovsiienko S. M. Procurement and use of silage with high aerobic stability. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2017. Issue 83. P. 154–160.

14. Podobed L. I., Kurnaiev O. M. Issues of procurement, storage and use of feed in terms of intensive technology of milk production. Odesa, 2012. 456 p.

15. Popsui V., Opara V. What foods without preservatives!? *Agroexpert.* 2015. No 5. P. 92–95.

16. Probiotic preparations in ensiling green fodder / S. P. Chumachenko et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo.* 2014. Issue 56, Part II. P. 212–219.

17. Stepanenko V. M. The use of cereal and legume silos for feeding bulls. *Tvarynnytstvo Ukrainy.* 2014. No 8/9. P. 67–70.

18. Theory and practice of normalized feeding of cattle / za red. V. M. Kandyby, I. I. Ibatullina, V. I. Kostenka. Zhytomyr, 2012. 860 p.

19. Galdeano M., Cazorla C., Lemme Dumit S. I. Beneficial efects of probiotic consumption on the immune system. *Annals of Nutrition & Metabolism.* 2019. Vol. 74. P. 115–124. DOI: 10.1159/000496426.

20. Hardy H., Harris J., Lyon E. Probiotics, prebiotics and immunomodulation of gut mucosal defences: Homeostasis and immunopathology. *Nutrients.* 2013. Vol. 5 (6). P. 1869–1912. DOI: 10.3390/nu5061869.

21. Muck E. Recent advances in silage microbiology. *Agricultural and Food Science*. 2013. Vol. 22. P. 3–15.

22. 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.

23. Plaza-Diaz J., Ruiz-Ojeda F. J., Gil-

23. Plaza-Diaz J., Ruiz-Ojeda F. J., Gil-Campos M. Mechanisms of action of probiotics. *Advances in Nutrition*. 2019. Vol. 10. P. 49–66. DOI: 10.1093/advances/nmy063.

24. Retta K. S. Role of probiotics in rumen fermentation and animal performance: A review. *International J. of Livestock Production.* 2016. Vol. 7 (5). P. 24–32. DOI: 10.5897/IJLP2016.0285.

25. Saccharomyces cerevisiae as a probiotic feed additive to non and pseudo-ruminant feeding: A review / M. M. Y. Elghandour et al. *Journal of Applied Microbiology*. 2020. Vol. 128, Issue 3. P. 658–674. DOI: 10.1111/jam.14416.

26. The Probiotic Properties of Lactic Acid Bacteria and Their Applications in Animal Husbandry / Z. Deng et al. *Curr. Microbiol.* 2021. 79 (1). 22. DOI: 10.1007/s00284-021-02722-3.

27. The role of probiotics on animal health and nutrition / I. J. Anee et al. *The J. of Basic and Applied Zoology*. 2021. 82. 52. DOI: 10.1186/s41936-021-00250-x.

28. Uyeno Y., Shigemori S., Shimosato T. Effect of Probiotics/Prebiotics on Cattle Health and Productivity. *Microbes Environ.* 2015. Vol. 30, Issue 2. P. 126–132. DOI: 10.1264/jsme2.ME14176.

29. Weimer P. J. Redundancy, resilience, and host specifcity of the ruminal microbiota: Implications for engineering improved ruminal fermentations. *Front. in Microbiol*. 2015. Vol. 6. 296. DOI: 10.3389/fmicb.2015.00296.

30. Yirga H. The Use of Probiotics in Animal Nutrition. *Journal of Probiotics & Health*. 2015. Vol. 3, Issue 2. 132. DOI: 10.4172/2329-8901.1000132.

Campos M. Mechanisms of action of probiotics. *Advances in Nutrition*. 2019. Vol. 10. P. 49–66. DOI: 10.1093/advances/nmy063.

24. Retta K. S. Role of probiotics in rumen fermentation and animal performance: A review. *International J. of Livestock Production.* 2016. Vol. 7 (5). P. 24–32. DOI: 10.5897/IJLP2016.0285.

25. Saccharomyces cerevisiae as a probiotic feed additive to non and pseudo-ruminant feeding: A review / M. M. Y. Elghandour et al. *Journal of Applied Microbiology*. 2020. Vol. 128, Issue 3. P. 658–674. DOI: 10.1111/jam.14416.

26. The Probiotic Properties of Lactic Acid Bacteria and Their Applications in Animal Husbandry / Z. Deng et al. *Curr. Microbiol.* 2021. 79 (1). 22. DOI: 10.1007/s00284-021-02722-3.

27. The role of probiotics on animal health and nutrition / I. J. Anee et al. *The J. of Basic and Applied Zoology*. 2021. 82. 52. DOI: 10.1186/s41936-021-00250-x.

28. Uyeno Y., Shigemori S., Shimosato T. Effect of Probiotics/Prebiotics on Cattle Health and Productivity. *Microbes Environ.* 2015. Vol. 30, Issue 2. P. 126–132. DOI: 10.1264/jsme2.ME14176.

29. Weimer P. J. Redundancy, resilience, and host specifcity of the ruminal microbiota: Implications for engineering improved ruminal fermentations. *Front. in Microbiol.* 2015. Vol. 6. 296. DOI: 10.3389/fmicb.2015.00296.

30. Yirga H. The Use of Probiotics in Animal Nutrition. *Journal of Probiotics & Health*. 2015. Vol. 3, Issue 2. 132. DOI: 10.4172/2329-8901.1000132.

Отримано 07.02.2022
Погоджено до друку 20.02.2022

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 71 (1)

Наукове видання

ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО І ТВАРИННИЦТВО

Міжвідомчий тематичний науковий збірник

Заснований у 1967 р.

Випуск 71

Частина 1

Реєстраційне свідоцтво
№ 24025-13865 Р
від 05.07.2019.

За достовірність поданих матеріалів відповідальність несуть автори.
Статті друкуються в авторській редакції з мінімальною технічною правкою.

Формат 30х42/4. Умовн. друк. арк. 13,37. Тираж 100 прим.

Видавець і виготовлювач
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 7457 від 28.09.2021 р.
inagrokarpat@isgkr.com.ua
www.isgkr.com.ua