

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 2



*Видавництво  
Інституту сільського господарства  
Карпатського регіону НААН  
Оброшине 2022*

УДК 631.636

**Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 71 (2)**

**ISSN 0130-8521**

*Рекомендовано до друку вченою радою Інституту сільського господарства  
Карпатського регіону НААН, протокол № 6 від 21 червня 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. Гжицького, 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

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

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

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

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

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

**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](mailto: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 2

Obroshyne 2022

UDC 631.636

**Foothill and mountain agriculture and stockbreeding. 2022. V. 71 (2)**

**ISSN 0130-8521**

*Recommended for publication by the Academic Council of the Institute of  
Agriculture of the Carpathian Region of NAAS, Protocol № 6 of June 21, 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

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

**Boiko P. I.**, National Scientific 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 Gzhyskyi 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, Czech Republic

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

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

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

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

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

**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**

|                                                                                                                                                                                                                      |    |                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Біловус Г. Я.</i> Вплив абіотичних факторів на розвиток основних хвороб пшениці озимої в умовах Західного Лісостепу.....                                                                                          | 8  | <i>Bilovus H. Ya.</i> Influence of abiotic factors on the development of main diseases of winter wheat in the conditions of .....the Western Forest-Steppe                                                                |
| <i>Волощук І. С., Волощук О. П., Коник Г. С., Глива В. В., Воробйова Ю. В., Герешко Г. С., Случак О. М.</i> Ефективність вирощування базового насіння пшениці м'якої озимої за різних агротехнологічних заходів..... | 21 | <i>Voloshchuk I. S., Voloshchuk O. P., Konyk H. S., Hlyva V. V., Vorobiova Yu. V., Hereshko H. S., Sluchak O. M.</i> Efficiency of growing basic seeds of soft winter wheat under various agrotechnological .....measures |
| <i>Панахид Г. Я., Козак Н. І.</i> Сендецький В. М., Залежність продукційних процесів конюшини лучної від технологічних елементів.....                                                                                | 39 | <i>Panakhid H. Ya., Kozak N. I. Sendetskyi V. M.,</i> Dependence of red clover production processes .....on technological elements                                                                                        |
| <i>Перегрим О. Р.</i> Вивчення та оцінка зразків конюшини повзучої як джерела вихідного матеріалу для селекції в умовах Передкарпаття.....                                                                           | 52 | <i>Perehrym O. R.</i> Study and evaluation of white clover samples as a source material for selection in the conditions .....of Precarpathian                                                                             |
| <i>Волощук О. П., Сендецький В. М., Мельничук Т. В., Сендецький І. В.</i> Продуктивність ріпаку озимого за застосування регулятора росту вермийодіс та різних норм висіву.....                                       | 67 | <i>Voloshchuk O. P., Sendetskyi V. M., Melnychuk T. V., Sendetskyi I. V.</i> Productivity of winter rape for the application of vermiyodos growth regulator and different seeding .....rates                              |

|                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Гавришко О. С., Оліфір Ю. М.,<br/>Габриєль А. Й., Партика Т. В.</i><br>Трансформація агрохімічних<br>властивостей ясно-сірого<br>лісового поверхнево оглеєного<br>грунту за тривалого періоду<br>сільськогосподарського<br>використання..... | 85  | <i>Havryshko O. S., Olifir Yu. M.,<br/>Gabryiel A. Y., Partyka T. V.</i><br>Transformation<br>of agrochemical properties<br>of light-gray forestal<br>surface-gleyed soil<br>during long-term<br>agricultural use                                           |
| <i>Гень С. П.</i> Врожайність<br>і структура врожаю сої<br>залежно від елементів<br>технології вирощування.....                                                                                                                                 | 100 | <i>Hen S. P.</i> Yield<br>and crop structure of soybean<br>depending on elements<br>of growing technology                                                                                                                                                   |
| <i>Дрига В. В., Доронін В. А.,<br/>Кравченко Ю. А., Доронін В. В.</i><br>Підготовка насіння проса<br>прутоподібного ( <i>Panicum<br/>virgatum</i> L.) для сівби.....                                                                            | 112 | <i>Dryha V. V., Doronin V. A.,<br/>Kravchenko Yu. A., Doronin V. V.</i><br>Preparation of millet seeds<br>( <i>Panicum virgatum</i> L.)<br>for sowing                                                                                                       |
| <i>Кургак В. Г., Гавриш Я. В.</i><br>Ботанічний склад та динаміка<br>лінійного росту, частки листя<br>і площі листової поверхні<br>при формуванні лучних<br>агрофітоценозів.....                                                                | 126 | <i>Kurhak V. H., Havrysh Ya. V.</i><br>Botanical composition and<br>dynamics of linear growth, leaf<br>and leaf surface fraction in the<br>formation of meadow<br>agrophytocenoses                                                                          |
| <i>Пилипів Н. І.</i><br>Структура врожаю сіяного<br>бобово-злакового травостою<br>залежно від видового складу<br>та удобрення.....                                                                                                              | 153 | <i>Pylypiv N. I.</i><br>The structure of the crop<br>of sown legumes and cereals<br>depending on the species<br>composition and fertilizer                                                                                                                  |
| <i>Рудаєвська Н. М., Коник Г. С.,<br/>Шувар А. М., Дзюбайло А. Г.,<br/>Беген Л. Л., Тимчишин О. Ф.,<br/>Дорота Г. М.</i> Температурний<br>режим осінньої вегетації<br>пшениці озимої та її<br>перезимівля в умовах<br>Карпатського регіону..... | 171 | <i>Rudavska N. M., Konyk H. S.,<br/>Shuvar A. M., Dziubailo A. H.,<br/>Behen L. L., Tymchyshyn O. F.,<br/>Dorota H. M.</i> Temperature<br>regime of autumn vegetation<br>of winter wheat and its wintering<br>in the conditions<br>of the Carpathian region |

|                                                                                                    |                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Федоренко А. В., Бахмут О. О.,<br/>Борисенко В. І.,<br/>Челомбітко А. Ф.,<br/>Бащенко М. М.</i> | <i>Fedorenko A. V.,<br/>Bakhmut O. O.,<br/>Borysenko V. I.,<br/>Chelombitko A. F.,<br/>Bashchenko M. M.</i> |
| Шкідники зернових<br>колосових культур<br>з ряду твердокрилих.....                                 | The cereal crops' pests<br>of the <i>Coleoptera</i> species                                                 |
| 188                                                                                                |                                                                                                             |

|                                                                                                                       |                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Щерба М. М., Качмар О. Й.,<br/>Дубицька А. О.,<br/>Вавринович О. В.,<br/>Таравська О. В.</i>                       | <i>Shcherba M. M., Kachmar O. Y.,<br/>Dubytska A. O.,<br/>Vavrynovych O. V.,<br/>Taravska O. V.</i>                           |
| Вплив<br>систем удобрення на<br>формування продуктивності<br>зернобобових культур у<br>короткоротаційних сівозмінах.. | Influence<br>of fertilization systems<br>on productivity formation<br>of grains and legumes<br>in short-rotation cultivations |
| 202                                                                                                                   |                                                                                                                               |

## ТВАРИННИЦТВО

## STOCKBREEDING

|                                                                                                          |                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Даньків В. Я., Петришин М. А.,<br/>Павлишак Я. Я.</i>                                                 | <i>Dankiv V. Ya., Petryshyn M. A.,<br/>Pavlyshak Ya. Ya.</i>                                                 |
| Розвиток телиць<br>та молочна продуктивність<br>корів, дочок різних бугаїв<br>симентальської породи..... | Development of heifers<br>and dairy productivity of cows,<br>doughters of different simmental<br>breed bulls |
| 228                                                                                                      |                                                                                                              |

## **ЗЕМЛЕРОБСТВО І РОСЛИНИЦТВО**

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-1

UDC 633.11:632.4

**H. Ya. BILOVUS, candidate of agric. sciences**

*Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS*

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

*81115, e-mail: G.Jaroslavna@i.ua*

### **INFLUENCE OF ABIOTIC FACTORS ON THE DEVELOPMENT OF MAIN DISEASES OF WINTER WHEAT IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE**

Winter wheat is the leading grain crop in Ukraine. Realization of potential productivity of winter wheat is often limited to the development of phyto-diseases, among which the most harmful in our area are septoria, powdery mildew, dark brown spot, pyrenophorosis, rust and smut diseases. Creation of sustainable varieties is the most effective, economically justified and perfect, from the point of view of environmental protection, method of plant protection. Recently, against the background of rising prices for fungicides, on the one hand, and the ecological crisis of the biosphere on the other, the search for new effective sources of disease resistance is of particular importance. Among the genetic resources of winter wheat are genotypes that are resistant to several pathogens simultaneously and are of particular value as sources of group resistance. Therefore, the aim of our research was to study the influence of abiotic factors on the development of major diseases of winter wheat in the Western Forest-Steppe.

The article presents the results of research on influence of abiotic factors on the development of major diseases of winter wheat in the Western Forest-Steppe. During 2017–2019, the most common diseases during the winter wheat growing season were: powdery mildew, dark brown spot, pyrenophorosis. Over the years of research, the following varieties have been noted: Oberih Myronivs'kyi, Mudrist' odes'ka with resistance (score 6) to powdery mildew and dark brown spot. The Vodohray bilotserkivs'kyi variety was susceptible (score 5) to these diseases.

It should be noted that the varieties: Vodohray bilotserkivs'kyi and Oberih Myronivs'kyi showed resistance (score 6) to pyrenophorosis. Variety Mudrist' odes'ka was susceptible to this disease (score 5).

In the conditions of the Western Forest-Steppe it is necessary to grow the variety Oberih Myronivs'kyi, which has a high index of complex stability (ICS = 1.05). The appearance and development of powdery mildew and dark brown spots on winter wheat, according to research, is facilitated by increased rainfall in May–June, when the SCC reaches 1.3 and above.

In the future, research in this direction will continue for a more detailed study of this issue.

**Keywords:** winter wheat, powdery mildew, dark brown spot, pyrenophorosis, variety, resistance index.

**Біловус Г. Я.**

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

**Вплив абіотичних факторів на розвиток основних хвороб пшениці озимої в умовах Західного Лісостепу**

Пшениця озима за своїм значенням займає в Україні провідне місце серед зернових культур. Реалізація потенційної продуктивності пшениці озимої часто обмежується розвитком фітозахворювань, серед яких найбільш шкідливими в нашій зоні є септоріоз, борошниста роса, темно-бура плямистість, піренофороз, іржасті та сажкові хвороби. Створення стійких сортів – найбільш ефективний, економічно обґрунтований і досконалий, з точки зору охорони навколишнього середовища, метод захисту рослин. Останнім часом на фоні подорожчання фунгіцидних препаратів, з одного боку, та екологічної кризи біосфери з другого, особливого значення набуває пошук нових ефективних джерел стійкості до хвороб. Серед генетичних ресурсів пшениці озимої є генотипи, що характеризуються стійкістю проти кількох збудників одночасно і мають особливу цінність як джерела групової стійкості. Тому метою наших досліджень було вивчити вплив абіотичних факторів на розвиток основних хвороб пшениці озимої в умовах Західного Лісостепу.

Наведено результати досліджень з вивчення впливу абіотичних чинників на розвиток основних хвороб пшениці озимої в умовах Західного Лісостепу. Впродовж 2017–2019 рр. найбільш поширеними хворобами під час вегетації пшениці озимої були: борошниста роса, темно-бура плямистість, піренофороз. За роки досліджень відзначено сорти: Оберіг Миронівський, Мудрість одеська зі стійкістю (бал 6) до борошністої роси та темно-бурої плямистості. Сорт Водограй білоцерківський був сприйнятливим (бал 5) до ураження цими захворюваннями.

Слід відзначити, що сорти Водограй білоцерківський та Оберіг Миронівський проявили стійкість (бал 6) до ураження піренофорозом. Сорт Мудрість одеська був сприйнятливим до цього захворювання (бал 5).

Встановлено, що в умовах Західного Лісостепу потрібно вирощувати сорт Оберіг Миронівський, для якого характерно поєднання високого індексу комплексної стійкості ( $IKC=1,05$ ) з індивідуальною стійкістю до борошністої роси, темно-бурої плямистості та піренофорозу.

Появі та розвитку борошністої роси та темно-бурої плямистості на пшениці озимій за результатами досліджень сприяє підвищена кількість опадів у травні – червні, коли ГТК досягає 1,3 і вище.

**Ключові слова:** пшениця озима, борошниста роса, темно-бура плямистість, піренофороз, сорт, індекс стійкості.

**Introduction.** Increasing the quantity and quality of crop production is the main task of the agricultural complex. The main strategic agricultural crop of Ukraine is winter wheat, which occupies up to 6.5 million hectares of cultivated land, which is 40 % of the total grain area [2, 26, 27].

The cultivation of grain crops is complicated by a number of factors, one of the first of which is the deterioration of the phytosanitary condition of crops [4, 24, 25].

In Ukraine, the annual shortfall of the winter wheat harvest due to the negative effect of pathogens and pests is 12–14 %. Diseases affect wheat throughout the growing season [13, 14, 16].

Modern agroecosystems are characterized by a significant anthropogenic load, which causes an imbalance in agrocenoses, provokes an increase in the number of phytophages, the spread of harmful phytobiota, pests and pathogens, and destabilization of the phytosanitary situation in general [18, 22, 26].

The world market's need for ecologically clean agricultural products leads to a tendency to reduce the use of chemical plant protection agents against pathogenic organisms. An alternative to the use of pesticides is genetic protection, the cultivation of resistant varieties and hybrids [5, 6, 11].

The development of diseases of winter wheat plants varies from year to year. There are periods of epiphytotic and, conversely, years of weak development or even the absence of one or another disease. The reasons for the mass development of phytopathogens should be sought in the presence of favorable conditions [3, 8, 9].

The influence of abiotic factors is usually manifested in several directions. First of all, they affect the development of phytopathogens, that is, the speed of disease manifestation, survival, aggressiveness, number and viability. Plants also grow and develop under the influence of a complex complex of environmental factors simultaneously acting on them [10, 15, 34]. Depending on these factors, the resistance and endurance of plants to diseases during the growing season is formed, and they also affect the intensity of the pathogenic process itself. The elements of the external environment act in a complex manner on the growth, development and degree of damage by pathogens and plant yield. And even a temporary change in one meteorological parameter leads to the variability of others. Thus, according to the estimates of many scientists, the degree of influence of hydrothermal factors on the size of the crop and its quality ranges from 30 to 60 % [7, 8, 12].

Abiotic factors play a major role both in the occurrence of the disease itself and in its development. It should be noted that they can directly affect both the pathogen, stimulating or suppressing its development, and the host plant, increasing its susceptibility or resistance. They are the most common for all organisms of ecosystems and their actions do not depend on the density of populations of organisms [29, 30, 32].

Researchers [25, 29, 31] established that air humidity is of great importance for the dispersion, germination of spores and penetration of the pathogen into the tissue, and the air temperature affects the speed of development of the infectious process.

According to the well-known phytopathologists M. M. Kyryk, H. M. Kovalyshyn, V. V. Bazalii, and S. V. Retman [10, 23, 25], the harmfulness of leaf spots directly depends on climatic conditions. They note that the timing of the appearance of dark brown spots on the leaves depends on the average air temperature and the amount of precipitation in May.

Therefore, the goal of our research was to study the influence of abiotic factors on the development of the main diseases of winter wheat in the conditions of the Western Forest-Steppe.

**Materials and methods.** The research was conducted in 2017–2019 at the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Sciences. The object of the research was 3 varieties of winter wheat, of different institutions-originators, included in the Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine. The soil of the experimental plots was gray forestal surface-gleyed light-loamy, which was characterized by the following indicators: humus content (according to Tiurin) – 1.9 %, pH of salt extract (potentiometric method) – 4.8, hydrolytic acidity (according to Kappen-Gilkovits) – 2.91 mg eq./100 g of soil, the content of mobile phosphorus and potassium (according to Kirsanov) – 98 and 85 mg per 1 kg of soil, alkaline hydrolyzed nitrogen (according to Kornfield) – 87 mg per 1 kg of soil. The technology of growing winter wheat seeds included: pre-sowing treatment of seeds with vitavax 200 FF, 34 % v.s.k. (3.0 l/t), application of mineral fertilizers at the rate of  $N_{30}P_{90}K_{90}$  during sowing and gradual application of  $N_{30}$  nitrogen in the IV and VII stages of organogenesis, chemical protection against weeds: herbicides – grodil maxi, 37.5 % o.d. (0.09–0.11 l/ha) + zenkor liquid, 60 % k.s. (0.1–0.4 l/ha). The seed sowing rate – 5.5 million germinated seeds/ha.

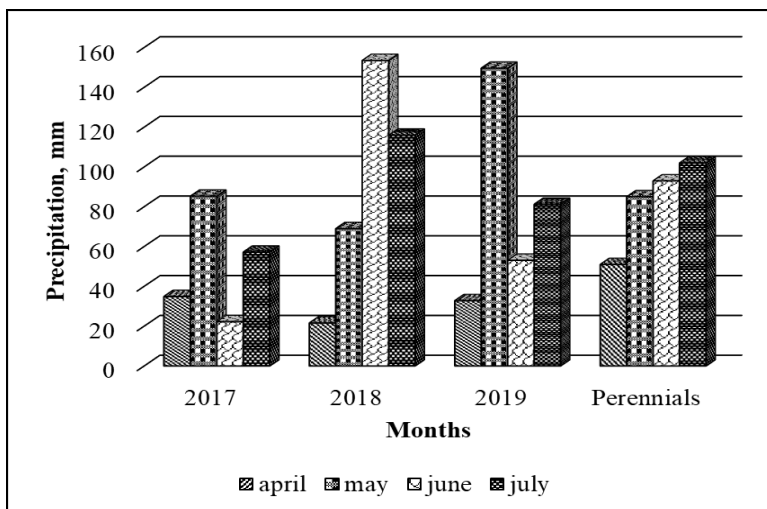
According to the method [21], phenological observations of the growth and development of winter wheat plants were carried out. The development of diseases was determined according to 9-point scales in the

phase of emergence into the tube, earing and milk ripeness according to generally accepted methods [19, 20]. The index of stability and complex stability was calculated according to the methodology of P. P. Litun et al. [1, 28].

Under the condition of describing the weather conditions for 2017–2019, we used the data of the Lviv hydrogeological improvement station, the observation point – village Obroshyne. To determine the influence of climatic factors, in particular, the amount of precipitation and temperature, on the development of diseases, the hydrothermal coefficient – GTK was used in the period April–July [17]. During the evaluation of the agroclimatic resources of this territory, it was taken into account that GTK within 1.0–1.5 characterizes optimal moisture, greater than 1.5 – excessive, less than 1.0 – unstable, less than 0.5 – weak.

**Results and discussion.** With the beginning of the growing season in April in 2017, precipitation fell by 16.1 mm less than the long-term average. The temperature in April exceeded the long-term average by 1.1 °C and equaled 8.5 °C, in May it increased by 0.9 °C.

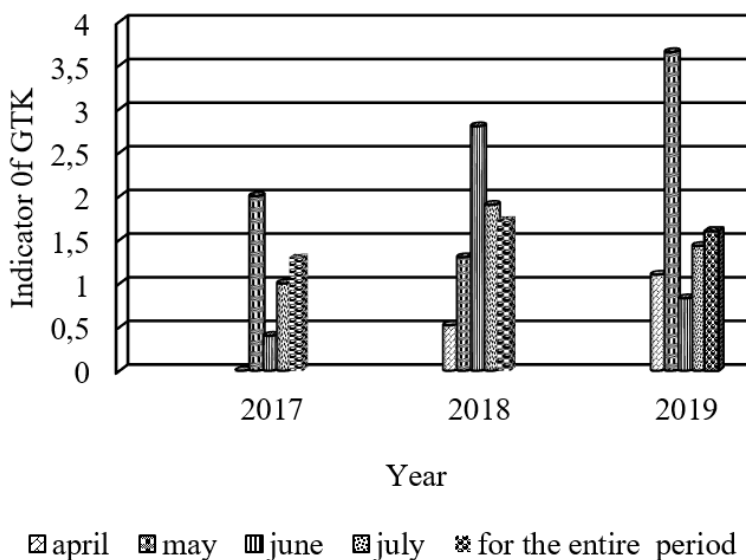
In the third decade of May, the amount of precipitation was 22 mm higher than the long-term average (Fig. 1).



**Fig. 1. The amount of precipitation for April – July in relation to average multi-year data (2017–2019)**

In June, only 22.2 mm of precipitation fell, which is 24 % of the long-term average, and in July – 57.2 mm, or 56 %. The air temperature in June was 1.9 °C higher than the long-term average. The average monthly temperature in July was 18.5 °C, which is 1 °C higher than the long-term average.

According to HTC calculations (Fig. 2), in general, the entire period from April to July in 2017 was quite wet. Such weather conditions significantly influenced the development of pathogens of fungal diseases. Thus, in 2017, the development of powdery mildew, depending on the variety, was in the range of 3.5–22.5 %, dark brown spotting – 2.5–20.0 %, pyrenophorosis – 5.0–22.0 % with hydrothermal coefficient (GTK) on average for the growing season (May – July) 2.0; 0.4; 1.0 respectively.

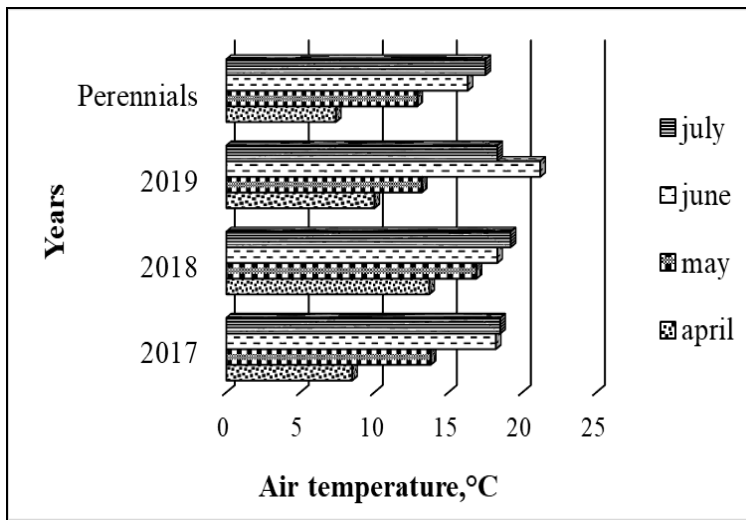


**Fig. 2. GTK according to average monthly data for the period 2017–2019 (April – July)**

In the third decade of May, the weather was favorable for the development of such diseases as dark brown spotting, powdery mildew.

In 2018, April was characterized by very warm and moderately dry weather (the air temperature was 6.3 °C higher, and the amount of precipitation was 29.4 mm less than the long-term average). In May, the air

temperature was 4 °C higher, and the amount of precipitation was 16 mm less than the long-term average (Figs. 1, 3).



**Fig. 3. Air temperature for April – July in relation to the long-term indicator (2017–2019)**

June was characterized by wet and warm weather (60.5 mm more precipitation fell, and the air temperature was 2 °C higher than the long-term average. In July, the air temperature was 1.7 °C higher, and the amount of precipitation was 14 mm higher than The development of powdery mildew in 2017, depending on the studied variety, was: 3.5–22.5 %, dark brown spotting – 2.5–20.0 %, pyrenophorosis – 5.0–29.0 %.

In 2018, a more intensive development of diseases was noted, which was facilitated by an excess level of moisture in June – July. The hydrothermal coefficient (HTC) during the growing season (April – July) was 0.52; 1.3; 2.8; 1.9.

Such weather conditions negatively affected the growth of winter wheat, but contributed to the development of phytopathogens. Depending on the variety, the development of powdery mildew in 2018 was: 1.0–20.5%, dark brown spotting – 1.5–20.5 %, pyrenophorosis – 1.0–19.0 %.

April in 2019 was characterized by warm and dry weather (the air temperature was 2.6 °C higher, and the amount of precipitation was

18.2 mm less than the long-term average). The air temperature in May was 0.3 °C higher, and the amount of precipitation was 64.6 mm higher than the long-term average (see Figs. 1, 2).

In the summer, the weather conditions differed among themselves. June was characterized by warm and relatively dry weather (the air temperature was 4.9 °C higher, precipitation was 39.9 mm less than the long-term average). In July, the air temperature was 0.8 °C higher, and the amount of precipitation was 20.8 mm less than the long-term average.

The hydrothermal coefficient (HTC) for April was 1.1; May – 3.6; June – 0.83, July – 1.43.

In 2019, depending on the variety, the development of powdery mildew on the surveyed winter wheat crops was in the range of 2.5–27.5 %, dark brown spotting – 1.5–28.5 %, pyrenophorosis – 1.5–22.0 %.

Therefore, the weather conditions of 2017–2019 contributed to the development of pathogens due to optimal and excessive humidification and the corresponding air temperature.

The most common diseases of winter wheat that were discovered during 2017–2019 years of research were: powdery mildew (*Erysiphe graminis f. sp. tritici*), dark brown leaf spot (*Drechslera tritici-repentis* Ito), pyrenophorosis (*Pyrenophora tritici-repentis*).

To determine the resistance of winter wheat varieties to the pathogens of powdery mildew, dark brown spotting, and pyrenophorosis, immunological evaluations were carried out with the translation of the degree of disease damage into indicators of distance from the average value (resistance indices) for all studied varieties.

It was established that the highest index of resistance ( $I=1.05$ ) to the pathogens of powdery mildew (*Erysiphe graminis f. sp. tritici*) and dark brown spot (*Drechslera tritici-repentis* Ito) of the varieties: Oberih Myronivskiy, Mudrist Odeska, and to the pyrenophorosis pathogen (*Pyrenophora tritici-repentis*) – Vodohray bilotserkivskiy, Oberih Myronivskiy (table).

The level of resistance of winter wheat to pathogens of major diseases was assessed according to the index of complex resistance (ICS). The highest indicators of complex resistance to the causative agents of the two diseases were noted in the variety Oberih Myronivskiy ( $ICS=1.05$ ).

**Assessment of the resistance of winter wheat varieties to major diseases, 2017–2019**

| Variety                       | Score of resistance to pathogens        |                                        |                                     | Resistance index, I                     |                                        |                                     | Index of complex stability, ICS |
|-------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
|                               | <i>Erysiphe graminis</i> f. sp. tritici | <i>Drechslera tritici-repentis</i> Ito | <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> | <i>Erysiphe graminis</i> f. sp. tritici | <i>Drechslera tritici-repentis</i> Ito | <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> |                                 |
| Vodohray bilotserkivskiy (St) | 5                                       | 5                                      | 6                                   | 0,88                                    | 0,88                                   | 1,05                                | 0,94                            |
| Oberih Myronivskiy            | 6                                       | 6                                      | 6                                   | 1,05                                    | 1,05                                   | 1,05                                | 1,05                            |
| Mudrist Odeska                | 6                                       | 6                                      | 5                                   | 1,05                                    | 1,05                                   | 0,88                                | 0,99                            |
| X*                            | 5,7                                     | 5,7                                    | 5,7                                 | 0,99                                    | 0,99                                   | 0,99                                | 0,99                            |
| min**                         | 5                                       | 5                                      | 5                                   | 0,88                                    | 0,88                                   | 0,88                                | 0,94                            |
| max***                        | 6                                       | 6                                      | 6                                   | 1,05                                    | 1,05                                   | 1,05                                | 1,05                            |
| R****                         | 1                                       | 1                                      | 1                                   | 0,17                                    | 0,17                                   | 0,17                                | 0,11                            |

Note: x\* – average, min\*\* – minimum value, max\*\*\* – maximum value, R\*\*\*\* – range of variation (max-min).

**Conclusions.** In the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine, during the years of research (2017–2019), the differentiation of winter wheat varieties in terms of resistance to major diseases was revealed. According to the results of our research, the appearance and development of powdery mildew and dark brown spotting on winter wheat is facilitated by an increased amount of precipitation in May-June, when the HTC reaches 1.3 and above.

It was established that the highest index of resistance to the causative agent of powdery mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. tritici) and dark brown spot (*Drechslera tritici-repentis* Ito) was noted in the varieties: Oberih Myronivskiy, Mudrist Odeska, and to the causative agent of pyrenophorosis (*Pyrenophora tritici-repentis*) – Vodohray bilotserkivskiy, Oberih Myronivskiy. It was found that the most valuable variety is Oberih Myronivskiy, which is characterized by a combination of a high index of

complex resistance (ICS=1.05) with individual resistance to powdery mildew, dark brown spotting and pyrenophorosis.

#### Список використаної літератури

1. Адаптивная селекция. Теория и технология на современном этапе / П. П. Литун и др. Харьков, 2007. 263 с.

2. Базалій В. В., Домарацький Є. О. Вплив біопрепаратів на врожайність та адаптивні властивості сортів пшениці м'якої озимої. *Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво*. 2012. № 81. С. 9–14. URL: [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/81\\_2012/81\\_2012.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/81_2012/81_2012.pdf) (дата звернення: 10.02.2022).

3. Борзих О. І. Хвороби рослин основних польових культур в агроценозах України. *Біоресурси і природокористування*. 2015. Т. 7. С. 183–189.

4. Ващенко В. В., Назаренко М. М. Аналіз продуктивності пшениці м'якої озимої в умовах Північного Степу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 4. С. 68–72.

5. Вожегова Р. А., Кривенко А. І. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої та економічно-енергетичну ефективність технології її вирощування в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 1 (101). С. 39–46.

6. Ефективність елементів біологізації технології вирощування пшениці озимої в лісостеповій зоні України / С. М. Шакалій та ін. *Таврійський наук. вісник*. 2020. № 112. С. 174–180.

7. Захист зрошуваної пшениці озимої від шкідливих організмів / О. Д. Шелудко та ін. *Зрошуване землеробство*. 2012. Вип. 57. С. 73–79.

8. Землеробство ХХІ століття – проблеми та шляхи вирішення / В. Ф. Камінський та ін. Київ, 2015. 272 с.

9. Іващенко О. О. Шляхи адаптації землеробства в умовах змін клімату. *Зб. наук. пр. ННЦ «Ін-т землеробства НААН»*. 2008. Спецвипуск. С. 15–21.

#### References

1. Adaptive selection. Theory and technology at the present stage / P. P. Litun et al. Khar'kov, 2007. 263 p.

2. Basalii V. V., Domaratskyi Ye. O. Influence of biological products on yield and adaptive properties of soft winter wheat varieties. *Tavriyskiy naukovyi visnyk. Zemlerobstvo, roslinnytstvo, ovochivnytstvo ta bashdannytstvo*. 2012. No 81. P. 9–14. URL: [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/81\\_2012/81\\_2012.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/81_2012/81_2012.pdf) (last accessed: 10.02.2022).

3. Borzykh O. I. Diseases of plants of main field crops in agrocenoses of Ukraine. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. 2015. Vol. 7. P. 183–189.

4. Vashchenko V. V., Nazarenko M. M. Analysis of soft winter wheat productivity in the Northern Steppe of Ukraine. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. 2014. No 4. P. 68–72.

5. Vozhehova R. A., Kryvenko A. I. Influence of biological products on winter wheat productivity and economic and energy efficiency of its cultivation technology in the South of Ukraine. *Visnyk aharnoi nauky Prychornomoria*. 2019. Issue 1 (101). P. 39–46.

6. Efficiency of elements of biologization of winter wheat growing technology in the Forest-steppe zone of Ukraine / S. M. Shakalii et al. *Tavriyskiy nauk. visnyk*. 2020. No 112. P. 174–180.

7. Protection of irrigated winter wheat from harmful organisms / O. D. Sheludko et al. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2012. Issue 57. P. 73–79.

8. Agriculture of the XXI century – problems and solutions / V. F. Kaminskyi et al. Kyiv, 2015. 272 p.

9. Ivashchenko O. O. Ways of adaptation of agriculture in the conditions of climate change. *Zb. nauk. pr. NNTs «In-t zemlerobstva NAAN»*. 2008. Special issue. P. 15–21.

10. Ковалишина Г. М., Кирик М. М. Захист посівів озимої пшениці від хвороб : метод. рек. Київ : Аграрна наука, 2001. 29 с.
11. Компанієць В. О., Солодушко М. М., Кулик А. О. Економічна ефективність вирощування сучасних сортів пшениці озимої в умовах Північного Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 4. С. 81–85.
12. Комплексні системи захисту сільськогосподарських культур від хвороб / В. П. Туренко та ін. ; за ред. В. П. Туренка, М. О. Білика ; ХНАУ імені В. В. Докучаєва. Вид. 2-ге, допов. Харків : Майдан, 2019. 330 с.
13. Кононюк Л. М., Корсун С. Г., Давидюк Г. В. Врожайність та якість зерна пшениці озимої залежно від технології вирощування в Правобережному Лісостепу. *Зб. наук. пр. ННЦ «Ін-т землеробства НААН»*. 2014. Вип. 4. С. 46–54.
14. Косташук М. В., Липитан Р. М., Мартинюк Л. С. Потенціал продуктивності сортів озимої пшениці. *Цукрові буряки*. 2015. № 5. С. 15–16.
15. Литвиненко М. А. Реалізація генетичного потенціалу. Проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів пшениці озимої. *Насінництво*. 2010. № 6 (90). С. 1–6.
16. Любич В. В. Продуктивність сортів та ліній пшениці залежно від абіотичних та біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 3 (95). С. 146–160.
17. Ляшенко Г. В. Практикум з агрокліматології : навч. посіб. Одеса : Вид. ПП «ТЕС», 2014. 161 с.
18. Марковська О. Є., Гречишкіна Т. А. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу України. *Агробіологія*. 2020. Вип. 1. С. 96–103.
19. Методика випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ, 2001. 448 с.
10. Kovalyshyna H. M., Kyryk M. M. Protection of winter wheat crops from diseases : metod. rek. Kyiv : Ahrama nauka, 2001. 29 p.
11. Kompaniets V. O., Solodushko M. M., Kulyk A. O. Economic efficiency of growing modern varieties of winter wheat in the northern steppe of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2015. No 4. P. 81–85.
12. Complex systems of protection of agricultural crops from diseases / V. P. Turenko et al. ; for ed. V. P. Turenko, M. O. Bilyk ; KhNAU imeni V. V. Dokuchaieva. Vyd. 2-he, dopov. Kharkiv : Maidan, 2019. 330 p.
13. Kononiuk L. M., Korsun S. H., Davydiuk H. V. Yield and grain quality of winter wheat depending on the technology of cultivation in the Right-Bank Forest-Steppe. *Zb. nauk. pr. NNTs «In-t zemlerobstva NAAN»*. 2014. Issue 4. P. 46–54.
14. Kostashchuk M. V., Lypytan R. M., Martyniuk L. S. Productivity potential of winter wheat varieties. *Tsukrovi buriaky*. 2015. No 5. P. 15–16.
15. Lytvynenko M. A. Realization of genetic potential. Problems of productivity and quality of grain of modern varieties of winter wheat. *Nasimnytstvo*. 2010. No 6 (90). P. 1–6.
16. Liubych V. V. Productivity of wheat varieties and lines depending on abiotic and biotic factors. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2017. Issue 3 (95). P. 146–160.
17. Liashenko H. V. Workshop on agroclimatology : navch. posib. Odesa : Vyd. PP «TES», 2014. 161 p.
18. Markovska O. Ye., Hrechyskhina T. A. Productivity of winter wheat varieties depending on the elements of cultivation technology in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Ahrobiolohiia*. 2020. Issue 1. P. 96–103.
19. Methods of testing and application of pesticides / za red. S. O. Trybelia. Kyiv, 2001. 448 p.
20. Methodology for assessing the resistance of wheat varieties against pests and

20. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб / С. О. Трибель та ін. Київ, 2010. 392 с.
21. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко та ін. ; за ред. В. О. Єщенко. Вінниця, 2014. 332 с.
22. Петриченко В., Лыхочвор В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур. 5-те вид. Київ, 2020. 806 с.
23. Реалізація генетичного потенціалу продуктивності сортів пшениці м'якої озимої за різних умов вирощування / В. Базалій та ін. *Вісник Львівського НАУ. Серія Агрономія*. 2018. № 22 (1). С. 319–325.
24. Рекомендації «Особливості технологій вирощування озимих зернових культур під урожай 2019 року (осінній комплекс робіт)». Оброшино, 2018. 48 с.
25. Ретьман С. В. Плямистості озимої пшениці. Київ : Колообіг, 2010. 232 с.
26. Рудник-Іващенко О. І. Особливості вирощування озимих культур за умов змін клімату. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2012. № 2. С. 8–10.
27. Сайко В. Ф., Свидинок І. М., Кононюк Л. М. Технологія вирощування високоякісного зерна пшениці озимої в Лісостепу та Поліссі України. *Посібник укр. хлібороба*. 2009. С. 45–48.
28. Системний аналіз в селекції польових культур : навч. посіб. / за ред. П. П. Літуна та ін. Харків, 2009. 354 с.
29. Стійкість сортів пшениці м'якої ярої до листових грибних хвороб / Близнюк Р. М. та ін. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 1. С. 74–79.
30. Чайка О. В., Ключевич М. М. Вплив абіотичних факторів на розвиток основних хвороб ячменю ярого в умовах Полісся України. *Вісник ЖНАЕУ. Загальна екологія та агроекологія*. 2009. № 2. С. 80–87. URL: <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/5850> (дата звернення: 17.02.2022).
31. Шахова Н. М., Шаповалов А. І. Хвороби озимого зернового поля. *Наукові праці. Екологія*. 2014. Вип. 220, т. 232. С. pathogens / S. O. Trybel et al. Kyiv, 2010. 392 p.
21. Fundamentals of scientific research in agronomy / V. O. Yeshchenko et al. ; za red. V. O. Yeshchenka. Vinnytsia, 2014. 332 p.
22. Petrychenko V., Lykhochvor V. Crop production. New technologies for growing field crops. 5th edition. Kyiv, 2020. 806 p.
23. Realization of genetic potential of productivity of soft winter wheat varieties under different growing conditions / V. Basalii et al. *Visnyk Lvivskoho NAU. Seriya Ahronomiia*. 2018. No 22 (1). P. 319–325.
24. Recommendations "Features of technologies for growing winter cereals for the 2019 harvest (autumn complex of works)". Obroshyno, 2018. 48 p.
25. Retman S. V. Spots of winter wheat. Kyiv : Koloobih, 2010. 232 p.
26. Rudnyk-Ivashchenko O. I. Peculiarities of growing winter crops under conditions of climate change. *Sortovyvchennya ta okhrona prav na sorty roslyn*. 2012. No 2. P. 8–10.
27. Saiko V. F., Svydyniuk I. M., Kononiuk L. M. Technology of growing high quality winter wheat grain in the Forest-Steppe and Polissia of Ukraine. *Posibnyk ukr. khliboroba*. 2009. P. 45–48.
28. System analysis in the selection of field crops : textbook / ed. P. P. Litun et al. Kharkiv, 2009. 354 p.
29. Resistance of soft spring wheat varieties to leaf fungal diseases / Blyzniuk R. M. et al. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2019. No 1. P. 74–79.
30. Chaika O. V., Kliuchevych M. M. Influence of abiotic factors on the development of the main diseases of spring barley in the conditions of Polissia of Ukraine. *Visnyk ZhNAEU. Zahalna ekolohiia ta ahroekolohiia*. 2009. No. 2. P. 80–87. URL: <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/5850> (last accessed: 17.02.2022).
31. Shakhova N. M., Shapovalov A. I. Ailments of winter grain field. *Naukovi pratsi. Ekolohiia*. 2014. Issue 220, vol. 232. P. 58–61.

58–61.

32. Bilovus G. Ya. Influence of meteorological conditions and varietal peculiarities on development of fungal diseases winter wheat. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 1. С. 76–80.

33. Compendium of Wheat Diseases and Pests / W. W. Bockus et al. ; American Phytopathological Society. Third edition. St. Paul, MN, 2010. 171 p.

34. Markovska O. Y., Pikovskyi M. Y., Nikishov O. O. Optimization of the system of irrigated winter wheat protection against harmful organisms in southern Ukraine. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10, № 3/4. С. 98–104.

32. Bilovus G. Ya. Influence of meteorological conditions and varietal peculiarities on development of fungal diseases winter wheat. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. 2016. No 1. P. 76–80.

33. Compendium of Wheat Diseases and Pests / W. W. Bockus et al. ; American Phytopathological Society. Third edition. St. Paul, MN, 2010. 171 p.

34. Markovska O. Y., Pikovskyi M. Y., Nikishov O. O. Optimization of the system of irrigated winter wheat protection against harmful organisms in southern Ukraine. *Bioresursy i pryrodokorystuvania*. 2018. Vol. 10, No. 3/4. P. 98–104.

Received: March 15, 2022

Accepted: June 15, 2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-2

UDC 633.11:631.53.01:330.131.5

**I. S. VOLOSHCHUK, O. P. VOLOSHCHUK, H. S. KONYK, doctors of agric. sciences**

**V. V. HLYVA, Yu. V. VOROBIOVA, candidates of agric. sciences**

**H. S. HERESHKO, O. M. SLUCHAK, scientists**

*Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS*

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

*81115, e-mail: [olexandravoloschuk53@gmail.com](mailto:olexandravoloschuk53@gmail.com)*

## **EFFICIENCY OF GROWING BASIC SEEDS OF SOFT WINTER WHEAT UNDER VARIOUS AGROTECHNOLOGICAL MEASURES**

Increasing the level of crops and gross yields of agricultural crops, the main share of which is cereals, in particular winter wheat, which fully uses the natural resource potential of the country's regions, is the main priority for agricultural science. The expansion of the production of grain crops seeds as an effective and environmentally friendly mean of intensifying agricultural production encourages the development of market relations in Ukraine. This is a strategically promising direction for the development of both the agro-industrial complex and the economy as a whole, orienting them to leading positions in the global hierarchy of high-tech countries. Seeds are an important innovative and investment highly competitive product intended for sale in the domestic and world markets. It harmonizes the relationship between producers and consumers through scientific research on seed needs, ensuring that the range and production volumes meet existing needs, constantly improving the variety of structure and technologies, activating entrepreneurship, using marketing, and the latest achievements of economic opinion.

The article presents the results of studies on the effect of varieties, mineral fertilizers and microfertilizers on the efficiency of growing basic seeds of soft winter wheat, conducted at the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine in 2019–2021 on the influence of the variety, mineral fertilizers and microfertilizers on the efficiency of growing basic seeds of soft winter wheat. It was established that on the low-fertility soils of the Western Forest-Steppe zone the highest profitability (137.1–144.6 %) of elite seed production was obtained from the introduction of highly productive varieties included in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine of the forest-steppe ecological type: MIP Vyshyvanka (originator – Myronov Institute of wheat, named after V. M. Remeslo of the National Academy of Sciences), Kvitka poliv (Bilotserkivska DSOS of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Sciences of Ukraine), Spivanka Poliska (National Scientific Center "Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences of

© Voloshchuk I. S., Voloshchuk O. P., Konyk H. S.,  
Hlyva V. V., Vorobiova Yu. V.,  
Hereshko H. S., Sluchak O. M., 2022

Ukraine") and the optimal system of plant nutrition, including the rate of mineral fertilizers  $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$  application and plant nutrition with microfertilizers: oracul multicomplex and yaraVita Gramitrel (1.5 l/ha each) in phases BBCH 13 (three leaves), BBCH 32–37 (the second node – the last flag leaf).

The highest level of profitability in the production of seeds of winter wheat was provided by: varieties of the forest-steppe ecotype – MIP Vyshyvanka (originator – Myronov Institute of wheat, named after V. M. Remeslo of the National Academy of Sciences), Kvitka poliv (Bilotserkivska DSDS of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the NAAS of Ukraine), Spivanka Poliska (National Scientific Center "Institute of Agriculture of the NAAS of Ukraine") – respectively 144.6 %, 137.6 and 137.1 %, the rate of application of mineral fertilizers  $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$  and the application in the phase BBCH 29–31 (end of tillering – first node) of microfertilizers – 175.1 % (oracul multicomplex) and 176.0 % – yaraVita Gramitrel.

**Keywords:** wheat, variety, seeds, mineral fertilizers, microfertilizers, yield, profitability.

**Волощук І. С., Волощук О. П., Коник Г. С., Глива В. В., Воробйова Ю. В., Герешко Г. С., Случак О. М.**

Інститут сільськогосподарства Карпатського регіону НААН

**Ефективність вирощування базового насіння пшениці м'якої озимої за різних агротехнологічних заходів**

Підвищення рівня врожаю та валових зборів сільськогосподарських культур, основну частку яких становлять зернові, зокрема пшениця озима, яка у повному обсязі використовує природноресурсний потенціал районів країни, є головним завданням для аграрної науки. Розширення площ посівів зернових культур як ефективного та екологічно безпечного засобу інтенсифікації сільськогосподарського виробництва зумовлює розвиток ринкових відносин в Україні. Це є стратегічно перспективним напрямом розвитку як агропромислового комплексу, так і економіки в цілому, орієнтуючи їх на провідні позиції в світовій ієрархії високотехнологічних країн. Насіння виступає важливим інноваційно-інвестиційним висококонкурентним продуктом, призначеним для продажу на внутрішньому та світовому ринках, гармонізує взаємозв'язок між виробниками і споживачами через наукові дослідження, забезпечення відповідності асортименту та обсягів виробництва наявним запитам, постійне вдосконалення сортової структури і технологій, активізацію підприємництва, використання маркетингу та новітніх здобутків економічної думки.

Представлено результати досліджень, проведених в Інституті сільськогосподарства Карпатського регіону НААН у 2019–2021 рр., з впливу сорту, мінеральних добрив та мікродобрив на ефективність вирощування базового насіння пшениці м'якої озимої. Встановлено, що на низькородючих ґрунтах зони Західного Лісостепу найвищу рентабельність (137,1–144,6 %) вирощування насіння еліти отримано від впровадження в сільськогосподарське виробництво високопродуктивних сортів, внесених до

Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, лісостепового екологічного типу: МПІ Вишиванка (оригінатор – Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН), Квітка полів (Білоцерківська ДСДС Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН), Співанка Поліська (Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН») та оптимальної системи живлення рослин, яка включає норму внесення мінеральних добрив  $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$  і позакореневе підживлення рослин мікродобривами: оракул мультикомплекс і яраВіта Грамітрел (по 1,5 л/га) у фазі ВВСН 13 (три листки), ВВСН 32–37 (другий вузол – останній прапорцевий листок).

Найвищий рівень рентабельності виробництва насіння пшениці озимої забезпечили: сорти лісостепового еко типу – МПІ Вишиванка (оригінатор – Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН), Квітка полів (Білоцерківська ДСДС Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН), Співанка Поліська (Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН») – відповідно 144,6 %, 137,6 і 137,1 %, норма внесення мінеральних добрив  $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$  – 161,7 % та позакореневе внесення в фазі ВВСН 29–31 (кінець кушіння – перший вузол) мікродобрив – 175,1 % (оракул мультикомплекс) та 176,0 % – яраВіта Грамітрел.

**Ключові слова:** пшениця, сорт, насіння, мінеральні добрива, мікродобрива, врожайність, рентабельність.

**Introduction.** In the context of the national economy development, effective seed production is a strategic issue. The industry that realizes the genetic potential of the formed varietal plant resources of the state is the guarantee of the further growth of agricultural production. It is her task to produce competitive seed products that would meet the consumer's purchasing power on the domestic and foreign markets and would be profitable for the producer [1, 11, 12].

The efforts of a number of countries are focused on providing domestic needs for seeds, planting material and increasing exports, in particular: Germany with a share of 44.4 % of world sales, the USA – 24.8 %, China – 12.0 %, France – 8.3 %, the Netherlands – 4.3 % [31, 32].

The largest producer of seeds in Ukraine is the National Academy of Agrarian Sciences. 550 varieties and 87 hybrids are cultivated in 46 scientific institutions and 135 research farms. Annually, more than 5,000 tons of additional basic seeds of primary links, 60,000 tons of basic seeds, 1,100 tons of parental forms of hybrids of corn, sunflower, sugar beet, sorghum, 70–80 tons of vegetable seeds and more than 100 tons of melon crops, 20,000 tons of basic potato seeds, 1.5 million pieces of seedlings of fruit crops, 1.5 million pieces of grape seedlings, as well as seeds and seedlings of other crops [15].

Up to 2.5–3.0 million tons of high-quality seeds of various types of grain crops are produced annually, of which 1.5–1.8 million tons are winter grains and 1.0–1.2 million tons of spring grains, of which 60 % of domestic selection [4].

The high level of improvement in the creation of high-yielding varieties of agricultural crops by domestic breeding institutions and the production of a sufficient number of seeds are convincing factors of the overestimation of the real productivity of foreign varieties and their seed material. The importance of the variety also increases under the condition of effective use of those that have passed the state test, entered in the "State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine" and recommended by scientific institutions for distribution in the appropriate soil and climate zone [14, 17, 19, 22].

Variety replacement and variety renewal play an increasingly important role. The production of seeds at the expense of a new variety is economically profitable, under the conditions of a scientifically based cultivation technology that takes into account natural factors and elements of varietal agrotechnics. The greatest value comes from those varieties that respond positively to intensive technology, are able to pay back the spent energy costs and meet the social demand of the producer [16, 24, 30].

The significance of a single factor or agricultural technology of cultivation in the final share of the crop is quite difficult to single out and evaluate, however, a number of scientists estimate the influence of the variety and seeds at 25–35 %, while 10 % is allocated to the natural fertility of the soil, 15 % to weather factors, 10 % to soil cultivation, and fertilizers – 25, plant protection – 15 % [3, 18, 20, 26].

In the conditions of the market economy development, there is an increased demand of agricultural producers for the seeds of grain crops, which, being a product of scientific and technical progress, increases the efficiency of grain production, strengthens the competitiveness of business entities and is one of the determining factors in increasing the supply of commercial grain [5–8, 10].

The cost of seeds depends on the productivity of the variety and the technology of crop cultivation, which determine the economic evaluation and justify the wide implementation of the proposed agricultural measures at the final stage of scientific research [2, 9, 13, 21, 33].

The purpose of our research was to establish the economic efficiency of growing basic seeds of winter soft wheat varieties depending on the variety and the system of main and additional nutrition of plants in the Western Forest-Steppe zone.

**Materials and methods.** The research was conducted in the crop rotation of the Department of Seed Production and Seed Science of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Sciences during 2019–2021.

The total area of the sown plot – 65 m<sup>2</sup>, the accounting area – 50 m<sup>2</sup>. Placement of options is systematic, repetition is three times.

Agricultural technology for growing soft winter wheat is generally accepted for culture in this zone. The predecessor is winter rapeseed. Seed sowing rates are 5.5 million seeds/ha. Sowing dates 25.09–15.10. Seeds' protection: poisoner – Vitavax 200 FF, 34 % v. s. k. (3.0 l/t); plants' protection: herbicides – Roundup, 48 % v.r. (4.0 l/ha) (2–3 weeks before plowing); Granstar, 75 % v.r. (0.025 g/ha); fungicide – Falcon Dow, k.e. (0.6 l/ha). The total area of the sown plot – 60 m<sup>2</sup>, the accounting area – 50 m<sup>2</sup>. Repetition – three times.

The objects of research were soft winter wheat varieties included in the "State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine", in particular: Trudivnytsia Myronivska (control), MIP Vyshyvanka (Myroniv Institute of Wheat named after V. M. Remesla of the National Academy of Sciences); Gratsiia Bilotserkivska, Kvitka Poliv (Bilotserkivska DSDS of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Sciences); Vodohray, Spivanka Poliska (National Research Center "Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences of Ukraine"), mineral fertilizer standards (N<sub>90</sub>P<sub>50</sub>K<sub>90</sub>S<sub>19</sub>, N<sub>168</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>S<sub>21</sub>, N<sub>220</sub>P<sub>90</sub>K<sub>160</sub>S<sub>28</sub>), microfertilizers (oracul multicomplex, yaraVita Gramitrel).

Experiments were carried out according to the methodology of V. O. Ushkarenko, R. A. Vozhegova (2020) [27], phenological observations were determined by G. K. Fursov, D. I. Fursov, V. V. Sergeyeva (2004) [28]; phytopathological evaluation – according to V. P. Omeliuta, I. V. Hryhorovych, V. S. Chaban, and others. (1986) [23]; net productivity of photosynthesis – by N. V. Peterson, T. O. Chernomyrdina, E. K. Kuryliak (1993) [25]; economic efficiency – according to V. I. Shorban (2017) [29].

**Results and discussion.** The dependence of soft winter wheat yield on the soil and climatic conditions of cultivation in the Western Forest-Steppe is greater than in other zones. The low natural fertility of soils, their increased acidity, the washing regime, do not always give the opportunity to obtain the expected results. Breeding work with wheat is not carried out in the studied area, therefore grain producers purchase seed material of new varieties from the originator institutions of the Central Forest-Steppe,

Steppe. Under such conditions, varieties with high adaptability to local (zonal) conditions, resistance to abiotic stresses and the ability to ensure high and stable grain yield over the years are valuable.

In our experiments, the average yield of seeds by varieties varied from 4.12 to 4.34 t/ha with a difference between them of 0.02–0.14 t/ha (Table 1). The highest yield of seeds was formed by varieties in 2019 – 4.12–4.30 t/ha. The range of variation (R) by varieties was 0.02–0.60 t/ha, by years – 0.18–0.44 t/ha.

The phenotypic difference in seed yield was insignificant (0.24–0.31). The most stable to the influence of abiotic and biotic factors of the environment were the following cultivars: Grazia bilotserkivska ( $\sigma = 0.10$ ), Spivanka Poliska ( $\sigma = 0.15$ ), Kvitka poliv ( $\sigma = 0.16$ ). Slight variability of seed yield, under the influence of environmental conditions, was recorded in the Grazia bilotserkivska variety ( $V = 0.20\%$ ), a much wider range of variation was observed in the Trudivnytsia myronivska variety ( $V = 6.2\%$ ). The range of variability of the variety Trudivnytsia myronivska was the highest ( $R = 0.60$  t/ha), and Grazia bilotserkivska was the lowest ( $R = 0.02$  t/ha). Based on the difference between the maximum and minimum seed yield, we determined the resistance of varieties to stressful growing conditions. A lower indicator was obtained in 2019 –  $R = 0.18$  t/ha, which indicates higher stability of varieties and a wider range of adaptability.

Significant differences of winter wheat varieties in response to the soil and climatic conditions of the Western Forest-Steppe zone caused their different seed productivity, which affected the indicators of the economic efficiency of basic seed production. Depending on the productivity of the variety, at the price of the basic seed – 12.0 thousand UAH/t, the cost of sold seeds was 49.4–52.4 thousand UAH (Table 2). The cultivation costs amounted to 21.3 thousand UAH/ha, conditional net profit varied from 28.1 thousand UAH/t (Grazia bilotserkivska variety) to 30.8 thousand UAH/t (MIP Vyshyvanka). The cost price of 1 ton of seeds was in the range of 4.91–5.17 thousand UAH/t. The profitability of seed production of all varieties was high, but the highest (144.6 %) was provided by the MIP Vyshyvanka variety, and the lowest (131.9 %) by Grazia bilotserkivska.

**1. Phenotypic stability and adaptive potential of soft winter wheat varieties by seed yield (2019–2021), t/ha**

| Variety, indicator                   | Yield for years, t/ha |                |               |           | $\sigma$ | V, % | R    | Nom   | Sc  | $b_i$ |
|--------------------------------------|-----------------------|----------------|---------------|-----------|----------|------|------|-------|-----|-------|
|                                      | 2019                  | 2020<br>(opt.) | 2021<br>(min) | $\bar{x}$ |          |      |      |       |     |       |
| Trudivnytsia Myronivska<br>(control) | 4.16                  | 4.49           | 3.89          | 4.18      | 7.2      | 6.2  | 0.60 | 96.9  | 3.6 | 0.69  |
| MP Vyshyvanka                        | 4.30                  | 4.57           | 4.15          | 4.34      | 4.8      | 4.8  | 0.41 | 220.8 | 4.0 | 0.81  |
| Grazia Bilotserkivska                | 4.12                  | 4.13           | 4.11          | 4.12      | 0.2      | 0.2  | 0.02 | 284.0 | 4.1 | 0.62  |
| Kvitka poliv                         | 4.20                  | 4.45           | 4.01          | 4.22      | 5.3      | 5.3  | 0.45 | 175.2 | 3.8 | 0.70  |
| Vodohrai                             | 4.13                  | 4.40           | 3.98          | 4.17      | 5.9      | 5.9  | 0.49 | 143.0 | 3.7 | 0.55  |
| Spivanka Poliska                     | 4.18                  | 4.43           | 4.02          | 4.21      | 5.0      | 5.0  | 0.42 | 199.4 | 3.8 | 0.43  |
| LSD <sub>0,05</sub>                  | 0.10                  | 0.08           | 0.06          |           |          |      | 0.34 | 300.7 |     |       |
| X                                    | 4.18                  | 4.41           | 4.01          | 4.20      | 0.29     | 4.7  |      |       |     |       |
| Mim                                  | 4.12                  | 4.13           | 3.89          | 4.12      | 0.10     | 0.2  |      |       |     |       |
| Max                                  | 4.30                  | 4.57           | 4.15          | 4.34      | 0.48     | 6.2  |      |       |     |       |
| R                                    | 0.18                  | 0.44           | 0.27          | 0.22      | 0.38     | 6.0  |      |       |     |       |

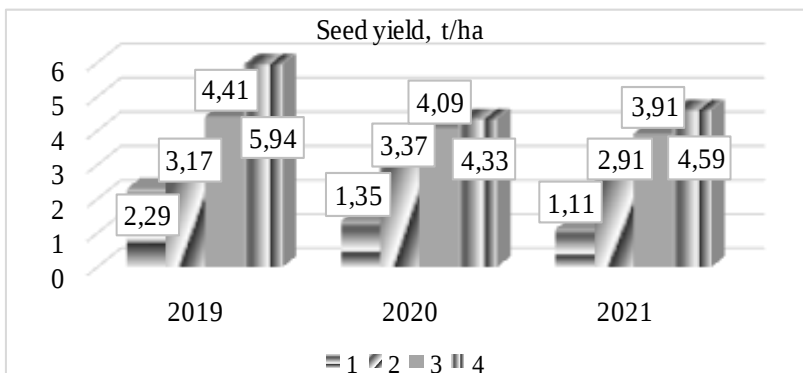
## 2. Economic assessment of the cultivation of soft winter wheat seeds depending on the variety (2019–2021)

| Variety                           | Seed yield, t/ha | Cost of sold seeds, thousand UAH/ha | Amount of cultivation costs, thousand UAH/ha | Conditionally net profit, thousand UAH/ha | Cost of 1 ton of products, thousand UAH | Profitability |              |
|-----------------------------------|------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|--------------|
|                                   |                  |                                     |                                              |                                           |                                         | %             | ± to control |
| Trudivnytsia myronivska (control) | 4.18             | 50.2                                | 21.3                                         | 28.9                                      | 5.10                                    | 135.7         | -            |
| MIP Vyshyvanka                    | 4.34             | 52.1                                | 21.3                                         | 30.8                                      | 4.91                                    | 144.6         | 8.9          |
| Grazia bilotserkivska             | 4.12             | 49.4                                | 21.3                                         | 28.1                                      | 5.17                                    | 131.9         | -3.8         |
| Kvitka poliv                      | 4.22             | 50.6                                | 21.3                                         | 29.3                                      | 5.05                                    | 137.6         | 1.9          |
| Vodohray                          | 4.17             | 50.0                                | 21.3                                         | 28.7                                      | 5.11                                    | 134.7         | -1.0         |
| Spivanka Poliska                  | 4.21             | 50.5                                | 21.3                                         | 29.2                                      | 5.06                                    | 137.1         | 1.4          |

Note. Background of mineral fertilizers  $N_{168}P_{70}K_{120}S_{21}$ . Cost of 1 ton of winter wheat seeds in 2021 – UAH 12,000.

The use of mineral fertilizers in agriculture must meet the requirements of modern agriculture, providing the needs of agricultural crops in nutrients for crop formation and extended reproduction of soil fertility. Today, grain producers prefer new complex fertilizers, but they do not always get the expected results due to their high prices.

Over the years of research, the average seed yield of soft winter wheat varieties varied from 1.58 – in the control to 4.95 t/ha – in the option of applying mineral fertilizers in the norm  $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$  (Fig. 1).



**Fig. 1. Indicator of soft winter seeds' yield of wheat varieties depending on the rates of mineral fertilizer application (2019–2021)**

Note. 1 – control (without fertilizers); 2 –  $N_{90}P_{50}K_{90}S_{19}$ ; 3 –  $N_{168}P_{70}K_{120}S_{21}$ ; 4 –  $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$ .

### 3. Economic assessment of winter soft wheat seeds cultivation depending on the rates of mineral fertilizer application (2019–2021)

| Rate of mineral fertilizers, d.r./ha | Seed yield, t/ha | Cost of realized seeds, thousand UAH | Cultivation costs, thousand UAH/ha | Conditionally net profit, thousand UAH/ha | Cost of 1 ton of products, thousand UAH | Profitability |              |
|--------------------------------------|------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|--------------|
|                                      |                  |                                      |                                    |                                           |                                         | %             | ± to control |
| Control (without fertilizers)        | 1.58             | 19.0                                 | 10.2                               | 8.8                                       | 6.5                                     | 86.3          | -            |
| $N_{90}P_{50}K_{90}S_{19}$           | 3.14             | 37.7                                 | 19.8                               | 17.9                                      | 6.3                                     | 90.4          | 4.1          |
| $N_{168}P_{70}K_{120}S_{21}$         | 4.12             | 49.4                                 | 21.3                               | 28.1                                      | 5.2                                     | 131.9         | 45.6         |
| $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$         | 4.95             | 59.4                                 | 22.7                               | 36.7                                      | 4.6                                     | 161.7         | 75.8         |

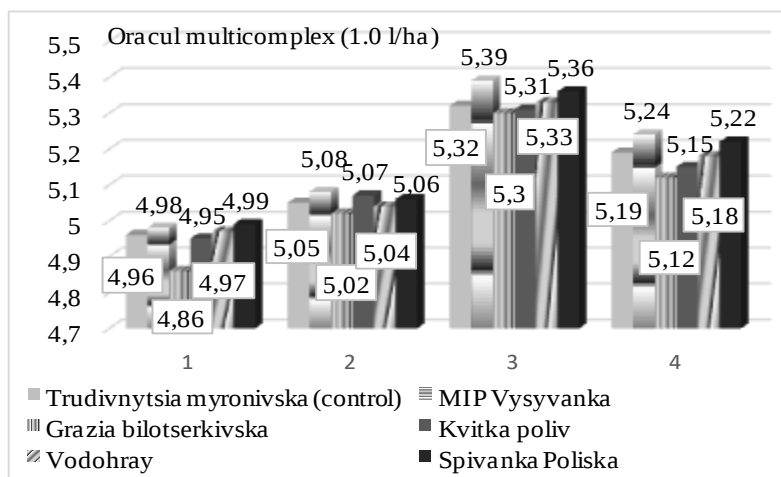
Note. The cost of 1 ton of winter wheat seeds in 2021 prices is UAH 12,000.

Table data indicate the high economic efficiency of using mineral fertilizers in the production of winter wheat seeds. Depending on the obtained yield, the cost of the basic seed sold increased from 19.000 UAH/t

in the control (without fertilizers) to 59.400 UAH/t with the application of mineral fertilizers –  $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$ . Under such options, the amount of expenses increased from 10.2 to 22.7 thousand UAH/ha, and the cost price decreased from 6.5 to 4.6 thousand UAH/t. The introduction of mineral fertilizers ensured a higher conditional net profit by 17.9–36.7 thousand UAH/ha and, accordingly, by 4.1–75.8 % profitability of basic seed production.

The system of fertilizing winter wheat is built on the principles of optimizing plant nutrition with the main macro- and microelements, due to which it is possible to regulate the needs of plants during the growing season.

The research data obtained confirmed that the increase in seed yield of varieties varied significantly depending on foliar feeding of plants with microfertilizers (Figs. 2, 3).

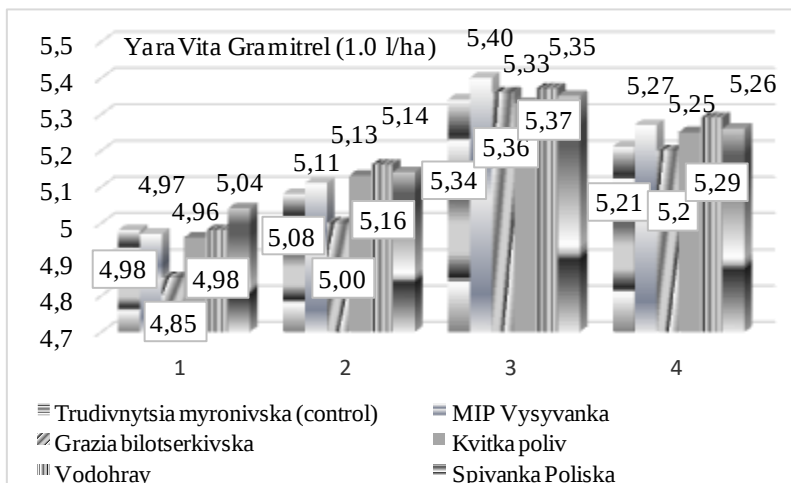


**Fig. 2. Seed yield of soft winter wheat varieties depending on the period of foliar feeding of plants with microfertilizer oracul multicomplex (1.0 l/ha) (2019–2021), t/ha**

Note. The level of mineral nutrition is  $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$ . 1 – control (without microfertilizers); 2 – BBCH 13 (three leaves); 3 – BBCH 29–31 (end of tillering – first node); 4 – BBCH 32–37 (the second knot – the last flag leaf).

With the application of microfertilizers in the phase of BBCH 13 (three leaves), the increases were 0.10–0.14 t/ha, and the highest were for

foliar fertilization in the phase of BBCH 29–31 (end of tillering – first node) – 0.39–0.40 t/ha.



**Fig. 3. Yield of seeds of soft winter wheat varieties depending on the period of foliar feeding of plants with microfertilizer YaraVita Gramitrel (1.0 l/ha) (2019–2021), t/ha**

Note. The level of mineral nutrition is  $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$ . 1 – control (without microfertilizers); 2 – BBCH 13 (three leaves); 3 – BBCH 29–31 (end of probing – first node); 4 – BBCH 32–37 (the second knot – the last flag leaf).

Economic calculations showed that according to the obtained highest seed yield (5.34 t/ha) for the application of oracul seed microfertilizer at the rate of 1.5 l/ha in phase 1 of the internode (BBCH 25–31), the cost of sold elite seeds was 64.1 thousand UAH by the incurred costs of cultivation 23.3 thousand UAH (Table 4).

Conditionally net profit compared to the control (without microfertilizers) was higher by 4.7 thousand UAH/ha, and the cost of 1 ton was lower by 0.29 thousand UAH. The introduction of micro-fertilizer oracul multicomplex in different development phases of soft winter wheat ensured a higher profitability of seed production by 3.2–18.2 % compared to the control.

#### 4. Economic evaluation of the cultivation of winter soft wheat seeds depending on the use of microfertilizer oracul multicomplex by development phases (2019–2021)

| Development phase                          | Seed yield, t/ha | Cost of sold seeds, thousand UAH | Cultivation costs, thousand UAH/ha | Conditionally net profit, thousand UAH/ha | Cost of 1 ton of products, thousand UAH | Profitability |              |
|--------------------------------------------|------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|--------------|
|                                            |                  |                                  |                                    |                                           |                                         | %             | ± to control |
| Control (without microfertilizers)         | 4.95             | 59.4                             | 23.0                               | 36.1                                      | 4.65                                    | 156.9         | -            |
| BBCH 13 (three leaves)                     | 5.05             | 60.6                             | 23.3                               | 37.3                                      | 4.61                                    | 160.1         | 3.2          |
| BBCH 29–31 (end of tillering – first node) | 5.34             | 64.1                             | 23.3                               | 40.8                                      | 4.36                                    | 175.1         | 18.2         |
| BBCH 32–37 (second node – last flag leaf)  | 5.18             | 62.2                             | 23.3                               | 38.9                                      | 4.50                                    | 167.0         | 10.1         |

Note. In 2021 prices, the cost of micro-fertilizer oracul multicomplex is 190.00 UAH/l.

Foliar application of microfertilizer yaraVita Gramitrel (1.5 l/ha) in the phase of BBCH 13 (three leaves) ensured a higher cost of sold seeds by 1.7 thousand UAH/ha compared to the control (without microfertilizers), in the phase of BBCH 25–31 (end of tillering – first node) – by 4.8 thousand UAH/ha, and in BBCH 32–37 (second node – last flag leaf) by 2.8 thousand UAH/ha (Table 5). When applied BBCH 29–31 (end of tillering – first node), the cost price of a ton of elite compared to the control (without microfertilizer) was lower – by 0.29 thousand UAH, and the level of profitability was the highest – 176.0 %.

### 5. Economic evaluation of the cultivation of winter soft wheat seeds depending on the use of microfertilizer yaraVita Gramitrel in different development phases (2019–2021)

| Development phase                          | Seed yield, t/ha | Value of sold seeds thousand UAH | Cultivation costs, thousand UAH/ha | Conditional net income thousand UAH/ha | Cost of 1 ton of products, thousand UAH | Profitability |              |
|--------------------------------------------|------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|--------------|
|                                            |                  |                                  |                                    |                                        |                                         | %             | ± to control |
| Control (without microfertilizers)         | 4.96             | 59.5                             | 23.0                               | 36.5                                   | 4.64                                    | 158.7         | -            |
| BBCB 13 (three leaves)                     | 5.10             | 61.2                             | 23.3                               | 37.9                                   | 4.57                                    | 162.7         | 4.0          |
| BBCB 29–31 (end of tillering – first node) | 5.36             | 64.3                             | 23.3                               | 41.0                                   | 4.35                                    | 176.0         | 17.3         |
| BBCB 32–37 (second node – last flag leaf)  | 5.25             | 63.0                             | 23.3                               | 39.7                                   | 4.44                                    | 170.4         | 11.7         |

Note. In 2021 prices, the cost of yaraVita Gramitrel microfertilizer is UAH 218.00/l.

The average rate of profitability for both microfertilizers in the control (without the application of microfertilizers) was the lowest – 158.7 % and increased by 6.6–17.8 % when they were applied in different phases (Table 6). The efficiency of the microfertilizer yaraVita Gramitrel in comparison to oracul multicomplex was slightly higher by 0.9–3.4 %.

Comparative efficiency of microfertilizers in terms of profitability of basic seed production of soft winter wheat (2019–2021) in comparison, the oracle multicomplex was slightly higher by 0.9–3.4 %.

### 6. Comparative efficiency of microfertilizers in terms of profitability of basic seed production of soft winter wheat (2019–2021)

| Culture development phase          | Microfertilizer               |   |                    |   | Average |              | Differences by micro-fertilizers |
|------------------------------------|-------------------------------|---|--------------------|---|---------|--------------|----------------------------------|
|                                    | oracul multicomplex (control) |   | yaraVita Gramitrel |   | %       | ± to control |                                  |
| 1                                  | 2                             |   | 3                  |   | 4       | 5            | 6                                |
| Control (without microfertilizers) | 156.9                         | - | 158.7              | - | 157.8   | -            | 1.8                              |

| 1                                          | 2     |      | 3     |      | 4     | 5    | 6   |
|--------------------------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-----|
| BBCH 13 (three leaves)                     | 160.1 | 3.2  | 162.7 | 4.0  | 164.4 | 6.6  | 2.6 |
| BBCH 29–31 (end of tillering – first node) | 175.1 | 18.2 | 176.0 | 17.3 | 175.6 | 17.8 | 0.9 |
| BBCH 32–37 (second node – last flag leaf)  | 167.0 | 10.1 | 170.4 | 11.7 | 168.7 | 10.9 | 3.4 |
| LSD <sub>05</sub>                          | 8.5   |      | 6.0   |      |       |      |     |

### Conclusions

1. The level of efficiency of economic activity of seed enterprises is largely determined by the profitability of seed production of grain crops. Calculations of the economic efficiency of growing basic seeds of soft winter wheat varieties using various elements of technology allow us to state that the variety and quality seeds are the main factors in increasing the profitability of any farm. In the Western Forest-Steppe zone of Ukraine, the profitability of seed production for the cultivation of highly productive ecologically plastic varieties of the forest-steppe ecotype – MIP Vyshyvanka, Kvitka poliv, Spivanka poliska was: 144.6 %, 137.6 and 137.1 %.

2. Due to the application of mineral fertilizers, the conditional net profit per hectare increased by 27.9 thousand UAH, and the cost of the elite decreased by 1.9 thousand UAH/t. The highest profitability was provided by the norm  $N_{220}P_{90}K_{160}S_{28}$  – 161.7 %, which is higher than the control (without fertilizers) by 75.8 %.

3. Foliar application of microfertilizers (oracul multicomplex and yaraVita Gramitrel at 1.5 l/ha each) in the phase of BBCH 29–31 (end of tillering – first node) was the most cost-effective in both forms, providing a 12.2 % higher level of profitability compared with the introduction phase in BBCH 13 (three leaves) and by 6.9 % in BBCH 32–37 (second node – last flag leaf).

### Список використаної літератури

1. Бойко В. І., Лебідь Є. М., Рыбка В. С. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва). Київ : ННЦ «ІАЕ», 2008. 400 с.
2. Вожегова Р. А., Кривенко А. І.

### References

1. Boiko V. I., Lebid Ye. M., Rybka V. S. Economics of grain production (with the basics of organization and production technology). Kyiv : NNTs «IAE», 2008. 400 p.
2. Vozhehova R. A., Kryvenko A. I. The

Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої та економічно-енергетичну ефективність технології її вирощування в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 1 (101). С. 39–46. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-6.

3. Вплив сортових технологій вирощування пшениці м'якої озимої на рентабельність виробництва в Західному Лісостепу України / І. С. Волошук та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (1). С. 76–89. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-1-6.

4. Гаврилюк М. М. Насінництво і насіннезнавство польових культур. Київ : Аграрна наука, 2007. 216 с.

5. Гамаюнова В. В., Смірнова І. В. Економічна ефективність вирощування сортів пшениці озимої залежно від оптимізації фону живлення. *Scientific Horizons*. 2018. № 1 (64). С. 10–14.

6. Гамаюнова В. В., Панфілова А. В. Окупність сумісного використання добрив та біопрепаратів на пшениці озимій в Південному Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1 (24). С. 41–48.

7. Гамаюнова В. В., Панфілова А. В., Аверчев А. В. Продуктивність пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 103. С. 16–22.

8. Гречишкіна Т. А. Економічна ефективність вирощування сортів пшениці озимої залежно від системи удобрення та методів захисту рослин в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 122. С. 10–17. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.2>.

9. Економічна ефективність елементів технології вирощування озимих зернових культур в умовах Південного Степу України / В. В. Гамаюнова та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 110, ч. 1. С. 40–47. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.110-1-6.

10. Економічна й біоенергетична

influence of biological products on the productivity of winter wheat and the economic and energy efficiency of its cultivation technology in the conditions of the South of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2019. Issue 1 (101). P. 39–46. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-6.

3. The influence of varietal technologies for growing soft winter wheat on the profitability of production in the Western Forest-Steppe of Ukraine / I. S. Voloshchuk et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2021. Issue 70 (1). P. 76–89. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-1-6.

4. Havryliuk M. M. Seed production and seed science of field crops. Kyiv : Ahrarna nauka, 2007. 216 p.

5. Hamaionova V. V., Smirnova I. V. Economic efficiency of growing winter wheat varieties depending on the optimization of the nutritional background. *Scientific Horizons*. 2018. No. 1 (64). P. 10–14.

6. Hamaionova V. V., Panfilova A. V. Payback of joint use of fertilizers and biological products on winter wheat in the Southern Steppe of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2019. No. 1 (24). P. 41–48.

7. Hamaionova V. V., Panfilova A. V., Averchev A. V. Productivity of winter wheat depending on the elements of cultivation technology in the conditions of the southern Steppe of Ukraine. *Tavriiskyi naukovi visnyk*. 2018. No. 103. P. 16–22.

8. Hrechyshkina T. A. Economic efficiency of growing winter wheat varieties depending on the fertilizer system and plant protection methods in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Tavriiskyi naukovi visnyk*. 2021. No. 122. P. 10–17. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.2>.

9. Economic efficiency of elements of technology for growing winter crops in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine / V. V. Hamaionova et al. *Tavriiskyi naukovi visnyk*. 2019. No. 110, part 1. P. 40–47. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.110-

оцінка вирощування насіння сортів тритикале озимого в зоні Лісостепу Західного / В. В. Глива та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 64. С. 55–64.

11. Забування Л. В. Економічна ефективність виробництва зерна та шляхи її підвищення в сільськогосподарських підприємствах. *Економіка АПК*. 2014. № 3. С. 55–61.

12. Захарчук О. В. Ефективність виробництва насіння та перспективи розвитку насінництва в Україні. *Економіка АПК*. 2020. № 3. С. 6–15. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202003006>.

13. Іваненко Т., Аркуша Ю. Інноваційний розвиток зерновиробництва – основа підвищення конкурентоспроможності галузі. *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського*. 2017. № 2 (9). С. 83–87.

14. Кириленко В. В. Науково-методичні підходи до створення екологічного сорту пшениці озимі м'якої в умовах Лісостепу України. *Вісник Львівського НАУ*. 2011. № 15 (1). С. 232–341.

15. Кіндрок М. О., Соколов В. М., Вишневецький В. В. Насінництво з основами насіннізнавства. Київ : Аграр. наука, 2012. 264 с.

16. Коваленко А. М., Кіріак Ю. П. Урожайність та якість насіння різних сортів пшениці озимі залежно від агроприйомів вирощування за умов зміни клімату. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 5 (75). С. 198–207. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.05.021>.

17. Коновалов Д. В., Гаврилюк М. М. Вплив елементів агротехнологій на прискорене розмноження оригінального насіння нових високопродуктивних сортів пшениці озимі (*Triticum aestivum* L.). *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 132–140.

18. Коновалов Д. В. Економічна ефективність вирощування добазового

1.6.

10. Economic and bioenergy assessment of growing seeds of winter triticale varieties in the Forest-Steppe zone of Western / V. V. Hlyva et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2018. Issue 64. P. 55–64.

11. Zaboranna L. V. Economic efficiency of grain production and ways to improve it in agricultural enterprises. *Ekonomika APK*. 2014. No. 3. P. 55–61.

12. Zakharchuk O. V. Efficiency of seed production and prospects for the development of seed production in Ukraine. *Ekonomika APK*. 2020. No. 3. P. 6–15. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202003006>.

13. Ivanenko T., Arkusha Yu. Innovative development of grain production is the basis for increasing the competitiveness of the industry. *Naukovyi visnyk Mykolaivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. O. Sukhomlynskoho*. 2017. No. 2 (9). P. 83–87.

14. Kyrylenko V. V. Scientific and methodological approaches to the creation of ecologically plastic soft winter wheat in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Lvivskoho NAU*. 2011. No. 15 (1). P. 232–341.

15. Kindruk M. O., Sokolov V. M., Vyshnevskiy V. V. Seed farming with the basics of seed science. Kyiv : Ahrar. nauka, 2012. 264 p.

16. Kovalenko A. M., Kiriak Yu. P. Yield and quality of seeds of various varieties of winter wheat depending on agricultural practices of cultivation under climate change. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2018. No. 5 (75). P. 198–207. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.05.021>.

17. Konovalov D. V., Havryliuk M. M. The impact of agricultural technology elements on the accelerated reproduction of original seeds of new highly productive varieties of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) *Kormy i kormovyrobnystvo*. 2015. Issue 81. P. 132–140.

18. Konovalov D. V. Economic

- насіння сортів пшениці озимої залежно від строків сівби, норм висіву насіння та позакореневого підживлення азотом в умовах Північного Лісостепу України. *Збірник наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2016. Вип. 2. С. 136–147.
19. Kochmarskyi V. S., Kyrylenko V. V., Kolomiets L. A. Methodical approaches to the development of adaptive varieties of winter wheat in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Zbirnyk nauk. prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2016. Issue 2. P. 136–147.
19. Kochmarskyi V. S., Kyrylenko V. V., Kolomiets L. A. Methodological approaches to the development of adaptive varieties of winter wheat in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Lvivskoho NAU*. 2012. No. 16 (1). P. 178–187.
20. Литвиненко М. А., Рибалка О. І. Сорт – як основа економіки. *Насінництво*. 2007. № 1. С. 1–8.
20. Lytvynenko M. A., Rybalka O. I. Variety – as the basis of the economy. *Nasinnnytstvo*. 2007. No. 1. P. 1–8.
21. Мазуренко О. В., Столярчук Н. М. Інноваційне забезпечення аграрного сектору економіки: аналіз стану. *Економіка АПК*. 2019. № 12. С. 37–43. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201912037>.
21. Mazurenko O. V., Stoliarchuk N. M. Innovative support of the agricultural sector of the economy: analysis of the state. *Ekonomika APK*. 2019. No. 12. P. 37–43. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201912037>.
22. Мазур О. В., Мазур О. В., Лозинський М. В. Селекція та насінництво польових культур : навч. посіб. Вінниця : Твори, 2020. 348 с.
22. Mazur O. V., Mazur O. V., Lozinskiy M. V. Breeding and seed production of field crops : a textbook. Vinnytsia : Tvory, 2020. 348 p.
23. Омелюта В. П., Григорович І. В., Чабан В. С. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / за ред. В. П. Омелюти. Київ : Урожай, 1986. 286 с. URL: [https://shron3.chtyvo.org.ua/Zbirka/Oblik\\_shkidnykiv\\_i\\_khvorb\\_silskohospodarskykh\\_kult.pdf?PHPSESSID=r4s1jfu8nh6327olgihvbm31m3](https://shron3.chtyvo.org.ua/Zbirka/Oblik_shkidnykiv_i_khvorb_silskohospodarskykh_kult.pdf?PHPSESSID=r4s1jfu8nh6327olgihvbm31m3) (дата звернення: 17.02.2022).
23. Omeliuta V. P., Hryhorovych I. V., Chaban V. S. Accounting for pests and diseases of agricultural crops / za red. V. P. Omeliuty. Kyiv : Urozhai, 1986. 286 p. URL: [https://shron3.chtyvo.org.ua/Zbirka/Oblik\\_shkidnykiv\\_i\\_khvorb\\_silskohospodarskykh\\_kult.pdf?PHPSESSID=r4s1jfu8nh6327olgihvbm31m3](https://shron3.chtyvo.org.ua/Zbirka/Oblik_shkidnykiv_i_khvorb_silskohospodarskykh_kult.pdf?PHPSESSID=r4s1jfu8nh6327olgihvbm31m3) (last accessed: 17.02.2022).
24. Орлов В. В. Проблеми і перспективи розвитку виробництва насіння зернових культур високих генерацій. *Вісник ХНАУ імені В. В. Докучаєва*. 2015. № 3. С. 334–341.
24. Orlov V. V. Problems and prospects for the development of seed production of high-generation grain crops. *Visnyk KhNAU imeni V. V. Dokuchaieva*. 2015. No. 3. P. 334–341.
25. Петерсон Н. В., Черномырдіна Т. О., Куриляк Є. К. Практикум з фізіології рослин / за ред. Н. В. Петерсон. Київ : Вид-во УСГА, 1993. С. 76–80.
25. 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.
26. Сардак М. О., Матрос О. П., Горган Н. П. Сорт як фактор підвищення врожайності та стабільності зернового виробництва. *Посібник українського хлібороба*. 2012. Т. 1. С. 61–63.
26. Sardak M. O., Matros O. P., Horhan N. P. Variety as a factor in increasing the yield and stability of grain production. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 2012. Vol. 1. P. 61–63.
27. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А.

Методика польового досліджу (зрошуване землеробство). Херсон, 2020. 448 с.

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

29. Шорбан В. І. Шляхи підвищення економічної ефективності виробництва зерна. *Підвищення економічної ефективності підприємств з виробництва зерна в сучасних умовах / Increasing economic efficiency of enterprises for the production (processing) of grain in the current conditions* : магістерська робота. Тернопіль, 2017. С. 58–104.

30. Common wheat: ecological plasticity by biological and technological markers / V. V. Moskalets et al. *Біологічний вісник МДПУ імені Богдана Хмельницького*. 2016. Т. 6, № 3. С. 311–318. DOI: <http://dx.doi.org/10.15421/2016100>.

31. Enabling the Business of Agriculture, 2015 : progress report / O. V. Zakharchuk et al. Washington : World Bank Group, 2015. URL: <https://documents.vsemirnyjbank.org/ru/publication/documents-reports/documentdetail/674471468125681789/enabling-the-business-of-agriculture-2015-progress-report> (last accessed: 12.04.2022).

32. Oleksiak T. Rynek nasion 2019 / Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie. URL: [http://pw.ihar.edu.pl/blog/ht\\_project/dr-inz-tadeusz-oleksiak-2019-rynek-nasion-2018-raport-rynkowy/rynek-nasion-2019/](http://pw.ihar.edu.pl/blog/ht_project/dr-inz-tadeusz-oleksiak-2019-rynek-nasion-2018-raport-rynkowy/rynek-nasion-2019/) (last accessed: 12.04.2022).

33. Zakharchuk O. V., Zavalniuk O. I. Seeds and planting material as an innovative crop product. *Економіка АПК*. 2020. № 1. С. 82–94. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202001082>.

27. Ushkarenko V. O., Vozhehova R. A. Field experiment methodology (irrigated agriculture). Kherson, 2020. 448 p.

28. Fursova H. K., Fursov D. I., Serhieieva V. V. Plant growing: laboratory and practical work. *Zernovi kultury* : navch. posib. / za red. H. K. Fursovoi. Kharkiv : TO “Ekskliuzyv”, 2004. Part 1. 380 p.

29. Shorban V. I. Ways to improve the economic efficiency of grain production. *Pidvyshchennia ekonomichnoi efektyvnosti pidpriemstv z vyrobnytstva zerna v suchasnykh umovakh / Increasing economic efficiency of enterprises for the production (processing) of grain in the current conditions* : mahisterska robota. Ternopil, 2017. P. 58–104.

30. Common wheat: ecological plasticity by biological and technological markers / V. V. Moskalets et al. *Biologichnyi visnyk MDPU imeni Bohdana Khmelnytskoho*. 2016. Vol. 6, No. 3. P. 311–318. DOI: <http://dx.doi.org/10.15421/2016100>.

31. Enabling the Business of Agriculture, 2015 : progress report / O. V. Zakharchuk et al. Washington : World Bank Group, 2015. URL: <https://documents.vsemirnyjbank.org/ru/publication/documents-reports/documentdetail/674471468125681789/enabling-the-business-of-agriculture-2015-progress-report> (last accessed: 12.04.2022).

32. Oleksiak T. Rynek nasion 2019 / Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin Państwowy, Instytut Badawczy w Radzikowie. URL: [http://pw.ihar.edu.pl/blog/ht\\_project/dr-inz-tadeusz-oleksiak-2019-rynek-nasion-2018-raport-rynkowy/rynek-nasion-2019/](http://pw.ihar.edu.pl/blog/ht_project/dr-inz-tadeusz-oleksiak-2019-rynek-nasion-2018-raport-rynkowy/rynek-nasion-2019/) (last accessed: 12.04.2022).

33. Zakharchuk O. V., Zavalniuk O. I. Seeds and planting material as an innovative crop product. *Ekonomika APK*. 2020. No. 1. P. 82–94. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202001082>.

Received: April 18, 2022

Accepted: May 16, 2022

## **DEPENDENCE OF RED CLOVER PRODUCTION PROCESSES ON TECHNOLOGICAL ELEMENTS**

One of the most promising agricultural crops is red clover, which can be used as forage for farm animals and for energy purposes. In addition, this crop plays an important agri-environmental role as it helps to improve soil fertility. The aim of this work is to establish the dependence of the production processes of red clover, as the main component of legume-grass agrophytocoenosis, on the use of lime, inoculant, growth enhancers, and phosphorus-potassium fertilizer. The study was conducted in the conditions of a stationary field experiment in the Western Forest-Steppe of Ukraine. Determination of the main parameters of red clover crop formation was carried out by theoretical calculations, which are based on the share of red clover in legume-grass, which originated in 2011.

The highest share of red clover in legume-grass was noted in the second and third years of use. The multiplicity of use had the greatest influence on the formation of the assimilation surface of red clover. Three times cutting of grasses stipulated the formation of up to 61 % of leaves. The highest percentage of leaves was recorded when composite organo-mineral fertilizer on the background of phosphorus-potassium fertilizer and liming was used. Liming also had a noticeable effect on the increase in the proportion of red clover leaves. The usage of limestone fertilizers on legume-grass increased the proportion of red clover leaves by 3–4 % in the first cut, 18–22 % in the second, and 5 % in the third, and increased the net productivity photosynthesis of red clover by 33 %. Inoculation of seeds with rhizobophyte on the background of phosphorus-potassium fertilizer and double mowing of grasslands provided the highest indicators of photosynthetic potential (31.8–34.1 million m<sup>2</sup>/day/ha) of red clover. The reduction of the periods between cuts due to three-time use reduced the photosynthetic potential of each cut, however, as a whole during the growing season, this indicator slightly increased.

Therefore, to make fuller use of the potential of red clover when growing it in a mixture in the meadow agrophytocoenosis, it is advisable to conduct liming of the soil, apply phosphorus-potassium fertilizer and inoculation of seeds with rhizobophyte, and cut the grass twice during the growing season.

**Keywords:** red clover, leaf mass, net productivity of photosynthesis, photosynthetic potential.

**Панахид Г. Я., Козак Н. І., Сендецький В. М.**

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

**Залежність продукційних процесів конюшини лучної від технологічних елементів**

Однією із перспективних сільськогосподарських культур є конюшина лучна, яку можна використовувати як корм для тварин, так і на енергетичні цілі. Водночас ця культура відіграє важливу агроекологічну роль, оскільки сприяє покращанню родючості ґрунту. Метою цієї роботи є встановити залежність продукційних процесів конюшини лучної як основного компонента бобово-злакового агрофітоценозу від застосування вапна, інокулянта, стимуляторів росту та фосфорно-калійного удобрення. Експериментальну роботу виконували в умовах стаціонарного польового досліді в зоні Західного Лісостепу України. Визначення основних параметрів формування врожаю конюшини лучної проведено шляхом теоретичних розрахунків, які базуються на її частці у бобово-злаковому травостой, залуженому в 2011 р.

Найвищий відсоток конюшини лучної у досліджуваному агрофітоценозі відзначено у другому та третьому роках використання, а найбільший вплив на формування асиміляційної поверхні цієї культури мала кратність використання. Триразове скошування трав обумовлювало формування до 61 % листя. Найвищий відсоток листя зафіксовано за використання композиційного органо-мінерального добрива добродій на фоні фосфорно-калійного удобрення та вапнування. На збільшення частки листя конюшини лучної помітний вплив мало також вапнування. Застосування вапнякових добрив на бобово-злаковому травостой сприяло зростанню цього показника на 3–4 % в першому укосі, 18–22 % у другому і на 5 % у третьому та підвищувало чисту продуктивність фотосинтезу конюшини лучної на 33 %. Проведення інокуляції насіння ризобієм на фоні фосфорно-калійного удобрення та дворазового скошування травостой забезпечувало найвищі показники фотосинтетичного потенціалу (31,8–34,1 млн м<sup>2</sup>/добу/га) цієї культури. Зменшення періодів між укосами, обумовлене триразовим використанням, зменшувало фотосинтетичний потенціал кожного укоси, проте в цілому за вегетаційний період цей показник незначно зріс.

Отже, для повнішого використання потенціалу конюшини лучної при вирощуванні її у суміші в лучному агрофітоценозі доцільно проводити вапнування ґрунту, застосовувати фосфорно-калійне удобрення, інокуляцію насіння ризобієм та скошувати травостій двічі за вегетаційний період.

**Ключові слова:** конюшина лучна, листова маса, чиста продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал.

**Introduction.** The sown area of red clover in Ukraine is more than 25 % of the total sown area of perennial grasses, or more than 300,000 ha [7]. In order to sustainable agricultural management, thanks to the recognition of the usefulness of legumes and red clover, in particular, an increase in the area of its use is encouraged [24]. This culture is considered

one of the best predecessors of many agricultural crops regardless of the method of its use [23, 28]. Red clover is mainly used for livestock feed (and it is fed to almost all types of animals and poultry in a wide variety of forms: hay, haylage, hay straw, loose and granulated grass flour, etc.). Its productivity can be 9–15 t/ha of dry matter [16], and a sufficient amount of nitrogen accumulates in the soil to grow the following crop rotations with reduced rates of nitrogen fertilizers by 10–12 % and without reducing economic efficiency [17]. Red clover ensures 12–13 t/ha of fodder units and 1.7 t/ha of digestible protein with a feed unit content of up to 142 g of digestible protein [6, 12].

In recent years, the attention of scientists to the use of perennial grass, and in particular red clover, for bioenergy purposes has increased [22, 19, 26]. The use of grass biomass, especially if it is in excess for use in animal husbandry, as an energy source it is an alternative way of using this agricultural crop [30]. Many studies have been conducted to determine the bioenergetic potential of grass plants from semi-natural and sown grass stands [18, 21, 20, 24, 29]. Biomass, which is cultivated regularly, and its use as an energy source is not accompanied by a decrease in the number of green spaces in the region, is recognized as a renewable resource and is considered ecologically neutral because it has a zero balance of carbon dioxide emissions.

The intensity of the growth of the above-ground mass, and therefore the productivity of agrophytoceonoses, has a direct dependence on the rates of production processes in plants [4, 13, 27], which are a total of processes of formation, accumulation, and transformation of organic matter, absorption and passage of energy through the biota of the ecosystem at different levels of organization [14].

The main factor in plant development and yield formation is photosynthesis, which is the basis of production processes and significantly depends on many landscape and ecological factors (light, temperature, water, and nutrients in the soil). Photosynthesis and growth are considered as interrelated processes. The energy supply of the growth function by photosynthesis is an indispensable condition for growth [9]. The productivity of plant photosynthesis is determined by two main indicators – the total leaf area (assimilation surface) and the intensity of dry matter growth per unit of leaf area per day. The net productivity of photosynthesis makes it possible to determine the limiting indicators of increasing the productivity of the grass stand and to establish the biological potential of plants. A leaf surface index (LSI) has been developed for counting the number of leaves in a certain area, which is an important indicator for

studies of the condition of agricultural crops since leaves are an important part of plants and occupy up to 90 % of their biomass. In it, the process of photosynthesis takes place, as a result of which the nutrients necessary for the healthy development of plants are produced. LSI is used as an input parameter for the productivity forecasting model. In today's high-precision technologies, the LSI was introduced for the NASA MODIS sensor to refine the Normalized Differentiated Vegetation Index data. Unlike the latter, it takes into account topographic features and the spectral zones used for its calculations undergo atmospheric correction [2].

The increase in the area of the leaf apparatus of the herbage of sown hayfields is closely related to the level of its mineral nutrition and the species composition of agrophytoceonoses [3, 15]. Due to the fertilization of meadow clover plants in the phase of the beginning of flowering, high intensity of the process of biosynthesis of pigments (chlorophyll and carotenoids) occurs, the presence of which in plants is a determining factor in the formation of productivity and is considered as a factor of crop productivity [11]. According to the research conducted in the Forest-Steppe zone [7, 8], it was established that the growth of leaf-stem mass of meadow clover depends on fertilization by 44 % and by 18 % on the period of regrowth (cut).

In order to find ways to increase the productivity of agricultural crops and to develop methods of managing the production process, knowledge about it is important both at the level of natural ecosystems and agrophytoceonoses, as well as individual plant species. Therefore, the aim of this work is to establish the dependence of the production processes of red clover, as the main component of legume-grass, on the use of lime, inoculant, growth enhancers, and phosphorus-potassium fertilizer.

The obtained results will contribute to more complete use of the potential of red clover when growing it for fodder or energy purposes or for increasing soil fertility.

**Materials and methods.** The study was carried out at the legume-grass grasslands created in 2011 within the framework of a stationary long-term field experiment of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (Stavchany 49°41' N 23°50' E longitude, altitude 320 m) on drained pottery drain in low meadows with dark gray podzolized surface-gleyed soil with a humus content of 3.20–3.94 % in a layer of 0–20 cm,  $\text{pH}_{\text{salt}}$  – 4.2–5.1, the content of alkaline hydrolyzed nitrogen (by Kornfield) – 142–187 mg/kg of soil, exchangeable potassium and mobile phosphorus (by Kirsanov) 62–97 and 70–164 mg/kg of soil, respectively. The grassland was grown by

sowing a mixture of red clover cultivar 'Peredkarpatska 6' (4 kg/ha), goat's rue cultivar 'Kavkazkyi branets' (4 kg/ha), meadow fescue cultivar 'Dibrova' (8 kg/ha), timothy cultivar Pidhirianka (6 kg/ha). ha) and awnless bromus cultivar 'Topaz' (10 kg/ha). Determination of the production processes of red clover was carried out by theoretical calculations, which are based on the share of field clover in legume-grass planted in 2011.

The experiment included the unfertilized plots, the plots with phosphorous-potassium fertilizer ( $P_{60}K_{90}$ ), and plots where in the background ( $P_{60}K_{90}$ ) the effect of a composite organo-mineral fertilizer (dobrodii), an inoculant (rhizobophyte based on *Rhizobium trifolii*) and growth enhancer (ecostym) and limestone materials by two and three-time studying was studied. The size of the experimental plots was 15 m<sup>2</sup> with four repetitions.

The climate is semi-continental (a lot of precipitation with rapid temperature changes), which was formed under the influence of Atlantic and continental atmospheric masses. In terms of temperature, the weather conditions during the years of research were favorable for the growth and development of perennial grasses and differed in the amount of precipitation, which in 2011–2015 was 2–20 % lower than the average perennial values. 2012 and 2015 were characterized by insufficient moisture supply.

Determination of the phytoceonotic, botanical composition, and structure of the crop of agrophytoceonosis was carried out according to the methodology of the Institute of Fodder of the National Academy of Sciences [1]. Determination of the area of the leaf was carried out by a calculation method, while the area of each individual leaf was determined by measuring the length and width using conversion coefficients, the net productivity of photosynthesis was determined periodically by sampling plants, in which the total mass, the mass of individual organs and the area of the leaves were determined [5]; the photosynthetic potential of grass stands was calculated according to M. M. Makrushyn [14], taking into account the duration of inter-mowing periods and the area of the leaf.

Theoretical calculations were carried out using the Microsoft Excel program. The obtained data were processed by the method of dispersion and correlation analysis according to V. O. Ushkarenko et al. [10].

**Results and discussion.** The percentage of red clover in the sown agrophytoceonosis depended on the kind of fertilizers, and the number of cuts, and changed by the years of use. The highest share of red clover was noted in the second (38–49 %) and third (30–59 %) years of use (Table 1).

**1. The percentage of red clover in the legume-grass depending on fertilization, inoculation, growth enhancers, and liming, the average for two (three\*) cuts, % of the total yield**

| Fertilizers                                      | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Without fertilizers (control)                    | 26   | 38   | 30   | 11   | 0    |
| P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> – background (B) | 23   | 43   | 35   | 16   | 0    |
| B + ecostym                                      | 21   | 38   | 39   | 10   | 0    |
| B + ecostym + lime                               | 17   | 49   | 42   | 20   | 2    |
| B + rhizobophyte                                 | 20   | 46   | 42   | 20   | 3    |
| B* + ecostym                                     | 10   | 44   | 38   | 19   | 0    |
| B* + dobrodii                                    | 11   | 45   | 36   | 18   | 1    |
| B* + dobrodii + lime                             | 11   | 49   | 59   | 21   | 3    |
| LSD <sub>05</sub>                                | 1,0  | 3,3  | 2,9  | 1,1  | 0,1  |

\* Three cuts.

The percentage of leaves was quite high and amounted to 37–39 % in the structure of red clover in unfertilized grass and with background fertilization (P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>), (Table 2).

**2. The structure of the red clover yield in the newly created legume-grass depending on different types of fertilization and the use, the average for 2011–2015, % of the total yield**

| Fertilizers                                      | Leaves |     |     | Stems |     |     | Inflorescence |     |     |
|--------------------------------------------------|--------|-----|-----|-------|-----|-----|---------------|-----|-----|
|                                                  | Cuts   |     |     |       |     |     |               |     |     |
|                                                  | I      | II  | III | I     | II  | III | I             | II  | III |
| Without fertilizers (control)                    | 38     | 39  | 0   | 60    | 59  | 0   | 2             | 2   | 0   |
| P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> – background (B) | 39     | 37  | 0   | 58    | 54  | 0   | 4             | 9   | 0   |
| B + ecostym                                      | 33     | 32  | 0   | 61    | 56  | 0   | 6             | 12  | 0   |
| B + ecostym + lime                               | 34     | 39  | 0   | 60    | 53  | 0   | 6             | 7   | 0   |
| B + rhizobophyte                                 | 38     | 49  | 0   | 58    | 47  | 0   | 4             | 4   | 0   |
| B* + ecostym                                     | 37     | 42  | 45  | 55    | 42  | 52  | 7             | 16  | 4   |
| B* + dobrodii                                    | 51     | 51  | 58  | 38    | 42  | 42  | 11            | 8   | 1   |
| B* + dobrodii + lime                             | 53     | 60  | 61  | 36    | 35  | 30  | 11            | 5   | 10  |
| LSD <sub>05</sub>                                | 3,1    | 2,9 | 4,0 | 3,2   | 3,0 | 3,0 | 0,2           | 0,3 | 1,0 |

\* Three cuts.

The use of bacterial preparations, growth enhancers, and liming contributed to better growth and development of red clover, as a result of which the plants formed powerful shoots – the number of stems in the yield was 36–61 %, depending on the type of fertilizer. The smallest proportion of shoots (35 % in the first cut, 30 % in the second, and 11 % in the third) and the highest percentage of leaves (53 %, 60 %, and 61%, respectively) was recorded with the use of a composite organic-mineral fertilizer *dobrodii* on the background of phosphorus-potassium fertilizer and liming. With the same fertilization, but excluding liming, the proportion of leaves was 2–9 % lower.

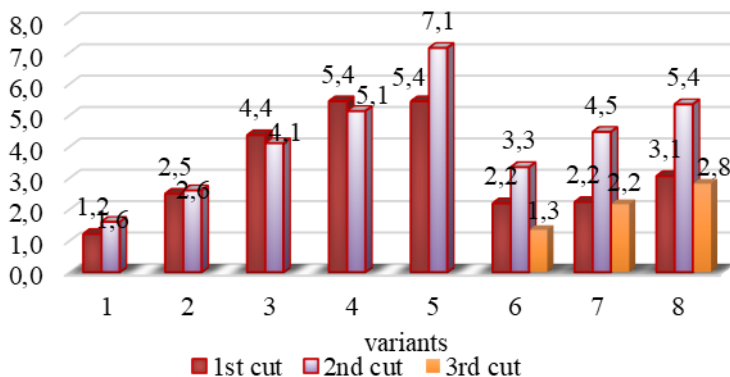
Liming has a noticeable effect on the increase in the proportion of red clover leaves. When it was used twice in combination with *ecostym* (growth enhancer), the increase of leaves was 1 % in the first cut and 7 % in the second. When mowing three times by the combination of liming with organo-mineral fertilizer, the percentage of legume leaves increased by 2 % in the first cut, and by 9 % in the second and third cut. In the case of double mowing, the highest proportion of leaves (38 % in the first cut and 49 % in the second cut) was provided by inoculation of leguminous grass seeds with *rhizobophyte*.

In the first cut, the index of the leaf surface of meadow clover ranged from 1.2 to 5.4. With two cutting of grasses and the use of a growth enhancer, it decreased by 6–7 % in the second cut, which is explained by the positive effect of *ecostym* on the growth of other components of the mixture, in particular grass species. With triple cutting, the leaf surface index increased in the second cut compared to the first (2.2–3.1 vs. 3.3–5.4) and due to the influence of dry July-August conditions observed in the second and third years of research, sharply decreased in the third cut (1.3–2.8). (Fig.).

Taking into account the fact that in the structure of the red clover yield, a significant share is occupied by stems, the net productivity of photosynthesis in this grass is quite relative. Plants grown with the use of phosphorus and potassium fertilizers were characterized by the highest rates of net photosynthesis productivity (2.0–3.0 g of dry matter per m<sup>2</sup> per day) (Table 3).

With the use of the *ecostym* growth enhancer, the net productivity of photosynthesis, both with two and three cuttings, was the lowest and amounted to 1.0–1.1 g of dry matter/m<sup>2</sup> per day in the first cutting. An increase in the level of the net productivity of photosynthesis was noted with the additional application of lime – with double cutting, the net

productivity of photosynthesis increased in the first cut, and with triple cutting – in all three cuts.



Note: 1 – control (without fertilizers), 2 – B –  $P_{60}K_{90}$ , 3 – B + ecostym, 4 – B + ecostym C + lime, 5 – B + rhizobophyte, 6 – B + ecostym, 7 – B + dobrodii, 8 – B + dobrodii + lime; 6, 7, 8 – variants of triple use.

**Fig. Leaf surface index of red clover depending on the types of fertilization and use, the average for 2011–2013**

### 3. Photosynthetic potential and net photosynthetic productivity of meadow clover depending on types of fertilization and use, the average for 2011–2015

| Fertilizers                     | Photosynthetic potential, million m <sup>2</sup> /day/ha |                     |                     | Net productivity of photosynthesis, g dry weight/m <sup>2</sup> per day |                     |                     |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
|                                 | 1 <sup>st</sup> cut                                      | 2 <sup>nd</sup> cut | 3 <sup>rd</sup> cut | 1 <sup>st</sup> cut                                                     | 2 <sup>nd</sup> cut | 3 <sup>rd</sup> cut |
| Without fertilizers (control)   | 8,1                                                      | 12,5                |                     | 1,9                                                                     | 1,6                 |                     |
| $P_{60}K_{90}$ – background (B) | 11,5                                                     | 9,1                 |                     | 2,0                                                                     | 3,0                 |                     |
| B + ecostym                     | 31,2                                                     | 20,8                |                     | 1,1                                                                     | 1,8                 |                     |
| B + ecostym + lime              | 30,9                                                     | 25,4                |                     | 1,2                                                                     | 1,7                 |                     |
| B + rhizobophyte                | 31,8                                                     | 34,1                |                     | 1,4                                                                     | 1,3                 |                     |
| B* + ecostym                    | 16,1                                                     | 15,6                | 5,9                 | 1,0                                                                     | 1,2                 | 1,2                 |
| B* + dobrodii                   | 11,9                                                     | 21,1                | 9,0                 | 1,3                                                                     | 1,1                 | 0,9                 |
| B* + dobrodii + lime            | 13,6                                                     | 18,6                | 6,0                 | 1,5                                                                     | 1,3                 | 1,2                 |

\* Tree cuts.

The reduction of the periods between cutting, due to the three-time use of grass, reduced the photosynthetic potential of each cut, however, in general, during the growing season, this indicator is higher. During the three-times use, the highest photosynthetic potential in the first cut (16.1 million m<sup>2</sup>/ha per day) was characterized by the grassland, where fertilization was carried out with organic-mineral fertilizer on the background of liming and phosphorus-potassium fertilization. In the second and third cuts, the highest indicators were noted for the same fertilization, but excluding liming – 21.1 million m<sup>2</sup>/ha per day and 9 million m<sup>2</sup>/ha per day, respectively.

The photosynthetic potential of red clover had a significant influence on the modes of use – with two times of use, this indicator was higher in the first cut, and with three times of cutting – in the second cut.

### Conclusions

1. The formation of the assimilation surface of red clover which is grown in a legume-grass agrophytoceonosis is strongly influenced by the multiplicity of use. Three-time cutting of grass causes the formation of 60 % of leaves in the yield of the second and third cuts, and the indices of the leaf surface are 3.3–5.4 and 1.3–2.8 %, respectively.

2. The use of limestone fertilizers on legume-grass makes for an increase in the proportion of red clover leaves by 3–4 % in the first cut, by 18–22 % in the second cut, and by 5 % in the third cut, and increases the net photosynthetic productivity of red clover by 9–33 %.

3. The highest indicators of photosynthetic potential (31.8–34.1 million m<sup>2</sup>/day/ha) are provided by red clover after seed inoculation with rhizobophyte against the background of phosphorus-potassium fertilization and two cutting of the grass.

4. In order to fully utilize the potential of red clover when growing it in a mixture in a meadow agrophytoceonosis is advisable to lime the soil, apply phosphorus-potassium fertilizer, and seed inoculation with rhizobophyte, and cut the grass twice during the growing season.

### Список використаної літератури

1. Бабич А. О., Кулик М. Ф., Макаренко П. С. Методика проведення дослідів з кормовиробництва і годівлі тварин. Київ : Аграрна наука, 1998. 80 с.
2. Вегетаційні індекси для повного аналізу рослинності. Ears observing system. Сільське господарство. URL: <https://eos.com/uk/blog/vehetatsiini-indeksy/> (дата звернення: 03.05.2022).

### References

1. Babych A. O., Kulyk M. F., Makarenko P. S. Methods of experiments on feed production and animal feeding. Kyiv : Agrarna nauka, 1998. 80 p.
2. Vegetation indices for complete analysis of vegetation. Ears observing system. Agriculture. URL: <https://eos.com/uk/blog/vehetatsiini-indeksy/> (last accessed: 03.05.2022).

3. Виговський І. В. Структура врожаю злаково-бобового травостою залежно від складу травосумішки, удобрення і стимулятора росту. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гіжцького*. 2015. Т. 17, № 1 (61), ч. 3. С. 29–33.
4. Голуб В., Голуб С. Фітоценотична стійкість і фотосинтетична продуктивність агроценозів *Triticosecale* за різних систем удобрення. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2017. Вип. 7. С. 72–80.
5. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : ЗАТ “Нічлава”, 2003. 320 с.
6. Забарна Т. А. Формування продуктивності конюшини лучної залежно від факторів інтенсифікації. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 21. С. 95–108.
7. Коваленко В. П. Оптимізація удобрення і його роль у формуванні продуктивності фітомаси сортів конюшини лучної. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 1. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd\\_2017\\_1\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_1_14) (дата звернення: 03.05.2022).
8. Коваленко В. П. Формування площі листової поверхні та урожайності багаторічних трав у залежності від її складу та рівня мінерального живлення. *Науковий вісник НУБіП України*. 2015. Вип. 210, ч. 1. С. 58–63.
9. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Вольвач О. В. Основи агрометеорології. Одеса : ТЕС, 2012. 250 с.
10. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант, 2013. 378 с.
11. Стоцька С. В., Мойсієнко В. В., Панчишин В. З. Вплив елементів технології вирощування конюшини
3. Vyhovskyi I. V. The structure of the yield of cereals and legumes depending on the composition of the grass mixture, fertilizer and growth stimulator. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhetskoho*. 2015. Vol. 17, No 1 (61), P. 3. P. 29–33.
4. Holub V., Holub S. Phytocenotic stability and photosynthetic productivity of *Triticosecale* agroecosystems under different fertilizer systems. *Naukovyi visnyk Shkhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*. 2017. Issue 7. P. 72–80.
5. Hrytsaienko Z. M., Hrytsaienko A. O., Karpenko V. P. Methods of biological and agrochemical research of plants and soils. Kyiv : ZAT “Nichlava”, 2003. 320 p.
6. Zabarna T. A. Formation of red clover productivity depending on intensification factors. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2021. No 21. P. 95–108.
7. Kovalenko V. P. Optimization of fertilizer and its role in formation of phytomass productivity of meadow clover varieties. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. 2017. № 1. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd\\_2017\\_1\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_1_14) (last accessed: 03.05.2022).
8. Kovalenko V. P. Formation of leaf surface area and yield of perennial grasses depending on its composition and level of mineral nutrition. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy*. 2015. Issue 210, P. 1. P. 58–63.
9. Poliovyi A. M., Bozhko L. Yu., Volvach O. V. Fundamentals of agrometeorology. Odesa : TES, 2012. 250 p.
10. Statistical analysis of the results of field research in agriculture / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Ailant, 2013. 378 p.
11. Stotska S. V., Moisiienko V. V., Panchyshyn V. Z. The influence of elements of meadow clover cultivation technology on the nutritional value of the leaf-stem mass. *Ahrobiolohiia*. 2018. No 1.

лучної на поживність листостеблової маси. *Агробіологія*. 2018. № 1. С. 215–224.

12. Стоцька С. В. Концентрація хлорофілу в листках рослин конюшини лучної залежно від впливу агротехнічних прийомів вирощування в умовах Полісся Центрального. *Вісник ЖНАЕУ*. 2017. № 2 (61), т. 1. С. 72–77.

13. Темрієнко О. О. Фотосинтетична та насіннева продуктивність посівів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 100, т. 2. С. 75–85.

14. Фізіологія рослин / М. М. Макрушин та ін. ; за ред. М. М. Макрушина. Вінниця : Нова книга, 2006. 416 с.

15. Шувар А. М., Рудавська Н. М., Беген Л. Л. Формування асиміляційної поверхні бінарних посівів зернових і зернобобових культур. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67 (II). С. 240–252.

16. A review of the use of chicory, plantain, red clover and white clover in a sward mix for increased sheep and beef production / L. M. Cranston et al. *Journal of New Zealand Grasslands*. 2015. V. 77. P. 89–94.

17. Approaches to optimizing nitrogen fertilization in a winter wheat – red clover (*Trifolium pratense* L.) relay cropping system / A. C. M. Gaudin et al. *Field Crops Research*. 2014. V. 155. P. 192–201.

18. Biomass from landscape management of grassland used for biogas production: Effects of harvest date and silage additives on feedstock quality and methane yield / C. Herrmann et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 69. P. 549–566.

19. Comparing energy crops for biogas production – Yields, energy input and costs in cultivation using digestate and mineral fertilisation / C. Gissén et al. *Biomass and Bioenergy*. 2014. V. 64. P. 199–210.

20. Effects of species richness and functional groups on chemical constituents

P. 215–224.

12. Stotska S. V. Concentration of chlorophyll in leaves of meadow clover plants depending on influence of agrotechnical methods of cultivation in the conditions of Central Polissia. *Visnyk ZhNAEU*. 2017. No 2 (61), Vol. 1. P. 72–77.

13. Temriienko O. O. Photosynthetic and seed productivity of soybean crops depending on the technological methods of cultivation in the conditions of the right bank Forest-Steppe. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 2018. No 100, vol. 2. P. 75–85.

14. Plant Physiology / M. M. Makrushyn et al. ; edited by M. M. Makrushyn. Vinnytsia : Nova knyha, 2006. 416 p.

15. Shuvar A. M., Rudavska N. M., Behen L. L. Formation of assimilation surface of binary crops of cereals and legumes. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2020. Issue 67 (II). P. 240–252.

16. A review of the use of chicory, plantain, red clover and white clover in a sward mix for increased sheep and beef production / L. M. Cranston et al. *Journal of New Zealand Grasslands*. 2015. Vol. 77. P. 89–94.

17. Approaches to optimizing nitrogen fertilization in a winter wheat – red clover (*Trifolium pratense* L.) relay cropping system / A. C. M. Gaudin et al. *Field Crops Research*. 2014. Vol. 155. P. 192–201.

18. Biomass from landscape management of grassland used for biogas production: Effects of harvest date and silage additives on feedstock quality and methane yield / C. Herrmann et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 69. P. 549–566.

19. Comparing energy crops for biogas production – Yields, energy input and costs in cultivation using digestate and mineral fertilisation / C. Gissén et al. *Biomass and Bioenergy*. 2014. Vol. 64. P. 199–210.

20. Effects of species richness and functional groups on chemical constituents relevant for methane yields from anaerobic

relevant for methane yields from anaerobic digestion: Results from a grassland diversity experiment / J. Khalsa et al. *Grass and Forage Science*. 2012. Vol. 69. P. 49–63.

21. Energy potential for combustion and anaerobic digestion of biomass from low-input high-diversity systems in conservation areas / K. Van Meerbeek et al. *Global Change Biology Bioenergy*. 2015. V. 7. P. 888–898.

22. Faba beans for biorefinery feedstock or feed? Greenhouse gas and energy balances of different applications / H. Karlsson et al. *Agricultural Systems*. 2015. V. 141. P. 138–148.

23. Genome assembly and annotation for red clover (*Trifolium pratense*; *Fabaceae*) / J. Ištváněk et al. *American Journal of Botany*. 2014. V. 101, I. 2. P. 327–337.

24. Melts I., Heinsoo K., Ivask M. Herbage production and chemical characteristics for bioenergy production by plant functional groups from semi-natural grasslands. *Biomass and Bioenergy*. 2014. Vol. 67. P. 160–166.

25. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review / A. Lüscher et al. *Grass and Forage Science*. 2014. V. 69. P. 206–228.

26. Rotational grass/clover for biogas integrated with grain production – A life cycle perspective / P. Tidåker et al. *Agricultural Systems*. 2014. Vol. 129. P. 133–141.

27. The influence of AKM Growth Regulator on Photosynthetic Activity of Oilseed Flax Plants in the Conditions of Insufficient Humidification of the Southern Steppe of Ukraine / O. Eremenko et al. *Modern Development Paths of agricultural production* / editor V. Nadykto. Switzerland : Springer, 2019. P. 793–807. URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-14918-5\\_78](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-14918-5_78) (last accessed: 10.05.2022).

28. The use of red clover (*Trifolium*

digestion: Results from a grassland diversity experiment / J. Khalsa et al. *Grass and Forage Science*. 2012. Vol. 69. P. 49–63.

21. Energy potential for combustion and anaerobic digestion of biomass from low-input high-diversity systems in conservation areas / K. Van Meerbeek et al. *Global Change Biology Bioenergy*. 2015. Vol. 7. P. 888–898.

22. Faba beans for biorefinery feedstock or feed? Greenhouse gas and energy balances of different applications / H. Karlsson et al. *Agricultural Systems*. 2015. Vol. 141. P. 138–148.

23. Genome assembly and annotation for red clover (*Trifolium pratense*; *Fabaceae*) / J. Ištváněk et al. *American Journal of Botany*. 2014. Vol. 101, I. 2. P. 327–337.

24. Melts I., Heinsoo K., Ivask M. Herbage production and chemical characteristics for bioenergy production by plant functional groups from semi-natural grasslands. *Biomass and Bioenergy*. 2014. Vol. 67. P. 160–166.

25. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review / A. Lüscher et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 69. P. 206–228.

26. Rotational grass/clover for biogas integrated with grain production – A life cycle perspective / P. Tidåker et al. *Agricultural Systems*. 2014. Vol. 129. P. 133–141.

27. The influence of AKM Growth Regulator on Photosynthetic Activity of Oilseed Flax Plants in the Conditions of Insufficient Humidification of the Southern Steppe of Ukraine / O. Eremenko et al. *Modern Development Paths of agricultural production* / editor V. Nadykto. Switzerland : Springer, 2019. P. 793–807. URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-14918-5\\_78](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-14918-5_78) (last accessed: 10.05.2022).

28. The use of red clover (*Trifolium pratense*) in soil fertility-building: A Review / P. McKenna et al. *Field Crops*

*pratense*) in soil fertility-building: A Review / P. McKenna et al. *Field Crops Research*. 2018. V. 221. P. 38–49.

29. Tilvikiene V., Slepetiene A., Kadziulien Z. Effects of 5 years of digestate application on biomass production and quality of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.). *Grass and Forage Science*. 2018. V. 73. P. 206–217.

30. Wachendorf M., Soussana J. T. Perspectives of energy production from grassland biomass for atmospheric greenhouse gas mitigation. *Grassland Science in Europe*. 2012. Vol. 17. P. 425–435.

*Research*. 2018. V. 221. P. 38–49.

29. Tilvikiene V., Slepetiene A., Kadziulien Z. Effects of 5 years of digestate application on biomass production and quality of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.). *Grass and Forage Science*. 2018. Vol. 73. P. 206–217.

30. Wachendorf M., Soussana J. T. Perspectives of energy production from grassland biomass for atmospheric greenhouse gas mitigation. *Grassland Science in Europe*. 2012. Vol. 17. P. 425–435.

Received: April 8, 2022

Accepted: May 16, 2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-4

UDC 633.322:631.527

**O. R. PEREHRYM, candidate of agric. sciences**

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

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

*81115, e-mail: [Olya1106@meta.ua](mailto:Olya1106@meta.ua)*

## **STUDY AND EVALUATION OF WHITE CLOVER SAMPLES AS A SOURCE MATERIAL FOR SELECTION IN THE CONDITIONS OF PRECARPATHIAN**

One of the most common perennial legume grasses of Precarpathian, a valuable component of grass mixtures in improving natural hayfields and creating cultivated pastures is white clover (*Trifolium repens* L.). It tolerates trampling and grazing by animals, is more winter hardy, and by protein content do not concede to red clover and hybrid clover. Due to the ability of nitrogen fixation thanks to presence of nodule bacteria on its roots, the agrophysical, agrochemical and biological properties of the soil are improved. An important role in the formation of the productivity of white clover belongs to the variety, which is achieved by conducting selection work, the first and main stage of which is the study and evaluation of initial material.

The data of scientific research carried out on the experimental basis of Precarpathian Department of Scientific Research of the Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS for 2021 are presented. The material for the study were 24 collection samples of white clover of various ecological and geographical origin. The initial evaluation of the collection material on the main economic and valuable features was carried out.

According to one-year data, the duration of the growing season of the studied samples was 126–134 days. The plant height was 20.4–29.4 cm, daily growth – 0.23–0.28 cm, leafiness of plants – 30.0–61.1 %. The yield of green mass on average for two mowes was 2.05–3.10 kg/m<sup>2</sup> and the yield of dry matter was 0.302–0.420 kg/m<sup>2</sup>. The highest yield of green mass had such samples as UJ 0600796 – 3.10 kg/m<sup>2</sup>, PFZ 00372 – 3.00 kg/m<sup>2</sup>, UJ 0600658 – 3.05 kg/m<sup>2</sup>, PFZ 02112 – 3.02 kg/m<sup>2</sup> and dry matter – UJ 0600691 – 0.404 kg/m<sup>2</sup>, UJ 0600796 – 0.420 kg/m<sup>2</sup>, PFZ 00372 – 0.417 kg/m<sup>2</sup>, PFZ 02314 – 0.410 kg/m<sup>2</sup>, UJ 0600658 – 0.414 kg/m<sup>2</sup>. The seed productivity of collection samples was from 9.80 to 14.50 g/m<sup>2</sup>. The analysis of the structure of the seed productivity showed, that the diameter of the head of the studied samples was from 19.5 to 28.0 cm, the number of flowers in one head – from 42.3 to 83.3 pcs, the number of seeds in one head – from 43.6 to 110.5 pcs, the weight of 1000 seeds – 0.55 – 0.78 g.

**Keywords:** white clover, variety, selection, collection nursery, initial material, productivity.

**Перегрим О. Р.**

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

**Вивчення та оцінка зразків конюшини повзучої як джерела вихідного матеріалу для селекції в умовах Передкарпаття**

Однією з найбільш поширених багаторічних бобових трав Передкарпаття, цінним компонентом травосумішок при поліпшенні природних сінокосів і створенні культурних пасовищ є конюшина повзуча (*Trifolium repens* L.). Вона добре переносить витоптування і випасання тваринами, є більш зимостійка, а за вмістом білка не поступається конюшині лучній та конюшині гібридній. Завдяки здатності до азотфіксації за рахунок наявності на її коренях бульбочкових бактерій поліпшуються агрофізичні, агрохімічні й біологічні властивості ґрунту. Важлива роль у формуванні продуктивності конюшини повзучої належить сорту, що досягається за рахунок ведення селекційної роботи, першим і основним етапом якої є вивчення та оцінка вихідного матеріалу.

Представлено дані наукових досліджень, проведених на експериментальній базі Передкарпатського відділу наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН за 2021 р. Матеріалом для досліджень були 24 колекційні зразки конюшини повзучої різного еколого-географічного походження. Проведено первинну оцінку колекційного матеріалу за основними господарсько цінними ознаками.

За однорічними даними, тривалість вегетаційного періоду досліджуваних зразків становила 126–134 доби. Висота рослин була 20,4–29,4 см, добовий приріст – 0,23–0,28 см, облиствленість – 30,0–61,1 %. Врожайність зеленої маси в середньому за два укуси становила 2,05–3,10 кг/м<sup>2</sup>, а вихід сухої речовини – 0,302–0,420 кг/м<sup>2</sup>. Найбільший врожай зеленої маси мали зразки UJ 0600796 – 3,10 кг/м<sup>2</sup>, PFZ 00372 – 3,00 кг/м<sup>2</sup>, UJ 0600658 – 3,05 кг/м<sup>2</sup>, PFZ 02112 – 3,02 кг/м<sup>2</sup>, сухої речовини: UJ 0600691 – 0,404 кг/м<sup>2</sup>, UJ 0600796 – 0,420 кг/м<sup>2</sup>, PFZ 00372 – 0,417 кг/м<sup>2</sup>, PFZ 02314 – 0,410 кг/м<sup>2</sup>, UJ 0600658 – 0,414 кг/м<sup>2</sup>. Насіннєва продуктивність колекційних зразків була від 9,80 до 14,50 г/м<sup>2</sup>. Проведений аналіз структури врожаю насіннєвої продуктивності показав, що діаметр головки досліджуваних зразків становив від 19,5 до 28,0 см, кількість квіток в одній головці – від 42,3 до 83,3 шт., кількість насінин в одній головці – від 43,6 до 110,5 шт., маса 1000 насінин – 0,55–0,78 г.

**Ключові слова:** конюшина повзуча, сорт, селекція, колекційний розсадник, вихідний матеріал, продуктивність.

**Introduction.** In the agriculture of different countries of the world, the most common fodder crops that solve the problem of increasing the production of plant protein and increasing soil fertility are legumes [13, 26]. Nowadays, the lack of digestible protein in fodder can be minimized if the specific weight of perennial leguminous grasses in field sowing is 80 %. These grasses are able to provide high-protein fodder from early spring to

late autumn, are a reliable means of protecting the soil from erosion processes, enrich the soil with organic matter, improve its structure, use nutrients from difficult-to-dissolve forms from deeper horizons, improve the nitrogen balance due to its biological fixation [2, 3, 11]. Therefore, perennial leguminous grasses guarantee the entry of organic mass into the soil environment, and with it, the main elements of plant nutrition, much more than annual fodder plants [28, 29]. Among the most common perennial leguminous grasses in Ukraine (alfalfa, safflower, white and yellow sweet clover, bird's-foot trefoil, meadow clover), creeping clover has a special value as a leguminous component for meadow and field grass seeding [14, 25].

Creeping or white clover (*Trifolium repens* L.) is a perennial plant from the legume family (*Fabaceae*) of the leguminous order (*Fabales*). The plant is short, 10–30 cm tall. It has a long, creeping, branched stem that takes root at the nodes. The root system is branched and penetrates the soil up to 1 m. The foliage is high, the inflorescences are white or pale pink heads. The seeds are small, yellow in color [1].

According to the type of economic use, creeping clover is hay-pasture, pasture and pasture-hay. Creeping clover of the hay-pasture type – tall, bush is upright, has large leaves, its stems are weakly or moderately rooted, grows quickly in spring and after mowing. The pasture type is a low-growing, small-leaved population, the bush creeps along the ground, the stems grow well and take root. The plants of the pasture-hay type are medium-ripening, have medium-sized leaves, a raised bush shape, stems take root well, and grow back quite quickly after mowing.

Creeping clover is a valuable pasture plant. Its advantage over other leguminous grasses is its high nutritional value, resilience, resistance to trampling, durability (it can grow in a grass stand for 8–10 years), tolerates grazing well and grows quickly after digestion. Trampling by animals does not suppress the herbage of creeping clover, but on the contrary, increases the growth of pasture forage. It is well eaten by all types of livestock and does not cause tympanitis. It makes it possible to obtain 350–400 c/ha of green mass in 4–5 cycles of grazing. The quality of fodder from creeping clover is higher than from meadow clover, since there are no stems in the cut mass, it consists of leaves and petioles, and is willingly eaten by all types of animals in a green and dry state [30].

As one of the valuable perennial legumes, clover is a good tool for increasing soil fertility. Due to the presence of nodule bacteria on its roots, it has a high nitrogen-fixing capacity, accumulating 100–300 kg/ha of nitrogen annually in the above-ground mass. Nitrogen accumulated in the

roots and post-harvest residues of clover, after their decomposition in the soil, is well absorbed by other plants, so this crop is a good precursor for other rotation crops [6, 8, 12, 22].

Creeping clover is a multipurpose field crop. It is most often sown in grass mixtures with grasses such as meadow ryegrass (*Lolium perenne* L.), meadow fescue (*Festuca pratensis* L.). When used for grazing, such grass mixtures are more productive than with other types of clover. They provide high and stable collections of dry matter with a better ratio of protein, carbohydrates, are easily dried and ensiled [4, 7, 18, 21].

An important factor in increasing the efficiency of clover sowing is the introduction into production of high-yielding varieties of the intensive type, which ensure an increase in the yield of green mass, dry matter, seeds and product quality. Many varieties of creeping clover were created in Belarus (Dukhmiany, Charodiei, Matvei, Volat), Lithuania (Nyamunia, Suduvyai), Germany (Lirepa, Liflex, Jura, Merlin), Denmark (Klondike, Rivendell), the Netherlands (Tasman) [19].

The State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine for 2022 (as of January 27, 2022) includes 7 varieties of creeping clover, of which 3 varieties are represented by Ukrainian selection (Danaia – Institute of Fodder and Agriculture of Podillia National Academy of Sciences, as well as Lishnianska and Skhidnychanka – Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Sciences) [10]. These are varieties for pasture and pasture-haymaking use, early and medium-ripening, highly productive.

Considering the great value of creeping clover, the expansion of its cultivated areas should become an important task of agricultural production. In this regard, breeders of Precarpathia are working on creating varieties of this crop with increased fodder and seed productivity, which would be characterized by rapid regrowth of grass after mowing and grazing, resistant to adverse environmental factors, varieties of various types of use [23, 24].

With the creation of new varieties, the problem of valuable raw material as an inexhaustible source of genetic diversity of traits and properties always remains in the center of attention. Starting material in breeding is any genetic material that the breeder can use in his practical work to create new varieties that would meet the purpose of the breeding program. Source material can be: collections from the National Center of Plant Genetic Resources of Ukraine and National Banks of other countries, selection varieties of domestic and foreign selection, natural populations, hybrid material, mutant and polyploid forms, etc. [5, 27]. The value of the source material for selection is very important. It is the basis for the

selection of samples that are well adapted to local soil and climatic conditions and have the potential to transmit valuable traits to their descendants in their heredity. In this regard, the mobilization of the genetic diversity of the original forms is the first and very important stage on the way to the creation of varieties. This is the most responsible stage of the breeding process, which determines the final result of the breeder's work. The larger and more diverse the source material, the more effective the selection work will be. When creating new starting material, it is important to involve more distant forms – carriers of valuable genes, which makes it possible to significantly expand the genetic base of breeding material. Preference should also be given to local samples and populations, as they are adapted to the climatic conditions of the growing region. For this purpose, the collection material of various ecological and geographical origin is studied and evaluated and the best samples are involved in further selection work [9, 15, 16].

**Materials and methods.** In order to study and evaluate the source material, we established a collection nursery of creeping clover. The research was conducted in 2021 at the experimental base of the Transcarpathian Department of Scientific Research of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Sciences (the village of Lishnia, Drohobytzky District, Lviv Region).

The soil is typical for the indicated region, drained by potter's drainage, sod-medium podzolic, surface-glazed, medium-acid loam formed on deluvial sediments, the arable (0–20 cm) layer of which is characterized by the following agrochemical parameters: humus content (according to Tyurin) – 1.22 %, pH of salt extract (potentiometric method) – 4.6, hydrolytic acidity (according to Kappen-Hilkovits) – 4.23 mg-eq. per 100 g of soil, Hr (sum of absorbed bases) – 11.8 mg-eq. per 100 g of soil, mobile forms of phosphorus (according to Kirsanov) – 118 mg, exchangeable potassium (according to Kirsanov) – 82 mg, easily hydrolyzed nitrogen (according to Kornfield) – 108 mg per 1 kg of soil.

24 creeping clover samples of different ecological and geographical origins served as the research material. The Skhidnychanka variety was taken as the standard (Table 1).

Preparation and tillage of the soil for sowing the creeping clover collection were generally accepted for the Precarpathian zone. The predecessor – perennial grasses. Planting of experimental plots was carried out manually, by summer sowing without a cover. The registered area of the site is 1 m<sup>2</sup>. In the spring, clover plants were fed with mineral fertilizer in

the form of nitroammofoska, loosening of the rows, weeding from weeds was carried out.

### 1. Researched samples of creeping clover of the collection nursery in 2021

| National catalogue No. | Institution's registration number | Samples                               | Country of origin | Received from |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------|
| 1                      | 2                                 | 3                                     | 4                 | 5             |
| UJ 0600799 (St)        | PFZ 00507                         | Skhidnychanka                         | Ukraine           | IACR          |
|                        | PFZ 02125                         | ID from v. Dotnuviai (4 row 16 bush)  | Ukraine           | IACR          |
|                        | PFZ 02233                         | GP № 1079×№ 1080                      | Ukraine           | IACR          |
| UJ 0600692             | PFZ 01081                         | GP Lishnianska × Dotnuviai            | Ukraine           | IACR          |
|                        | PFZ 01761                         | ID from v. Gomelska                   | Ukraine           | IACR          |
| UJ 0601027             | PFZ 01785                         | ID GP AO <sub>425</sub> × Lishnianska | Ukraine           | IACR          |
| UJ 0600691             | PFZ 01080                         | MD from v. Dotnuviai                  | Ukraine           | IACR          |
|                        | PFZ 02110                         | GP Skhidnychanka × Atoliai            | Ukraine           | IACR          |
|                        | PFZ 00490                         | GP Milka × Lishnianska                | Ukraine           | IACR          |
| UJ 0601031             | PFZ 01792                         | ID from v. Kirovska                   | Ukraine           | IACR          |
| UJ 0600636             | PFZ 00705                         | № 1347                                | Lithuania         | LIZ           |
| UJ 0600796             | PFZ 00483                         | ID GP Regol × Lishnianska             | Ukraine           | IACR          |
|                        | PFZ 00372                         | Sprynt K-46143                        | Russia            | BIP           |
| UJ 0600156             | PFZ 00847                         | Danaia                                | Ukraine           | IKCGP         |
|                        | PFZ 02314                         | ID from v. Rivendell                  | Ukraine           | IACR          |

| 1          | 2         | 3                                          | 4         | 5    |
|------------|-----------|--------------------------------------------|-----------|------|
|            | PFZ 02124 | ID from v.<br>Dotnuviai (4 row<br>40 bush) | Ukraine   | IACR |
| UJ 0600659 | PFZ 00651 | MD GP<br>Lishnianska ×<br>Volat            | Ukraine   | IACR |
| UJ 0600658 | PFZ 00650 | ID GP<br>Lishnianska ×<br>Otavnyi          | Ukraine   | IACR |
|            | PFZ 02112 | ID from v.<br>Bitunai (12 bush 4<br>row)   | Ukraine   | IACR |
|            | PFZ 00142 | K-34                                       | Poland    | BIP  |
| UJ 0600437 | PFZ 00497 | DP                                         | Ukraine   | IACR |
| UJ 0600810 | PFZ 01308 | Nemuniai                                   | Lithuania | LIZ  |
| UJ 0600648 | PFZ 00797 | Dotnuviai                                  | Lithuania | LIZ  |
| UJ 0600440 | PFZ 00499 | DP                                         | Ukraine   | IACR |
| UJ 0600634 | PFZ 00703 | Atoliai                                    | Lithuania | LIZ  |

Note: ID – individual selection; MD – mass selection; GP – hybrid population; DP – wild population; – Institute of Agriculture of the Carpathian Region; ICSHP – Institute of Fodder and Agriculture of Podillia; LIZ – Lithuanian Institute of Agriculture.

The planting of the collection nursery and the research in it were carried out in accordance with the "Methodology of scientific research in agronomy" [17] and "Methodology of selection of perennial leguminous and cereal grasses in Transcarpathia" [20].

The samples were evaluated according to the main economic and valuable characteristics. During the growing season, phenological observations were made. Accounting for the yield of green mass and the yield of dry matter was carried out using the haystack method (2 mowes) in the phase of the beginning of flowering, the yield of seeds – as it reaches maturity (the phase of full ripeness) by threshing, wiping, cleaning and weighing separately from each plot. Statistical processing of fodder and seed productivity data was carried out by the method of variance analysis on a PC using a special application program for Windows 98.

**Results and discussion.** Weather conditions in 2021 were typical for Precarpathia and favorable for the growth, development and formation of clover productivity. So, the beginning of spring growth of plants was observed on March 26, full growth on April 5. After the end of wintering,

the density of creeping clover crops was in the range of 54–62 plants/m<sup>2</sup>. Pasture maturity occurred after 32 days (April 26), and mowing maturity after 75–77 days (June 8–10). On the basis of the obtained data, the collected material was conditionally divided into two maturity groups by the duration of the growing season from the beginning of spring growth to the economic maturity of the seeds: 1) medium maturity – 126–130 days (11 samples); 2) late ripening – 131–134 days (13 samples).

Biometric measurements showed that the height of creeping clover plants when used for haymaking in the first mowe ranged from 20.4 to 29.4 cm, the daily growth rate was 0.23 to 0.28 cm. The tallest specimens were UJ 0600156, PFZ 02124, UJ 0600659, UJ 0600658, UJ 0601031, PFZ 02110.

An important indicator that characterizes the structure and quality of the green mass of perennial grasses is the leafiness of plants. After all, it is the leaves that contain the largest amount of nutrients. According to the research results, the collection of creeping clover is conditionally divided by us into samples that had a low level of foliage – 28.4–38.2 % (8 samples), an average level of foliage – 40.7–50.5 % (7 samples) and samples with high leafiness – 51.3–61.1 % (9 samples). Samples UJ 0600796 (60.2 %), PFZ 00372 (61.1 %), UJ 0600691 (57.1 %), PFZ 02124 (56.2 %), PFZ 00142 (56.0 %) had the best foliage.

The yield of green mass and the yield of dry matter are the most important criteria for the selection of samples for use as parental components in breeding for productivity. According to one-year data, 15 samples exceeded the green mass standard by 0.03–0.78 kg/m<sup>2</sup>. The following samples had the highest yield of green mass on average for two mowes: UJ 0600796 – 3.10 kg/m<sup>2</sup>, PFZ 00372 – 3.00 kg/m<sup>2</sup>, UJ 0600658 – 3.05 kg/m<sup>2</sup>, PFZ 02112 – 3.02 kg/m<sup>2</sup>.

In terms of dry matter yield, 17 samples exceeded the standard Skhidnychanka variety by 0.001–0.094 kg/m<sup>2</sup>. The highest yield of dry matter on average for two mowes was noted in varieties UJ 0600691 – 0.404 kg/m<sup>2</sup>, PFZ 02110 – 0.390 kg/m<sup>2</sup>, UJ 0600796 – 0.420 kg/m<sup>2</sup>, PFZ 00372 – 0.417 kg/m<sup>2</sup>, PFZ 02314 – 0.410 kg/m<sup>2</sup>, UJ 0600658 – 0.414 kg/m<sup>2</sup>, PFZ 02112 – 0.400 kg/m<sup>2</sup> (Table 2).

## 2. Forage productivity and its structural elements of creeping clover samples in the collection nursery, 2021

| No. of National catalogue or institution's registration | Height of plants, cm | Foliage, % | Vegetation period duration, days | Green mass yield  |         | Dry matter yield  |         |
|---------------------------------------------------------|----------------------|------------|----------------------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|
|                                                         |                      |            |                                  | kg/m <sup>2</sup> | ± to St | kg/m <sup>2</sup> | ± to St |
| UJ 0600799 (St)                                         | 24,5                 | 48,0       | 130                              | 2,32              | –       | 0,326             | –       |
| PFZ 02125                                               | 24,0                 | 35,2       | 134                              | 2,20              | -0,12   | 0,312             | -0,014  |
| PFZ 02233                                               | 24,1                 | 50,5       | 134                              | 2,55              | +0,23   | 0,341             | +0,015  |
| UJ 0600692                                              | 22,4                 | 51,3       | 134                              | 2,50              | +0,18   | 0,335             | +0,009  |
| PFZ 01761                                               | 22,0                 | 48,1       | 130                              | 2,60              | +0,28   | 0,373             | +0,047  |
| UJ 0601027                                              | 26,6                 | 30,0       | 126                              | 2,10              | -0,22   | 0,302             | -0,024  |
| UJ 0600691                                              | 26,4                 | 57,1       | 130                              | 2,65              | +0,33   | 0,404             | +0,078  |
| PFZ 02110                                               | 28,2                 | 46,6       | 130                              | 2,80              | +0,48   | 0,390             | +0,064  |
| PFZ 00490                                               | 25,8                 | 44,4       | 132                              | 2,46              | +0,14   | 0,359             | +0,033  |
| UJ 0601031                                              | 28,0                 | 30,1       | 132                              | 2,05              | -0,27   | 0,308             | -0,018  |
| UJ 0600636                                              | 22,3                 | 40,7       | 130                              | 2,40              | +0,08   | 0,350             | +0,024  |
| UJ 0600796                                              | 21,0                 | 60,2       | 134                              | 3,10              | +0,78   | 0,420             | +0,094  |
| PFZ 00372                                               | 21,0                 | 61,1       | 132                              | 3,00              | +0,68   | 0,417             | +0,091  |
| UJ 0600156                                              | 29,4                 | 38,2       | 128                              | 2,30              | -0,02   | 0,310             | -0,016  |
| PFZ 02314                                               | 27,3                 | 51,8       | 130                              | 2,75              | +0,43   | 0,410             | +0,084  |
| PFZ 02124                                               | 29,0                 | 56,2       | 128                              | 2,37              | +0,05   | 0,319             | -0,007  |
| UJ 0600659                                              | 28,0                 | 52,1       | 128                              | 2,85              | +0,53   | 0,338             | +0,012  |
| UJ 0600658                                              | 28,0                 | 45,0       | 130                              | 3,05              | +0,73   | 0,414             | +0,088  |
| PFZ 02112                                               | 21,1                 | 42,0       | 132                              | 3,02              | +0,70   | 0,400             | +0,074  |
| PFZ 00142                                               | 20,8                 | 56,0       | 134                              | 2,15              | -0,17   | 0,327             | +0,001  |
| UJ 0600437                                              | 20,4                 | 32,3       | 132                              | 2,25              | -0,007  | 0,332             | +0,006  |
| UJ 0600810                                              | 25,0                 | 28,4       | 130                              | 2,18              | -0,14   | 0,318             | -0,008  |
| UJ 0600648                                              | 22,3                 | 36,1       | 132                              | 2,12              | -0,20   | 0,322             | -0,004  |
| UJ 0600440                                              | 21,2                 | 52,0       | 134                              | 2,35              | +0,03   | 0,328             | +0,002  |
| UJ 0600634                                              | 22,5                 | 30,1       | 132                              | 2,31              | -0,01   | 0,342             | +0,016  |
| LSD <sub>05</sub> 2021                                  |                      |            |                                  | 0,21              |         | 0,18              |         |

Seed yield is a complex indicator that depends on many individual structural indicators of the plant. Indicators determining the structure of generative organs have the greatest influence on the seed productivity of creeping clover. Therefore, to assess the seed productivity, an analysis of the crop structure was carried out, in which the diameter of the head, the

number of flowers and the number of seeds in one head, the weight of 1000 seeds were determined (Table 3).

### 3. Seed productivity and crop structure of creeping clover samples in the collection nursery, 2021

| No. of National catalogue or institution's registration | Head diameter, mm | Number of flowers in 1 head, pcs. | Number of seeds in 1 head, pcs. | Weight of 1000 seeds, g | Seed yield       |         |
|---------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|---------|
|                                                         |                   |                                   |                                 |                         | g/m <sup>2</sup> | ± to St |
| UJ 0600799 (St)                                         | 21,8              | 66,4                              | 74,2                            | 0,67                    | 11,30            | –       |
| PFZ 02125                                               | 22,0              | 60,0                              | 70,5                            | 0,63                    | 11,00            | -0,3    |
| PFZ 02233                                               | 20,5              | 76,2                              | 65,6                            | 0,66                    | 11,50            | +0,2    |
| UJ 0600692                                              | 20,0              | 42,3                              | 55,0                            | 0,58                    | 10,00            | -1,3    |
| PFZ 01761                                               | 21,0              | 58,0                              | 50,0                            | 0,60                    | 11,20            | -0,1    |
| UJ 0601027                                              | 21,5              | 66,0                              | 75,0                            | 0,65                    | 11,60            | +0,3    |
| UJ 0600691                                              | 19,5              | 51,0                              | 43,6                            | 0,55                    | 9,80             | -1,5    |
| PFZ 02110                                               | 20,0              | 63,0                              | 66,4                            | 0,62                    | 10,80            | -0,5    |
| PFZ 00490                                               | 23,0              | 68,0                              | 90,2                            | 0,70                    | 13,40            | +2,1    |
| UJ 0601031                                              | 21,0              | 53,0                              | 57,0                            | 0,61                    | 10,50            | -0,8    |
| UJ 0600636                                              | 22,0              | 60,0                              | 88,0                            | 0,66                    | 11,80            | +0,5    |
| UJ 0600796                                              | 24,5              | 78,6                              | 110,5                           | 0,76                    | 14,50            | +3,2    |
| PFZ 00372                                               | 26,0              | 59,4                              | 100,4                           | 0,74                    | 13,60            | +2,3    |
| UJ 0600156                                              | 20,5              | 55,5                              | 45,0                            | 0,61                    | 11,20            | -0,1    |
| PFZ 02314                                               | 21,5              | 73,0                              | 70,8                            | 0,64                    | 12,80            | +1,5    |
| PFZ 02124                                               | 23,0              | 71,0                              | 68,0                            | 0,62                    | 12,10            | +0,8    |
| UJ 0600659                                              | 23,0              | 70,2                              | 95,5                            | 0,70                    | 13,0             | +1,7    |
| UJ 0600658                                              | 22,5              | 63,0                              | 75,6                            | 0,70                    | 12,50            | +1,2    |
| PFZ 02112                                               | 28,0              | 65,0                              | 92,6                            | 0,74                    | 13,80            | +2,2    |
| PFZ 00142                                               | 25,5              | 55,0                              | 85,3                            | 0,72                    | 13,20            | +1,9    |
| UJ 0600437                                              | 22,0              | 62,4                              | 78,0                            | 0,66                    | 12,20            | +0,9    |
| UJ 0600810                                              | 23,0              | 83,3                              | 105,4                           | 0,78                    | 14,00            | +2,7    |
| UJ 0600648                                              | 24,1              | 66,0                              | 70,0                            | 0,66                    | 11,90            | +0,6    |
| UJ 0600440                                              | 20,7              | 63,2                              | 65,5                            | 0,58                    | 11,00            | -0,3    |
| UJ 0600634                                              | 24,6              | 71,5                              | 80,0                            | 0,68                    | 12,00            | +0,7    |

LSD<sub>05</sub> 2021

0,10

The largest head diameter was in samples UJ 0600796 – 24.5 mm, PFZ 00372 – 26.0 mm, PFZ 02112 – 28.0 mm, PFZ 00142 – 25.5 mm, UJ 0600634 – 24.6 mm, UJ 0600648 – 24.1 mm.

The seed productivity of studied varieties of creeping clover was 9.80–14.50 g/m<sup>2</sup>, the number of flowers in one head was 42.3–83.3 pcs., the number of seeds in one head was 43.6–110.5 pcs.

In the varieties we studied, the largest number of flowers in the head was in PFZ 02233 – 76.2 pcs., UJ 0600796 – 78.6 pcs., PFZ 02314 – 73.0 pcs., UJ 0600810 – 83.3 pcs. Not every flower in an inflorescence produces a fruit with seeds as a result of insufficient pollination and fertilization, which is determined by weather conditions and genetic characteristics of the variety. The largest number of seeds in the head were such samples as PFZ 00490 – 90.2 pcs., UJ 0600796 – 110.5 pcs., PFZ 00372 – 100.4 pcs., UJ 0600810 – 105.4 pcs., UJ 0600659 – 95.5 pcs., PFZ 02112 – 92.6 pcs. Among the samples with increased seed productivity, there were 7 that exceeded the standard Skhidnychanka variety by 1.7-3.2 g/m<sup>2</sup>. The largest seeds (weight of 1000 seeds is 0.70-0.78 g) were noted for such samples as PFZ 00490, UJ 0600796, PFZ 00372, UJ 0600659, UJ 0600658, PFZ 02112, PFZ 00142, UJ 0600810.

The study of collection samples of creeping clover will continue in the next two years. Based on the results of the three-year data evaluation, we will select the best of them, which will be included in the further breeding work as a starting material for the creation of new high-yielding varieties of this crop.

**Conclusions.** As a result of the study of collection samples of creeping clover in 2021, it was established that:

1. The duration of the vegetation period of the studied samples from the beginning of spring growth to the economic maturity of the seeds was 126 – 134 days.

2. The highest plant height had samples UJ 0600658, UJ 0600659, UJ 0601031 – 28.0 cm, PFZ 02110 – 28.2 cm, PFZ 02124 – 29.0 cm, UJ 0600156 – 29.4 cm.

3. The best foliage was in samples UJ 0600796 – 60.2 %, PFZ 00372 – 61.1 %, UJ 0600691 – 57.1 %, PFZ 02124 – 56.2 %, PFZ 00142 – 56.0 %.

4. According to the yield of green mass on average for two mowes, the samples UJ 0600796 – 3.10 kg/m<sup>2</sup>, PFZ 00372 – 3.00 kg/m<sup>2</sup>, UJ 0600658 – 3.05 kg/m<sup>2</sup>, PFZ 02112 – 3.02 kg/m<sup>2</sup> were the best, and on the output of dry matter UJ 0600691 – 0.404 kg/m<sup>2</sup>, UJ 0600796 – 0.420 kg/m<sup>2</sup>, PFZ 00372 – 0.417 kg/m<sup>2</sup>, PFZ 02314 – 0.410 kg/m<sup>2</sup>, UJ 0600658 – 0.414 kg/m<sup>2</sup>, PFZ 02112 – 0.400 kg/m<sup>2</sup>.

5. The seed productivity of the studied samples of creeping clover was 9.80–14.50 g/m<sup>2</sup>, the diameter of the inflorescence (head) was 19.5–28.0 mm, the number of flowers in one head was 42.3–83.3 pcs., the number of seeds in one head is 43.6–110.5 pcs., the weight of 1000 seeds is 0.55–0.78 g.

### Список використаної літератури

1. Агроєкобіологічні основи створення та використання лучних фітоценозів : монографія / М. Т. Ярмолук та ін. Львів : СПОЛОМ, 2013. 304 с.
2. Багаторічні бобові трави як основа природної інтенсифікації кормовиробництва / Г. І. Демидаш та ін. ; за ред. Г. І. Демидаша, Г. П. Квітка. Київ : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2013. 322 с.
3. Багаторічні трави – важлива складова екологічного землеробства і кормовиробництва / Л. К. Антипова та ін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 4. С. 35–41.
4. Бутенко А. О., Лапенко А. К. Продуктивність парних кормових бобово-злакових травосумішок. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія агрономія і біологія*. 2014. Вип. 3 (27). С. 111–114.
5. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур : підручник. Біла Церква, 2016. 376 с.
6. Вожегова Р. А., Тищенко О. Д. Створення та оцінка селекційного матеріалу люцерни з підвищенням рівнем азотфіксації. *Вісник аграрної науки*. 2017. Т. 95, № 11. С. 39–44.
7. Гальченко Н. М. Продуктивність багаторічних трав залежно від способу сівби та складу травосумішок в Південному Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2017. Вип. 68. С. 87–90.
8. Гнатюк Т. О. Особливості впливу мікробіологічної активності ґрунту за різних систем удобрення на продуктивність конюшини. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2018. Вип. 11. С. 131–134.
9. Дацько А. О. Характеристика колекційних зразків вівса різного еколого-географічного походження в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 62. С. 40–53.
10. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2022 рік (реєстр є чинним станом на

### References

1. Agroecobiological bases of creation and use of meadow phytocenoses : monograph / M. T. Yarmoliuk et al. Lviv : SPOLOM, 2013. 304 p.
2. Perennial grasses as the basis of natural intensification of fodder production / H. I. Demydas et al. ; za red. H. I. Demydasia, H. P. Kvitka. Kyiv : TOV «Nilan-LTD», 2013. 322 p.
3. Perennial grasses are an important component of ecological farming and feed production / L. K. Antypova et al. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2018. Issue 4. P. 35–41.
4. Butenko A. O., Lapenko A. K. The productivity of the paired forage legume-cereal grass mixtures. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia ahronomiia i biolohiia*. 2014. Issue 3 (27). P. 111–114.
5. Vasylykivskiy S. P., Kochmarskyi V. S. Breeding and seed production of field crops : a textbook. Bila Tserkva, 2016. 376 p.
6. Vozhehova R. A., Tyshchenko O. D. Creation and evaluation of alfalfa breeding material with high level of nitrogen fixation. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2017. Vol. 95, No 11. P. 39–44.
7. Halchenko N. M. The productivity of perennial grasses depending on the method of sowing and composition of grass mixtures in the southern Steppe of Ukraine. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2017. Issue 68. P. 87–90.
8. Hnatiuk T. O. Features of influence of microbiological activity of soil under different fertilizer systems on clover productivity. *Ahropromyslove vyrobnytstvo Polissia*. 2018. Issue 11. P. 131–134.
9. Datsko A. O. Characteristics of collection samples of oats of different ecological and geographical origin in the conditions of Western Forest-Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2017. Issue 62. P. 40–53.
10. State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine in 2022 (the register is valid as of 27.01.2022)

27.01.2022 р.) / Міністерство аграрної політики та продовольства. Київ, 2022. 532 с.

11. Дзюбайло А. Г., Марцінко Т. І., Головчук М. І. Формування продуктивності бобово-злакових травосумішей залежно від удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67 (1). С. 39–53.

12. Карбівська У. М. Накопичення кореневої маси бобових трав та її вплив на поживний режим дерново-підзолистого ґрунту. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67 (1). С. 84–97.

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

14. Кічігіна О. О. Ретроспективний аналіз посівних площ конюшини на території України. *Збалансоване природокористування*. 2013. № 4. С. 40–43.

15. Коник Г. С., Гармич Д. Ю. Вихідний матеріал для селекції тимोфіївки лучної. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56 (1). С. 73–79.

16. Кулька В. П., Щербина Л. П. Оцінка колекційних зразків конюшини лучної та їх використання при створенні сортів інтенсивного типу. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 47–54.

17. Мазур В. А., Липовий В. Г., Мордванюк М. О. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. Вінниця : ТВОРИ, 2020. 204 с.

18. Макаренко П. С., Деркач В. С. Вплив видового складу на продуктивність травосумішок за різних строків та способів використання. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 194–199.

19. Методичні рекомендації по біологічних основах оцінки селекційного матеріалу конюшини лучної, конюшини гібридної, конюшини повзучої

/ Ministry of Agrarian Policy and Food. Kyiv, 2022. 532 p.

11. Dziubailo A. H., Martsinko T. I., Holovchuk M. I. Formation of legume-cereal grass mixtures depending on fertilization. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2020. Issue 67 (1). P. 39–53.

12. Karbivska U. M. Root mass accumulation of legume grasses and its effect on nutrient regime of sod-podzolic soil. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2020. Issue 67 (1). P. 84–97.

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

14. Kichihina O. O. Retrospective analysis of sowing areas of clover on the territory of Ukraine. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. 2013. No 4. P. 40–43.

15. Konyk H. S., Harmych D. Yu. Initial material for breeding of timothy. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2014. Issue 56 (1). P. 73–79.

16. Kulka V. P., Shcherbyna L. P. Evaluation of collection samples of red clover and their use in creating varieties of intensive types. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2013. Issue 76. P. 47–54.

17. Mazur V. A., Lypoviy V. H., Mordvaniuk M. O. Methodology of scientific research in agronomy : educ. manual. Vinnytsia : TVORY, 2020. 204 p.

18. Makarenko P. S., Derkach V. S. Influence of species composition on the productivity of grass mixtures in terms and ways of use. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2013. Issue 76. P. 194–199.

19. Methodical recommendations on biological bases of evaluation of selection material of red clover, hybrid clover, white clover / L. Z. Bastruk-Hlodan et al. Obroshyno, 2020. 60 p.

20. Methodology of selection of

/ Л. З. Байструк-Глодан та ін. Оброшино, 2020. 60 с.

20. Методологія селекції багаторічних бобових і злакових трав у Передкарпатті : метод. рек. / Г. С. Коник та ін. Оброшино, 2015. 100 с.

21. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Формування кормової продуктивності багаторічних злаково-бобових травостоїв сінокісного використання в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 80. С. 150–157.

22. Моргун В. В., Коць С. Я. Біологічний азот у сучасному сільськогосподарському виробництві. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2018. Т. 14, № 3. С. 285–294.

23. Перегрим О. Р. Попередні результати вивчення селекційного матеріалу конюшини повзучої в Передкарпатті. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія агрономія*. 2020. № 24. С. 135–140.

24. Перегрим О. Р., Байструк-Глодан Л. З., Іванців Р. Є. Результати попереднього та конкурсного сортовипробування конюшини повзучої в умовах Передкарпаття. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (2). С. 104–117.

25. Петриченко В. Ф., Кургак В. Г. Культурні сіножаті та пасовища України. Київ : Аграрна наука, 2013. 432 с.

26. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В., Задорожна І. С. Становлення та розвиток кормовиробництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 54–62.

27. Селекція та насінництво одно-річних і багаторічних кормових трав: теоретичні та практичні аспекти / А. В. Кохан та ін. Полтава : Астрія, 2018. 196 с.

28. Собко М. Г., Собко О. М. Доцільність використання багаторічних бобових трав у стабілізації родючості ґрунту. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2012. Вип. 2 (23). С. 154–157.

29. Ткачук О. П. Вплив бобових

perennial legume and cereal grasses in the Precarpathians : method. recomm. / Н. S. Konyk et al. Obroshyno, 2015. 100 p.

21. Moldovan Zh. A., Sobchuk S. I. Formation of forage productivity of perennial grass and legume stands of hay use in conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2015. Issue 80. P. 150–157.

22. Morhun V. V., Kots S. Ya. Biological nitrogen in modern agriculture. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslin*. 2018. Vol. 14, No 3. P. 285–294.

23. Perehrym O. R. Preliminary results of the study of white clover breeding material in Precarpathian area. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia ahronomiia*. 2020. No 24. P. 135–140.

24. Perehrym O. R., Bastruk-Hlodan L. Z., Ivantsiv R. Ye. The results of preliminary and competitive variety testing of white clover in the conditions of Precarpathians. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2020. Issue 68 (2). P. 104–117.

25. Petrychenko V. F., Kurhak V. H. Cultural hayfields and pastures of Ukraine. Kyiv : Ahrarna nauka, 2013. 432 p.

26. Petrychenko V. F., Kornii-chuk O. V., Zadorozhna I. S. Formation and development of fodder production in Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No 11. P. 54–62.

27. Selection and seed production of annual and perennial forage grasses: theoretical and practical aspects / A. V. Korkhan et al. Poltava : Astraia, 2018. 196 p.

28. Sobko M. H., Sobko O. M. The expediency of using perennial legume grasses in stabilizing soil fertility. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2012. Issue 2 (23). P. 154–157.

29. Tkachuk O. P. The influence of perennial legume grasses on agroecological condition of the soil. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. 2017. No 1. P. 127–

багаторічних трав на агроекологічний стан ґрунту.

*Збалансоване природокористування*. 2017. № 1. С. 127–130.

30. Штакал М. І., Штакал В. М. Теоретичні основи лучного кормовиробництва на осушених торфовищах : монографія / за ред. М. І. Штакала. Вінниця : ТОВ „ТВОРИ”, 2020. 184 с.

130.

30. Shtakal M. I., Shtakal V. M. Theoretical bases of meadow fodder production on drained peatlands : monograph / ed. M. I. Shakal. Vinnytsia : „TVORY”, 2020. 184 p.

Received: May 10, 2022

Accepted: May 24, 2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-5

УДК 633.853.494:631.811

**О. П. ВОЛОЩУК, В. М. СЕНДЕЦЬКИЙ**, доктори сільськогосподарських наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл.,  
81115, e-mail: olexandravoloschuk53@gmail.com

**Т. В. МЕЛЬНИЧУК**, кандидат сільськогосподарських наук

Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція  
Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН  
вул. Степана Бандери, 21 а, м. Івано-Франківськ, 76014,  
e-mail: vermos2011@ukr.net

**І. В. СЕНДЕЦЬКИЙ**, аспірант

ЗВО «Подільський державний університет»

вул. Шевченка, 12, м. Кам'янець-Подільський Хмельницької обл., 32416

## **ПРОДУКТИВНІСТЬ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗА ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ ВЕРМИЙОДІС ТА РІЗНИХ НОРМ ВИСІВУ**

Ріпак озимий – культура широкого спектру використання, експортноорієнтована, інтерес до якої щороку зростає. Високу його продуктивність у Західному Лісостепу пов'язують з зоною концентрованого вирощування озимої й ярої форм на значних площах, що дозволяє ефективно використовувати ґрунтово-кліматичні умови й матеріально-технічні ресурси в технологічному процесі, а також нові сорти і гібриди та ефективні агрозаходи. У багатьох сферах сільського господарства технології вирощування ріпаку є предметом дискусій, а спроби практичної реалізації мають стихійний характер і здійснюються без належного наукового обґрунтування. Особливо це стосується до використання нових регуляторів росту в технології вирощування за різних норм висіву насіння, що спонукало нас до теоретичного обґрунтування вказаного агрозаходу.

На підставі досліджень, проведених на дерново-опідзолених ґрунтах Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН у 2018–2020 рр., встановлено ефективність застосування регулятора росту вермийодіс у передпосівній обробці насіння (5 л/т) та позакореневому внесенні у ВВСН 36–46 і ВВСН 51–60 (по 4 л/га) за різних норм висіву насіння та сортового складу.

Застосування регулятора росту вермийодіс з умістом комплексу гумінових та інших хімічних компонентів сприяло збільшенню на 10–15 % формування репродуктивних органів, що забезпечило підвищення продуктивності від 0,3 до 0,6 т/га ріпаку озимого у досліджуваних варіантах.

© Волощук О. П., Сендецький В. М.,  
Мельничук Т. В., Сендецький І. В., 2022

Оптимальною нормою висіву для формування агроценозу ріпаку озимого за застосованої технології вирощування з використанням регулятора росту вермийодіс була 0,8 млн схож. нас./га – сорту Черемош та 0,6 млн схож. нас./га – гібриду Мерседес.

Допосівна обробка насіння регулятором росту вермийодіс (5 л/т) та дворазове обприскування культури під час вегетації у нормі по 4 л/га забезпечувало найвищий (0,63 т/га – сорту Черемош і 0,61 т/га – гібриду Мерседес) приріст урожайності до контролю і 0,16–0,30 т/га до досліджуваних варіантів. На цьому варіанті досліді отримано найвищі економічні показники рівня рентабельності вирощування ріпаку озимого: 127,7 % – сорту Черемош і 133,5 % – гібриду Мерседес.

**Ключові слова:** ріпак озимий, сорт, гібрид, норма висіву насіння, регулятор росту, врожайність, економічна ефективність.

**Olexandra Voloshchuk, Volodymyr Sendetskyi**

Institute of Agriculture of Carpathian Region NAAS

**Taras Melnychuk**

Pre-Carpathian State Agricultural Research Station of the Institute of Agriculture of Carpathian Region NAAS

**Ivan Sendetskyi**

HEI "Podillia State University"

**Productivity of winter rape by the application of vermyodis growth regulator and different seeding rates**

Winter rapeseed is a crop with a wide range of use, export-oriented, the interest in which is growing every year. Its high productivity in the Western Forest-Steppe is associated with a zone of concentrated cultivation of winter and spring forms over large areas, which makes it possible to effectively use soil and climatic conditions, material and technical resources in the technological process, as well as new varieties, hybrids and effective agricultural activities. In many areas of agriculture, rape growing technologies are the subject of discussion, and practical implementation attempts are spontaneous and carried out without proper scientific justification. This is especially true for the use of new growth regulators in growing technology at different seeding rates, which prompted us to theoretically substantiate this agro-measure.

Based on studies conducted on sod-podzole soils of the Carpathian State Agricultural Experimental Station of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Sciences in 2018–2020, the effectiveness of the growth regulator vermyodis use in presowing seed treatment (5 l/t) and foliar application to BBCH 36–46 and BBCH 51–60 (4 l/ha each) at different seeding rates and varietal composition.

The use of the growth regulator vermyodis containing a complex of humic and other chemical components contributed to an increase in the formation of reproductive organs by 10–15 %, which ensured an increase in productivity by 0.3–0.6 t/ha of winter rapeseed in the studied options.

The optimal seeding rate for the formation of winter rapeseed agrocenosis according to the applied growing technology using the growth regulator vermiyodis was 0.8 million germinating seeds/ha – variety Cheremosh and 0.6 million germinating seeds/ha – Mercedes hybrid.

Pre-sowing treatment of seeds with the growth regulator Vermiyodis (5 l/t) and double spraying of the crop during the growing season at a rate of 4 l/ha provided the highest (0.63 t/ha for the Cheremosh variety and 0.61 t/ha for the Mercedes hybrid) growth yields compared to control and 0.16–0.30 t/ha to the studied options. In this variant of the experiment, the highest economic indicators of the level of profitability of growing winter rapeseed were obtained: 127.7 % for the Cheremosh variety and 133.5 % for the Mercedes hybrid.

**Keywords:** winter rape, variety, hybrid, seeding rate, growth regulator, yield, economic efficiency.

**Вступ.** Ріпак – високопродуктивна олійна культура, насіння якої використовують у харчуванні та кормовиробництві, є сировиною для промисловості та джерелом біоенергетики, добрим попередником, що поліпшує агрофізичні властивості та фітосанітарний стан ґрунту [13, 17, 23].

Ґрунтово-кліматичні умови України сприятливі для нормального росту та розвитку рослин ріпаку озимого й відповідають його біологічним вимогам. За застосування відповідних агротехнологічних прийомів вирощування цієї культури можна отримувати високу врожайність (4,0–5,0 т/га) насіння. Попри такий потенціал більшості занесених у Державний реєстр вітчизняних і іноземних сортів і гібридів ріпаку озимого, у виробничих умовах їх урожайність за останні роки не перевищує 1,7–2,8 т/га. Зокрема з площі посіву 1 млн га в 2018 р. в Україні було зібрано лише по 2,61 т/га [9, 10, 19].

Продуктивність сільськогосподарських культур є основним показником, на основі якого визначають ефективність розроблених і впроваджених агротехнічних елементів сучасних технологій [1, 30].

Фахівці вважають, що в Україні частка виробництва насіння порівняно із світовою може бути подвоєна внаслідок удосконалення технології вирощування культури і збільшення врожайності до середньоєвропейського рівня. Тому вдосконалення традиційних і розроблення нових елементів технології вирощування ріпаку озимого з врахуванням ґрунтово-кліматичних умов для реалізації біологічного потенціалу сучасних сортів та гібридів за останніх тенденцій зміни клімату сьогодні є актуальним завданням вчених і сільгоспвиробників [6, 8, 29].

У багатьох країнах світу зростає науковий і практичний інтерес до застосування регуляторів росту і розвитку рослин. Використання їх у рослинництві, садівництві та лісівництві дає результати, яких не можна досягнути іншими методами, і стає одним із основних резервів збільшення врожайності сільськогосподарських культур. За оптимального значення агротехнічних факторів регулятори росту як елемент технології забезпечують приріст урожайності на 15–22 % [12, 22].

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що питанням широкого застосування регуляторів росту рослин у землеробстві приділяють велику увагу в більшості економічно розвинених країн світу: Франції, Великобританії, ФРН, Швейцарії, Японії, Китаї та інших, а в останні роки і в Україні [11, 28].

Застосування регуляторів росту дозволяє якомога повніше реалізувати потенційні можливості рослин, закладені в геномі природою та селекцією, регулювати строки дозрівання, поліпшувати якість і збільшувати продуктивність сільськогосподарських культур. Систематичний аналіз виробничих експериментів свідчить, що реальний приріст продуктивності сільськогосподарських культур під дією регуляторів росту становить 10–13 %. Їх застосування підвищує ефективність сільськогосподарського виробництва завдяки можливості зменшення на 10–15 % норм витрат фунгіцидів і інсектицидів при їхньому комплексному застосуванні з регуляторами росту рослин при допосівній обробці насіння і фітосанітарних обробках посівів проти шкідників і хвороб [3, 5, 26].

Норма висіву – це ще один із найважливіших факторів формування густоти рослин, який визначає рівень їх зимостійкості, росту і розвитку в осінній та весняно-літній період [1, 4, 27].

З джерел літератури відомо, що високоврожайне насіння формується за оптимальних умов вирощування, серед яких важливу роль відіграють норми висіву, способи сівби, фони живлення, а також оброблення посівного матеріалу біостимуляторами, мікроелементами та іншими препаратами [18, 20].

Раціональної межі загущення чи зрідження посівів для багатьох культур ще й досі не визначено, незважаючи на тривалий період дослідження цього питання. Для нормального росту і розвитку рослин потрібна відповідна площа живлення, за якої вони будуть мати достатню кількість поживних речовин і вологи для створення вегетативної маси і формування насіння [16, 24].

Як свідчать наукові дослідження і публікації багатьох авторів, одним із напрямів збільшення врожайності насіння ріпаку озимого в умовах застосування науково обґрунтованої технології вирощування та істотних змін агрокліматичних факторів є використання регуляторів росту за оптимальних норм висіву насіння [2, 7, 31].

Отже, враховуючи біологічні особливості сортів і гібридів ріпаку озимого, а також зміну кліматичних умов, вивчення норм висіву і способів застосування регуляторів росту в умовах Передкарпаття України є надзвичайно актуальним.

Мета наших досліджень полягала в науковому обґрунтуванні ефективності застосування регулятора росту вермийодіс у передпосівній обробці насіння та позакореневому внесенні у різні фази розвитку рослин ріпаку озимого за різних норм висіву насіння.

**Матеріали і методи.** Експериментальну роботу виконували впродовж 2018–2020 рр. на дослідному полі Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (ПДСГДС ІСГ Карпатського регіону НААН) на дерново-опідзолених ґрунтах, які містять 2,8–3,0 % гумусу, лужногідролізованого азоту – 77–82 мг/кг, рухомого фосфору – 113–120 мг/кг, обмінного калію – 132–138 мг/кг, рНсол – 5,5–5,9, згідно зі схемою досліду:

– фактор А – регулятор росту – вермийодіс: 1 – допосівна обробка насіння (5 л/т), 2 – одноразове позакореневе внесення (4 л/га), 3 – допосівна обробка насіння (5 л/т) + одноразове позакореневе внесення (4 л/га), 4 – дворазове позакореневе внесення (по 4 л/га), 5 – допосівна обробка насіння (5 л/т) + дворазове позакореневе внесення (по 4 л/га);

– фактор В – норма висіву насіння: 0,6 млн схож. нас./га; 0,8 і 1,0 млн схож. нас./га;

– фактор С – сортовий склад: ріпак озимий сорту Черемош і гібриду Мерседес.

Регулятор росту рослин вермийодіс (виробник ПП «Біоконверсія», м. Івано-Франківськ) виготовляють на основі рідкого органічного добрива вермимаг з додаванням водного розчину йоду, який впливає на біологічну активність препарату, створює оптимальні умови для росту і розвитку рослин. Вміст йоду на суху речовину в препараті становить не менше 240–300 мкг/л, макро- і мікроелементів: загального азоту – 900–1200 мг/л, загального фосфору – 200–300, загального калію – 1500–1900, магнію – 2800–3400, заліза – 20–25, молібдену – 20–30, міді – 90–105, бору – 12–15, цинку – 18–25 мг/л.

Перше обприскування регулятором росту проводили у ВВСН 36–46 (стеблуння – початок бутонізації) в баковій суміші з фунгіцидом ридоміл Голд (2,5 л/га) проти альтернаріозу, сірої гнилі, несправжньої борошнистої роси, друге обприскування – ВВСН 51–60 (бутонізація – початок цвітіння) в баковій суміші інсектицидом коннект® (0,5 л/га) проти ріпакового квіткоїда, прихованохоботників (стебловий, насінневий), стручкового комарика (ріпакової галиці).

Агротехніка, крім досліджуваних факторів, – загальноприйнята для регіону. Після збирання попередника (пшениці озимої) проводили лущення стерні, оранку на глибину 20–22 см, передпосівний обробіток ґрунту комбінованим агрегатом у два сліди. Засоби захисту застосовували згідно з технологічними термінами та обстеженням посівів. Удобрення –  $N_{30}P_{60}K_{110} + N_{90}$ .

Польові досліді закладено в чотириразовій повторності. Загальна площа посівної ділянки – 30 м<sup>2</sup>, облікова – 25 м<sup>2</sup>.

Дослідження проведено відповідно до загальноприйнятої методики проведення польового дослід з використанням польового, лабораторно-польового, статистичного та дисперсійного методів. Математичний аналіз показників урожайності проводили за допомогою дисперсійного й кореляційно-регресійного методів та на комп'ютері з використанням сучасних пакетів прикладних програм типу Excel, Statistica-6,0 [21].

**Результати та обговорення.** Формування високих і сталих урожаїв насіння ріпаку озимого є складним процесом, пов'язаним з поступовою і тривалою диференціацією формування генеративних та репродуктивних органів. Він істотно залежить від зовнішніх факторів, що суттєво впливають на структуру врожаю. Важливим елементом для оцінки врожайності є збережена густота рослин до збирання, кількість стручків на рослині, насінин у стручку і маса 1000 насінин [14, 15, 25].

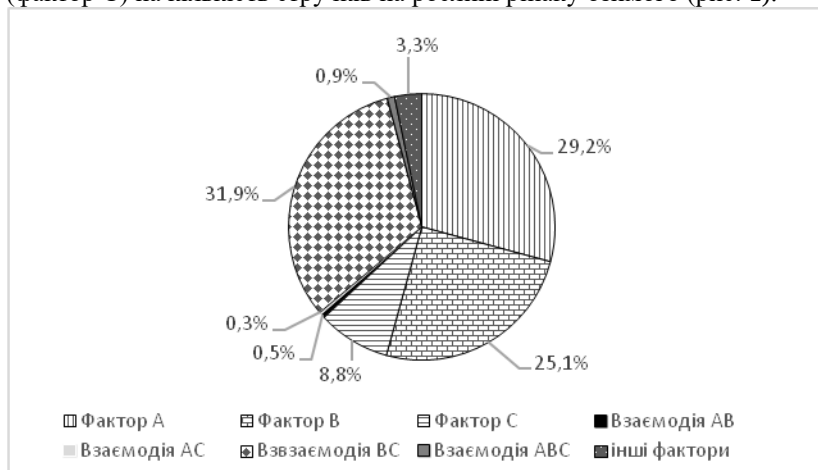
Як свідчать результати досліджень О. Антоненка, О. Волощук, І. Мельника, О. Тимофійчука та ін., високоврожайне і якісне насіння цієї культури формується за оптимальних умов вирощування, серед яких важливу роль відіграють: сортовий і гібридний склад, норми висіву насіння, система живлення, захисту рослин та погодні фактори [2, 4].

Нашими дослідженнями встановлено, що застосування регулятора росту вермийодіс і норми висіву насіння сорту, гібриду впливало на формування агроценозу і структурні елементи продуктивності рослин.

Найбільша кількість стручків на рослині ріпаку озимого сорту Черемош (147,1 шт.) була на варіанті, де проводили допосівне оброблення насіння регулятором росту вермийодіс у нормі 5 л/т і дворазове обприскування рослин (по 4 л/га) за норми висіву сорту 0,8 млн схож. нас./га. Цей варіант забезпечив більші її показники на 17,8 шт./роsl. до контролю і на 10,2 шт./роsl. за норми висіву 0,6 млн схож. нас./га та на 16,5 шт./роsl. – за норми висіву 1,0 млн схож. нас./га.

У гібриду Мерседес, як і в сорту Черемош, ці показники збільшувалися до контролю на 12–16 %.

Дисперсійним аналізом визначено частки впливу регулятора росту (фактор А), норм висіву насіння (фактор В) та сортового складу (фактор С) на кількість стручків на рослині ріпаку озимого (рис. 1).



**Рис. 1. Частка впливу факторів на кількість стручків на рослині ріпаку озимого (середнє за 2018–2020 рр.)**

За роки досліджень вплив факторів досліду на результативну ознаку був таким: фактор А – 29,2 %, В – 25,1, С – 8,8 %. Також слід відзначити про вплив (31,9 %) взаємодії факторів ВС. Решта факторів мали незначний вплив на формування результативної ознаки вказаного досліду.

Дослідженнями встановлено, що способи застосування регулятора росту вермийодіс та норми висіву насіння впливали на збільшення врожайності ріпаку озимого сорту Черемош (табл. 1).

# 1. Урожайність ріпаку озимого сорту Черемош залежно від норми висіву насіння і способу застосування регулятора росту вермийодіс (2018–2020 рр.), т/га

| Варіант<br>досліду    | Урожайність |         |         | Середнє | + до контролю |      |
|-----------------------|-------------|---------|---------|---------|---------------|------|
|                       | 2018 р.     | 2019 р. | 2020 р. |         | т/га          | %    |
| 0,6 млн схож. нас./га |             |         |         |         |               |      |
| 1                     | 3,52        | 3,02    | 3,48    | 3,34    | -             | -    |
| 2                     | 3,78        | 3,23    | 3,79    | 3,60    | 0,26          | 7,8  |
| 3                     | 3,83        | 3,25    | 3,78    | 3,62    | 0,28          | 8,4  |
| 4                     | 3,96        | 3,31    | 3,92    | 3,73    | 0,39          | 11,7 |
| 5                     | 4,03        | 3,37    | 4,06    | 3,82    | 0,48          | 14,4 |
| 6                     | 4,12        | 3,48    | 4,13    | 3,91    | 0,57          | 17,1 |
| 0,8 млн схож. нас./га |             |         |         |         |               |      |
| 1                     | 3,76        | 3,24    | 3,83    | 3,61    | -             | -    |
| 2                     | 4,08        | 3,53    | 4,17    | 3,92    | 0,31          | 8,6  |
| 3                     | 4,12        | 3,59    | 4,11    | 3,94    | 0,33          | 9,1  |
| 4                     | 4,25        | 3,72    | 4,24    | 4,07    | 0,46          | 12,7 |
| 5                     | 4,34        | 3,83    | 4,28    | 4,15    | 0,54          | 15,6 |
| 6                     | 4,43        | 3,90    | 4,39    | 4,24    | 0,63          | 17,5 |
| 1,0 млн схож. нас./га |             |         |         |         |               |      |
| 1                     | 3,31        | 2,86    | 3,52    | 3,23    | -             | -    |
| 2                     | 3,58        | 3,12    | 3,68    | 3,46    | 0,23          | 7,1  |
| 3                     | 3,61        | 3,16    | 3,67    | 3,48    | 0,25          | 7,7  |
| 4                     | 3,70        | 3,20    | 3,96    | 3,62    | 0,39          | 12,1 |
| 5                     | 3,75        | 3,28    | 4,01    | 3,68    | 0,45          | 13,9 |
| 6                     | 3,86        | 3,35    | 4,10    | 3,77    | 0,50          | 16,7 |

НІР<sub>05</sub> за факторамиА (регулятор  
росту)

0,07      0,09      0,10

В (норма висіву  
насіння)

0,10      0,08      0,12

-      -      -

Примітка. 1 – контроль (без вермийодіс); 2 – передпосівна обробка насіння вермийодіс (5 л/т); 3 – одноразове позакореневе внесення вермийодіс (4 л/га); 4 – передпосівна обробка насіння (5 л/т) і одноразове позакореневе внесення вермийодіс (4 л/га); 5 – дворазове позакореневе внесення вермийодіс (по 4 л/га); 6 – передпосівна обробка насіння (5 л/т) і дворазове позакореневе внесення вермийодіс (по 4 л/га).

Встановлено, що в середньому за роки досліджень у варіанті за допосівного оброблення насіння регулятором росту вермийодіс у дозі 5 л/т і норми висіву насіння 0,6 млн схож. нас./га врожайність ріпаку озимого сорту Черемош становила 3,60 т/га, або на 0,26 т/га більше

порівняно до контролю, за норми висіву 0,8 млн схож. нас./га – 3,92 т/га (0,21 т/га), за норми висіву 1,0 млн схож. нас./га – 3,46 т/га (0,23 т/га до контролю).

У варіанті за одноразового обприскування рослин ріпаку озимого під час вегетації регулятором росту вермийодіс у нормах 4 л/га та 0,6 млн схож. нас./га врожайність насіння становила 3,62 т/га, або була вищою до контролю на 0,28 т/га. За норми висіву 0,8 млн схож. нас./га цей господарсько цінний показник становив 3,94 т/га (0,33 т/га), а за норми висіву 1,0 млн схож. нас./га – 3,48 т/га (0,25 т/га до контролю).

Допосівна обробка насіння ріпаку озимого регулятором росту вермийодіс у нормі 5 л/т та одноразове обприскування рослин за норми висіву насіння 0,6 млн схож. нас./га сприяли підвищенню продуктивності до 3,73 т/га, або на 0,39 т/га більше, ніж на контролі. За норми висіву насіння 0,8 млн схож. нас./га цей показник зростав – 4,07 т/га (0,46 т/га), а за норми висіву 1,0 млн схож. нас./га – знижувався до 3,62 т/га (0,39 т/га до контролю).

Дворазове обприскування рослин вермийодіс (4 л/га) під час вегетації за норми висіву насіння 0,6 млн схож. нас./га забезпечило врожайність 3,82 т/га, або на 0,48 т/га більше, ніж на контролі, за норми висіву 0,8 млн схож. нас./га – 4,15 т/га (0,54 т/га), за норми висіву 1,0 млн схож. нас./га – 3,68 т/га (0,45 т/га до контролю).

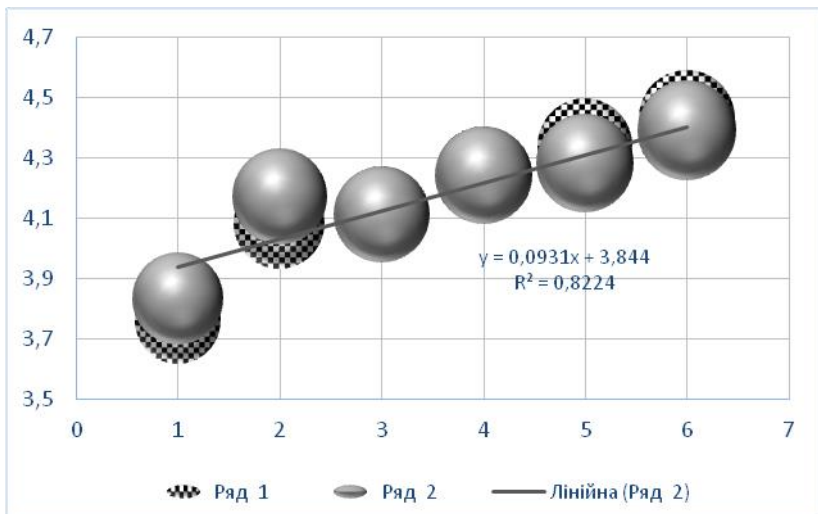
Допосівна обробка насіння сорту Черемош регулятором росту в нормі 5 л/т та обприскування рослин (4 л/га) під час вегетації за норми висіву 0,6 млн схож. нас./га забезпечили врожайність у середньому 3,91 т/га, або на 0,57 т/га більше порівняно до контролю, за норми висіву 0,8 млн схож. нас./га – 4,24 т/га (0,63 т/га до контролю), за норми висіву 1,0 млн схож. нас./га – 3,77 т/га (0,50 т/га до контролю).

На основі отриманих результатів досліджень побудовано математичну модель впливу зазначених вище факторів на врожайність ріпаку сорту Черемош (рис. 2).

Рівняння регресії, залежності врожайності ріпаку озимого має такий вигляд:  $y = 0,0931x + 3,844$ ;

$$R^2 = 0,8224.$$

Таку формулу статистичного рівняння отримано внаслідок опрацювання регресійно-кореляційних зв'язків факторних ознак та їх впливу на результативну ознаку. Ця функціональна рівність свідчить про прямий кореляційний лінійний зв'язок факторної та результативної ознак та високу силу тісноти їх зв'язку.



**Рис. 2. Математична модель кореляційної залежності врожайності ріпаку озимого у варіанті 6 за норми висіву насіння 0,8 млн схож. нас./га (2018–2020 рр.)**

Дослідженнями встановлено, що за допосівного оброблення насіння та одно- чи дворазового обприскування рослин регулятором росту вермийодіс найбільшу врожайність ріпаку озимого сорту Черемош отримано за норми висіву 0,8 млн схож. нас./га. Так, у варіанті за допосівного оброблення насіння регулятором росту вермийодіс та дворазового обприскування під час вегетації рослин цим регулятором росту врожайність становила у середньому 4,24 т/га, або на 0,63 т/га перевищила показник на контролі, а також вона була на 0,33 т/га більшою, ніж в аналогічному варіанті за норми висіву 0,6 млн схож. нас./га та на 0,47 т/га – за норми висіву 1,0 млн схож. нас./га.

Аналогічні закономірності і результати істотного впливу застосування регулятора росту вермийодіс було отримано на варіантах за вирощування гібриду Мерседес (табл. 2).

Дослідженнями встановлено, що допосівне оброблення насіння ріпаку озимого гібриду Мерседес регулятором росту вермийодіс у дозі 5 л/га за норми висіву 0,6 млн схож. нас./га забезпечило збільшення врожайності у середньому на 8 % порівняно до контролю, за норми висіву 0,8 млн схож. нас./га – відповідно на 7,4 % більше, за норми висіву 1,0 млн схож. нас./га – на 6,8 %.

## 2. Урожайність ріпаку озимого гібриду Мерседес залежно від норми висіву насіння і способу застосування регулятора росту вермийодіс (2018–2020 рр.), т/га

| Варіант досліджу      | Урожайність |         |         | Середнє | + до контролю |      |
|-----------------------|-------------|---------|---------|---------|---------------|------|
|                       | 2018 р.     | 2019 р. | 2020 р. |         | т/га          | %    |
| 0,6 млн схож. нас./га |             |         |         |         |               |      |
| 1                     | 3,47        | 3,50    | 3,59    | 3,52    | -             | -    |
| 2                     | 3,71        | 3,82    | 3,87    | 3,80    | 0,28          | 8,0  |
| 3                     | 3,79        | 3,85    | 3,96    | 3,83    | 0,31          | 8,8  |
| 4                     | 3,90        | 3,93    | 4,02    | 3,95    | 0,45          | 12,2 |
| 5                     | 3,96        | 4,01    | 4,10    | 4,02    | 0,58          | 14,2 |
| 6                     | 4,05        | 4,12    | 4,22    | 4,13    | 0,61          | 17,3 |
| 0,8 млн схож. нас./га |             |         |         |         |               |      |
| 1                     | 3,23        | 3,31    | 3,18    | 3,24    | -             | -    |
| 2                     | 3,46        | 3,58    | 3,37    | 3,47    | 0,23          | 7,1  |
| 3                     | 3,50        | 3,62    | 3,41    | 3,51    | 0,27          | 8,3  |
| 4                     | 3,61        | 3,70    | 3,49    | 3,62    | 0,38          | 11,7 |
| 5                     | 3,65        | 3,75    | 3,64    | 3,68    | 0,44          | 13,6 |
| 6                     | 3,74        | 3,85    | 3,78    | 3,79    | 0,55          | 17,0 |
| 1,0 млн схож. нас./га |             |         |         |         |               |      |
| 1                     | 3,08        | 3,20    | 3,05    | 3,11    | -             | -    |
| 2                     | 3,31        | 3,40    | 3,25    | 3,32    | 0,21          | 6,8  |
| 3                     | 3,34        | 3,51    | 3,20    | 3,35    | 0,24          | 7,7  |
| 4                     | 3,42        | 3,58    | 3,36    | 3,39    | 0,35          | 10,9 |
| 5                     | 3,46        | 3,60    | 3,50    | 3,52    | 0,41          | 13,1 |
| 6                     | 3,52        | 3,63    | 3,59    | 3,58    | 0,47          | 15,1 |

НІР<sub>05</sub> за факторами

|            |      |      |      |   |   |   |
|------------|------|------|------|---|---|---|
| А          |      |      |      |   |   |   |
| (регулятор |      |      |      |   |   |   |
| росту)     | 0,07 | 0,06 | 0,08 |   |   |   |
| В (норма   |      |      |      | - | - | - |
| висіву     |      |      |      |   |   |   |
| насіння)   | 0,05 | 0,08 | 0,10 |   |   |   |

Примітка. 1 – контроль (без вермийодіс); 2 – передпосівна обробка насіння вермийодіс (5 л/т); 3 – одноразове позакореневе внесення вермийодіс (4 л/га); 4 – передпосівна обробка насіння (5 л/т) і одноразове позакореневе внесення вермийодіс (4 л/га); 5 – дворазове позакореневе внесення вермийодіс (по 4 л/га); 6 – передпосівна обробка насіння (5 л/т) і дворазове позакореневе внесення вермийодіс (по 4 л/га).

Одноразове обприскування рослин під час вегетації регулятором росту вермийодіс у дозі 4 л/га за норми висіву 0,6 млн

схож. нас./га забезпечувало збільшення врожайності насіння ріпаку озимого на 8,8 % порівняно до контролю, за норми висіву 0,8 млн схож. нас./га – на 8,3 %, за норми висіву 1,0 млн схож. нас./га – на 7,7 %.

Допосівне оброблення насіння ріпаку озимого препаратом вермийодіс у дозі 5 л/т з наступним одноразовим обприскуванням рослин під час вегетації вермийодіс (4 л/га) і за норми висіву 0,6 млн схож. нас./га забезпечило збільшення врожайності насіння на 12,2 % порівняно до контролю, за норми висіву 0,8 млн схож. нас./га – на 11,7 %, за норми висіву 1,0 млн схож. нас./га – на 10,9 %.

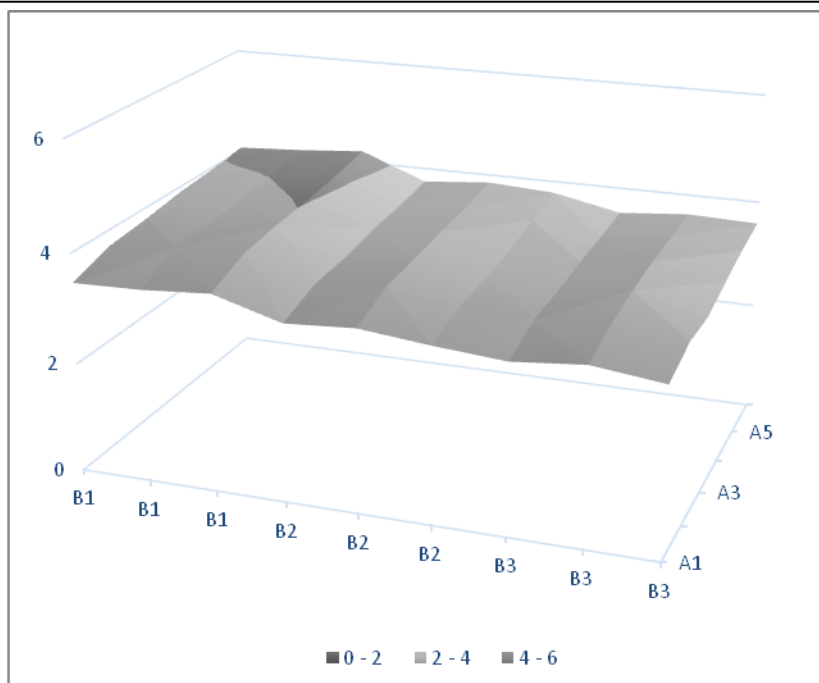
У варіанті дворазового обприскування рослин ріпаку озимого під час вегетації регулятором росту вермийодіс (4 л/га) і норми висіву 0,6 млн схож. нас./га відзначено збільшення врожайності насіння ріпаку озимого на 14,2 % порівняно до контролю, за норми висіву 0,8 млн схож. нас./га – на 13,6 %, за норми висіву 1,0 млн схож. нас./га – на 13,1 %.

Допосівне оброблення насіння ріпаку озимого гібриду Мерседес регулятором росту вермийодіс з наступним дворазовим обприскуванням за норми висіву 0,6 млн схож. нас./га забезпечило збільшення врожайності на 17,3 % порівняно до контролю, за норми висіву 0,8 млн схож. нас./га – на 17,0 %, за норми висіву 1,0 млн схож. нас./га – на 15,1 %.

За результатами дослідження сформовано візуальну модель формування врожайності ріпаку озимого гібриду Мерседес залежно від способу застосування регулятора росту вермийодіс та норми висіву насіння (рис. 3).

Таким чином, ми можемо спостерігати, що найбільшу врожайність насіння ріпаку озимого гібриду Мерседес – 4,13 т/га (0,61 т/га порівняно до контролю) у середньому за 2018–2020 рр. отримано у варіанті за допосівного оброблення насіння ріпаку озимого регулятором росту вермийодіс у дозі 5 л/т, норми висіву 0,6 млн схож. нас./га та дворазового обприскування рослин під час вегетації регулятором росту вермийодіс у дозі по 4 л/га.

На основі проведених досліджень ми встановили економічну ефективність елементів технології вирощування ріпаку озимого сорту Черемош та гібриду Мерседес за різних норм висіву та варіантів застосування регулятора росту вермийодіс (табл. 3).



**Рис. 3. Модель формування врожайності ріпаку озимого гібриду Мерседес залежно від способу застосування регулятора росту Вермийодіс (фактор А) та норми висіву насіння (фактор В) (2018–2020 рр.)**

Аналіз отриманих за 2018–2020 рр. результатів дослідження показав, що найвищі економічні показники в технології вирощування ріпаку озимого сорту Черемош, за якої рівень рентабельності виробництва насіння становив 127,7 %, отримано на варіанті допосівного оброблення посівного матеріалу регулятором росту вермийодіс (5 л/т), висівання насіння нормою 0,8 млн схож. нас./га та дворазового обприскування цим препаратом культури під час вегетації в дозі по 4 л/га. У гібриду Мерседес на такому варіанті застосування регулятора росту найвища рентабельність становила 133,5 % за норми висіву 0,6 млн схож. нас./га.

### 3. Економічна ефективність вирощування ріпаку озимого сорту Черемош залежно від застосування регулятора росту та норми висіву насіння (2018–2020 рр.)

| Варіант досліджу      | Урожайність насіння, т/га | Вартість продукції, грн/га | Затрати на вирощування, грн/га | Чистий дохід, грн/га | Собівартість, грн/т | Рентабельність, % |
|-----------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| 0,6 млн схож. нас./га |                           |                            |                                |                      |                     |                   |
| 1                     | 3,34                      | 32 064                     | 16 530                         | 15 534               | 4949,1              | 94,0              |
| 2                     | 3,60                      | 34 560                     | 16 644                         | 16 501               | 4623,3              | 99,1              |
| 3                     | 3,62                      | 34 752                     | 16 754                         | 16 706               | 4628,2              | 99,7              |
| 4                     | 3,73                      | 35 808                     | 16 798                         | 17 517               | 4503,5              | 104,3             |
| 5                     | 3,82                      | 36 672                     | 16 934                         | 17 966               | 4433,0              | 106,1             |
| 6                     | 3,91                      | 37 536                     | 16 970                         | 18 830               | 4340,2              | 111,0             |
| 0,8 млн схож. нас./га |                           |                            |                                |                      |                     |                   |
| 1                     | 3,61                      | 34 656                     | 16 545                         | 16 555               | 4583,1              | 100,1             |
| 2                     | 3,92                      | 37 632                     | 16 693                         | 19 332               | 4258,4              | 115,8             |
| 3                     | 3,94                      | 37 824                     | 16 773                         | 19 342               | 4257,1              | 115,3             |
| 4                     | 4,07                      | 39 072                     | 16 799                         | 20 081               | 4127,5              | 119,5             |
| 5                     | 4,15                      | 39 840                     | 16 935                         | 21 025               | 4080,7              | 124,2             |
| 6                     | 4,24                      | 40 704                     | 16 987                         | 21 693               | 4006,4              | 127,7             |
| 1,0 млн схож. нас./га |                           |                            |                                |                      |                     |                   |
| 1                     | 3,23                      | 31 008                     | 16 560                         | 12 805               | 5126,9              | 77,3              |
| 2                     | 3,46                      | 33 216                     | 16 678                         | 15 072               | 4820,2              | 90,4              |
| 3                     | 3,48                      | 33 408                     | 16 780                         | 15 285               | 4821,8              | 91,1              |
| 4                     | 3,62                      | 34 752                     | 16 826                         | 15 824               | 4648,1              | 94,0              |
| 5                     | 3,68                      | 35 328                     | 16 936                         | 16 299               | 4602,2              | 96,2              |
| 6                     | 3,77                      | 36 192                     | 16 990                         | 17 055               | 4506,6              | 100,4             |

Примітка. 1 – контроль (без вермийодіс); 2 – передпосівна обробка насіння вермийодіс (5 л/т); 3 – одноразове позакореневе внесення вермийодіс (4 л/га); 4 – передпосівна обробка насіння (5 л/т) і одноразове позакореневе внесення вермийодіс (4 л/га); 5 – дворазове позакореневе внесення вермийодіс (по 4 л/га); 6 – передпосівна обробка насіння (5 л/т) і дворазове позакореневе внесення вермийодіс (по 4 л/га).

**Висновки.** Для досягнення рентабельності виробництва насіння ріпаку озимого 125–135 % господарствам Карпатського регіону на дерново-опідзолених ґрунтах рекомендуємо застосовувати технологію, яка включає норми висіву сорту Черемош – 0,8 млн схож. нас./га,

гібриду Мерседес – 0,6 млн схож. нас./га, застосування регулятора росту вермийодіс в передпосівній обробці насіння (5 л/т) та дворазовому позакореновому внесенні (по 4 л/га) у фази розвитку культури ВВСН 36–46 і ВВСН 51–60.

#### Список використаної літератури

1. Агротехнологічні основи вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу України / І. С. Волощук та ін. Львів : Сполом, 2017. 212 с.
2. Антоненко О. Ф., Савчук Ю. М. Вплив строків сівби та мікродобрив на розвиток рослин ріпаку озимого в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2016. Т. 1, № 1 (53). С. 87–94.
3. Волощук О. П., Волощук І. С., Косовська Р. Ю. Вплив передпосівної обробки насіння та позакоренового підживлення рослин рістрегуляторами на перезимівлю ріпаку озимого. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54 (І). С. 15–25.
4. Волощук О. П., Случак О. М., Распутенко А. О. Продуктивність озимого ріпаку залежно від строків, способів сівби та норм висіву насіння. *Агроном*. 2019. № 3 (65). С. 142–147.
5. 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.
6. Дощові черв'яки: наукові аспекти вирощування і практичне застосування / І. П. Мельник та ін. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2015. 444 с.
7. Ефективність застосування біопрепаратів у технологіях вирощування сільгоспкультур в Західному регіоні України / М. Кожушко та ін. *Техніка і технології АПК*. 2016. № 5. С. 37–42.
8. Ефективність застосування регуляторів росту рослин та мікродобрива в насінництві соняшнику

#### References

1. Agrotechnological foundations of growing winter rapeseed in the Western Forest-Steppe of Ukraine / I. S. Voloshchuk et al. Lviv : Spolom, 2017. 212 p.
2. Antonenko O. F., Savchuk Yu. M. Influence of sowing terms and micronutrient fertilization on the development of winter rapeseed plants in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekologichnoho universytetu*. 2016. Vol. 1, No. 1 (53). P. 87–94.
3. Voloshchuk O. P., Voloshchuk I. S., Kosovska R. Yu. Influence of pre-sowing seed treatment and foliar feeding of plants with growth regulators on overwintering of winter rapeseed. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2012. Issue 54 (I). P. 15–25.
4. Voloshchuk O. P., Sluchak O. M., Rasputenko A. O. The productivity of winter rapeseed depending on the timing, sowing methods and seeding rates. *Ahronom*. 2019. No. 3 (65). P. 142–147.
5. 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.
6. Earthworms: Scientific Aspects of Growing and Practical Application / I. P. Melnyk et al. Ivano-Frankivsk : Symfoniia forte. 2015. 444 p.
7. The effectiveness of the use of biological products in the technology of growing crops in the Western region of Ukraine / M. Kozhushko et al. *Tekhnika i tekhnolohii APK*. 2016. No. 5. P. 37–42.
8. Efficiency of application of plant growth regulators and microfertilizers in sunflower seeds / Yu. I. Buriak et al. *Visnyk Tsentru naukovooho zabezpechennia APV*

- / Ю. І. Буряк та ін. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2014. Вип. 16. С. 20–25.
9. Камінський В. Ф. Науково-методичні основи досліджень з розроблення технологій вирощування сільськогосподарських культур. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2013. Вип. 1/2. С. 3–9.
10. Кирильчук А. М., Солодюк Н. М. Конкурентоздатність та сортовий потенціал ріпаку (*Brassica Napus Oleifera Annuu Metzger*) в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 110–115.
11. Коковіхін С. В., Донець В. В., Шаталова В. В. Економічні та енергетичні аспекти оптимізації технології вирощування ріпаку озимого в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 82. С. 47–55.
12. Косовська Р. Ю. Підвищення зимостійкості ріпаку озимого в насінницьких посівах. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56 (I). С. 99–103.
13. Кулик Ю. Як в українському господарстві вирощують ріпак. *Агрономія сьогодні*. 2019. № 3. С. 114–115.
14. Курцев В. Технологічні аспекти вирощування ріпаку. *Агробізнес сьогодні*. 2017. № 20. С. 51–55.
15. Матис В. М., Дзюбайло А. Г. Продуктивність ріпаку ярого залежно від елементів технології вирощування в умовах Передкарпаття. *Зб. наук. праць Вінницького національного аграрного університету*. 2011. Вип. 9. С. 73–78.
16. Машенко О., Гайдено О. Ріпак: коли дотримання правил – гарантія якості. *Агробізнес сьогодні*. 2019. № 10. С. 64–65.
17. Могилянська Н. О. Сучасний стан і перспективи переробки олійних культур. *Зернові продукти і комбікорми*. 2014. № 1. С. 22–25.
18. Перспективи використання мікробних поверхнево-активних речовин *Kharkivskoi oblasti*. 2014. Issue 16. P. 20–25.
9. Kaminskyi V. F. Scientific and methodological principles of research of technologies development of crop cultivation. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2013. Issue 1/2. P. 3–9.
10. Kyrylchuk A. M., Solodiuk N. M. Competitiveness and varietal potential of rapeseed (*Brassica Napus Oleifera Annuu Metzger*) in Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2013. Issue 76. P. 110–115.
11. Kokovikhin S. V., Donets V. V., Shatalova V. V. Economic and energy aspects of optimizing the technology of growing winter rape in the South Steppe of Ukraine. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 2012. Issue 82. P. 47–55.
12. Kosovska R. Yu. Increasing winter hardiness of winter rapeseed in seed crops. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2014. Issue 56 (I). P. 99–103.
13. Kulyk Yu. How rapeseed is grown in the Ukrainian economy. *Ahronomiia sohodni*. 2019. No. 3. P. 114–115.
14. Kurtsev V. Technological aspects of rapeseed cultivation. *Ahrobiznes sohodni*. 2017. No. 20. P. 51–55.
15. Matys V. M., Dziubailo A. H. The productivity of spring rape, depending on the elements of the cultivation technology in the conditions of the Carpathian region. *Zb. nauk. prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2011. Issue 9. P. 73–78.
16. Mashchenko O., Haidenko O. Rapeseed: when compliance with the rules is a guarantee of quality. *Ahrobiznes sohodni*. 2019. No. 10. P. 64–65.
17. Mohylianska N. O. Current status and prospects of oilseed crops processing. *Zernovi produkty i kombikormy*. 2014. No. 1. P. 22–25.
18. Prospects of using microbial surfactants in plant growing / T. P. Pyroh et al. *Mikrobiolohichniy zhurnal*. 2018. Vol. 80 (3). P. 115–135. DOI: <https://doi.org/10.15407/microbiolj80.03.11>

- у рослинництві / Т. П. Пирог та ін. *Мікробіологічний журнал*. 2018. Т. 80 (3). С. 115–135. DOI: <https://doi.org/10.15407/microbiolj80.03.115>.
19. Продуктивність сортів і гібридів ріпаку озимого на Півдні України / Р. А. Вожегова та ін. *Зрошуване землеробство*. 2013. Вип. 59. С. 55–57.
20. Савчук Ю. М., Антоненко О. Ф. Залежність урожайності та посівних якостей насіння ріпаку озимого від сортів та технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2 (93). С. 20–27.
21. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант, 2013. 378 с.
22. Чехова І. В. Пропозиції щодо підвищення конкурентоспроможності виробництва олійних культур. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2016. № 23. С. 193–202.
23. Induction of defense mechanisms in seedlings of oilseed winter rape inoculated with *Phoma lingam* (*Leptosphaeria maculans*) / K. Hura et al. *Phytoparasitica*. 2014. Vol. 42. P. 145–154.
24. Organic amendments increase crop yields by improving microbe-mediated soil functioning of agroecosystems: A meta-analysis / G. Luo et al. *Soil Biology and Biochemistry*. 2018. Vol. 124. P. 105–115.
25. Peterson C., Eviner V., Gaudin A. Ways forward for resilience research in agroecosystems. *Agricultural Systems*. 2018. Vol. 162. P. 19–27.
26. Preparation and characterization of slow-release fertilizer encapsulated by starchbased superabsorbent polymer / D. Qiao et al. *Carbohydrate Polymers*. 2016. Vol. 147. P. 146–154.
27. Preparation and utilization of phosphate biofertilizers using agricultural waste / H. Wang et al. *Journal of Integrative Agriculture*. 2018. Vol. 14, Is. 1. P. 158–167.
28. Recent progress in selected bionanomaterials and their engineering applications: An overview / R.-K. Mishra et al. *Journal of Science: Advanced Materials*. 2019. Issue 59. P. 55–57.
19. The productivity of varieties and hybrids of winter rapeseed in the South of Ukraine / R. A. Vozhehova et al. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2013. Issue 59. P. 55–57.
20. Savchuk Yu. M., Antonenko O. F. Dependence of the yield and sowing qualities of winter rape seeds on the varieties and cultivation technology in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2019. No 2 (93). P. 20–27.
21. Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Aylant, 2013. 378 p.
22. Chekhova I. V. Proposals to improve the competitiveness of oilseed production. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*. 2016. No. 23. P. 193–202.
23. Induction of defense mechanisms in seedlings of oilseed winter rape inoculated with *Phoma lingam* (*Leptosphaeria maculans*) / K. Hura et al. *Phytoparasitica*. 2014. Vol. 42. P. 145–154.
24. Organic amendments increase crop yields by improving microbe-mediated soil functioning of agroecosystems: A metaanalysis / G. Luo et al. *Soil Biology and Biochemistry*. 2018. Vol. 124. P. 105–115.
25. Peterson C., Eviner V., Gaudin A. Ways forward for resilience research in agroecosystems. *Agricultural Systems*. 2018. Vol. 162. P. 19–27.
26. Preparation and characterization of slow-release fertilizer encapsulated by starchbased superabsorbent polymer / D. Qiao et al. *Carbohydrate Polymers*. 2016. Vol. 147. P. 146–154.
27. Preparation and utilization of phosphate biofertilizers using agricultural waste / H. Wang et al. *Journal of Integrative Agriculture*. 2018. Vol. 14, Is. 1. P. 158–167.
28. Recent progress in selected bionanomaterials and their engineering applications: An overview / R.-K. Mishra et al. *Journal of Science: Advanced Materials*

bionanomaterials and their engineering applications: An overview / R.-K. Mishra et al. *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*. 2018. Vol. 3, Is. 3. P. 263–288.

29. Redesign of the traditional Mesoamerican agroecosystem based on participative ecological intensification: Evaluation of the soil and efficiency of the system / C. Reyna-Ramírez et al. *Agricultural Systems*. 2018. Vol. 165. P. 177–186.

30. Shifts in soil bacterial communities induced by the controlled-release fertilizer coatings / P. Pan et al. *Journal of Integrative Agriculture*. 2016. Vol. 15, Is. 12. P. 2855–2864.

31. Susceptibility of winter rape cultivars to fungal diseases and their response to fungicide application / I. Brazauskienė et al. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2013. Vol. 37. P. 699–710. DOI: 10.3906/tar1210-26.

*and Devices*. 2018. Vol. 3, Is. 3. P. 263–288.

29. Redesign of the traditional Mesoamerican agroecosystem based on participative ecological intensification: Evaluation of the soil and efficiency of the system / C. Reyna-Ramírez et al. *Agricultural Systems*. 2018. Vol. 165. P. 177–186.

30. Shifts in soil bacterial communities induced by the controlled-release fertilizer coatings / P. Pan et al. *Journal of Integrative Agriculture*. 2016. Vol. 15, Is. 12. P. 2855–2864.

31. Susceptibility of winter rape cultivars to fungal diseases and their response to fungicide application / I. Brazauskienė et al. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2013. Vol. 37. P. 699–710. DOI: 10.3906/tar1210-26.

Отримано 20 квітня 2022 р.  
Погоджено до друку 9 червня 2022 р.

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-6

УДК 631.4:631.445.2

**О. С. ГАВРИШКО, Ю. М. ОЛФІР, А. Й. ГАБРИЄЛЬ**, кандидати с.-г. наук  
**Т. В. ПАРТИКА**, кандидат біологічних наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл.,  
81115, e-mail: [havryshko0@gmail.com](mailto:havryshko0@gmail.com)

## **ТРАНСФОРМАЦІЯ АГРОХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЯСНО-СІРОГО ЛІСОВОГО ПОВЕРХНЕВО ОГЛЕСНОГО ГРУНТУ ЗА ТРИВАЛОГО ПЕРІОДУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ**

Управління родючістю передбачає постійну корекцію меліоративних, технологічних заходів у строгій відповідності до зміни клімату, перебігу ґрунтових процесів і режимів, фізіологічних потреб рослин, ринку. Інтенсивне ведення сільського господарства в Україні супроводжується трансформацією основних властивостей та режимів ґрунтів. Однак на сьогодні стихійним ознакам трансформаційного розвитку ґрунтів і формування їхньої родючості потрібно протиставити науково обґрунтовану систему управління цими процесами.

Для оптимізації використання ясно-сірого лісового поверхнево оглесного ґрунту в умовах Західного Лісостепу пріоритетними залишаються зниження кислотності, внесення органічних та мінеральних добрив, що водночас забезпечує науково обґрунтоване ведення землеробства. Об'єктивну інформацію про стан і зміни агроєкосистем, окремих їх компонентів під впливом різних антропогенних навантажень можна отримати тільки в базових тривалих стаціонарних дослідках.

Дослідження стосуються порівняльної оцінки зміни агрохімічних властивостей ясно-сірого лісового поверхнево оглесного ґрунту за 25-річний період його використання в системі інтенсивного землеробства (кін. IV ротації семипільної сівозміни та кін. IX ротації чотирипільної сівозміни).

Результати наукових досліджень свідчать, що зміна лісових ценозів агроценозами позитивно вплинула на кислотно-основні властивості ясно-сірого лісового поверхнево оглесного ґрунту. За 25-річний період внесення в ґрунт однієї норми мінеральних добрив, 10 т/га гною на фоні 1,0 н СаСО<sub>3</sub> показник рН<sub>КСІ</sub> горизонту НЕgl в обох ротаціях є слабкокислим (5,18–5,51). Водночас показник Нг в обох ротаціях на відміну від контролю коливався від низької до середньої величини з максимальними значеннями в середній частині профілю. В обох ротаціях на контролі та за різних систем удобрення спостерігали акумуляцію вмісту гумусу лише у верхніх шарах ґрунту. Нижчі горизонти є безгумусними (< 1 %).

© Гавришко О. С., Оліфір Ю. М.,  
Габриєль А. Й., Партика Т. В., 2022

Ґрунт під лісом за вмістом гумусу в горизонті HEgl є низькогумусним (2,07 %), нижчі горизонти є безгумусними (< 1 %). На перелозі вміст гумусу в горизонті HEgl є низький (1,74 %), вниз по профілю генетичні горизонти є також безгумусними (< 1 %).

**Ключові слова:** ясно-сірий лісовий поверхнево оглєсний ґрунт, горизонт, удобрення, кислотність, гумус.

**Oleh Havryshko, Yurii Olifir, Anna Gabryiel, Tetiana Partyka**

Institute of Agriculture of Carpathian Region NAAS

**Transformation of agrochemical properties of light-gray forestal surface-gleyed soil during long-term agricultural use**

Fertility management ensures the correction of meliorational, technological measures in strict accordance with climate change, the course of soil processes and regimes, physiological needs of plants, market. The intensive management of agriculture in Ukraine transforms the main properties and regimes of soils. However, today, the spontaneous signs of the transformational development of soils and the formation of their fertility must be contrasted with a scientifically based system of management of these processes.

To optimize the use of light-gray forestal surface-gleyed soil in the conditions of the Western Forest-Steppe, reducing acidity, applying organic and mineral fertilizers, which at the same time ensures scientifically based farming, remain priorities. Objective information about the state and changes of agroecosystems, their individual components under the influence of various anthropogenic loads can be obtained only in basic long-term stationary experiments.

The research concerns the comparative assessment of changes in the agrochemical properties of the light-gray forestal surface-gleyed soil over the 25-year period of its use in the system of intensive agriculture (end of IV rotation of seven-field crop rotation and end of IX rotation in four-field crop rotation).

The results of scientific studies show that the change of forestal coenoses by agrocenoses positively affected the acid-base properties of the light-gray forestal surface-gleyed soil. During the 25-year period of applying the same rate of mineral fertilizers to the soil, 10 t/ha of manure on a background of 1.0 n CaCO<sub>3</sub>, the pH<sub>KCl</sub> indicator of the HEgl horizon in both rotations is slightly acidic (5.18–5.51). At the same time, the Hg indicator in both rotations, in contrast to the control, ranged from low to medium values with maximum values in the middle part of the profile. In both rotations in the control and under different fertilization systems, the accumulation of humus content was observed only in the upper layers of the soil. Lower horizons are humus-free (< 1 %).

According to the humus content of the forestal soil in the HEgl horizon, it is low-humus (2.07 %), the lower horizons are humus-free (< 1 %). On the fallow, the humus content in the HEgl horizon is low (1.74 %), down the profile the genetic horizons are also humus-free (< 1 %).

**Keywords:** light-gray forestal surface-gleyed soil, horizon, fertilizer, acidity, humus.

**Вступ.** Науково обґрунтована система ведення землеробства має вирішальне значення для формування і отримання прибуткових врожаїв високої якості шляхом постійного моніторингу основних функцій ґрунтів, своєчасної корекції та впровадження окремих компонентів агротехнологій [9, 17, 18, 25]. Усе сільськогосподарське виробництво та розробки щодо освоєння лісу залежать від агрохімічних властивостей вказаного типу ґрунту [14, 21].

Відразу збільшується щоденна потреба в тестуванні, зацікавленість громадськості в отриманому калібрі продукції від неї і апробація результатів на практиці [4, 5, 20]. Спектр досліджень, що стосуються зміни властивостей ґрунтів за тривалого використання, дуже широкий [7, 13, 16, 22, 26, 27, 29].

Дослідження якості ґрунту включає аналіз параметрів і процесів, які впливають на ґрунт, зумовлюючи його ефективне функціонування як компонента здорової екосистеми [2, 5].

Тому в контексті стійкості агроєкосистем і збереження родючості потрібним є отримання об'єктивних результатів дослідження стану агроєкосистем під впливом різних агрозаходів для збалансованого використання їх ресурсів [3, 11, 15, 23]. Для вирішення цієї проблеми важливим є комплексне порівняння розвитку агрогенно-трансформованих та відносно природних ґрунтів, а також інтерпретація даних, пов'язаних із попередніми дослідженнями [1, 10, 12, 28, 30].

Щоб оцінити трансформацію властивостей ґрунту, яка відбувається в агроєкосистемах, важливо зрозуміти, наскільки змінилися ґрунти порівняно з природним фоновим ґрунтом, тому Yu. Chendev та ін. застосували подібний підхід у дослідженнях ґрунтів, базуючись на прикладі історичного розвитку лісових ландшафтів у США та Європі [8, 10]. Вони зазначали, що тривалий обробіток ґрунту в першу чергу дуже змінив його морфологію, хімічні та фізичні властивості [6, 24, 19], також наголошують на важливості часової тривалості.

Об'єктивну інформацію про стан і зміни агроєкосистем, окремих їх компонентів під впливом різних антропогенних навантажень можна отримати тільки в базових тривалих стаціонарних дослідках.

Метою наших досліджень було встановити в умовах стаціонарного досліду зміну агрохімічних властивостей ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту за 25-річний період впливу різних систем удобрення і періодичного вапнування і порівняти їх із

аналогічними властивостями у природному стані на перелозі та під лісом.

**Матеріали і методи.** Науково-дослідну роботу виконували в класичному стаціонарному досліді, закладеному в 1965 р. у відділі агрохімії та ґрунтознавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Дослід занесено у Реєстр довгострокових стаціонарних польових дослідів НААН (атестат реєстрації НААН № 29). Тип ґрунту дослідної ділянки ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний. З часу закладки дослід пройшов п'ять семипільних ротацій. На теперішній час дослідження ведуться у чотирипільній ротації.

Стаціонарний дослід розміщений в натурі на трьох полях, кожне з яких налічує 18 варіантів у триразовому повторенні. Розташування варіантів одноярусне, послідовне. Загальна площа ділянки становить 168 м<sup>2</sup>, облікова – 100 м<sup>2</sup>. Агротехніка вирощування культур, обробіток ґрунту і догляд за посівами загальноприйняті для умов зони Західного Лісостепу України.

Агрохімічна характеристика орного шару ґрунту до закладки досліді така: вміст гумусу (за Тюріним) 1,42 %, рН<sub>KCl</sub> 4,2, гідролітична кислотність (за Каппеном) 4,5, обмінна (за Соколовим) – 0,6 мг-екв/100 г ґрунту, вміст рухомого алюмінію 60,0, рухомого фосфору (за Кірсановим) і обмінного калію (за Масловою) – відповідно 36,0 і 50,0 мг/кг ґрунту.

У досліді застосовували напівперепрілий гній ВРХ на солом'яній підстилці, аміачну селітру (34,5 %), гранульований суперфосфат (19,5 %), калійну сіль (40 %), нітроамофоску (NPK по 16 %) (при використанні нітроамофоски вміст NPK збалансовували згідно з рівнями удобрення простими добривами). Гній у семипільній ротації з розрахунку 10 і 20 т/га сівозмінної площі вносили під картоплю і буряки цукрові, у чотирипільній – під кукурудзу. Фосфорно-калійні добрива вносили восени, азотні – під передпосівну культивуацію. Вапнування у I–V ротаціях згідно зі схемою досліді у семипільній сівозміні проводили під картоплю; у чотирипільній ротації – під кукурудзу на силос, у якій також відкоригована доза внесення добрив під культури сівозміни, не порушуючи змісту варіантів. Як вапнякові матеріали використовували вапнякове борошно (90 % CaO). Починаючи з VIII ротації (2008–2011) другий укіс конюшини лучної заорювали добриво на всіх варіантах досліді.

У статті представлено результати досліджень на кінець IV ротації семипільної сівозміни (картопля – ячмінь ярий з підсівом конюшини – конюшина лучна – пшениця озима – буряки цукрові –

кукурудза на силос – пшениця озима) у варіантах: абсолютного контролю без внесення добрив (контроль), органо-мінеральної системи удобрення (10 т/га сівозмінної площі гною +  $N_{70}P_{90}K_{90}$ ) на фоні періодичного вапнування 1,0 н  $CaCO_3$  за гідролітичною кислотністю (6,0 т/га вапнякового борошна) та мінеральної ( $N_{140}P_{180}K_{180}$ ) систем удобрення [1].

Дослідження на кінець IX ротації чотириріпільної сівозміни (кукурудза на силос – ячмінь ярий з підсівом конюшини лучної – конюшина лучна – пшениця озима) проводили у варіантах: абсолютного контролю без внесення добрив, органо-мінеральної системи удобрення (10 т/га сівозмінної площі гною +  $N_{65}P_{68}K_{68}$ ) на фоні періодичного вапнування 1,0 н  $CaCO_3$  за гідролітичною кислотністю (6,0 т/га вапнякового борошна) та мінеральної ( $N_{65}P_{68}K_{68}$ ) системи удобрення.

Для порівняння трансформації властивостей ґрунту за тривалого антропогенного впливу у природному стані закладено (2015 р.) додаткові розрізи під лісом і на перелозі.

Аналітичні роботи виконували в атестованій агрохімічній лабораторії (свідцтво № РЛ 149/18 від 05.02.2018 р., видане ДП «Львівстандартметрологія») Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Зразки ґрунтового профілю для визначення агрохімічних властивостей на досліджуваних варіантах відбирали з кожного генетичного горизонту та готували до аналізів згідно з ДСТУ 4287:2004 та ДСТУ ISO 11464–2001. рН сольової витяжки вимірювали потенціометричним методом згідно з ДСТУ ISO 10390-2001, гідролітичну кислотність (Нг) – методом Каппена у модифікації ЦІНАО (ДСТУ 26212–91), рухомий алюміній ( $Al^{3+}$ ) – за Соколовим (ДСТУ 26485–85), суму увібраних основ ( $Ca+Mg$ ) – згідно з ДСТУ ISO 11260–2001, вміст гумусу – методом Тюріна в модифікації Нікітіна (ДСТУ 4732–2007).

**Результати та обговорення.** Аналіз агрохімічних властивостей досліджуваних варіантів показав, що на контролі (вар. 1) реакція ґрунтового розчину на кінець IV ротації сівозміни по всьому профілю є сильнокислою (показник  $pH_{KCl}$  коливається у межах 3,90–4,47). На кінець IX ротації значення величини  $pH_{KCl}$  є дещо вищими і становлять 4,13–4,47, проте реакція ґрунтового розчину залишилася сильнокислою. Гідролітична кислотність в обох ротаціях має тенденцію до зниження вниз по профілю з максимальними величинами в гумусово-елювіальному горизонті, проте її показники є дещо вищими в IV ротації (2,28–6,04 мг-екв/100 г ґрунту), що

характеризує її ступінь у горизонті HEgl як дуже сильноокислий порівняно з IX ротацією (1,40–5,11 мг-екв/100 г ґрунту), що відповідає високому показнику у цьому горизонті (табл. 1).

# **1. Агрохімічні властивості генетичних горизонтів ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту за різних систем удобрення і вапнування на кінець IV ротації сівозміни**

| Горизонт                                                                                               | Шар ґрунту, см | pH <sub>KCl</sub> | Нг                  | Сума увібраних основ | Al <sup>3+</sup> , мг/кг ґрунту | Гумус, % |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------------------|----------|
|                                                                                                        |                |                   | мг-екв/100 г ґрунту |                      |                                 |          |
| Без добрив (контроль), вар. 1                                                                          |                |                   |                     |                      |                                 |          |
| HEgl                                                                                                   | 0–30           | 3,99              | 6,04                | 1,6                  | 157,8                           | 1,44     |
| Ehgl                                                                                                   | 30–40          | 4,40              | 4,39                | 1,0                  | 123,3                           | 0,88     |
| Iegl                                                                                                   | 60–70          | 3,90              | 4,18                | 7,4                  | 122,1                           | 0,48     |
| Igl                                                                                                    | 100–110        | 4,22              | 2,36                | 7,4                  | 23,6                            | 0,35     |
| PIgl                                                                                                   | 130–140        | 4,47              | 2,28                | 8,6                  | 25,0                            | -        |
| N <sub>70</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + 10 т/га гною + 1,0 н CaCO <sub>3</sub> за Нг, вар. 7 |                |                   |                     |                      |                                 |          |
| HEgl                                                                                                   | 0–34           | 5,51              | 2,19                | 5,0                  | 1,4                             | 1,73     |
| Ehgl                                                                                                   | 34–45          | 4,50              | 3,29                | 3,2                  | 16,7                            | 0,97     |
| Iegl                                                                                                   | 60–70          | 4,27              | 3,40                | 6,9                  | 44,5                            | 0,79     |
| Igl                                                                                                    | 100–110        | 4,40              | 2,08                | 7,6                  | 14,2                            | 0,76     |
| PIgl                                                                                                   | 120–130        | 4,45              | 2,53                | 10,0                 | 22,6                            | 0,68     |
| N <sub>140</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub> , вар. 15                                           |                |                   |                     |                      |                                 |          |
| HEgl                                                                                                   | 0–32           | 3,73              | 6,06                | 1,2                  | 149,8                           | 1,55     |
| Ehgl                                                                                                   | 30–40          | 4,10              | 4,32                | 0,8                  | 122,2                           | 0,85     |
| Iegl                                                                                                   | 45–55          | 4,20              | 3,68                | 1,2                  | 92,5                            | 0,71     |
| Igl                                                                                                    | 60–70          | 4,17              | 4,69                | 6,4                  | 133,9                           | 0,77     |
| PIgl                                                                                                   | 100–110        | 4,0               | 3,57                | 6,4                  | 96,8                            | 0,39     |
| Pgl                                                                                                    | 125–135        | 4,11              | 3,24                | 6,2                  | 67,4                            | 0,46     |

Суму увібраних основ на контролі в обох ротаціях можна охарактеризувати як дуже низьку і низьку з деяким збільшенням вниз по профілю. Її значення коливаються у межах 1,0–8,0 мг-екв/100 г ґрунту, тільки в горизонті Iegl в IX ротації вони становлять 10,4 мг-екв/100 г ґрунту, що характеризується середньою величиною суми.

Вміст рухомого алюмінію на контролі в обох ротаціях знижується вниз по профілю, проте його значення у варіанті без добрив на кінець IV ротації є дещо вищими порівняно з IX ротацією.

Вміст гумусу в горизонті HEgl обох ротацій є низьким (1,40–1,48 %). Нижчі горизонти є безгумусними (вміст гумусу не перевищує 1 %) (табл. 2).

## 2. Агрохімічні властивості генетичних горизонтів ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту за різних систем удобрення і вапнування на кінець IX ротації сівозміни

| Горизонт                                                                                               | Шар<br>грунту, см | pH <sub>KCl</sub> | Нг                  | Сума<br>увібраних<br>основ | Al <sup>3+</sup> ,<br>мг/кг<br>грунту | Гумус,<br>% |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------|
|                                                                                                        |                   |                   | мг-екв/100 г ґрунту |                            |                                       |             |
| Без добрив (контроль), вар. 1                                                                          |                   |                   |                     |                            |                                       |             |
| Hegl орн.                                                                                              | 0–18              | 4,22              | 5,11                | 3,0                        | 110,3                                 | 1,48        |
| Hegl п/орн.                                                                                            | 18–31             | 4,18              | 4,94                | 2,4                        | 121,5                                 | 1,40        |
| Ehgl                                                                                                   | 31–64             | 4,31              | 3,58                | 5,2                        | 65,3                                  | 0,48        |
| Iegl                                                                                                   | 64–110            | 4,13              | 4,20                | 10,4                       | 91,8                                  | 0,28        |
| Igl                                                                                                    | 110–131           | 4,22              | 3,23                | 6,9                        | 68,4                                  | 0,28        |
| IPgl                                                                                                   | 131–180           | 4,47              | 1,40                | 6,0                        | 27,5                                  | 0,47        |
| PIgl                                                                                                   | 180–200           | 4,35              | 2,62                | 8,0                        | 36,5                                  | 0,26        |
| N <sub>65</sub> P <sub>68</sub> K <sub>68</sub> + 10 т/га гною + 1,0 н CaCO <sub>3</sub> за Нг, вар. 7 |                   |                   |                     |                            |                                       |             |
| Hegl орн.                                                                                              | 0–20              | 5,18              | 2,77                | 10,6                       | 26,1                                  | 1,90        |
| Hegl п/орн.                                                                                            | 20–35             | 5,05              | 2,86                | 7,5                        | 64,8                                  | 1,61        |
| Ehgl                                                                                                   | 35–55             | 4,90              | 3,11                | 8,5                        | 71,1                                  | 0,83        |
| Iegl                                                                                                   | 55–81             | 4,78              | 3,46                | 9,0                        | 79,7                                  | 0,64        |
| Igl                                                                                                    | 81–150            | 4,90              | 3,15                | 11,9                       | 43,2                                  | 0,55        |
| IPgl                                                                                                   | 150–193           | 4,85              | 2,98                | 16,3                       | 32,4                                  | 0,51        |
| PIgl                                                                                                   | 193–215           | 4,87              | 2,95                | 18,9                       | 24,3                                  | 0,40        |
| N <sub>65</sub> P <sub>68</sub> K <sub>68</sub> , вар. 15                                              |                   |                   |                     |                            |                                       |             |
| Hegl орн.                                                                                              | 0–22              | 4,03              | 5,11                | 3,0                        | 75,2                                  | 1,57        |
| Hegl п/орн.                                                                                            | 22–35             | 3,98              | 5,20                | 2,8                        | 99,5                                  | 1,45        |
| Ehgl                                                                                                   | 35–61             | 4,17              | 4,54                | 1,5                        | 126,5                                 | 0,63        |
| Iegl                                                                                                   | 61–87             | 4,00              | 5,25                | 5,7                        | 148,1                                 | 0,37        |
| Igl                                                                                                    | 87–150            | 4,07              | 2,97                | 8,0                        | 66,2                                  | 0,26        |
| IPgl                                                                                                   | 150–180           | 4,04              | 2,97                | 13,8                       | 54,5                                  | 0,21        |
| PIgl                                                                                                   | 180–200           | 4,11              | 2,80                | 15,2                       | 36,0                                  | 0,31        |

За тривалого внесення в ґрунт однієї норми мінеральних добрив і 10 т/га гною на фоні 1,0 н CaCO<sub>3</sub> (вар. 7) реакція ґрунтового розчину гумусово-елювіальних горизонтів в обох ротаціях є слабокислою

( $pH_{KCl} - 5,18-5,51$ ). Проте за цієї системи удобрення і вапнування на кінець IV ротації показник  $pH_{KCl}$  по профілю різко знижується до сильнокислої, а на кінець IX поступово зміщується до середньокислої. Водночас гідролітична кислотність в обох ротаціях на відміну від контролю коливається від низької до середньої з максимальними значеннями в середній частині профілю.

Сума увібраних основ за внесення в ґрунт  $N_{70}P_{90}K_{90} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  (1,0 н Нг) на кінець IV ротації сівозміни коливається від дуже низької у верхній частині профілю до низької – в слабоілювійованій материнській породі  $PIgl$  (3,2–10,0 мг-екв/100 г ґрунту). На кінець IX ротації за аналогічної системи удобрення та вапнування значення суми увібраних основ є значно вищими і оцінюються як низькі і середні (7,5–18,9 мг-екв/100 г ґрунту), однак їх профільний розподіл подібний до профільного розподілу кінця IV ротації сівозміни.

Вміст рухомого алюмінію в обох ротаціях за органо-мінерального удобрення і вапнування є нижчим, ніж на контролі. Найвищі значення спостерігаються в середній частині профілю, нижчі – у верхній і нижній його частині.

Вміст гумусу під впливом органо-мінеральної системи удобрення і вапнування (вар. 7) в горизонті  $HEgl$  зріс до 1,73 % на кінець IV ротації та до 1,90 % в кінці IX ротації за вмісту на контролі відповідно за ротаціями 1,44–1,48 %; нижче – генетичні горизонти безгумусні (< 1 %).

Дослідження показали, що на кінець IV ротації за внесення в ґрунт самих мінеральних добрив у дозі  $N_{140}P_{180}K_{180}$  (вар. 15) реакція ґрунтового розчину по всьому профілю є сильнокислою (показник  $pH_{KCl}$  коливається у межах 3,73–4,20). За тривалого внесення самих мінеральних добрив у дозі  $N_{65}P_{68}K_{68}$  на кінець IX ротації значення  $pH_{KCl}$  коливаються у межах 3,98–4,17, що відповідає сильнокислій реакції рН. Гідролітична кислотність в обох ротаціях знижується вниз по профілю. Проте в горизонті  $HEgl$  кінця IV ротації показник Нг є дуже високим (6,06 мг-екв/100 г ґрунту), вниз по профілю – середнім і підвищеним, а в горизонтах  $HEgl_{орн.}$  і  $HEgl_{п/орн.}$  на кінець IX ротації показник гідролітичної кислотності є високим (5,11–5,20 мг-екв/100 г ґрунту), нижче – від низького до підвищеного.

Суму увібраних основ в обох ротаціях можна охарактеризувати як дуже низьку у верхній частині профілю (0,8–4,54 мг-екв/100 г ґрунту) і низьку та середню – у нижній (5,70–15,2 мг-екв/100 г ґрунту).

Вміст рухомого алюмінію в ґрунті і його профільний розподіл на кінець IV ротації у варіанті 15 приблизно корелюють з контролем (67,4–149,8 мг/кг). Дещо нижчі, але схожі значення спостерігаються і на кінець IX ротації сівозміни (36,0–148,1 мг/кг).

Вміст гумусу в ґрунтовій товщі за мінерального удобрення майже не відрізняється від контролю та інших варіантів. В обох ротаціях у гумусовому горизонті вміст гумусу є низьким (1,45–1,57 %), з глибиною – генетичні горизонти безгумусні (< 1 %) (табл. 1).

Порівнюючи реакцію ґрунтового розчину ґрунтів під лісом (розріз № 1) і перелогом (розріз № 2), можна констатувати, що агроценози порівняно із лісовими ценозами позитивно впливають на кислотно-основні властивості ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтів. Так, реакція ґрунтового розчину у ґрунті під лісом і перелогом по всьому профілю сильноокисла, проте значення  $pH_{KCl}$  у ґрунті під перелогом майже на пів одиниці зміщується в сторону середньоокислої ( $pH_{KCl}$  – 4,21–4,48) порівняно з ґрунтом під лісом ( $pH_{KCl}$  – 3,72–3,94).

Аналогічну динаміку можна спостерігати і в профільному розподілі гідролітичної кислотності. У досліджуваних ґрунтах цей показник знижується вниз по профілю. У ґрунті під лісом гідролітична кислотність в гумусово-елювіальному горизонті є дуже високою (9,73 мг-екв/100 г ґрунту), а в напрямку до ґрунтоутворюючої породи поступово змінюється на середню (3,15 мг-екв/100 г ґрунту). У ґрунті під перелогом гідролітична кислотність в горизонті NEgl є високою (5,59 мг-екв/100 г ґрунту), нижче по профілю змінюється від дуже низької до середньої (1,31–3,85 мг-екв/100 г ґрунту) (табл. 3).

Сума увібраних основ в ґрунтах під лісом і на перелозі суттєво відрізняється лише у верхній частині профілю. У ґрунті під лісом у верхніх горизонтах вона є дуже низькою (0,9–1,1 мг-екв/100 г ґрунту), а нижче – низькою і середньою (6,8–13,7 мг-екв/100 г ґрунту). Натомість у ґрунті під перелогом сума увібраних основ у верхній частині профілю є низькою (5,2–5,6 мг-екв/100 г ґрунту).

Рухомий алюміній корелює з кислотністю ґрунтів, тому закономірно, що у ґрунті під лісом його кількість є вищою (37,6–210,6 мг/кг), ніж на перелозі (20,0–55,7 мг/кг). Відзначено різке зменшення його вмісту з глибиною в ґрунті під лісом.

### 3. Агрохімічні властивості генетичних горизонтів ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту під лісом і перелогом

| Горизонт             | Шар ґрунту, см | pH <sub>KCl</sub> | Нг                  | Сума увібраних основ | Al <sup>3+</sup> , мг/кг ґрунту | Гумус, % |
|----------------------|----------------|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------------------|----------|
|                      |                |                   | мг-екв/100 г ґрунту |                      |                                 |          |
| Ліс (розріз № 1)     |                |                   |                     |                      |                                 |          |
| Ho                   | 0–4            | -                 | -                   | -                    | -                               | -        |
| HEgl                 | 4–26           | 3,72              | 9,73                | 1,1                  | 210,6                           | 2,07     |
| Ehgl                 | 26–47          | 3,86              | 6,49                | 0,9                  | 183,0                           | 1,23     |
| Iegl                 | 47–64          | 3,78              | 4,51                | 1,0                  | 90,1                            | 0,53     |
| Igl                  | 64–96          | 3,83              | 4,60                | 6,8                  | 77,7                            | 0,33     |
| Ipgl                 | 96–122         | 3,83              | 3,79                | 11,2                 | 53,7                            | 0,29     |
| Pigl                 | 122–150        | 3,89              | 3,42                | 11,9                 | 48,7                            | 0,26     |
| Pgl                  | 150–173        | 3,94              | 3,15                | 13,7                 | 37,6                            | 0,22     |
| Переліг (розріз № 2) |                |                   |                     |                      |                                 |          |
| Hd                   | 0–5            | -                 | -                   | -                    | -                               | -        |
| HEgl                 | 5–28           | 4,25              | 5,59                | 5,6                  | 54,3                            | 1,74     |
| Ehgl                 | 28–40          | 4,35              | 3,41                | 5,2                  | 45,3                            | 0,46     |
| Iegl                 | 40–61          | 4,23              | 3,85                | 11,2                 | 51,6                            | 0,41     |
| Igl                  | 61–102         | 4,21              | 3,50                | 11,4                 | 50,9                            | 0,28     |
| Ipgl                 | 102–129        | 4,48              | 1,31                | 5,6                  | 20,0                            | 0,21     |
| Pigl                 | 129–150        | 4,32              | 2,80                | 7,4                  | 36,7                            | 0,26     |
| Pgl                  | 150–180        | 4,23              | 3,58                | 11,4                 | 55,7                            | 0,19     |

Ґрунт під лісом за вмістом гумусу в горизонті HEgl є низькогумусним (2,07 %), нижчі горизонти – безгумусні (< 1 %). На перелозі вміст гумусу в горизонті HEgl є низький (1,74 %), вниз по профілю генетичні горизонти є також безгумусними (< 1 %) (табл. 2).

**Висновки.** Для збереження та примноження ґрунтово-земельних ресурсів ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту, родючість якого лімітується періодами перезволоження й надлишковою кислотністю, в комплексі першочергових агрозаходів є тривале і систематичне внесення 1,0 н CaCO<sub>3</sub>, 10 т/га гною та однієї норми мінеральних добрив (N<sub>65</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub>). Водночас порівняно з контролем (без добрив) органо-мінеральна система удобрення найбільшою мірою позитивно впливає на поліпшення його агрохімічних властивостей. Мінеральна система удобрення за тривалого використання спричиняє погіршення агрохімічних

показників ясно-сірого лісового ґрунту до рівня контролю (без добрив).

### Список використаної літератури

1. Меліорація кислих ґрунтів – сучасні думки та шляхи вперед / Р. С. Трускавецький та ін. *Агрохімія та ґрунтознавство*. 2018. Вип. 87. С. 11–15. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss87-02>.
2. Системний підхід в агроєкології: дослідницький і навчальний аспекти / В. В. Снітинський та ін. *Вісник ЛНАУ : Агрономія*. 2019. № 20. С. 6–20. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.034>.
3. Трускавецький Р., Зубковська В., Хижняк І. Інноваційні моделі управління родючістю ґрунтів. *Вісник ЛНАУ : Агрономія*. 2020. № 24. С. 181–186. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2020.01.181>.
4. Arandjelovic B., Bogunovich D. City Profile: Berlin. 2014. *Cities*. Vol. 37. P. 1–26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.10.007>.
5. Assessing Nature's Contributions to People / Díaz S. et al. *Science*. 2018. Vol. 359 (6373). P. 270–272. DOI: [10.1126/science.aap8826](https://doi.org/10.1126/science.aap8826).
6. Balanced fertilization along with farmyard manures enhances abundance of microbial groups and their resistance and resilience against heat stress in a semiarid Inceptisol / S. Kumar et al. *Communications Soil and Science Plant Analysis*. 2013. Vol. 44 (15). P. 2299–2313. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2013.803562>.
7. Bát'ková K., Mihalikova M., Matula S. Hydraulic Properties of a Cultivated Soil in Temperate Continental Climate Determined by Mini DiskInfiltrometer. *Water*. 2020. Vol. 12 (3). P. 21. DOI: <https://doi.org/10.3390/w12030843>.

### References

1. Acid soils amelioration – modern opinions and ways forward / R. S. Truskavetskyi et al. *Ahrokhimiia ta gruntoznastvo*. 2018. Issue 87. P. 11–15. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss87-02>.
2. System approach to agroecology: research and educational aspects / V. V. Snitynskyi et al. *Visnyk LNAU : Ahronomiia*. 2019. No 20. P. 6–20. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.034>.
3. Truskavetskyi R., Zubkovska V., Khyzhniak I. Innovative models of soil fertility elements management. *Visnyk LNAU : Ahronomiia*. 2020. No 24. P. 181–186. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2020.01.181>.
4. Arandjelovic B., Bogunovich D. City Profile: Berlin. 2014. *Cities*. Vol. 37. P. 1–26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.10.007>.
5. Assessing Nature's Contributions to People / Díaz S. et al. *Science*. 2018. Vol. 359 (6373). P. 270–272. DOI: [10.1126/science.aap8826](https://doi.org/10.1126/science.aap8826).
6. Balanced fertilization along with farmyard manures enhances abundance of microbial groups and their resistance and resilience against heat stress in a semiarid Inceptisol / S. Kumar et al. *Communications Soil and Science Plant Analysis*. 2013. Vol. 44 (15). P. 2299–2313. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2013.803562>.
7. Bát'ková K., Mihalikova M., Matula S. Hydraulic Properties of a Cultivated Soil in Temperate Continental Climate Determined by Mini DiskInfiltrometer. *Water*. 2020. Vol. 12 (3). P. 21. DOI: <https://doi.org/10.3390/w12030843>.
8. Chendev Yu., Burras C., Sauer T. Transformation of Forest Soils in Iowa

8. Chendev Yu., Burras C., Sauer T. Transformation of Forest Soils in Iowa (United States) under the Impact of Long Term Agricultural Development. *Eurasian Soil Science*. 2012. Vol. 45 (4). P. 357–367. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229312040035>.
9. Fan J., Ding W., Ziadi N. Thirty-Year Manuring and Fertilization Effects on Heavy Metals in Black Soil and Soil Aggregates in Northeastern China. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 2013. Vol. 44 (7). P. 1224–1241. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2012.756002>.
10. Goulding K. Soil acidification and the importance of liming agricultural soils with particular reference to the United Kingdom. *Soil Use and Management*. 2016. Vol. 32 (3). P. 390–399. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12270>.
11. Havlin J., Heiniger R. Soil Fertility Management for Better Crop Production. *Agronomy*. 2020. Vol. 10 (9). P. 1349. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10091349>.
12. Influence of Altitude on Biochemical Properties of European Forest Soils / De Feudis M. et al. *Forests*. 2017. Vol. 8. P. 213. DOI: <https://doi.org/10.3390/f8060213>.
13. Li J., Nie M., Pendall E. Soil physico-chemical properties are more important than microbial diversity and enzyme activity in controlling carbon and nitrogen stocks near Sydney, Australia. *Geoderma*. 2020. Vol. 366. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114201>.
14. Long-term Impact of Road Salt (NaCl) on Soil and Urban Trees in Edmonton, Canada / M. A. Equiza et al. *Urban For. Urban Green*. 2017. Vol. 21. P. 16–28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.11.003>.
15. Long-term phosphorus fertilisation increased the diversity of the total bacterial community and the phoD phosphorus (United States) under the Impact of Long Term Agricultural Development. *Eurasian Soil Science*. 2012. Vol. 45 (4). P. 357–367. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229312040035>.
9. Fan J., Ding W., Ziadi N. Thirty-Year Manuring and Fertilization Effects on Heavy Metals in Black Soil and Soil Aggregates in Northeastern China. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 2013. Vol. 44 (7). P. 1224–1241. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2012.756002>.
10. Goulding K. Soil acidification and the importance of liming agricultural soils with particular reference to the United Kingdom. *Soil Use and Management*. 2016. Vol. 32 (3). P. 390–399. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12270>.
11. Havlin J., Heiniger R. Soil Fertility Management for Better Crop Production. *Agronomy*. 2020. Vol. 10 (9). P. 1349. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10091349>.
12. Influence of Altitude on Biochemical Properties of European Forest Soils / De Feudis M. et al. *Forests*. 2017. Vol. 8. P. 213. DOI: <https://doi.org/10.3390/f8060213>.
13. Li J., Nie M., Pendall E. Soil physico-chemical properties are more important than microbial diversity and enzyme activity in controlling carbon and nitrogen stocks near Sydney, Australia. *Geoderma*. 2020. Vol. 366. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114201>.
14. Long-term Impact of Road Salt (NaCl) on Soil and Urban Trees in Edmonton, Canada / M. A. Equiza et al. *Urban For. Urban Green*. 2017. Vol. 21. P. 16–28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.11.003>.
15. Long-term phosphorus fertilisation increased the diversity of the total bacterial community and the phoD phosphorus mineraliser group in pasture soils / H. Tan et al. *Biology and Fertility of Soils*. 2013.

- mineraliser group in pasture soils / H. Tan et al. *Biology and Fertility of Soils*. 2013. Vol. 49 (6). P. 661–672. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00374-012-0755-5>.
16. Masilionytė L., Maikštėnienė S. The effect of alternative cropping systems on the changes of the main nutritional elements in the soil. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2016. Vol. 103 (1). P. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.13080/z-a.2016.103.001>.
17. Neina D. The Role of Soil pH in Plant Nutrition and Soil Remediation. *Applied and Environmental Soil Science*. 2019. Vol. 9. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/5794869>.
18. Nosko B. The formation of the agrogenic typical chernozem profile in the Ukrainian forest-steppe after plowing virgin steppe and fallow soils. *Eurasian Soil Sci*. 2013. Vol. 46 (3). P. 325–336. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229313030058>.
19. Organic farming for crop improvement and sustainable agriculture in the era of climate change / R. Roychowdhury et al. *Journal of Biological Sciences*. 2013. Vol. 13 (2). P. 55–70. DOI: <http://dx.doi.org/10.3844/ojbsci.2013.50.65>.
20. Pitty A. Soil organic matter. Geography and Soil Properties. *Routledge*. 2020. No. 15 P. 302. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780429299315-3>.
21. Relationship between spring barley productivity and growing management in Lithuania's lowland / V. Povilaitis et al. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. 2018. Vol. 68 (1). P. 86–95. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1367834>.
22. Repsiene R., Karcauskiene D. Changes in the chemical properties of acid soil and aggregate stability in the whole profile under long-term management history. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Vol. 49 (6). P. 661–672. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00374-012-0755-5>.
16. Masilionytė L., Maikštėnienė S. The effect of alternative cropping systems on the changes of the main nutritional elements in the soil. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2016. Vol. 103 (1). P. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.13080/z-a.2016.103.001>.
17. Neina D. The Role of Soil pH in Plant Nutrition and Soil Remediation. *Applied and Environmental Soil Science*. 2019. Vol. 9. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/5794869>.
18. Nosko B. The formation of the agrogenic typical chernozem profile in the Ukrainian forest-steppe after plowing virgin steppe and fallow soils. *Eurasian Soil Sci*. 2013. Vol. 46 (3). P. 325–336. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229313030058>.
19. Organic farming for crop improvement and sustainable agriculture in the era of climate change / R. Roychowdhury et al. *Journal of Biological Sciences*. 2013. Vol. 13 (2). P. 55–70. DOI: <http://dx.doi.org/10.3844/ojbsci.2013.50.65>.
20. Pitty A. Soil organic matter. Geography and Soil Properties. *Routledge*. 2020. No. 15 P. 302. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780429299315-3>.
21. Relationship between spring barley productivity and growing management in Lithuania's lowland / V. Povilaitis et al. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. 2018. Vol. 68 (1). P. 86–95. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1367834>.
22. Repsiene R., Karcauskiene D. Changes in the chemical properties of acid soil and aggregate stability in the whole profile under long-term management history. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Vol. 66 (8). P. 671–676. DOI:

Section B – Soil & Plant Science. 2016. Vol. 66 (8). P. 671–676. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2016.1201030>.

23. Soil organic carbon as affected by land use in young and old reclaimed regions of a coastal estuary wetland, China / Bai J. et al. *Soil Use Manage.* 2013. Vol. 29 (1). P. 57–64. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12021>.

24. Soil Quality and Plant Nutrition / H. R. El-Ramady et al. *Sustainable Agriculture Reviews.* 2014. Vol. 14. P. 345–447. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-06016-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06016-3_11).

25. Soil Quality Attributes Related to Urbanization in Brazilian / A. M. Silva et al. *Watershed. J. Environ. Eng. Landscape Manage.* 2017. Vol. 25 (4). P. 317–328. DOI: <https://doi.org/10.3846/16486897.2017.1296451>.

26. The effects of agrogenic transformation on soil profile morphology, organic carbon and physico-chemical properties in Retisols of Western Lithuania / J. Volungevicius et al. *Archives of Agronomy and Soil Science.* 2018. Vol. 64 (13). P. 1910–1923. DOI: <https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1467006>.

27. The Future Challenges of Food and Agriculture: An Integrated Analysis of Trends and Solutions / Calicioglu O. et al. *Sustainability.* 2019. Vol. 11 (1). P. 1–21. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11010222>.

28. The problem of soil interpretation according to the WRB 2014 classification system in the context of anthropogenic transformations / J. Volungevicius et al. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science.* 2016. Vol. 66 (5). P. 452–460. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2016.1164231>.

29. Veenstra J., Burras C. Soil profile transformation after 50 years of agricultural land use. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2015. Vol. 79 (4). P. 1154–1162. DOI:

<https://doi.org/10.1080/09064710.2016.1201030>.

23. Soil organic carbon as affected by land use in young and old reclaimed regions of a coastal estuary wetland, China / Bai J. et al. *Soil Use Manage.* 2013. Vol. 29 (1). P. 57–64. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12021>.

24. Soil Quality and Plant Nutrition / H. R. El-Ramady et al. *Sustainable Agriculture Reviews.* 2014. Vol. 14. P. 345–447. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-06016-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06016-3_11).

25. Soil Quality Attributes Related to Urbanization in Brazilian / A. M. Silva et al. *Watershed. J. Environ. Eng. Landscape Manage.* 2017. Vol. 25 (4). P. 317–328. DOI: <https://doi.org/10.3846/16486897.2017.1296451>.

26. The effects of agrogenic transformation on soil profile morphology, organic carbon and physico-chemical properties in Retisols of Western Lithuania / J. Volungevicius et al. *Archives of Agronomy and Soil Science.* 2018. Vol. 64 (13). P. 1910–1923. DOI: <https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1467006>.

27. The Future Challenges of Food and Agriculture: An Integrated Analysis of Trends and Solutions / Calicioglu O. et al. *Sustainability.* 2019. Vol. 11 (1). P. 1–21. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11010222>.

28. The problem of soil interpretation according to the WRB 2014 classification system in the context of anthropogenic transformations / J. Volungevicius et al. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science.* 2016. Vol. 66 (5). P. 452–460. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2016.1164231>.

29. Veenstra J., Burras C. Soil profile transformation after 50 years of agricultural land use. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2015. Vol. 79 (4). P. 1154–1162. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2015.01.0027>.

30. What Does Urbanization Actually Mean? A Framework for Urban Metrics in

<https://doi.org/10.2136/sssaj2015.01.0027>.

30. What Does Urbanization Actually Mean? A Framework for Urban Metrics in Wildlife Research / R. J. Moll et al. *J. Appl. Ecol.* 2019. Vol. 56 (5). P. 1289–1300. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13358>.

Wildlife Research / R. J. Moll et al. *J. Appl. Ecol.* 2019. Vol. 56 (5). P. 1289–1300. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13358>.

Отримано 13.05.2022

Погоджено до друку 15.06.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-7

УДК 633.34:631.5:631.526.32

**С. П. ГЕНЬ, молодший науковий співробітник**

Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН

*вул. Рівненська, 5, с. Шубків Рівненського р-ну Рівненської обл., 35325,*

*e-mail: svitlanagen@gmail.com*

## **ВРОЖАЙНІСТЬ І СТРУКТУРА ВРОЖАЮ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ**

У сучасних інтенсивних технологіях вирощування сої система удобрення передбачає внесення всіх потрібних для рослин мікроелементів.

Важливим інструментом для ефективного управління продуктивністю високоврожайних сортів сої є позакореневі підживлення, які є додатковим джерелом забезпечення рослин поживними речовинами через листок. Потреба сої в збалансованому ґрунтовому живленні обумовлює проведення позакоренових підживлень, які позитивно впливають на ріст і розвиток рослин з мінімальними витратами, підвищують толерантність рослин до стресових факторів, сприяють зниженню абортивності бобів, збільшують їхню озерненість і масу 1000 насінин, продовжують період активного фотосинтезу та симбіотичної азотфіксації.

Для забезпечення рівномірного дозрівання насіння сої з оптимальною вологістю доцільним є проведення десикації, що дозволяє швидко і якісно провести збирання врожаю культури. Цей технологічний захід пришвидшує дозрівання насіння, сприяє зменшенню рівня засміченості посівів, зниженню витрат на збирання врожаю.

Також для пришвидшення досягання насіння потрібним прийомом є сеніація. Цей екологічний захід полягає в обробці рослин азотними добривами. За допомогою сеніації рослинам надається додатковий азот, якого не вистачає насінню для формування високого вмісту білка.

Наведено результати досліджень щодо впливу позакоренового підживлення, передзбиральної десикації і сеніації на показники структури врожаю і врожайності сої.

Встановлено, що позакореневе підживлення мікродобривом Реаком-СР-Бобові (4 л/га) у фазі бутонізації в поєднанні з передзбиральною сеніацією посівів аміачною селітрою (10 % розчин) мало позитивний вплив на врожайність і показники структури врожаю сої. Водночас кількість бобів на рослині становила 29,7–32,0 шт., кількість зерен у бобі – 2,2–2,3 шт., маса 1000 насінин – 166,7–178,6 г. Найвища врожайність насіння сої сорту Сігалія становила 3,67 т/га і Кордоба – 3,68 т/га.

Передзбиральна десикація посівів досліджуваних сортів сої мала незначний вплив на врожайність насіння, спостерігали закономірність щодо підвищення врожаю на 0,08–0,23 т/га.

**Ключові слова:** позакореневе підживлення, десикація, сенікація, структура врожаю, врожайність, соя.

**Svitlana Hen**

Institute of Agriculture of the Western Polissia of NAAS

**Yield and crop structure of soybean depending on elements of growing technology**

In modern intensive technologies of soybean cultivation, the system of fertilization ensures the application of all microelements necessary for plants.

An important tool for effective productivity management of high-yielding soybean varieties is foliar feeding, which is an additional source of providing plants with nutrients through the leaves. The need of soybeans in a balanced soil nutrition necessitates foliar fertilization. Foliar fertilization affects the growth and development of plants in the right direction and with minimal costs. It increases the tolerance of plants to stress factors, reduce the abortive rate of beans, increase their grain size and weight of 1000 seeds, extend the period of active photosynthesis and symbiotic nitrogen fixation.

To ensure uniform ripening of soybean seeds with optimal humidity, it is advisable to carry out desiccation, which allows quick and efficient harvesting of the crops. This technological measure speeds up the ripening of seeds, helps to reduce the level of crops' soiling, and reduces the cost of harvesting.

In addition, senication is considered to be a necessary method to speed up the seed maturation. This environmental measure consists of treating plants with nitrogen fertilizers. With the help of senication the plants are provided with additional nitrogen which is not enough for the seeds to form a high protein content.

There are presented the results of research on the effect of foliar feeding, pre-harvest desiccation and senication on soybean crop structure and its yield.

It has been ascertained that foliar fertilization with microfertilizer Reakom-SR-Legumes (4 l/ha) in the budding phase in combination with pre-harvest senication of crops with ammonium nitrate (10 % solution) had a positive effect on the yield and values of soybean crop structure. The number of beans per plant was 29.7–32.0 pieces, the number of grains in the beans – 2.2–2.3 pieces, the weight of 1000 seeds – 166.7–178.6 g. The highest yield of soybean seeds for Sigalia variety was 3.67 t/ha and for Cordoba variety – 3.68 t/ha.

Pre-harvest desiccation of crops soybean varieties under research had a negligible effect on seed yield, the yield tended to increase by 0.08–0.23 t/ha.

**Keywords:** foliar feeding, desiccation, senication, crop structure, yield, soybean.

**Вступ.** У вирішенні важливої проблеми збільшення виробництва білка провідна роль належить високобілковим культурам, серед яких особливою цінністю характеризується соя, насіння якої містить 38–40 % сирого протеїну, 18–23 % жиру [31, 33, 34].

Соя відзначається унікальною сукупністю ознак якості зерна, що обумовлює надзвичайно широкий спектр її використання, і характеризується високою економічною ефективністю виробництва. Соя є головною білковою та олійною культурою світу, а її експорт є однією з основних статей світового продажу агропродукції [6, 7, 35, 37].

Збільшення виробництва насіння сої в усіх зонах вирощування пов'язане як і з розширенням площ посівів, так і, що дуже важливо, з підвищенням її врожайності.

Урожайність – це результат складної взаємодії рослин відповідно з їх генетичним потенціалом та комплексом факторів навколишнього середовища. Дія умов росту та розвитку на рослини проявляється в зміні параметрів елементів їх продуктивності. Взаємозв'язок між основними групами факторів і визначає рівень урожайності сої [1–5, 8, 9, 11–12, 14, 21].

У сучасних інтенсивних технологіях вирощування сої система удобрення передбачає внесення не лише азоту, фосфору, калію, а також всіх потрібних для рослини мікроелементів [24, 26, 29].

Важливим інструментом для ефективного управління продуктивністю високоврожайних сортів сої є позакореневі підживлення, які у зв'язку із впровадженням інтенсивних сортів, зміною погодно-кліматичних умов та зростанням вартості внесення основних добрив є додатковим джерелом забезпечення рослин поживними речовинами через листок і набувають значного поширення.

Основною перевагою позакореневого живлення рослин є реутилізація внесених добрив, які обходять систему корінь – ґрунт, де відбуваються складні процеси міграції, перетворення та закріплення поживних речовин; при позакореному підживленні удобрюється рослина, а не ґрунт. Критичними фазами у сої щодо позакорневих підживлень є періоди: третій трійчастий листок – бутонізація – доцільно провести позакореневе підживлення добривами, які мають підвищений вміст фосфору з магнієм, сіркою, цинком; бутонізація – початок цвітіння – застосування добрив з підвищеним вмістом бору; налив насіння – добрива з високим вмістом калію і мікроелементів. Застосування позакорневих підживлень підвищує толерантність рослин сої до стресових факторів, що виникають внаслідок дії пестицидів, несприятливих погодних умов (посухи, різких перепадів температур повітря), грибних та бактеріальних хвороб тощо.

Со́я потребує збалансованого ґрунтового живлення для оптимального росту і розвитку. Проте в реальних умовах цього не завжди вдається досягти. Тому через нестачу одного з макро- чи мікроелементів, що не дає змоги рослинам в оптимальній кількості засвоювати інші життєво важливі складові, виникає потреба в проведенні позакоренових підживлень, які позитивно впливають на ріст і розвиток рослин з мінімальними витратами. Вони сприяють зниженню абортивності бобів, збільшують їхню озерненість і масу 1000 насінин, продовжують період активного фотосинтезу та симбіотичної азотфіксації [13, 15, 16, 20, 30].

Також в умовах Західного Лісостепу для забезпечення швидкого рівномірного дозрівання насіння сої з оптимальною вологістю доцільним є вивчення передзбиральної десикації.

Десикація посівів є важливим агротехнічним прийомом у технології вирощування сої, особливо в умовах дощової осені. Цей спосіб дозволяє швидко і якісно провести збирання врожаю культури і значно зменшити витрати на доведення насіння до технологічних і посівних кондицій. Цей технологічний захід, крім названих переваг, також сприяє зниженню витрат на висушування насіння, а за певних умов може бути єдиною можливістю збереження всього урожаю. Адже насіння з підвищеною вологістю легко піддається механічним пошкодженням, а також схильне до самонагрівання й цвілі. Також користь десикації полягає в зменшенні рівня засміченості посівів, завдяки чому чистота і санітарний стан рослин поліпшуються. Застосування цього заходу на посівах сої дає можливість пришвидшити дозрівання насіння на п'ять – десять діб, знижує його вологість й допомагає зберегти якість, усуває потребу в післязбиральному сушінні врожаю, зменшує засміченість поля і знижує витрати при збиранні [18, 25, 32].

Для пришвидшення досягання насіння потрібний такий вплив на рослину, який сприяв би прискореному старінню листя й більш повному відтоку пластичних речовин із вегетативних органів в репродуктивні.

Таким прийомом для управління процесом досягання та поліпшення якості насіння є сенікація. За дією на ростові процеси сенікація займає проміжне місце між позакореновим підживленням та десикацією.

Цей екологічний захід полягає в обробці рослин азотними добривами. За допомогою сенікації рослинам надається додатковий азот, якого не вистачає насінню для формування високого вмісту білка.

Цей захід особливо ефективний за вологої погоди, оскільки дозволяє прискорити природне дозрівання, сприяє пригніченню хвороб та зменшенню вологості зерна. Використання цього методу сприяє полегшенню механізованого збирання [17, 18].

З огляду на це, виникла потреба вдосконалити основні технологічні елементи вирощування нових сортів сої в умовах Західного Лісостепу для підвищення врожайності і поліпшення якості насіння.

Одним із найважливіших технологічних прийомів, що впливають на врожайність та якість насіння сої, є система удобрення. Застосування добрив для сої є специфічним, враховуючи її біологічну здатність засвоювати атмосферний азот за допомогою симбіозу із бульбочковими бактеріями-азотфіксаторами та поглинати фосфор із важкодоступних сполук із ґрунту. Тому лише правильно побудовані системи удобрення і технології вирощування сої дадуть змогу формувати високу і повноцінну її врожайність [19, 22, 24, 28, 36].

Мета досліджень полягає у науковому обґрунтуванні й вдосконаленні технології вирощування сої шляхом позакореневого підживлення комплексом мікроелементів, проведення передзбиральної десикації та сеніації, які забезпечать високу стабільну продуктивність сої в умовах Західного Лісостепу.

**Матеріали і методи.** Дослідження проводили у 2019, 2020 рр. на сої сортів Сігалія і Кордоба, яку вирощували на чорноземі типовому слабогумусованому легкосуглинковому після пшениці озимої в умовах стаціонарного дослід з вивчення продуктивності нових сортів сої різних груп стиглості з урахуванням інтенсифікації технології (Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН). Схему дослідів наведено у табл. 1.

Площа облікової ділянки 50 м<sup>2</sup>, повторність триразова, розміщення ділянок систематичне. Сівбу сої проводили з нормою висіву 0,75 млн шт./га схожих насінин. Позакореневе підживлення – мікродобривом Реаком-СР-Бобові (4 л/га) у фазі бутонізації. Десикацію посівів проводили на початку побуріння бобів нижнього і середнього ярусів препаратом Реглон супер (2 л/га), сеніацію – 10 % розчином аміачної селітри на час побуріння верхнього і нижнього ярусів бобів. Технологія вирощування сої, за винятком факторів, які ми вивчали, була загальноприйнятою для Західного Лісостепу. Мінеральні добрива під сою вносили у дозі N<sub>45</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, попередник – пшениця озима.

**1. Схема досліджу**

| Фактор А<br>(сорт) | Фактор В (позакореневе<br>підживлення)                                               | Фактор С<br>(десикація і сенікація)                                                                               |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сігалія            | 1. Без підживлення<br>2. Підживлення мікро-<br>добривом Реаком-СР-Бобові<br>(4 л/га) | 1. Без обробки<br>2. Десикація Реглон супер<br>(2 л/га)<br>3. Сенікація $\text{NH}_4\text{NO}_3$ (10<br>% розчин) |
| Кордоба            | 1. Без підживлення<br>2. Підживлення мікро-<br>добривом Реаком-СР-Бобові<br>(4 л/га) | 1. Без обробки<br>2. Десикація Реглон супер<br>(2 л/га)<br>3. Сенікація $\text{NH}_4\text{NO}_3$ (10<br>% розчин) |

При проведенні досліджень керувалися "Статистичною обробкою і оформленням результатів експериментальних досліджень" [27] та "Основами наукових досліджень в агрономії" [10].

**Результати та обговорення.** Рівень урожайності сої, як й інших культур, визначається кількісними параметрами елементів структури та їх поєднанням між собою. Результатами досліджень встановлено вплив факторів (сортівий склад та мікродобриво) на формування основних елементів структури врожаю, зокрема на кількість бобів на одній рослині, кількість насінин у бобі та масу 1000 насінин (табл. 2).

У проведених протягом 2019–2020 рр. дослідженнях встановлено, що найбільші показники елементів структури врожаю сої сортів Сігалія і Кордоба були за позакореневої обробки посівів перед цвітінням мікродобривом Реаком-СР-Бобові (4 л/га). Кількість бобів збільшувалася на 1,9–2,1 шт./росл., кількість насінин у бобі – на 0,2–0,3 шт. і маса 1000 насінин – на 2,4–7,9 г. Передзбиральна десикація не впливала на кількість бобів на рослині, кількість насінин у бобі і мала незначний негативний вплив на масу 1000 насінин, що призвело до її зниження на 1,1–1,4 г. Найкращі показники елементів структури врожаю відзначено в сортів за позакореневого підживлення мікродобривом Реаком-СР-Бобові (4 л/га).

Проведені дослідження свідчать про те, що величина врожайності насіння сої значною мірою залежала від біологічних особливостей сорту й позакореневого підживлення мікродобривом.

**2. Показники елементів структури врожаю рослин сої залежно від сорту, способів сівби та передзбиральної десикації, середнє за 2019–2020 рр.**

| Варіант |                           |                                               | Кількість бобів, шт./росл. | Кількість зерен у бобі, шт. | Маса 1000 насінин, г |
|---------|---------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Сорт    | Підживлення               | Десикація, сенікація                          |                            |                             |                      |
| Сігалія | Без обробки               | Без обробки                                   | 23,8                       | 2,1                         | 169,2                |
|         |                           | Реглон супер (2 л/га)                         | 28,0                       | 2,3                         | 168,1                |
|         |                           | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (10 % розчин) | 29,9                       | 2,3                         | 170,7                |
|         | Реаком-СР-Бобові (4 л/га) | Без обробки                                   | 25,6                       | 2,3                         | 176,9                |
|         |                           | Реглон супер (2 л/га)                         | 29,7                       | 2,4                         | 175,5                |
|         |                           | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (10 % розчин) | 32,0                       | 2,7                         | 178,6                |
| Кордоба | Без обробки               | Без обробки                                   | 23,6                       | 2,1                         | 162,4                |
|         |                           | Реглон супер (2 л/га)                         | 27,6                       | 2,2                         | 161,2                |
|         |                           | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (10 % розчин) | 29,6                       | 2,3                         | 163,1                |
|         | Реаком-СР-Бобові (4 л/га) | Без обробки                                   | 25,5                       | 2,2                         | 164,8                |
|         |                           | Реглон супер (2 л/га)                         | 29,0                       | 2,4                         | 163,5                |
|         |                           | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (10 % розчин) | 31,2                       | 2,5                         | 166,7                |

Так, у середньому за 2019–2020 рр. найвищу врожайність насіння одержано в сорту Сігалія, яка залежно від елементів технології, що вивчали, коливалася від 3,19 до 3,67 т/га. Для сорту Кордоба показник урожайності був нижчим і змінювався в межах від 3,13 до 3,68 т/га (табл. 3).

Істотний вплив на підвищення врожаю сортів сої мало позакореневе підживлення мікродобривом Реаком-СР-Бобові (4 л/га), приріст врожаю для сорту Сігалія становив 0,24–0,36 т/га, Кордоба – 0,24–0,37 т/га.

### 3. Урожайність насіння сої залежно від елементів технології вирощування, середнє за 2019–2020 рр., т/га

| Сорт<br>(А)              | Варіанти                         |                                                  | Урожай-<br>ність,<br>т/га | Приріст урожаю          |                                |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|
|                          | Піджив-<br>лення (В)             | Десикація,<br>сенікація (С)                      |                           | від<br>піджив-<br>лення | від<br>десикації,<br>сенікації |
| Сігалія                  | Без<br>обробки                   | Без обробки                                      | 3,19                      | -                       | -                              |
|                          |                                  | Реглон супер (2 л/га)                            | 3,27                      | -                       | 0,08                           |
|                          |                                  | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (10 % розчин)    | 3,31                      | -                       | 0,12                           |
|                          | Реаком-<br>СР-Бобові<br>(4 л/га) | Без обробки                                      | 3,43                      | 0,24                    | -                              |
|                          |                                  | Реглон супер (2 л/га)                            | 3,61                      | 0,34                    | 0,18                           |
|                          |                                  | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub><br>(10 % розчин) | 3,67                      | 0,36                    | 0,24                           |
| Кордоба                  | Без<br>обробки                   | Без обробки                                      | 3,13                      | -                       | -                              |
|                          |                                  | Реглон супер (2 л/га)                            | 3,26                      | -                       | 0,13                           |
|                          |                                  | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub><br>(10 % розчин) | 3,31                      | -                       | 0,18                           |
|                          | Реаком-<br>СР-Бобові<br>(4 л/га) | Без обробки                                      | 3,37                      | 0,24                    | -                              |
|                          |                                  | Реглон супер (2 л/га)                            | 3,60                      | 0,34                    | 0,23                           |
|                          |                                  | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub><br>(10 % розчин) | 3,68                      | 0,37                    | 0,31                           |
| NIP <sub>0,5</sub> ,т/га |                                  | А                                                | 0,11                      |                         |                                |
|                          |                                  | В                                                | 0,13                      |                         |                                |
|                          |                                  | С                                                | 0,20                      |                         |                                |

Передзбиральна десикація посівів суттєво не впливала на врожайність досліджуваних сортів сої, простежувалася тенденція до збільшення врожаю на 0,08–0,23 т/га.

**Висновки.** Таким чином, на основі отриманих результатів досліджень можна стверджувати, що в умовах Західного Лісостепу величина врожаю насіння сої значною мірою залежала від біологічних особливостей сорту та позакореневого підживлення мікродобривом Реаком-СР-Бобові (4 л/га). Найвищу врожайність насіння – 3,67 т/га (сорт Сігалія) і 3,68 т/га (сорт Кордоба) – отримали за позакореневого підживлення мікродобривом Реаком-СР-Бобові (4 л/га) у фазі бутонізації в поєднанні з передзбиральною сенікацією посівів аміячною селітрою (10 % розчин).

#### Список використаної літератури

1. Артеменко С. Ф. Вплив

#### References

1. Artemenko S. F. Influence of

агротехнічних заходів та строків сівби за різних погодних умов на урожайність сої. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва*. 2011. № 40. С. 40–45.

2. Бабич А. О., Дробітько А. В., Дробітько О. М. Формування урожайності сої залежно від підбору сортів і технологічних прийомів в умовах Південно-Західного Степу України. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі* : матеріали III Всеукр. конф. Вінниця, 2000. С. 9–10.

3. Бахмат О. М., Чинчик О. С. Урожайність насіння сої залежно від агротехнічних прийомів вирощування в умовах Західного Лісостепу України. *Вісник Степу* : наук. зб. за матеріалами VI Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів „Агропромислове виробництво України – стан та перспективи розвитку” (с. Созонівка, 25–26 берез. 2010 р.). 2010. Вип. 7. С. 22–25.

4. Бранціра І. Л. Вплив удобрення на урожайність і якість насіння сої. *Матеріали студ. наук. конф.*, 27–28 квіт. 2016 р. : у 2 т. / Полтав. держ. аграр. акад. Полтава : ПДАА, 2016. Т. 2 : Тези навч.-наук. аграр.-інж. ін-ту та навч.-наук. ін-ту тваринництва і ветмедицини. С. 25–27.

5. Врожайність як інтегральний показник реакції рослин сої на елементи технології вирощування / С. М. Каленська та ін. *Науковий вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України*. Сер. «Агрономія» : зб. наук. пр. 2010. Вип. 149. С. 227–234.

6. Дихтяр В. Соя шагает по планете. Новые горизонты Украины. *Агроперспектива*. 2021. № 10. С. 45.

7. Діденко Н. І. Виробництво сої в умовах інтеграційних процесів в Україні. *Економіка АПК*. 2017. № 1. С. 31–36.

8. Дідора В. Г., Ступницька О. С. Продуктивність сої залежно від інюляції та удобрення в умовах Полісся України. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 4. С. 33–37.

agrotechnical measures and sowing dates under different weather conditions on soybean yield. *Biul. In-tu zern. hosp-va*. 2011. No 40. P. 40–45.

2. Babych A. O., Drobitko A. V., Drobitko O. M. Formation of soybean yield depending on the selection of varieties and technological methods in the South-Western steppe of Ukraine. *Vyrobnystvo, pererobka i vykorystannia soi na kormovi ta kharchovi tsili* : materialy III Vseukr. konf. Vinnytsia, 2000. P. 9–10.

3. Bakhmat O. M., Chynchyk O. S. Yield of soybean seeds depending on agronomic methods of cultivation in the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Stepu* : nauk. zb. za materialamy VI Vseukr. nauk.-prakt. konf. molodykh vchenykh i spetsialistiv „Ahropromyslove vyrobnystvo Ukrainy – stan ta perspektyvy rozvytku”. 2010. Issue 7. P. 22–25.

4. Brantsira I. L. Influence of fertilizers on yield and quality of soybean seeds. *Materialy stud. nauk. konf.*, 27–28 kvit. 2016 r. : u 2 t. / Poltav. derzh. ahrar. akad. Poltava : PDAA, 2016. Vol. 2 : Tezy navch.-nauk. ahrar.-inzh. in-tu ta navch.-nauk. in-tu tvarynnystva i vetmedytsyny. P. 25–27.

5. Yield as an integral indicator of the response of soybean plants to elements of cultivation technology / S. M. Kalenska et al. *Naukovy visn. Nats. un-tu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. Ser. «Ahronomiia» : zb. nauk. pr. 2010. Issue 149. P. 227–234.

6. Dykhtiar V. Soy walks on the planet. New horizons of Ukraine. *Ahroperspektyva*. 2021. No 10. P. 45.

7. Didenko N. I. Soybean production in terms of integration processes in Ukraine. *Ekonomika APK*. 2017. No 1. P. 31–36.

8. Didora V. H., Stupnitska O. S. Productivity of soybean depending on inoculation and fertilizers in the conditions of Ukrainian Polissia. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2016. No 4. P. 33–37.

9. Dushko P. M. Evaluation of soybean fertilizers in its technology cultivation according to adaptive potential. *Ahroekologichnyi zhurnal*. 2017. No 2. P.

9. Душко П. М. Оцінювання удобрень сої в технології її вирощування за адаптивним потенціалом. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 205–210.
10. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В. О. Єщенка. Київ : Дія, 2005. 288 с.
11. Зотєєв О. О. Вплив органо-мінеральних добрив на урожайність і якість насіння сої. *Матеріали студент. наук. конф.* (м. Полтава, 26–27 квіт. 2017р.). Полтава : ПДАА, 2017. Т. 2. С. 42–45.
12. Камінський В. Ф., Мосондз Н. П. Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних заходів в умовах Північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 67. С. 45–50.
13. Крамарьов С. М., Артеменко С. Ф., Писаренко П. В. Ефективні елементи технології вирощування сої в умовах Північного Степу. *Вісн. Полтав. держ. аграр. акад.* 2014. № 3. С. 11–15.
14. Кулик С. М. Формування симбіотичного апарату та зернова продуктивність сої залежно від удобрення в умовах Західного Полісся. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 4. С. 149–153.
15. Лихочвор В. В. Мінеральні добрива та їх застосування. 2-ге вид., доповн. і виправл. Львів : Укр. технології, 2012. 324 с.
16. Міленко О. Г. Зміна тривалості періоду вегетації та фаз росту і розвитку рослин сої залежно від умов вирощування. *Вісн. Полтав. держ. аграр. акад.* 2015. № 1/2. С. 165–171.
17. Міхєєв В. Г. Тривалість періоду вегетації й урожайність сої залежно від сенікації посівів в умовах Східного Лісостепу України. *Вісник Харківського НАУ*. Сер.: Рослинництво, селекція і насінництво, овочівництво. 2006. № 5. С. 138–142.
18. Нагорний В. І. Вплив норм висіву та заходів по прискоренню 205–210.
10. Yeshchenko V. O., Kopytko P. H., Opryshko V. P. Foundations of scientific research in agronomy / za red. V. O. Yeshchenka. Kyiv : Diia, 2005. 288 p.
11. Zotieiev O. O. The influence of organo-mineral fertilizers on the yield and quality of soybean seeds. *Materialy student. nauk. konf.* (m. Poltava, 26–27 kvit. 2017 r.). Poltava : PDAA, 2017. Vol. 2. P. 42–45.
12. Kaminskyi V. F., Mosondz N. P. Formation of soybean productivity depending on agrotechnical measures in the conditions of the Northern Forest-Steppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2010. Issue 67. P. 45–50.
13. Kramarov S. M., Artemenko S. F., Pysarenko P. V. Effective elements of soybean cultivation technology in the conditions of the Northern Steppe. *Visn. Poltav. derzh. ahrar. akad.* 2014. No 3. P. 11–15.
14. Kulyk S. M. Formation of the symbiotic apparatus and grain productivity of soybean depending on fertilization in the conditions of the Western Polissia. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2016. No 4. P. 149–153.
15. Lykhochvor V. V. Mineral fertilizers and their application. 2-he vyd., dopovn. i vypravl. Lviv : Ukr. tekhnolohii, 2012. 324 p.
16. Milenko O. H. Changes in the duration of the vegetation period and phases of growth and development of soybean plants depending on growing conditions. *Visn. Poltav. derzh. ahrar. akad.* 2015. No 1/2. P. 165–171.
17. Mikhieiev V. H. The duration of the vegetation period and the productivity of soybeans depending on the sedation of crops in the conditions of the eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Kharkivskoho NAU*. Ser.: Roslynnnytstvo, selektsiia i nasinnnytstvo, ovochivnytstvo. 2006. No 5. P. 138–142.
18. Nahomyi V. I. The influence of sowing rates and measures to accelerate ripening on the yield of soybean varieties. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Ser.: Ahronomiia i biolohiia. 2013. Issue 11 (26). P. 147–151.

дозрівання на врожайність сортів сої. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Сер.: Агрономія і біологія. 2013. Вип. 11 (26). С. 147–151.

19. Нідзельський В. А. Спрямування технологічних заходів на стабілізацію урожаїв сої. *Науковий вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України*. Сер.: Агрономія. 2012. Вип. 176. С. 75–78.

20. Новицька Н. В., Джемесюк О. В. Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісн. Полтав. держ. аграр. акад.* 2017. № 1/2. С. 43–47.

21. Оптимізація норм мінеральних добрив на прогнозовану врожайність насіння сої (*Glycine max* L. Merr.) / С. А. Балюк та ін. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 7. С. 5–9.

22. Павленко Г. В. Ефективність мінеральних добрив та біопрепаратів у технології вирощування сої в Лісостепу. *Вісн. аграр. науки*. 2012. № 11. С. 68–69.

23. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В. Соя : монографія. Вінниця : Діло, 2016. 400 с.

24. Прус Л. І. Вплив агротехнічних заходів на продуктивність сої. *Агроекотрологічний журнал*. 2017. № 1. С. 62–67.

25. Сергієнко В. Десикація сои. *Пропозиція*. 2019. № 9. С. 96–98.

26. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) : монографія / Кириченко В. В. та ін. ; за ред. В. В. Кириченка ; Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН. Харків, 2016. 400 с.

27. Статистична обробка і оформлення результатів експериментальних досліджень: (із досвіду написання дисертаційних робіт) : навч. посіб. / за ред. Д. О. Мілька ; Інститут механізації тваринництва НААН. Запоріжжя : СТАТУС, 2017. 1181 с.

28. Темрієнко О. О. Формування індивідуальної та насінневої продуктивності сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного.

19. Nidzelskyi V. A. Direction of technological measures to stabilize soybean crops. *Naukovyi visn. Nats. un-tu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. Ser.: Ahronomiia. 2012. Issue 176. P. 75–78.

20. Novytska N. V., Dzhemesiuk O. V. Formation of soybean productivity under the influence of inoculation and fertilization. *Visn. Poltav. derzh. ahrar. akad.* 2017. No 1/2. P. 43–47.

21. Optimization of mineral fertilizer rates for the predicted yield of soybean seeds (*Glycine max* L. Merr.) / S. A. Baliuk et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2017. No 7. P. 5–9.

22. Pavlenko H. V. The effectiveness of mineral fertilizers and biological preparations in the technology of growing soybeans in the Forest-Steppe. *Visn. ahrar. nauky*. 2012. No 11. P. 68–69.

23. Petrychenko V. F., Lykhorchov V. V., Ivaniuk S. V. Soybean : monohrafiia. Vinnytsia : Dilo, 2016. 400 p.

24. Prus L. I. The influence of agronomic measures on the productivity of soybeans. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2017. No 1. P. 62–67.

25. Serhiienko V. Desiccation of soybeans. *Propozytsiia*. 2019. No 9. P. 96–98.

26. Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) : monohrafiia / Kyrychenko V. V. et al. ; za red. V. V. Kyrychenka ; Instytut roslynnytstva imeni V. Ya. Yurieva NAAN. Kharkiv, 2016. 400 p.

27. Statistical processing and design of the results of experimental studies (from the experience of writing dissertation papers) : navch. posib. / za red. D. O. Milka ; Instytut mekhanizatsii tvarynnytstva NAAN. Zaporizhzhya : STATUS, 2017. 1181 p.

28. Temriienko O. O. The formation of individual and seed productivity of soybeans depending on the technological methods of cultivation in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. *Kormy i kormovyrobnytstvo : mizhvid. temat. nauk. zb.* 2017. Issue 84. P. 141–149.

29. Trotsenko V. I., Hlupak Z. I. The effectiveness of using mineral fertilizers on soybean crops in the conditions of the northeastern part of the Forest-Steppe of

*Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. 2017. Вип. 84. С. 141–149.

29. Троценко В. І., Глупак З. І. Ефективність використання мінеральних добрив на посівах сої в умовах північно-східної частини Лісостепу України. *Вісн. Сум. нац. аграр. ун-ту. Сер. «Агрономія і біологія»*. 2012. Вип. 9. С. 98–102.

30. Худяков О. І. Вплив позакореневого підживлення рідким добривом на якість сої. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 9. С. 49–50.

31. Черенков А. В., Шевченко М. С. Стратегія виробництва зернобобових культур і сої в Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 1. С. 13–18.

32. Чернищенко П. В., Рябуха С. С., Шелякін В. О. Передзбиральна десикація – важливий елемент технології вирощування в насінництві сої. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2013. Вип. 14. С. 143–152.

33. Чехова І. В. Світовий ринок олійних культур і місце України в ньому. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 9. С. 71–77.

34. Чехов С. А., Чехова І. В. Ринок сої України: тенденції та перспективи. *Економіка України*. 2016. № 10. С. 46–55.

35. Чинчик О. С. Вплив основного обробітку ґрунту на продуктивність сої в умовах Лісостепу Західного. *Вісник Степу* : наук. зб. 2012. Ювіл. вип., ч. 2. С. 99–101.

36. Чинчик О. С. Основні показники якості насіння сортів сої залежно від агротехнічних прийомів вирощування в умовах Західного Лісостепу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 49–51.

37. Шевніков М. Я., Кулібаба М. Ю. Урожайність та якість насіння сої залежно від строків сівби і використання біопрепаратів. *Вісн. Полтав. держ. аграр. акад.* 2013. № 3. С. 41–44.

*Ukraine. Visn. Sum. nats. ahrar. un-tu. Ser. «Ahronomiia i biolohiia»*. 2012. Issue 9. P. 98–102.

30. Khudiakov O. I. Effect of foliar fertilization with liquid fertilizer on soybean quality. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2011. No 9. P. 49–50.

31. Cherenkov A. V., Shevchenko M. S. Strategy for the production of legumes and soybean crops in the Steppe of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2017. No 1. P. 13–18.

32. Chernyshenko P. V., Riabukha S. S., Sheliakin V. O. Pre-harvest desiccation is an important element of soybean cultivation technology. *Visnyk TsNZ APV Kharkovskoi oblasti*. 2013. Issue 14. P. 143–152.

33. Chekhova I. V. The world market of oilseed crops and Ukraine's place in it. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2017. No 9. P. 71–77.

34. Chekhov S. A., Chekhova I. V. Ukrainian soybean market: trends and prospects. *Ekonomika Ukrainy*. 2016. No 10. P. 46–55.

35. Chynchyk O. S. The influence of the main tillage on the productivity of soybeans in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Visnyk Stepu* : nauk. zb. 2012. Yuvil. vyp., ch. 2. P. 99–101.

36. Chynchyk O. S. The main indicators of the quality of seeds of soybean varieties depending on the agrotechnic methods of cultivation in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Biuletен Інституту silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*. 2012. No 3. P. 49–51.

37. Shevnikov M. Ya., Kulibaba M. Yu. The yield and quality of soybean seeds depending on the sowing time and the use of biological preparations. *Visn. Poltav. derzh. ahrar. akad.* 2013. No 3. P. 41–44.

Отримано 03.05.2022

Погоджено до друку 15.06.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-8

УДК 633.179:631.53.01:631.559

**В. В. ДРИГА**, кандидат сільськогосподарських наук

**В. А. ДОРОНІН**, доктор сільськогосподарських наук

**Ю. А. КРАВЧЕНКО**, кандидат сільськогосподарських наук

**В. В. ДОРОНІН**, науковий співробітник

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН  
вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, e-mail: doronin1955@ukr.net

## **ПІДГОТОВКА НАСІННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО (*PANICUM VIRGATUM* L.) ДЛЯ СІВБИ**

Відновлювані джерела енергії є важливою альтернативою традиційним викопним енергоресурсам, кількість яких зменшується. Серед нових перспективних енергетичних рослин на особливу увагу заслуговує багаторічна злакова культура, яка належить до рослин з C<sub>4</sub> типом фотосинтезу і здатна нагромаджувати значні обсяги біомаси, – просо прутоподібне (свічграс) для виготовлення біопалива. Стримуючим чинником широкого впровадження культури у виробництво є низька схожість насіння, що зумовлено станом його спокою, який може бути спричинений пониженням активності зародка, захисною оболонкою, гормональною системою. Порушити його можна різними способами – екзогенними або ендогенними чинниками, більшість з яких ґрунтується на створенні стресових умов у період проростання насіння або ж до його початку. Одним з способів зниження біологічного спокою насіння є передпосівна підготовка.

Метою досліджень було вивчення елементів технології та розробка способу передпосівної підготовки насіння, який забезпечить достовірне підвищення його схожості.

Технологічна схема підготовки насіння проса прутоподібного виробничих партій включає такі операції: очистка від домішок – скарифікація – очистка від пилу та залишків оболонки – сортування за питомою масою – сортування за аеродинамічними властивостями. Скарифікація забезпечила збільшення енергії проростання та схожості на 7 % порівняно з контролем – без застосування цього способу підвищення якості насіння. З'ясовано, що внаслідок проведення цього заходу залежно від сортових особливостей на сортозразках різних груп стиглості та плоідності отримано достовірне підвищення енергії проростання та схожості насіння. Послідовне сортування за питомою масою та аеродинамічними властивостями забезпечило підвищення схожості на пневмостолі на 7 % за виходу насіння 55,8 %, а низькосхожого насіння з пневмостола – на 7–21 % за його виходу 16,7 %, загальний вихід становив 72,5 %.

Схема підготовки насіння проса прутоподібного, яка включає його

© Дрига В. В., Доронін В. А.,  
Кравченко Ю. А., Доронін В. В., 2022

скарифікацію, сортування за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями, є ефективною і забезпечує зниження біологічного стану спокою насіння і відповідно – достовірне підвищення схожості підготовленого до сівби насіння на 7–21 %, але не забезпечує повного вирішення зниження біологічного стану спокою насіння.

**Ключові слова:** технологічна схема, схожість, скарифікація, сортування, питома маса, аеродинамічні властивості.

**Viktoriia Dryha, Volodymyr Doronin, Yuliia Kravchenko,  
Volodymyr Doronin**

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets of NAAS*

**Preparation of millet seeds (*Panicum virgatum* L.) for sowing**

Renewable energy sources are an important alternative to traditional fossil fuels, which are declining. Among the new promising energy plants, special attention should be paid to perennial cereals, which belong to plants with C<sub>4</sub> type of photosynthesis and are able to accumulate significant amounts of biomass – millet (switchgrass) for biofuel production. A restraining factor in the widespread introduction of crops into production is the low similarity of seeds, due to its dormancy. The state of biological dormancy of the seed can be caused by a decrease of the embryo's activity, the protective membrane, and hormonal system. It can be disturbed in various ways – by exogenous or endogenous factors, most of which are based on the creation of stressful conditions during the period of seed germination or before the beginning of its germination. One way to reduce it is pre-sowing preparation.

The aim of the research was the elements of technology study and development of pre-sowing seed preparation method, which will provide a significant increase in its germination.

The technological scheme of production batches rod-shaped millet seeds preparation includes the following operations: cleaning of seeds from impurities – scarification – cleaning of seeds from dust and shell residues – sorting by specific weight – sorting by aerodynamic properties. Scarification provided an increase in germination energy and seed similarity by 7 % compared to the control – without the use of this method of improving seed quality. It was found that carrying out this measure, depending on varietal characteristics, on cultivars of different ripeness and ploidy groups, resulted in a reliable increase in germination energy and seed similarity. Consecutive sorting by specific weight and aerodynamic properties provided an increase in germination on the pneumatic table by 7 % at the output of 55.8 %, and inferior in terms of germination seeds from the pneumatic table – by 7–21 % at the output of 16.7 %, the total output was 72.5 %.

The scheme of preparation of millet seeds, which includes its scarification, sorting by a set of features – specific weight and aerodynamic properties is effective and reduces the biological dormancy of seeds and, accordingly – a significant increase in similarity of seeds prepared for sowing by 7–21 %, but does not provide complete solution to reduce the biological dormancy of seeds.

**Keywords:** technological scheme, seed germination, scarification, sorting,

specific weight, aerodynamic properties.

**Вступ.** Створення відновлюваних джерел енергії є важливою альтернативою традиційним викопним енергоресурсам, кількість яких зменшується як у світі, так і в Україні і які можуть зменшити залежність держави від традиційних видів палива [1, 14] з мінімальними впливом на довкілля та ризиком техногенних катастроф [1]. Основними складовими потенціалу є побічна продукція сільського господарства (солома, стебла та ін.) і енергетичні культури та використання біомаси рослинного походження, вирощеної на маргінальних землях [13]. Серед нових перспективних енергетичних рослин родини Злакових на особливу увагу заслуговує багаторічна злакова культура, яка здатна нагромаджувати значні обсяги біомаси за рахунок фотосинтезу – просо прутоподібне (свічграс), яка належить до рослин з  $C_4$  типом фотосинтезу [5, 10, 18]. Просо прутоподібне має низьку собівартість сировини для виготовлення біопалива та високу врожайність надземної маси [4, 27], її можна вирощувати на землях малопродуктивних та непридатних для культивування інших сільськогосподарських культур [11, 15]. За даними Z. Ma, C. W. Wood, D. I. Bransby [20], з одного гектара культури можна отримати від 5 до 12 т умовного палива.

Розмноження проса прутоподібного можливе насінням і кореневищами, але найсприятливішим способом є розмноження насінням [8, 28]. Широке впровадження цієї культури у виробництво здержується низькою схожістю насіння, якому притаманний тривалий стан спокою. Адже насіння є не лише носієм генетичного потенціалу культури, а і одним з основних елементів технології її вирощування [24]. Насіння має високий рівень стану спокою, особливо відразу після його збирання. За даними М. І. Кулик та ін. [3], насіння проса прутоподібного відразу після збирання характеризується високим станом спокою.

За даними S. W. Adkins, S. M. Bellaires, D. S. Loch [6], M. Li [12], стан біологічного спокою насіння може бути спричинений пониженням активності зародка (зародок незрілий чи нерозвинений). Навколишні структури насінини (захисна оболонка – оплодень) проса прутоподібного також виступають як бар'єри для регулювання надходження кисню до зародка, що і є причиною низької схожості [22]. Більшість вчених вважають, що стан спокою в переважній більшості видів контролюється гормональною системою, а саме: наявністю абсцизової [12] та індолілоцтової кислоти і концентрацією

гіберелінової кислоти [16]. Стан спокою можна порушити різними способами – екзогенними або ендогенними чинниками, більшість з яких ґрунтується на створенні стресових умов у період проростання насіння або ж до початку його проростання [23]. Серед екзогенних чинників важливе місце посідають температурний, водний і світловий режими, серед ендогенних – фітогормональна система, що регулює метаболізм і сигналінг при переході насіння зі стану спокою до проростання [9, 23, 30]. Охолодження насіння за пониженої температури впродовж певного періоду забезпечує значне зниження його біологічного стану спокою [6], підвищена температура ґрунту від 25 до 35 °C на період сівби зумовлює збільшення польової схожості [21, 26], стратифікацію насіння – надмірне або недостатнє його зволоження [19, 28] або скарифікацію, що сприяє кращому вбиранню води, швидшому набуханню і проростанню насіння [2]. На думку A. J. Smart та L. E. Moser [25], термін біологічного спокою насіння можна зменшити шляхом ранньовесняного його висіву в вологий і непрогрітий ґрунт.

Знизити біологічний стан спокою і відповідно підвищити схожість насіння можна в процесі передпосівної його підготовки. Адже якість насіння формується зі створенням нових сортів, умов його вирощування та в процесі передпосівної обробки, що ґрунтується на видаленні домішок машинами, які працюють на основі різниці за фізико-механічними властивостями компонентів вороху. Технологія передпосівної підготовки насіння більшості сільськогосподарських культур включає низку технологічних операцій, а саме: очистку, шліфування, калібрування, сортування за аеродинамічними властивостями та питомою масою, обробку захисно-стимулюючими речовинами, інкрустацію й дражування [29]. Найчастіше для сортування використовують такі властивості, як розміри, форма, питома маса, особливості поверхні, аеродинамічні властивості (критична швидкість) тощо.

Передпосівна підготовка насіння проса прутоподібного дещо простіша, ніж підготовка насіння кукурудзи, соняшнику та буряків цукрових, яка включає багато технологічних операцій, щоб отримати насіння високої якості.

Враховуючи перспективу проса прутоподібного як біоенергетичної культури, біологічні її особливості насіння – значний стан його спокою, що призводить до зниження схожості і відповідно – польової схожості, рівномірності та повноти насіння, досліді були спрямовані на вивчення елементів технології та розробку способу

передпосівної підготовки насіння, який забезпечить достовірне підвищення його схожості, що і було метою дослідження.

**Матеріали і методи.** Експериментальну роботу виконували в лабораторії насіннєзнавства, насінництва та розсадництва Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН упродовж 2019–2021 рр. з використанням лабораторного обладнання – аспіраційної колонки фірми «Петкус» (рис. 1а) та пневматичного сортувального стола фірми «Веструб» (рис. 1б).



а) аспіраційна колонка



б) пневматичний стіл

**Рис. 1. Лабораторне обладнання для сортування насіння**

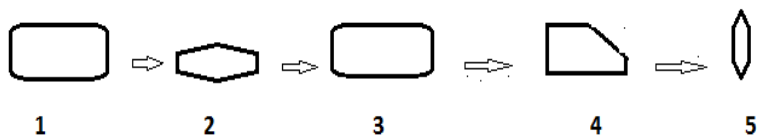
Скарифікацію насіння проводили на спеціальному обладнанні, де насіння активно перемішується між двома абразивними поверхнями, водночас відбувається його самошліфування за рахунок тертя одне об одне, а також частково по абразивній поверхні.

Визначення кількості оболонки, яку видаляли, проводили зважуванням насіння до скарифікації та після неї, попередньо видаляли пил. Схожість визначали згідно з методикою, розробленою в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, якою передбачено пророщування насіння за постійної температури 20 °С упродовж 15 діб з попереднім його охолодженням на вологому ложі за температури 10 °С упродовж 7 діб.

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали за допомогою дисперсійного і кореляційного аналізів за методом Фішера [17] з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0 від компанії «StatSoft».

**Результати та обговорення.** Просо прутоподібне має відносно малі розміри насіння з високим рівнем стану спокою, тому технологічні прийоми його передпосівної підготовки мають бути спрямовані на зниження стану біологічного спокою насіння та підвищення інтенсивності проростання. До таких технологічних прийомів належать скарифікація насіння, очистка його від крупних та дрібних домішок, сортування за аеродинамічними властивостями, питомою масою та сукупністю цих ознак.

Технологічна схема підготовки насіння проса прутоподібного виробничих партій включає такі операції: очистка від домішок – скарифікація – очистка від пилу та залишків оболонки – сортування за питомою масою – сортування за аеродинамічними властивостями.



1, 3 – повітряно-решітні машини; 2 – скарифікатор; 4 – пневматичний сортувальний стіл; 5 – аеродинамічна аспіраційна колонка.

**Рис. 2. Технологічна схема підготовки насіння проса прутоподібного**

Першим етапом підготовки насіння проса прутоподібного, так як і інших культур, є його очистка від дрібних, крупних домішок, пилу та занадто дрібного насіння на повітряно-решітній машині (рис. 3).



**Рис. 3. Повітряно-решітна машина**

Очищене насіння для зниження його біологічного стану спокою направляють для проведення скарифікації з використанням скарифікатора (рис. 4а) або шліфувальної машини (рис. 4б). Скарифікація насіння – це руйнування його твердої водонепроникної поверхні оболонки та часткове її видалення механічним або термічним чи хімічним способами, що забезпечує вільний доступ води та кисню до зародка і відповідно підвищує інтенсивність його проростання [4, 9].



а) скарифікатор СКР-300

б) шліфувальна машина «Нордмак»

**Рис. 4. Машини для скарифікації насіння**

Скарифікація забезпечила збільшення енергії проростання та схожості на 7 % порівняно з контролем – без застосування цього способу підвищення якості насіння ( $НІР_{0,05}$  для енергії = 2,1 %, для схожості = 2,2 %). За проведення цього заходу залежно від сортових особливостей сортотразків різних груп стиглості та плоідності (оксаплоїдний середньопізній сортотразок Кейв-ін-рок і тетраплоїдний середньостиглий Санбурст) отримано достовірне підвищення енергії проростання та схожості насіння. Ці показники якості насіння збільшилися в сортотразка Кейв-ін-рок на 5 %, Санбурст – на 4 % ( $НІР_{05}$  = для енергії 2,6 %, схожості – 2,2 %).

Після скарифікації насіння очищають від пилу та частинок оболонки на повітряно-решетній машині та проводять його послідовне сортування за питомою масою на пневматичному сортувальному столі (рис. 5б) та за аеродинамічними властивостями на аспіраційній колонці (рис. 5а).

Найефективнішим способом підвищення схожості насіння є сортування за аеродинамічними властивостями на аспіраційній колонці та питомою масою на пневматичному сортувальному столі, тому в технологічній схемі підготовки насіння проса прутіподібного ці операції є обов'язковими.



а) аспіраційна колонка

б) пневмостіл

**Рис. 5. Машини для сортування насіння з метою підвищення його схожості**

Таке сортування сприяє видаленню біологічно неповноцінного насіння, поліпшенню його посівних якостей і виділенню насіння з високими врожайними властивостями. Очистка і сортування посівного матеріалу повітряним потоком за критичною швидкістю – швидкістю потоку повітря в метрах, за якої це тіло лишається у підвищеному стані, дає змогу відокремити домішки від насіння культури без значних втрат повноцінного насіння.

Встановлено, що сортування насіння за аеродинамічними властивостями забезпечує достовірне підвищення його схожості (табл. 1).

### **1. Якість насіння проса прутіподібного залежно від сортування за аеродинамічними властивостями (середнє за 5 дослідів, 2021 р.)**

| Швидкість повітря в аспіраційному каналі, м/с | Вихід насіння після сортування, % | Очищене насіння     |                               | Відходи             |                               |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|
|                                               |                                   | схо-<br>жість,<br>% | маса<br>1000<br>насінин,<br>г | схо-<br>жість,<br>% | маса<br>1000<br>насінин,<br>г |
| Контроль                                      | -                                 | 43                  | 1,65                          | -                   | -                             |
| 5,6                                           | 95,1                              | 45                  | 1,75                          | 4                   | 0,50                          |
| 7,1                                           | 91,2                              | 40                  | 1,65                          | 16                  | 0,83                          |
| 7,49                                          | 82,5                              | 46                  | 1,58                          | 28                  | 1,08                          |
| 7,87                                          | 72,0                              | 59                  | 1,78                          | 33                  | 1,25                          |
| 8,82                                          | 51,3                              | 55                  | 1,78                          | 42                  | 1,50                          |
| НІР <sub>05</sub>                             |                                   | 8,7                 | 0,2                           | 8,7                 | 0,2                           |

Достовірно вищу схожість насіння (59 %) порівняно з контролем отримано за його сортування зі швидкістю повітря в аспіраційній колонці 7,89 м/с, вихід очищеного насіння становив 72,0 %. За цього режиму сортування 28 % насіння потрапляло у відходи, схожість яких становила 33 % з достовірним збільшенням маси 1000 насінин порівняно з іншими режимами сортування. Підвищення якості зумовлено видаленням дуже легкого насіння, про що свідчить збільшення маси 1000 насінин.

З'ясовано, що між масою 1000 насінин та схожістю є середня кореляція, коефіцієнт кореляції становить 0,68. Отримані результати гармонізуються з дослідженнями Aiken G. E., Springer T. L. [7], які вказували, що крупніше насіння свічграсу за масою 1000 насінин здатне до більш швидкого проростання.

Збільшення швидкості повітря в аспіраційній колонці до 8,82 м/с не сприяло підвищенню якості насіння. Сортування за такої швидкості повітря в аспіраційній колонці фактично призвело до розподілу насіння на дві частини – очищене та відходи, які мали майже однакові показники якості. Подальше збільшення швидкості повітря в аспіраційній колонці було недоцільним.

На відміну від технологічних схем підготовки насіння інших сільськогосподарських культур, де спочатку проводять сепарацію за аеродинамічними властивостями, а потім – за питомою масою, в технологічній схемі підготовки насіння проса прутоподібного, навпаки, спочатку сортування проводять за питомою масою, а проміжну фракцію та відходи, що сходять з пневмостолу, повторно сортують за аеродинамічними властивостями.

Сортування насіння за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями – є ефективнішим способом його підготовки. При сортуванні насіння за питомою масою на пневмостолі воно розділяється на три фракції: високої схожості, підготовлене до сівби; проміжна фракція, яка направляється на повторне сортування, та відходи.

Встановлено, що навіть низької схожості (14 %) насіння за сортування на пневмостолі забезпечило її збільшення на 7 % порівняно з контролем ( $НІР_{05} = 5,2\%$ ) за його виходу 55,8 % (табл. 2).

Водночас частина насіння (9,0 %) та те, що потрапило у відходи, мало занадто низьку схожість. У проміжну фракцію надійшло 21,5 % насіння, яке згідно зі схемою роботи пневмостола направляється на повторне сортування на пневмостолі. Але такого насіння недостатньо, щоб рівномірно розподілити на робочій поверхні пневмостола, що

забезпечує ефективне його сортування.

## 2. Якість насіння при сортуванні його за питомою масою, %

| Відбирання насіння з пневмостола       | Схожість | Вихід насіння |
|----------------------------------------|----------|---------------|
| Контроль – без сортування              | 14       | -             |
| Високої якості                         | 21       | 55,8          |
| Малосхоже                              | 9        | 9,0           |
| Проміжна фракція (повторне сортування) | 17       | 21,5          |
| Відходи                                | 11       | 13,7          |
| НІР <sub>05</sub>                      | 5,2      | -             |

За нашою схемою підготовки насіння проса прутіподібного для підвищення його схожості повторне сортування насіння низької схожості з пневмостола проводять на аспіраційній колонці за аеродинамічними властивостями. Доведено, що такий захід забезпечив підвищення схожості на 13–21 % (табл. 3).

## 3. Якість насіння при сортуванні за аеродинамічними властивостями, %

| Насіння, відібране з пневмостола | Схожість насіння |                  | Вихід насіння |
|----------------------------------|------------------|------------------|---------------|
|                                  | до сортування    | після сортування |               |
| Малосхоже                        | 9                | 22               | 7,5           |
| Проміжна фракція                 | 17               | 33               | 7,5           |
| Відходи                          | 11               | 32               | 2,2           |
| НІР <sub>05</sub>                | 5,2              | 7,4              | -             |

Поряд з підвищенням схожості додатково отримано 16,7 % якісного насіння для сівби. Тобто за сортування за сукупністю ознак загальний вихід насіння проса прутіподібного становив 72,5 % (55,8 % за сортування на пневмостолі та 16,7 % – на аспіраційній колонці).

**Висновки.** Схема підготовки насіння проса прутіподібного, яка включає його скарифікацію, сортування за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями – є ефективною і забезпечує зниження біологічного стану спокою і відповідно достовірне підвищення схожості підготовленого до сівби насіння на 7–21 % та його виходу – до 72,5 %.

Але цей захід не забезпечує повного вирішення зниження біологічного стану спокою насіння, тому потрібно продовжити пошук його причин для управління цим явищем і розробки технології отримання насіння високої якості.

**Список використаної літератури**

1. Доронін А. В. Формування конкурентоспроможності альтернативних видів пального в контексті стратегії розвитку АПК України. *Зб. наук. праць ІБКіЦБ*. 2013. Вип. 19. С. 181–187.
2. Дрига В. В. Якість насіння проса прутноподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від режиму його скарифікації. *Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ : Агробіологія*. 2020. Вип. 1. С. 35–41.
3. Кулик М., Рій О., Крайсвітній П. Насіннєва продуктивність проса лозоподібного (*Panicum virgatum* L.) другого року вегетації. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер.: Агрономія*. 2013. Вип. 17 (2). С. 215–219.
4. Курило В. Л., Рахметов Д. Б., Кулик М. І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини Тонконогових в умовах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. Вип. 1 (88). С. 11–17.
5. Щербакowa Т. О., Рахметов Д. Б. Особливості будови пагонів проса прутноподібного (*Panicum virgatum* L.) в умовах інтродукції в Правобережному Лісостепу та Поліссі України. *Plant Varieties Studying and protection*. 2017. Т. 13, № 1. С. 85–88.
6. Adkins S. W., Bellaires S. M., Loch D. S. Seed dormancy mechanism in warm season grass species. *Euphytica*. 2002. V. 126, № 1. P. 13–20. DOI: 10.1023/A1019623706427.
7. Aiken G. E., Springer T. L. Seed size distribution, germination, and emergence of 6 switchgrass cultivars. *J. Range Manage.* 1995. V. 48. P. 455–458.
8. Beaty E. R., Engel J. L., Powell J. D. Tiller development and growth in switchgrass. *J. Range Manage.* 1978. V. 31. P. 361–365.
9. Bewley J. D., Black M. Seeds: Physiology of Development and Germination. Berlin : Springer Science +

**References**

1. Doronin A. V. Formation of competitiveness of alternative fuels in the context of the development strategy of the agro-industrial complex of Ukraine. *Zb. nauk. prats IBKiTsB*. 2013. Issue 19. P. 181–187.
2. Dryha V. V. Quality of millet seeds (*Panicum virgatum* L.) depending on the mode of its scarification. *Zb. nauk. prats Bilotserkivskoho NAU : Ahrobiolohiia*. 2020. Issue 1. P. 35–41.
3. Kulyk M., Rii O., Kraisvitnii P. Seed productivity of vine millet (*Panicum virgatum* L.) in the second year of vegetation. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ser.: Ahronomiia*. 2013. Issue 17 (2). P. 215–219.
4. Kurylo V. L., Rakhmetov D. B., Kulyk M. I. Biological features and yield potential of energy crops of the Poaceae family in the conditions of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. Issue 1 (88). P. 11–17.
5. Shcherbakova T. O., Rakhmetov D. B. Features of the structure of shoots of rod millet (*Panicum virgatum* L.) in terms of introduction in the Right Bank Forest-Steppe and Polissia of Ukraine. *Plant Varieties Studying and protection*. 2017. Vol. 13, No 1. P. 85–88.
6. Adkins S. W., Bellaires S. M., Loch D. S. Seed dormancy mechanism in warm season grass species. *Euphytica*. 2002. Vol. 126, No 1. P. 13–20. DOI: 10.1023/A1019623706427.
7. Aiken G. E., Springer T. L. Seed size distribution, germination, and emergence of 6 switchgrass cultivars. *J. Range Manage.* 1995. Vol. 48. P. 455–458.
8. Beaty E. R., Engel J. L., Powell J. D. Tiller development and growth in switchgrass. *J. Range Manage.* 1978. Vol. 31. P. 361–365.
9. Bewley J. D., Black M. Seeds: Physiology of Development and Germination. Berlin : Springer Science + Business Media, LLC, 1994. 401 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1002-8>.
10. Breaking seed dormancy of

- Business Media, LLC, 1994. 401 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1002-8>.
10. Breaking seed dormancy of switchgrass (*Panicum virgatum* L.): A review / E. Kimura et al. *Biomass and bioenergy*. 2015. 80. P. 94–101.
11. Buxton Switchgrass biomass production in the Midwest USA: Harvest and nitrogen management / K. P. Vogel et al. *Agronomy Journal*. 2002. V. 93, No 3. P. 413–420.
12. Different seed dormancy levels imposed by tissues covering the Cupaniopsis Zoysia grass (*Zoysia Japonica* Steud) / Li M. et al. *Seed Science and Technology*. 2010. V. 38, No 2. P. 320–331.
13. Effect of cultivation technology on switchgrass (*Panicum virgatum* L.) productivity in marginal lands in Ukraine / Taranenko A. et al. *Acta Agrobot*. 2019. V. 72 (3). P. 1786. DOI: <https://doi.org/10.5586/aa.1786>.
14. Efficiency of Optimized Technology of Switchgrass Biomass Production for Biofuel Processing / Kulyk M. et al. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2020. Vol. 11 (1). P. 173–185. DOI: [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.1\(41\).20](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.1(41).20).
15. Evaluation physical, chemical, and energetic properties of perennial grasses as biofuels / McLaughlin S. B. et al. *Bioenergy 96: Proceedings of the Seventh National Bioenergy Conference*, Sept. 15–20, Nashville, Tennessee, 1996. V. 1. P. 1–8.
16. Finch-Savage W. E., Leubner-Metzger G. Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*. 2006. Vol. 171, No 3. P. 501–523.
17. Fisher R. A. Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.
18. Impact of the soil and climate conditions on the formation of the crop yield and germinating power of the switchgrass (*Panicum virgatum* L.) seeds / M. Kulyk et al. *Journal of Research and switchgrass (*Panicum virgatum* L.): A review / E. Kimura et al. *Biomass and bioenergy*. 2015. 80. P. 94–101.*
11. Buxton Switchgrass biomass production in the Midwest USA: Harvest and nitrogen management / K. P. Vogel et al. *Agronomy Journal*. 2002. Vol. 93, No 3. P. 413–420.
12. Different seed dormancy levels imposed by tissues covering the Cupaniopsis Zoysia grass (*Zoysia Japonica* Steud) / Li M. et al. *Seed Science and Technology*. 2010. Vol. 38, No 2. P. 320–331.
13. Effect of cultivation technology on switchgrass (*Panicum virgatum* L.) productivity in marginal lands in Ukraine / Taranenko A. et al. *Acta Agrobot*. 2019. Vol. 72 (3). P. 1786. DOI: <https://doi.org/10.5586/aa.1786>.
14. Efficiency of Optimized Technology of Switchgrass Biomass Production for Biofuel Processing / Kulyk M. et al. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2020. Vol. 11 (1). P. 173–185. DOI: [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.1\(41\).20](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.1(41).20).
15. Evaluation physical, chemical, and energetic properties of perennial grasses as biofuels / McLaughlin S. B. et al. *Bioenergy 96: Proceedings of the Seventh National Bioenergy Conference*, Sept. 15–20, Nashville, Tennessee, 1996. V. 1. P. 1–8.
16. Finch-Savage W. E., Leubner-Metzger G. Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*. 2006. Vol. 171, No 3. P. 501–523.
17. Fisher R. A. Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.
18. Impact of the soil and climate conditions on the formation of the crop yield and germinating power of the switchgrass (*Panicum virgatum* L.) seeds / M. Kulyk et al. *Journal of Research and*
19. Investigating seed dormancy in switchgrass (*Panicum virgatum* L.): understanding the physiology and

*Applications in Agricultural Engineering*. 2018. V. 63 (4). P. 101–105. URL: [http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018\\_4\\_KRK.pdf](http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018_4_KRK.pdf) (last accessed: 25.04.2022).

19. Investigating seed dormancy in switchgrass (*Panicum virgatum* L.): understanding the physiology and mechanisms of coat-imposed seed dormancy / Denise V. D. et al. *Industrial Crops and Products*. 2013. V. 45. P. 377–387.

20. Ma Z., Wood C. W., Bransby D. I. Impact of row spacing, nitrogen rate, and time on carbon partitioning of switchgrass. *Biomass and Bioenergy*. 2001. Vol. 20, Issue 6. P. 413–419.

21. Parrish D., Fike J. H. The biology and agronomy of switchgrass for biofuels. *CRCCRR Rev. Plant. Sci.* 2005. Vol. 24, Issue 5/6. P. 423–459. DOI: 10.1080/07352680500316433.

22. Peters T. J., Moomaw R. S., Martin A. R. Herbicides for postemergence control of annual grass weeds in seedling forage grasses. *Weed Sci.* 1989. V. 37. P. 375–379.

23. Regulation of wheat seed dormancy by after-ripening is mediated by specific transcriptional switches that induce changes in seed hormone metabolism and signaling / Liu A. et al. *PLoS One*. 2013. Vol. 8, Issue 2. e 56570. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056570>.

24. Seed Germination of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) depending on its Biological peculiarities / Doronin V. et al. *Plant Archives*. 2020. V. 20, No. 2. P. 7493–7496.

25. Smart A. J., Moser L. E. Morphological development of switchgrass as affected by planting date. *Agron. J.* 1997. V. 89. P. 958–962.

26. Stratification in switchgrass seed is reversed and hastened by drying / Shen Z. et al. *Crop Sci.* 2011. V. 41. P. 1546–1551. URL: <https://www.agronomy.org/publications/cs/articles/41/5/1546> (last accessed: 09.06.2011).

mechanisms of coat-imposed seed dormancy / Denise V. D. et al. *Industrial Crops and Products*. 2013. Vol. 45. P. 377–387.

20. Ma Z., Wood C. W., Bransby D. I. Impact of row spacing, nitrogen rate, and time on carbon partitioning of switchgrass. *Biomass and Bioenergy*. 2001. Vol. 20, Issue 6. P. 413–419.

21. Parrish D., Fike J. H. The biology and agronomy of switchgrass for biofuels. *CRCCRR Rev. Plant. Sci.* 2005. Vol. 24, Issue 5/6. P. 423–459. DOI: 10.1080/07352680500316433.

22. Peters T. J., Moomaw R. S., Martin A. R. Herbicides for postemergence control of annual grass weeds in seedling forage grasses. *Weed Sci.* 1989. Vol. 37. P. 375–379.

23. Regulation of wheat seed dormancy by after-ripening is mediated by specific transcriptional switches that induce changes in seed hormone metabolism and signaling / Liu A. et al. *PLoS One*. 2013. Vol. 8, Issue 2. e 56570. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056570>.

24. Seed Germination of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) depending on its Biological peculiarities / Doronin V. et al. *Plant Archives*. 2020. Vol. 20, No. 2. P. 7493–7496.

25. Smart A. J., Moser L. E. Morphological development of switchgrass as affected by planting date. *Agron. J.* 1997. Vol. 89. P. 958–962.

26. Stratification in switchgrass seed is reversed and hastened by drying / Shen Z. et al. *Crop Sci.* 2011. Vol. 41. P. 1546–1551. URL: <https://www.agronomy.org/publications/cs/articles/41/5/1546> (last accessed: 09.06.2011).

27. Switchgrass as a sustainable bioenergy crop / Sanderson M. A. et al. *Bioresource Technology*. 1994. No 56. P. 83–93.

28. Switchgrass variety choice in Europe / Elbersen H. W. et al. *Aspects of Applied Biology*. 2001. Vol. 65. P. 21–28.

29. Technology of Preparation of Seeds of Rod-Shaped Millet (*Panicum virgatum* L.)

27. Switchgrass as a sustainable bioenergy crop / Sanderson M. A. et al. *Bioresource Technology*. 1994. № 56. P. 83–93.
28. Switchgrass variety choice in Europe / Elbersen H. W. et al. *Aspects of Applied Biology*. 2001. V. 65. P. 21–28.
29. Technology of Preparation of Seeds of Rod-Shaped Millet (*Panicum virgatum* L.) / V. Doronin et al. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 2021. Vol. 25, Issue 4. P. 10656–10664.
30. Two Faces of One Seed: Hormonal Regulation of Dormancy and Germination / Shu K. et al. *Mol. Plant*. 2016. Vol. 69. P. 34–45. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molp.2015.08.010>.

Отримано 25.04.2022

Погоджено до друку 12.05.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-9

УДК 633.2.03:631.8

**В. Г. КУРГАК, доктор сільськогосподарських наук**

**Я. В. ГАВРИШ, аспірант**

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

*вул. Машинобудівників, 2-б, смт Чабани Києво-Святошинського р-ну*

*Київської обл., 08162, e-mail: [kurgak\\_luki@ukr.net](mailto:kurgak_luki@ukr.net)*

## **БОТАНІЧНИЙ СКЛАД ТА ДИНАМІКА ЛІНІЙНОГО РОСТУ, ЧАСТКИ ЛИСТЯ І ПЛОЩІ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ ФОРМУВАННІ ЛУЧНИХ АГРОФІТОЦЕНОЗІВ**

Недостатнє вивчення змін видового складу бобово-злакових агрофітоценозів на суходолах північної частини Лісостепу України стримує впровадження розробок у виробництво. Зокрема потребує поглибленого вивчення проблема стійкості бобового компонента люцерно-злакових сумішей, а також динаміки лінійного росту, частки листя та площі листкової поверхні різнотипних агрофітоценозів. Наведено результати досліджень за 2019–2021 рр. з особливостей формування люцернового, люцерно-злакових з різними злаковими компонентами і злакового кормових травостоїв на різних фонах удобрення і вапнування на темно-сірих ґрунтах. Виявлено кращі люцерно-злакові агрофітоценози за стійкістю бобового компонента під дією добрив та вапнування, а також особливості динаміки лінійного росту, частки листя та площі листкової поверхні при формуванні врожаю біомаси у 1-му укосі.

Частка люцерни посівної в одновидовому посіві була на рівні 86–89 %, в люцерно-злакових сумішах – 30–58 %. За внесення вапна або  $P_{45}K_{90}$  її вміст у люцерно-злакових травостоях збільшувався на 3–5 %, а за поєднаного їх застосування – на 6–9 %.

У люцерно-злакових сумішах люцерна посівна найкраще утримувалася за сівби з пізньостиглими тимофіївкою лучною або пирієм середнім, а найгірше – з агресивною ранньостиглою грястицею збірною і малорічною, але ценотично активною в перший рік життя пажитницею багаторічною.

Встановлено, що сіяні травостої формувалися із лінійним ростом компонентів у межах 71–136 см. Найбільшою висотою (до 136 см) характеризувався стокolos безостий в люцерно-злакових і злаковому агроценозах за його участі. Присутність бобового компонента в люцерно-злаковому травостої збільшувала висоту злаків на 11–20 %, внесення  $N_{30}$  у сіяному злаковому фітоценозі – на 25–26 %. Найсуттєвіші збільшення лінійного росту (в межах 1,8–3,3 см/добу) спостерігали під час гілкування – початку бутонізації люцерни посівної і трубкування – колосіння злаків.

При формуванні врожаю кормової біомаси в міру проходження фаз вегетації у першому укосі за період 50 діб від 01.05 до 19.06 частка листя

зменшувалася на 9 %, а у середньому за добу на 0,2 % повільніше, а наростання площі листкової поверхні – орієнтовно на 10 діб відбувалося довше на люцерновому і люцерно-злаковому агроценозі з домінуванням бобового виду, ніж на злаковому.

**Ключові слова:** ботанічний склад, вапнування, лінійний ріст, листкова поверхня, удобрення, частка листя.

**Volodymyr Kurhak, Yaroslav Havrysh**

NSC "Institute of Agriculture NAAS"

**Botanical composition and dynamics of linear growth, leaf and leaf surface fraction in the formation of meadow agrophytocenoses**

Insufficient study of changes in the species composition of leguminous and cereal agrophytocenoses in the drylands of the northern part of the Forest-Steppe of Ukraine hinders the introduction of developments into production. In particular, it requires an in-depth study of the stability of the bean component of alfalfa-cereal mixtures, as well as the dynamics of linear growth, the proportion of leaves and the area of the leaf surface of various types of agrophytocenoses. The results of research for 2019–2021 on the features of the formation of alfalfa, alfalfa-cereal with different cereal components and cereal fodder grass stands on different backgrounds of fertilization and liming on dark gray soils are given. The best alfalfa-cereal agrophytocenoses in terms of the stability of the legume component under the action of fertilizers and liming, as well as the peculiarities of the dynamics of linear growth, the proportion of leaves and the area of the leaf surface during the formation of the biomass crop in the 1st mowe, were revealed.

The share of alfalfa in single-species sowing was at the level of 86–89 %, in alfalfa-cereal mixtures – 30–58 %. With the introduction of lime or P<sub>45</sub>K<sub>90</sub>, its content in alfalfa-cereal stands increased by 3–5 %, and with their combined application – by 6–9 %.

In alfalfa-cereal mixtures, alfalfa seeding was best maintained when sowing with late-maturing timothy grass or medium wheatgrass, and worst – with aggressive early-maturing ryegrass and perennial fenugreek, which is young but cenotically active in the first year of life.

It was established that the sown grass stands were formed with a linear growth of its components of 71–136 cm. The highest (up to 136 cm) was the thornless sedge in alfalfa-cereal and cereal agrocenoses with its participation. The presence of the leguminous component in the alfalfa-cereal herbage increased the height of cereals by 11–20 %, the application of N<sub>30</sub> in the sown cereal herbage – by 25–26 %. The greatest increases in linear growth (within 1.8–3.3 cm/day) were observed during branching – the beginning of alfalfa budding and tubering – earing of cereals.

During the formation of the fodder biomass as the vegetation phases passed in the first mowe for a period of 50 days from 01.05 to 19.06, the share of leaves decreased by 9 %, and on average per day it was 0.2 % slower, the increase in the area of the leaf surface was occurred approximately 10 days longer on alfalfa and alfalfa-cereal agrocenosis dominated by leguminous species than on cereal.

**Keywords:** botanical composition, liming, linear growth, leaf surface, fertilizers, leaf proportion.

**Вступ.** У зміцненні кормової бази тваринництва важлива роль належить підвищенню ефективності використання природних кормових угідь, площа яких в Україні становить близько 7,6 млн га. Проте до останнього часу видова насиченість лучних фітоценозів цінними кормовими багаторічними травами залишається недостатньою [19, 24]. Одним із найперспективніших напрямів інтенсифікації луківництва у світі є створення сіяних травостоїв з підвищеним вмістом бобових трав як джерела симбіотичного азоту. Часткова заміна мінерального азоту симбіотичним є важливим резервом скорочення витрат енергії, на який при вирощуванні злакових травостоїв інтенсивного типу часто припадає половина її сукупних затрат [7, 16, 18, 28, 29]. Збільшення використання бобових трав у луківництві є найважливішою складовою частиною програми впровадження енергоощадних технологій за кордоном, зокрема й за органічного луківництва [25–28, 30–32].

На підставі досліджень, проведених у різних географічних, кліматичних, едафічних умовах України з різними видами бобових трав, розроблено заходи підвищення ефективності використання багаторічних бобових трав як джерела дешевого симбіотичного азоту, а також наукові й технологічні основи створення і раціонального використання сіяних бобово-злакових агрофітоценозів [3, 5, 8, 20, 29].

Важливим фактором формування врожайності та кормової цінності агроценозів є їх ботанічний склад, який в свою чергу зумовлюється метеорологічними та ґрунтовими умовами, віком травостою, режимами використання та удобренням. За збільшення частки бобового компонента в агроценозах зростає їхня продуктивність за рахунок біологічної фіксації азоту [3, 4, 15, 21, 29].

Основою створення високопродуктивних багаторічних сіяних агроценозів є добір компонентів до травосумішей відповідно до біологічних особливостей видів, екологічних умов і технологій вирощування [22].

Важливу роль у формуванні ботанічного складу травостоїв мають добрива. За їх внесення поряд із збільшенням врожайності спостерігається конкуренція між окремими видами рослин за елементи мінерального живлення, що призводить до збіднення видового складу рослинних угруповань. Азотні добрива, збільшуючи частку злакових у ценозі, знижують вміст у ньому бобового компонента [30].

Бобові трави, завдяки біологічній фіксації азоту бульбочковими бактеріями, які розташовані на кореневій системі, потребують внесення лише фосфорних і калійних добрив, що позитивно впливає на їх ріст і розвиток та збереження у агроценозах.

Слід відзначити, що закономірності змін видового складу, які притаманні природним лукам, характерні й для сіяних лучних травостоїв: у кінцевому підсумку в одних і тих же екологічних умовах через певний проміжок часу за роками користування незалежно від вихідного складу сіяного травостою йде процес стабілізації лучних агрофітоценозів з домінуванням найбільш пристосованих видів до умов місцезростання. Але це відбувається неоднаково, залежно від пристосованості до екологічних умов та тривалості життя вихідних компонентів агроценозів, а також наявності насіння певних видів у ґрунті [23].

По-різному вчені пояснюють зміни, які відбуваються в лучних фітоценозах. Ценотична активність видів залежить від вмісту в них хлорофілу. Є відомості, що збільшення вмісту у певних видів рослин хлорофілу позитивно впливає на ценотичні параметри компонентів рослинного угруповання. Зростання накопичення його під впливом азотних добрив у різних видів неоднакове. Відмінності у кількості його під впливом добрив можуть бути однією із причин зниження або підвищення конкурентних властивостей окремих видів трав. За довготривалого використання травостоїв навіть невисокі ( $N_{60}$ ) і середні ( $N_{110-153}$ ) дози азотних добрив витісняють бобові і змінюють співвідношення між злаковими видами. У цьому разі з включенням грятисці збірної у травосуміш частка її з року в рік збільшується швидше, ніж за участі інших видів трав. З прискоренням це відбувається при удобренні підвищеними дозами азоту [2].

Однак до останнього часу є питання щодо трансформації видового складу бобово-злакових агрофітоценозів для виробництва дешевих трав'яних кормів на суходолах північної частини Лісостепу України, які ще не вивчено, що певною мірою стримує впровадження розробок з лукивництва у сільськогосподарське виробництво. Зокрема не недостатньо опрацьованими залишаються механізми стійкості бобового компонента люцерно-злакових сумішей, а динаміку лінійного росту, частки листя та площі листової поверхні при формуванні врожаю біомаси різнотипних агрофітоценозів зовсім не відпрацьовано.

Саме на вивчення зазначених питань і спрямовані наші дослідження, результати яких викладено у статті.

**Матеріали і методи.** Дослідження особливостей формування ботанічного складу люцернового, люцерно-злакових з різними злаковими компонентами і злакового травостою, а також динаміки наростання висоти, частки листя і площі листкової поверхні проведено протягом 2019–2021 рр. у зоні Лісостепу України на темно-сірому опідзоленому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті в ННЦ «Інститут землеробства НААН» (сmt Чабани Київської області). Схему досліду наведено нижче.

#### Схема досліду

*(види трав, їх суміші та норми висівання насіння, кг/га)*

Люцерна посівна, 18

Люцерна посівна, 10 + грястиця збірна, 10

Люцерна посівна, 10 + стоколос безостий, 15

Люцерна посівна, 10 + костриця лучна, 12

Люцерна посівна, 10 + костриця східна, 14

Люцерна посівна, 10 + пажитниця багаторічна, 14

Люцерна посівна, 10 + тимофіївка лучна, 8

Люцерна посівна, 10 + пирій середній, 14

Люцерна посівна, 10 + стоколос безостий, 8 + костриця східна, 8

Стоколос безостий, 15 + костриця східна, 14

Стоколос безостий, 15 + костриця східна, 14 + N<sub>90</sub> (30 + 30 + 30)

Дослід проведено на двох фонах вапнування: без вапнування; вапнування в дозі 1,5 т/га і двох фонах удобрення: без добрив; внесення P<sub>45</sub>K<sub>90</sub>.

Вміст гумусу в шарі ґрунту 0–20 см – 2,4 %, рН (сольовий) – 5,2, вміст легкогідролізованого азоту – 13,1, рухомого фосфору – 17,1 і обмінного калію – 12,9 мг на 100 г ґрунту.

Згідно зі схемою досліду 1,5 т/га вапна внесли один раз у передпосівний обробіток ґрунту при залуженні навесні 2019 р., а мінеральні добрива – щорічно: фосфорні і калійні – навесні, азотні – рівними частинами під кожний укіс.

Посівна площа ділянки – 16 м<sup>2</sup>, облікова – 10 м<sup>2</sup>. Повторність чотириразова. Розміщення ділянок послідовне. Технологія вирощування багаторічних трав, за винятком досліджуваних факторів, була загальноприйнятою для Правобережного Лісостепу України. Під час залуження у досліді використано районовані сорти багаторічних трав, переважно селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Польові дослідження виконували відповідно до загальноприйнятих у кормовиробництві методик [1] та згідно з ДСТУ 4674:2006 [11] і ДСТУ 4687:2007 [12]. Дослідження динаміки

збільшення лінійного росту, частки листя і площі листової поверхні визначали за фазами вегетації у 1-му укосі на фіксованих площадках розміром 1 м<sup>2</sup> у чотириразовій повторності з інтервалом 10 діб, починаючи з 01.05 щорічно.

Висоту домінуючих компонентів кормових агрофітоценозів визначали шляхом заміряння 25 рослин на двох несуміжних повтореннях, частку листя та ботанічний склад урожаю досліджуваних травостоїв встановлювали методом аналізу снопів масою 1 кг [1] та згідно з ДСТУ 4674:2006 [11] і ДСТУ 4687:2007 [12]. Площу листової поверхні обчислювали за Ничипоровичем.

Погодні умови у роки досліджень у цілому були сприятливими для перезимівлі і вегетації багаторічних трав.

Агрохімічні показники ґрунту визначали перед закладанням досліду у шарі 0–20 см за загальноприйнятими методиками, а саме: гумус – за Тюрніним згідно з ДСТУ 4289:2004 [10]; азот, що легко гідролізується лугом, – за Корнфілдом згідно з ДСТУ 7863:2015 [13]; рухомі фосфор і калій – за Кірсановим та Мачигініним згідно з ДСТУ 4115-2002 [9]; рН (сольовий) – потенціометрично згідно з ДСТУ ISO10390:2001 [14].

Математичне оброблення одержаних експериментальних даних продуктивності у досліді проводили методом дисперсійного аналізу.

**Результати та обговорення.** На ботанічний склад травостоїв впливає також режим їх використання. Скошування надземної маси, з одного боку, порушує нормальний ритм сезонної вегетації, що завершується утворенням насіння, а з другого, – дає можливість повніше використати сонячну енергію та поживні речовини, що є важливим фактором формування ценозу та його продуктивності. Вагому роль має знання динаміки ботанічного складу як за укосами, так і за роками користування залежно від основних технологічних факторів, а саме: типу вихідного травостою, системи удобрення та використання. Знання особливостей трансформаційних процесів у ценозах залежно від елементів технологій вирощування та використання дає можливість прогнозувати зміни й управляти формуванням продуктивності та якості корму [3, 6, 17].

Аналіз результатів наших досліджень ботанічного складу сіяних люцерно-злакових агрофітоценозів за участі в вихідних травосумішах одного з семи видів злакових трав або парної їх суміші з стоколосу безостого та костриці східної (табл. 1) показав, що в середньому за 2019–2021 рр. вони формуються з часткою люцерни позівної на фоні

без вапнування від 55 до 71 %, а одновидовому посіві люцерни – з часткою її 86–88 %.

Найгірше люцерна посівна зберігалася з найменшою її часткою (55–61 %) у травостоях, які сформовано на основі суміші люцерни посівної з грястицею збірною або з пажитницею багаторічною, а найкраще – з найбільшою часткою (62–74 %) – з пирієм середнім та тимофіївкою лучною.

Внесення вапна (Calcioprill) у дозі 1,5 т/га у передпосівну культивування, як і щорічно  $P_{45}K_{90}$ , збільшувало вміст люцерни посівної на 3–4 %.

Частка різнотрав'я в люцерновому, люцерно-злакових і злаковому агроценозах у середньому за 2019–2021 рр. коливалася у межах 9–24 %. Найбільшою вона була на сіяному злаковому травостої у варіантах без внесення мінерального азоту, а найменшою – на одновидовому посіві люцерни посівної.

Частка сіяних злакових компонентів у всіх досліджуваних травостоях коливалася у межах 15–30 %. Поміж злакових компонентів в бінарних люцерно-злакових агроценозах найбільшою була частка пажитниці багаторічної і грястиці збірної, яка на різних варіантах удобрення і вапнування дорівнювала 25–30 %, а найменшою (15–20 %) – за участі тимофіївки лучної і пирію середнього. Частка інших злакових компонентів займала проміжне місце.

У люцерно-злаковій сумішці, де злакова частина представлена двома злаковими компонентами, сумарна кількість злаків становила 26–29 %, зокрема стоголосу безостого було 11–13 %, а костриці східної – 15–17 %.

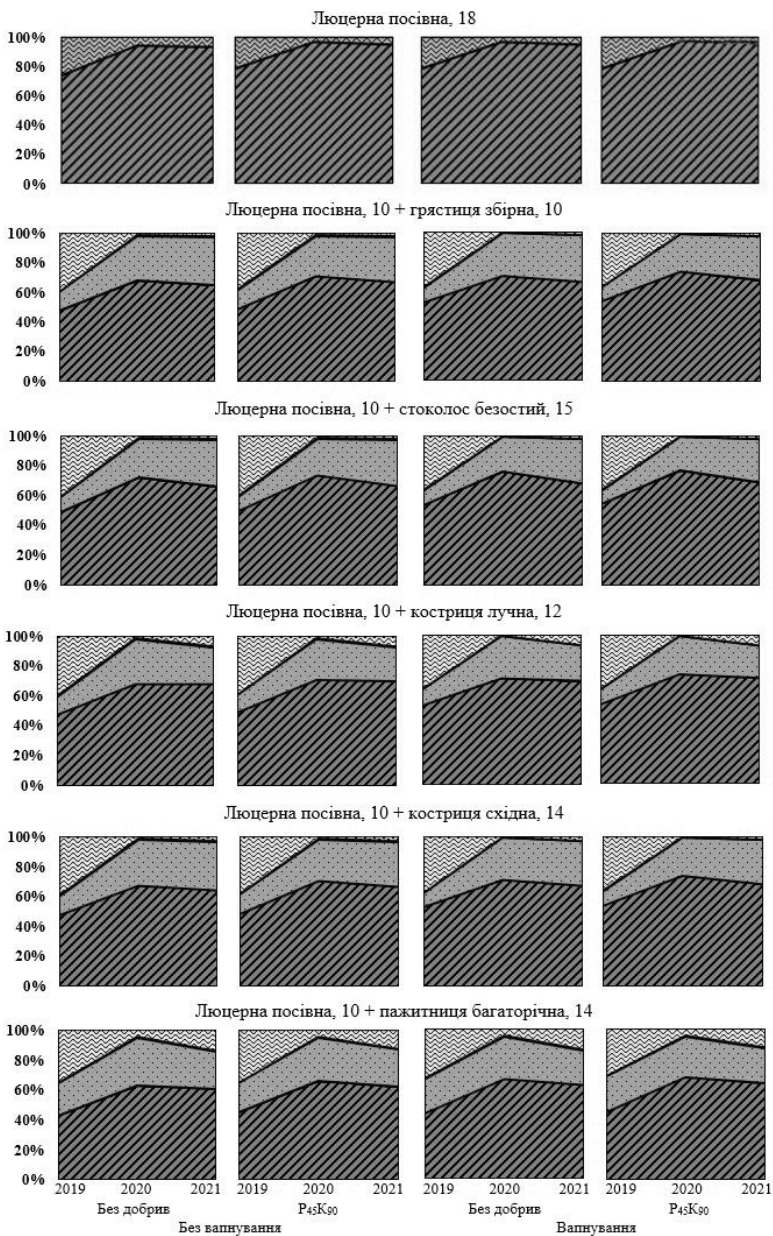
В агроценозі, який сформовано на основі злакової суміші, де злакова частина представлена однаковими, як і в люцерно-злаковій сумішці, двома компонентами, сумарна кількість злаків становила 75–84 %, зокрема стоголосу безостого було 30–45 %, а костриці східної – 38–48 %. Частка стоголосу безостого більшою була на фоні внесення азоту (варіанти  $N_{90}$  і  $N_{90}P_{45}K_{90}$ ), а костриці східної – без його застосування (варіанти без добрив і  $P_{45}K_{90}$ ).

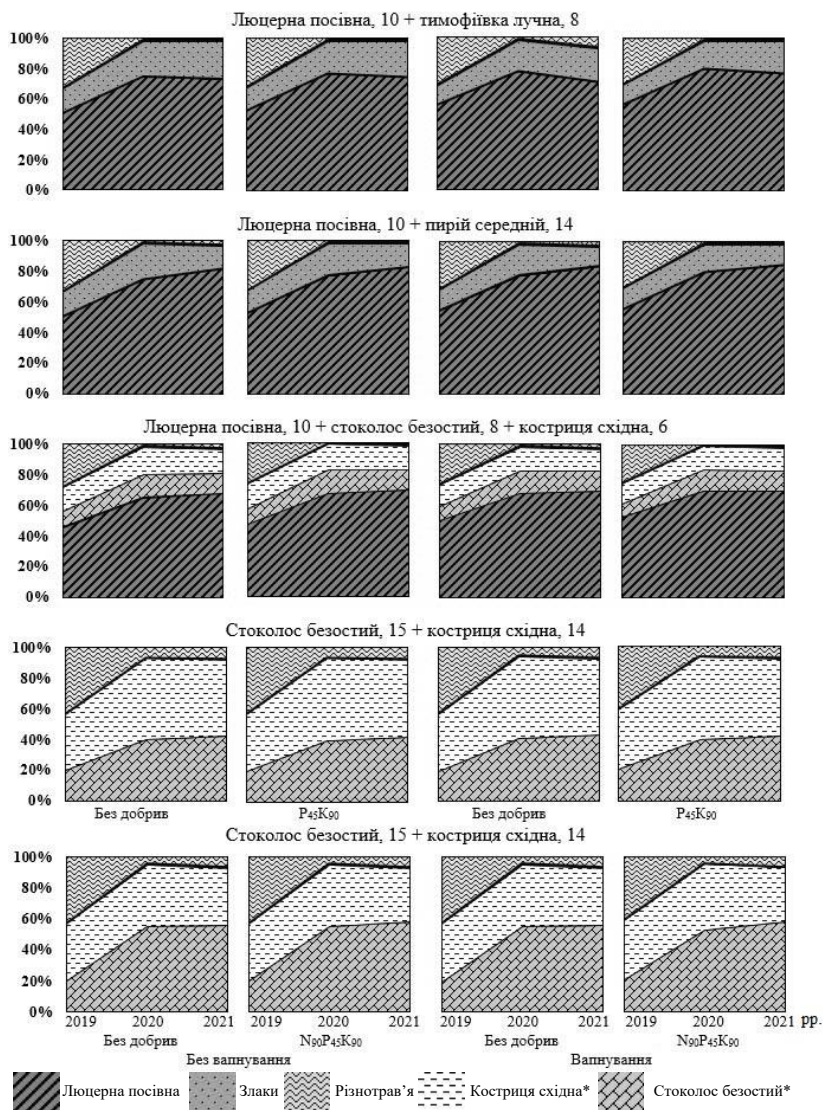
1. Ботанічний склад сіяних люцерно-злакових травостойв залежно від удобрення та вапнування, %  
(середнє за 2019–2021 рр.)

| Травостій (види трав і норма висіву насіння, кг/га) | Удобрення                       | Без вапнування  |       |              | Вапнування      |       |              |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|-------|--------------|-----------------|-------|--------------|
|                                                     |                                 | люцерна посівна | злаки | різно-трав'я | люцерна посівна | злаки | різно-трав'я |
| 1                                                   | 2                               | 3               | 4     | 5            | 6               | 7     | 8            |
| Люцерна посівна, 18                                 | Без добрив                      | 86              | 2     | 12           | 87              | 2     | 11           |
|                                                     | P <sub>43</sub> K <sub>90</sub> | 88              | 2     | 10           | 89              | 2     | 9            |
| Люцерна посівна, 10 + грятинця збірна, 10           | Без добрив                      | 55              | 30    | 15           | 59              | 27    | 14           |
|                                                     | P <sub>43</sub> K <sub>90</sub> | 57              | 28    | 15           | 61              | 26    | 13           |
| Люцерна посівна, 10 + стоколос безостий, 15         | Без добрив                      | 62              | 23    | 15           | 66              | 21    | 13           |
|                                                     | P <sub>43</sub> K <sub>90</sub> | 64              | 21    | 15           | 67              | 20    | 13           |
| Люцерна посівна, 10 + костриця лучна, 12            | Без добрив                      | 59              | 24    | 17           | 62              | 20    | 18           |
|                                                     | P <sub>43</sub> K <sub>90</sub> | 63              | 21    | 16           | 71              | 18    | 11           |
| Люцерна посівна, 10 + костриця східна, 14           | Без добрив                      | 60              | 25    | 15           | 67              | 19    | 14           |
|                                                     | P <sub>43</sub> K <sub>90</sub> | 63              | 23    | 14           | 64              | 23    | 13           |
| Люцерна посівна, 10 + пажитниця багаторічна, 14     | Без добрив                      | 56              | 26    | 18           | 56              | 25    | 19           |
|                                                     | P <sub>43</sub> K <sub>90</sub> | 57              | 25    | 18           | 57              | 25    | 18           |
| Люцерна посівна, 10 + тимофійка лучна, 8            | Без добрив                      | 63              | 20    | 17           | 67              | 16    | 17           |
|                                                     | P <sub>43</sub> K <sub>90</sub> | 55              | 18    | 17           | 69              | 15    | 16           |
| Люцерна посівна, 10 + пірій середній, 14            | Без добрив                      | 67              | 18    | 13           | 62              | 16    | 12           |
|                                                     | P <sub>43</sub> K <sub>90</sub> | 71              | 17    | 12           | 74              | 15    | 11           |

| 1                                                               | 2                                               | 3  | 4          | 5  | 6  | 7          | 8  |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----|------------|----|----|------------|----|
| Люцерна посівна, 10 + стокolos безостий, 8 + костриця східна, 6 | Без добрив                                      | 60 | 12/17 (29) | 11 | 63 | 12/15 (27) | 10 |
|                                                                 | P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>                 | 61 | 13/16 (29) | 10 | 65 | 11/15 (26) | 9  |
| Стокolos безостий, 15 + костриця східна, 14                     | Без добрив                                      | –  | 30/45 (75) | 25 | –  | 30/46 (76) | 24 |
|                                                                 | P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>                 | –  | 34/47 (81) | 19 | –  | 34/48 (82) | 18 |
| Стокolos безостий, 15 + костриця східна, 14                     | N <sub>90</sub>                                 | –  | 45/38 (83) | 17 | –  | 43/40 (83) | 17 |
|                                                                 | N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> | –  | 44/38 (82) | 18 | –  | 45/39 (84) | 16 |

Примітка. У чисельнику наведено частку 1-го (стокolos безостий), у знаменнику – 2-го (костриця східна) знакових компонентів, у дужках – сумарну частку (разом) 1-го і 2-го знакових компонентів.





\* Суміші, де 2 злаки.

**Рис. Ботанічний склад люцерно-злакових агрофітоценозів залежно від удобрення та вапнування (2019–2021 рр.)**

Змінювався ботанічний склад досліджуваних травостоїв і за роками їх користування (рис.). Слід відзначити, що вже в рік ранньовесняної безпокритної сівби (2019 р.) формуються сіяні люцерно-злакові агрофітоценози за участі у вихідних сумішах люцерни посівної та одного з семи видів злакових трав або двох видів у парній суміші з стоколосу безостого та костриці східної на фоні без вапнування з часткою люцерни посівної від 43 до 52 %, а одновидовий посів люцерни – з часткою 70–71 %. Найгірше люцерна посівна зберігалася з найменшою її часткою в агрофітоценозі, який сформовано на основі суміші люцерни посівної з пажитницею багаторічною. Внесення вапна (Calcioprill) у дозі 1,5 т/га у передпосівну культивування збільшувало вміст люцерни посівної на 4–6 %.

У 2019 р. значну частку в урожаї займало різнотрав'я, кількість якого в люцерновому агроценозі в середньому за всі укоси коливалася у межах 20–25 %, в люцерно-злакових за участі різних видів злакових трав – у межах 25–40 %, а злаковому, який сформовано на основі суміші злаків із стоколосу безостого та костриці східної, – 41–43 %.

Слід відзначити, що у першому укосі різнотрав'я домінувало в усіх травостоях з часткою 60–70 % і більше. Поміж різнотрав'я найбільшою була частка (однорічних і дворічних видів) лободи білої, грициків звичайних, редьки дикої. Присутніми були також морква дика, ромашка непахуча, зірочник середній, калачики маленькі, кукуль звичайний, фіалка польова, роговик круглолистий, стеноксис однорічний, а з злакових видів – плоскуха звичайна.

Частка сіяних злакових компонентів у 2019 р. у люцерно-злакових травостоях коливалася у межах 10–22 %. Найбільшою була частка пажитниці багаторічної. У люцерно-злаковій сумішці, де злакова частина представлена двома компонентами, сумарна кількість злаків становила 22–26 %, зокрема стоколосу безостого було 8–10 %, а костриці східної – 14–17 %.

У злаковій сумішці, де злакова частина представлена однаковими, як в люцерно-злаковій сумішці, двома компонентами, сумарна кількість злаків становила 57–59 %, зокрема стоколосу безостого було 19–21 %, а костриці східної – 37–39 %.

У 2020 р., тобто на другому році життя і користування, частка люцерни посівної як в одновидовому посіві, так і в люцерно-злакових сумішах порівняно з першим роком збільшилася на 20–25 %. У люцерно-злакових сумішах її частка зросла від 63 до 80 %, а одновидовому посіві – до 94–96 %. Найгірше люцерна посівна зберігалася з найменшою її часткою у травостої, який сформовано на

основі суміші люцерни посівної з пажитницею багаторічною. Внесення вапна (CalciPrill) у дозі 1,5 т/га у передпосівну культивуацію збільшувало вміст люцерни посівної на 2–4 %. Частка сіяних злакових компонентів у 2020 р. в люцерно-злакових травостоях коливалася у межах 18–33 %. Найбільшою була частка пажитниці багаторічної, а також у суміші з двома злаками – сумарно стокolosом безостим та кострицею східною. У люцерно-злаковій сумішці, де злакова частина представлена двома компонентами, сумарна кількість злаків становила 29–32 %, зокрема стокolosу безостого було 13–15 %, а костриці східної – 15–18 %. У злаковій сумішці, де злакова частина представлена однаковими, як у люцерно-злаковій сумішці, двома компонентами, сумарна кількість злаків становила 93–95 %, зокрема стокolosу безостого та костриці східної було порівно по 40–55 %. Однак слід відзначити, що їх кількість залежала від азотних добрив. Частка стокolosу безостого, який добре реагує на азотні добрива, більшою була на фоні внесення азоту (варіанти N<sub>90</sub> і N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>90</sub>), а костриці східної – без його застосування (варіанти без добрив і P<sub>45</sub>K<sub>90</sub>).

У 2021 р., тобто на третьому році життя і користування, частка люцерни посівної як в одновидовому посіві, так і в люцерно-злакових сумішах порівняно з першим роком збільшилася на 17–25 %. У люцерно-злакових сумішах її частка зросла від 55 до 82 %, а одновидовому посіві – до 93–95 %. Найгірше люцерна посівна збереглася з найменшою її часткою у травстої, який сформовано на основі суміші люцерни посівної з пажитницею багаторічною, через високу її ценотичну активність у першому році життя і користування, а також з грятницею збірною через високу її агресивність у другому і третьому роках. Внесення вапна (CalciPrill) у дозі 1,5 т/га у передпосівну культивуацію або щорічно P<sub>45</sub>K<sub>90</sub> збільшувало вміст люцерни посівної на 2–4 %.

Частка сіяних злакових компонентів у 2021 р. в люцерно-злакових травостоях коливалася у межах 16–42 %. Найбільшою була частка грятниці збірної (39–42 %), а також у суміші з двома злаками, сумарно стокolosу безостого та костриці східної – в межах 28–29 %. Частка пажитниці багаторічної у цьому році порівняно з 2020 р. через несприятливі погодні умови зменшилася на 4–7 % і становила 23–25 %. Її місце, як і люцерни посівної, частка якої у цьому агроценозі також зменшилася до 61–64 %, зайняли представники групи різнотрав'я, кількість якого збільшилася на 8 % і досягла рівня 13–14 %. У люцерно-злаковій сумішці, де злакова частина представлена двома компонентами, сумарна кількість злаків становила 28–29 %, а

зокрема стоколосу безостого було 13 %, а костриці східної – 15–17 %. У злаковій сумішці, де злакова частина представлена однаковими, як в люцерно-злаковій сумішці, двома компонентами, сумарна кількість злаків становила 92–93 %, зокрема стоколосу безостого було 42–58 %, а костриці східної – 35–53 %. Слід відзначити, що перевага стоколосу безостого перед кострицею східною на азотному фоні була більш вираженою, ніж за середніми показниками за всі роки досліджень.

Про готовність чи оптимальний агротехнічний термін пасовищного чи сінокісного використання кормового агрофітоценозу свідчить лінійний ріст рослин, зокрема їх висота. Від висоти, як і від щільності залежить якість спасування худобою. Високий травостій на пасовищі погано поїдається. Важливе значення висота має й при виборі засобів механізованого скошування й підбирання та технології заготівлі кормів у цілому. Вона є визначальним критерієм для визначення строку скошування чи спасування. Висота агрофітоценозів залежить у першу чергу від режиму використання, видового складу та агроекологічних умов вирощування, а саме: від удобрення та рівня зволоження. В умовах високого агрофону відповідно рослини вищі. Включення багаторічних бобових трав як джерела симбіотичного азоту до травосумішей підвищує лінійний ріст злакових компонентів. Поряд з цим внесення азотних добрив суттєво збільшує висоту злаків і мало впливає на цей показник у багаторічних бобових трав [19, 25].

За нашими даними (табл. 2), залежно від типу травостою та варіантів удобрення, висота сіяних видів в одновидовому посіві люцерни посівної та злаків у люцерно-злакових і злаковій травосумішах у середньому за 2019–2021 рр. на різних фонах удобрення у першому укосі була в межах 71–136 см.

Як у бобово-злакових і злаковому агроценозах на 32–41 см, так і травосумішах найвищими були рослини стоколосу безостого, ніж інших досліджуваних видів трав, а найнижчими – пажитниці багаторічної та пирію середнього.

Висота люцерни посівної в одновидовому та змішаних посівах із злаками була на рівні 82–90 см. Як роздільне внесення  $R_{45}K_{90}$ , так і вапна підвищувало лінійний ріст люцерни на 2–4 см, а поєднане застосування добрив і вапна – на 5–7 см.

2. Лінійний ріст компонентів сіяних люцерно-злакових травостой залежно від удобрення та вапнування, см (середнє за 2019–2021 рр.)

| Травостій (види трав і норма висіву насіння, кг/га) | Удобрєння                       | Без вапнування  |       | Вапнування      |       | Середнє |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|---------|
|                                                     |                                 | люцерна посівна | злаки | люцерна посівна | злаки |         |
| 1                                                   | 2                               | 3               | 4     | 5               | 6     | 7       |
| Люцерна посівна, 18                                 | Без добрив                      | 82±4            | –     | 85±5            | –     | 86      |
|                                                     | P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> | 86±4            | –     | 89±5            | –     |         |
| Люцерна посівна, 10 + грятинця збірна, 10           | Без добрив                      | 83±4            | 75±4  | 86±5            | 77±4  | 82      |
|                                                     | P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> | 87±4            | 77±4  | 90±5            | 79±4  |         |
| Люцерна посівна, 10 + стоколос безостий, 15         | Без добрив                      | 83±4            | 112±6 | 86±5            | 114±6 | 100     |
|                                                     | P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> | 85±4            | 114±6 | 88±5            | 116±6 |         |
| Люцерна посівна, 10 + костриця лучна, 12            | Без добрив                      | 82±4            | 73±4  | 85±5            | 76±4  | 81      |
|                                                     | P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> | 86±4            | 76±4  | 89±5            | 78±4  |         |
| Люцерна посівна, 10 + костриця східна, 14           | Без добрив                      | 83±4            | 80±4  | 86±5            | 83±4  | 84      |
|                                                     | P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> | 87±4            | 82±4  | 90±5            | 84±4  |         |
| Люцерна посівна, 10 + пажитниця багаторічна, 14     | Без добрив                      | 83±4            | 71±4  | 86±5            | 73±4  | 79      |
|                                                     | P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> | 85±4            | 74±4  | 88±5            | 75±4  |         |
| Люцерна посівна, 10 + тимофійка лучна, 8            | Без добрив                      | 83±4            | 73±4  | 86±5            | 75±4  | 81      |
|                                                     | P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> | 87±4            | 76±4  | 90±5            | 78±4  |         |
| Люцерна посівна, 10 + пірий середній, 14            | Без добрив                      | 83±4            | 71±4  | 86±5            | 73±4  | 80      |
|                                                     | P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> | 85±4            | 74±4  | 89±5            | 76±4  |         |

| 1                                                                                                                                                                                 | 2                                               | 3    | 4          | 5    | 6          | 7   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------|------------|------|------------|-----|
| Люцерна посівна, 10 +<br>стоколос безостий, 8 +<br>костриця східна, 6<br><br>Стоколос безостий, 15 +<br>костриця східна, 14<br><br>Стоколос безостий, 15 +<br>костриця східна, 14 | Без добрив                                      | 83±4 | 112±6/81±4 | 87±5 | 112±6/82±4 | 94  |
|                                                                                                                                                                                   | P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>                 | 85±4 | 114±6/83±4 | 88±5 | 114±6/85±4 |     |
|                                                                                                                                                                                   | Без добрив                                      | –    | 98±5/65±3  | –    | 100±5/67±3 | 83  |
|                                                                                                                                                                                   | P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>                 | –    | 100±5/66±4 | –    | 103±5/68±3 |     |
|                                                                                                                                                                                   | N <sub>60</sub>                                 | –    | 130±7/89±5 | –    | 133±7/90±5 | 112 |
|                                                                                                                                                                                   | N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> | –    | 133±7/92±5 | –    | 136±7/94±5 |     |

Примітка: у чисельнику наведено висоту 1-го (стоколос безостий), у знаменнику – 2-го злакового компонента (костриця східна).  
у бінарних люцерно-злакових сумішах злаковий компонент відповідає схемі досліду.

На висоту злакових трав у першому укосі позитивно впливала й присутність у бобово-злакових агроценозах бобових трав, зокрема люцерни посівної як джерела симбіотичного азоту. Порівняно з сіяним злаковим травостоєм із стоколосу безостого та костриці східної на люцерно-злаковому (люцерна посівна + стоколос безостий + костриця східна) висота костриці східної на різних фонах добрив була більшою на 15–18 см, а стоколосу безостого – на 11–14 см, що підтверджує результати досліджень інших авторів з вивчення впливу симбіотичного азоту бобових трав на злакові компоненти бобово-злакових травосумішей.

Найбільше на лінійний ріст злакових трав у першому укосі позитивно впливав азот. Зокрема внесення під перший укіс  $N_{30}$  збільшувало висоту стоколосу безостого на 32–33 см, а костриці східної – на 24–26 см.

Для оптимізації строків скошування за сінокісно-пасовищного використання важливо знати особливості лінійного росту рослин як в одновидових, так і сумісних їх посівах за фазами вегетації при формуванні врожаю кормової біомаси. Аналіз даних наших досліджень з визначення показників висоти на прикладі люцерни посівної і компонентів люцерно-злакової та злакової сумішей у першому укосі, які наведено в табл. 3, показав, що на всіх травостоях суттєве збільшення висоти відбувалося до масового цвітіння досліджуваних трав, після чого спостерігали несуттєве зростання (лише на 1–3 см за 10 діб), що наочно видно на злаковому агроценозі із стоколосу безостого і костриці східної.

У злаковому травостой за період від кінця кушіння до початку плодоношення (за 50 діб) у середньому за 2019–2021 рр. у стоколосу безостого висота збільшилася від 13 до 115 см, або на 102 см, а в костриці східної – від 10 до 82 см, або 72 см, а в люцерно-злаковому – відповідно від 14 до 133 см, або на 119 см, і від 11 до 92 см, або на 81 см. Отже, у люцерно-злаковому агроценозі порівняно із злаковим у всі фази вегетації зазначені злакові трави були вищими, зокрема стоколос безостий – на 1–18 см, а костриця східна – на 1–10 см. Завдяки дії симбіотичного азоту за весь період спостережень середньодобовий приріст стоколосу безостого в люцерно-злаковому агроценозі порівняно із злаковим був на 3 см більшим, а костриці східної – на 1 см.

### 3. Динаміка лінійного росту люцернового та компонентів люцерно-злакового і злакового травостоїв за фазами вегетації при формуванні першого укосу, см (середнє за 2019–2021 рр.)

| Травостій (домінуючий компонент)   | Фаза вегетації домінанта               | Дата обліку | Люцерна посівна | Стоколос безостий | Костриця східна |
|------------------------------------|----------------------------------------|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Люцерна посівна                    | Пагоноутворення                        | 01.05       | 10/1,0          | –                 | –               |
|                                    | Початок гілкування                     | 10.05       | 28/1,8          | –                 | –               |
|                                    | Гілкування                             | 20.05       | 51/2,3          | –                 | –               |
|                                    | Початок бутонізації                    | 30.05       | 72/2,1          | –                 | –               |
|                                    | Кінець бутонізації                     | 09.06       | 82/1,0          | –                 | –               |
|                                    | Цвітіння                               | 19.06       | 87/0,5 (1,5*)   | –                 | –               |
| Люцерно-злаковий (люцерна посівна) | Пагоноутворення (кінець кущіння)       | 01.05       | 11/1,1          | 14/1,4            | 11/1,1          |
|                                    | Початок гілкування (трубкування)       | 10.05       | 29/1,8          | 44/3,0            | 31/2,0          |
|                                    | Гілкування (початок колосіння)         | 20.05       | 53/2,4          | 77/3,3            | 61/3,0          |
|                                    | Початок бутонізації (кінець колосіння) | 30.05       | 73/2,0          | 106/2,9           | 84/2,3          |
|                                    | Кінець бутонізації (цвітіння)          | 09.06       | 83/1,0          | 130/2,4           | 91/0,7          |
|                                    | Цвітіння (початок плодоношення)        | 19.06       | 88/0,6 (1,5*)   | 133/0,3 (2,2*)    | 92/0,1 (1,5*)   |
| Злаковий (стоколос безостий)       | Кінець кущіння                         | 01.05       | –               | 13/1,3            | 10/1,0          |
|                                    | Трубкування                            | 10.05       | –               | 40/2,7            | 28/1,8          |
|                                    | Початок колосіння                      | 20.05       | –               | 70/3,0            | 55/2,7          |
|                                    | Кінець колосіння                       | 30.05       | –               | 95/2,5            | 75/2,0          |
|                                    | Цвітіння                               | 09.06       | –               | 113/1,8           | 81/0,6          |
|                                    | Початок плодоношення                   | 19.06       | –               | 115/0,2 (1,9*)    | 82/0,1 (1,4*)   |

НІР<sub>05</sub>, см за факторами:

|                |   |   |   |
|----------------|---|---|---|
| Травостій      | 3 | 4 | 3 |
| Фаза вегетації | 4 | 5 | 4 |

Примітка 1. У знаменнику наведено добове збільшення лінійного росту за періоди вегетації, см, а в дужках із зірочкою – за весь період спостережень.

Примітка 2. Дослідження на люцерновому і люцерно-злаковому травостої проведено на фоні Р<sub>45</sub>К<sub>90</sub>, а на злаковому – на фоні N<sub>90</sub>Р<sub>45</sub>К<sub>90</sub>.

Примітка 3. У дужках наведено фазу вегетації злакових компонентів люцерно-злакової суміші.

Висота люцерни посівної за цей період як в одновидовому посіві, так і люцерно-злаковій суміші збільшилася від 10–11 до 87–88 см, або на 77 см, і від агроценозу суттєво не залежала.

Найбільш інтенсивне збільшення висоти злакових трав як у злаковому, так і люцерно-злаковому травостоях в середньому за три роки досліджень спостерігали у період від кінця кушіння до кінця колосіння (від 1 до 30 травня) з середньодобовим приростом 1,8–3,3 см. Помітно більшим у цей період (на 0,3–1,0 см) він був у стоколосу безостого, ніж у костриці східної. Тимчасом у люцерни посівної збільшення висоти було більш-менш вирівняним і розтягнутим протягом усього періоду спостережень, хоч і були відрізки від початку відростання до пагоноутворення і від кінця бутонізації до цвітіння, коли середньодобовий приріст висоти був найменшим і становив 0,5–1,1 см. Проте ці показники збільшення лінійного росту за термін від 9 до 19 червня були на 0,2–0,5 см більшими, ніж у компонентів злакового травостою, у яких дещо коротша вегетація.

У люцерни посівної за період від пагоноутворення до кінця бутонізації, тобто за період, впродовж якого лінійний ріст на 10 см був більшим, ніж у злаковому травості, добовий приріст висоти коливався у межах 1,0–2,4 см, тобто був меншим, ніж у компонентів злакового травостою.

На якість трав'яних кормів суттєво впливає частка листя в урожаї біомаси, адже в листі нагромаджується більше сирого протеїну і менше сирі клітковини, ніж у стеблах. Параметри цього показника занесено до ДСТУ 4674:2006 [11] з метою оцінки придатності біомаси для виготовлення певного класу трав'яних кормів. Тому дуже важливо знати динаміку частки листя в урожаї люцерни посівної, люцерно-злакових і злакових травостоїв за фазами вегетації при формуванні врожаю кормової біомаси за укосами.

Аналіз наших досліджень (табл. 4) з вивчення цих змін у першому укосі показав, що на всіх досліджуваних травостоях зменшення частки листя відбувалося в міру старіння травостою від фази пагоноутворення до цвітіння у люцерни посівної і від кінця кушіння до початку плодоношення домінуючого злакового компонента (стоколосу безостого) в інтервалі від 01.05 до 19.06. За цей термін у середньому за 2019–2021 рр. облистяність в одновидовому посіві люцерни посівної та люцерно-злаковій суміші зменшилася від 87–90 до 28–31 %, а в злаковому агроценозі – від 94 до 26 %.

#### 4. Динаміка частки листя в люцерновому, люцерно-злаковому і злаковому травостоях за фазами вегетації при формуванні врожаю біомаси у першому укосі, % (середнє за 2019–2021 рр.)

| Травостій (домінуючий компонент)   | Фаза вегетації домінанта | Дата обліку | Роки |      |      | Середнє      |
|------------------------------------|--------------------------|-------------|------|------|------|--------------|
|                                    |                          |             | 2019 | 2020 | 2021 |              |
| Люцерна посівна                    | Пагоноутворення          | 01.05       | 91   | 86   | 84   | 87/–         |
|                                    | Початок гілкування       | 10.05       | 78   | 76   | 74   | 76/1,1       |
|                                    | Гілкування               | 20.05       | 64   | 54   | 52   | 57/1,9       |
|                                    | Початок бутонізації      | 30.05       | 45   | 39   | 37   | 40/1,7       |
|                                    | Кінець бутонізації       | 09.06       | 36   | 30   | 29   | 32/0,8       |
|                                    | Цвітіння                 | 19.06       | 30   | 28   | 26   | 28/0,4 (1,2) |
| Люцерно-злаковий (люцерна посівна) | Пагоноутворення          | 01.05       | 93   | 90   | 88   | 90/–         |
|                                    | Початок гілкування       | 10.05       | 85   | 81   | 79   | 82/0,8       |
|                                    | Гілкування               | 20.05       | 64   | 67   | 65   | 65/1,7       |
|                                    | Початок бутонізації      | 30.05       | 46   | 49   | 47   | 47/1,9       |
|                                    | Кінець бутонізації       | 09.06       | 38   | 39   | 37   | 38/0,9       |
|                                    | Цвітіння                 | 19.06       | 31   | 31   | 31   | 31/0,7 (1,2) |
| Злаковий (стоколос безостий)       | Кінець кущіння           | 01.05       | 95   | 94   | 92   | 94/–         |
|                                    | Грубування               | 10.05       | 80   | 78   | 76   | 78/1,6       |
|                                    | Початок колосіння        | 20.05       | 52   | 50   | 48   | 50/2,8       |
|                                    | Кінець колосіння         | 30.05       | 37   | 35   | 33   | 35/1,5       |
|                                    | Цвітіння                 | 09.06       | 31   | 29   | 27   | 29/0,6       |
|                                    | Початок плодоношення     | 19.06       | 28   | 26   | 24   | 26/0,5 (1,4) |

НІР<sub>05</sub>, см за факторами:

|                |   |   |   |   |
|----------------|---|---|---|---|
| Травостій      | 3 | 4 | 3 | 3 |
| Фаза вегетації | 4 | 4 | 4 | 4 |

Примітка 1. У знаменнику наведено добове зменшення частки листя за 10 діб, а в дужках – за весь період (50 діб).

Примітка 2. Дослідження на люцерновому і люцерно-злаковому травостої проведено на фоні Р<sub>45</sub>К<sub>90</sub>, а на злаковому – на фоні N<sub>90</sub>Р<sub>45</sub>К<sub>90</sub>.

Отже, добре помітно, що зменшення цього показника відбувається повільнішими темпами в люцерновому і люцерно-злаковому травостої з домінуванням бобового виду, ніж у злаковому. За 50 діб у першому випадку облистяність зменшилася на 59 %, у другому – на 68 %.

Середньодобове зменшення частки листя в міру старіння трав за зазначений вище період у люцерновому і люцерно-злаковому травостої

коливалося у межах 0,4–1,9 %/добу (в середньому за весь період 1,2 %/добу), тимчасом як на злаковому травостої – у межах 0,5–2,8 %/добу (в середньому 1,4 %/добу).

Слід відзначити, що найшвидше це відбувалося у період найбільшого їх росту. Найсуттєвіше зменшення частки листя в урожаї біомаси злакового травостою в середньому за роки досліджень спостерігали у період від кінця фази кушіння до кінця колосіння (від 1 до 30 червня) з середньодобовим зменшенням у проміжку 10 діб 1,6–2,8 %/добу. У люцерни посівної та люцерно-злакового агроценозу з домінуванням бобового компонента цей період був тривалішим, а саме: від фази пагоноутворення до кінця фази бутонізації з параметрами 0,8–1,9 %/добу. Отже, при формуванні біомаси у першому укосі швидше це відбувається в злаковому, ніж у травостоях з домінуванням люцерни посівної.

Закономірності щодо зменшення частки листя в урожаї при проходженні фаз вегетації, тобто в міру старіння рослин у першому укосі, які спостерігали в середньому за роки досліджень, були і в кожному році. Слід відзначити, що в усі строки на одну і ту ж дату відбирання рослинних зразків на 1–8 % більшою облистяність була у першому 2019 р. життя і користування трав, ніж у 2020 і 2021 рр.

Відомо, що продуктивність ценозів тісно пов'язана з індексом листової поверхні, її оптичними й біологічними якістьми, яка максимальних значень досягає в фазі колосіння домінуючих злаків і бутонізації бобових.

За нашими даними, наростання площі листової поверхні при формуванні врожаю кормової біомаси у першому укосі (табл. 5) у досліджуваних багаторічних кормових агроценозів відбувалося неоднаково. У злаковому травостої збільшення її (в середньому за 2019–2021 рр. з параметрами від 11,1 до 38,5 тис. м<sup>2</sup>/га) спостерігали у період від кінця кушіння до початку колосіння. Далі, починаючи з фази кінця колосіння аж до початку плодошення (молочна стиглість), вона поступово зменшилася від 37,8 до 31,0 тис. м<sup>2</sup>/га.

У люцерни посівної період наростання її був більш розтягнутим порівняно із злаковим травостоєм. У середньому за 2019–2021 рр. з параметрами від 6,9 до 34,9 тис. м<sup>2</sup>/га це було під час від пагоноутворення аж до кінця бутонізації. Незначне зменшення її відбулося у період від кінця бутонізації до фази цвітіння (до 32,7 тис. м<sup>2</sup>/га).

**5. Динаміка площі листкової поверхні в люцерновому, люцерно-злаковому і злаковому травостоях за фазами вегетації при формуванні кормової біомаси у першому укосі, тис. м<sup>2</sup>/га (середнє за 2019–2021 рр.)**

| Травостій<br>(домінуючий компонент) | Фаза вегетації домінанта | Дата обліку | Роки |      |      | Середнє     |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------|------|------|------|-------------|
|                                     |                          |             | 2019 | 2020 | 2021 |             |
| Люцерна посівна                     | Пагоноутворення          | 01.05       | 2,8  | 8,7  | 9,1  | 6,9         |
|                                     | Початок гілкування       | 10.05       | 7,6  | 23,6 | 24,7 | 18,6        |
|                                     | Гілкування               | 20.05       | 11,8 | 36,5 | 38,2 | 28,8        |
|                                     | Початок бутонізації      | 30.05       | 13,7 | 42,4 | 44,5 | 33,5        |
|                                     | Кінець бутонізації       | 09.06       | 14,2 | 44,1 | 46,3 | 34,9        |
|                                     | Цвітіння                 | 19.06       | 13,4 | 41,4 | 43,4 | 32,7 (25,9) |
| Люцерно-злаковий (люцерна посівна)  | Пагоноутворення          | 01.05       | 3,8  | 11,9 | 12,5 | 9,4         |
|                                     | Початок гілкування       | 10.05       | 11,3 | 35,1 | 36,8 | 27,7        |
|                                     | Гілкування               | 20.05       | 14,6 | 45,4 | 47,6 | 35,9        |
|                                     | Початок бутонізації      | 30.05       | 16,8 | 52,2 | 54,7 | 41,2        |
|                                     | Кінець бутонізації       | 09.06       | 15,9 | 49,4 | 51,7 | 39,0        |
|                                     | Цвітіння                 | 19.06       | 15,1 | 46,7 | 49,0 | 36,9 (31,7) |
| Злаковий (стоколос безостий)        | Кінець кушіння           | 01.05       | 4,5  | 14,0 | 14,7 | 11,1        |
|                                     | Трубкування              | 10.05       | 13,0 | 40,4 | 42,4 | 31,9        |
|                                     | Початок колосіння        | 20.05       | 15,7 | 48,7 | 51,1 | 38,5        |
|                                     | Кінець колосіння         | 30.05       | 15,4 | 47,9 | 50,2 | 37,8        |
|                                     | Цвітіння                 | 09.06       | 14,4 | 44,5 | 46,7 | 35,2        |
|                                     | Початок плодоношення     | 19.06       | 12,6 | 39,2 | 41,1 | 31,0 (30,9) |

НІР<sub>05</sub>, см за факторами:

|                |     |     |     |   |
|----------------|-----|-----|-----|---|
| Травостій      | 0,5 | 2,0 | 2,1 | 3 |
| Фаза вегетації | 0,6 | 2,2 | 2,2 | 4 |

Примітка 1. У дужках наведено середній показник площі листкової поверхні за весь досліджуваний період наростання кормової біомаси.

Примітка 2. Дослідження на люцерновому і люцерно-злаковому травостой проведено на фоні Р<sub>45</sub>К<sub>90</sub>, а на злаковому – на фоні N<sub>90</sub>Р<sub>45</sub>К<sub>90</sub>.

У люцерно-злаковій суміші з домінуванням люцерни посівної закономірність щодо збільшення площі листкової поверхні в середньому за 2019–2021 рр. займала проміжне місце між люцерною посівною і злаковим травостоєм. Наростання відбувалося від фази пагоноутворення до початку бутонізації з показниками від 9,4 до 41,2 тис. м<sup>2</sup>/га. Незначне зменшення (до 36,9 тис. м<sup>2</sup>/га) було у період

від початку бутонізації до цвітіння. Слід відзначити, що ці параметри були найбільшими з коливаннями за десятиденними періодами в межах 9,4–41,2 тис. м<sup>2</sup>/га (у середньому 31,7 тис. м<sup>2</sup>/га). Середній показник у люцерно-злаковому агроценозі на 0,8 тис. м<sup>2</sup>/га був більшим від злакового і на 5,8 тис. м<sup>2</sup>/га – від люцернового травостою.

Закономірності щодо змін площі листової поверхні при проходженні фаз вегетації, тобто в міру старіння рослин, які спостерігали в середньому за роки досліджень, були і в кожному році. Слід відзначити, що в усі строки на одну і ту ж дату відбирання рослинних зразків на 5,9–37,9 тис. м<sup>2</sup>/га вона була меншою на першому році порівняно із другим і третім роками.

**Висновки.** У перші три роки життя і користування формуються агрофітоценози з домінуванням висіяних компонентів з часткою люцерни посівної в одновидовому посіві 86–89 %, в люцерно-злакових сумішах – 30–58 %. Внесення вапна або Р<sub>45</sub>К<sub>90</sub> збільшує вміст люцерни посівної в люцерно-злакових травостоях на 3–5 %, а поєднане їх застосування – на 6–9 %.

У бінарних люцерно-злакових сумішах за роками життя найкраще люцерна посівна утримується при сівбі з пізньостиглими тимофійкою лучною і пірієм середнім, а найгірше – з агресивною ранньостиглою грятницею збірною і малорічною, але ценотично активною в перший рік життя пажитницею багаторічною. За період від 1-го до 3-го років у люцерно-злаковому на безазотних фонах і злаковому агроценозі на фоні внесення N<sub>90</sub> поміж двох злакових компонентів відбувається зміна співдомінанта – костриці східної на стоколос безостий.

Сіяні травостої формуються із висотою компонентів 71–136 см. Найбільшою висотою характеризується стоколос безостий та люцерно-злакові і злаковий агроценози за його участі. Симбіотичний азот люцерни посівної збільшує висоту злаків на 11–20 %, мінеральний азот у дозі N<sub>30</sub> у сіяному злаковому травостої – на 25–26 %, а поєднане внесення щорічно Р<sub>45</sub>К<sub>90</sub> та 1,5 т/га вапна при залуженні – на 5–8 %. Найбільші прирости висоти (в межах 1,8–3,3 см/добу) відбуваються під час гілкування – початку бутонізації люцерни посівної і трубкування – колосіння злаків.

У міру старіння травостою при формуванні врожаю кормової біомаси у першому укосі зменшення частки листя за період 50 діб від 01.05 до 19.06 відбувається на 9 % (в середньому за добу на 0,2 %) повільніше, а наростання площі листової поверхні – орієнтовно на 10 діб довше на люцерновому і люцерно-злаковому агроценозі з домінуванням бобового виду, ніж на злаковому.

### Список використаної літератури

1. Бабич А. О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. Вінниця, 1994. 96 с.
2. Бабич А. О., Машчак Я. І. Підвищення продуктивності природних лук у Західному регіоні. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 9. С. 33–36.
3. Боговин А. В., Пташник М. М. Эколого-биологические и агротехнологические основы повышения продуктивности лугов Украины. Винница : ТВОРЫ, 2020. 504 с.
4. Векленко Ю. А., Ковтун К. П., Безвугляк Л. І. Вплив способів просторового розміщення компонентів на формування бінарних люцерно-злакових травостоїв в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 171–177.
5. Демидась Г. І., Пророченко С. С. Ботанічний склад та особливості формування люцерно-злакового травостою залежно від удобрення в умовах Правобережного Лісостепу. *Миронівський вісник*. 2018. № 7. С. 123–134.
6. Демидась Г. І., Пророченко С. С., Свистунова І. В. Поживна цінність та енергоємність корму люцерно-злакових травосумішок залежно від технологічних факторів вирощування. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. № 1. С. 13–21.
7. 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. С. 39–53.
8. Довідник по сіножатях і пасовищах / А. В. Боговин та ін. ; за ред. А. В. Боговіна. Київ : Урожай, 1990. 208 с.
9. ДСТУ 4115-2002. Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. Видання офіційне. [Чинний від 2003-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 10 с.
10. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту.

### References

1. Babych A. O. Methods of conducting experiments on feed production. Vinnytsia, 1994. 96 p.
2. Babych A. O., Mashchak Ya. I. Increasing the productivity of natural meadows in the western region. *Visnyk ahraryoi nauky*. 1997. No 9. P. 33–36.
3. Bogovin A. V., Ptashnik M. M. Ecological, biological and agrotechnological bases for increasing the productivity of Ukrainian meadows. Vinnitsa : TVORY, 2020. 504 p.
4. Veklenko Yu. A., Kovtun K. P., Bezvuhliak L. I. Influence of methods of spatial placement of components on the formation of binary alfalfa-grass stands in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2015. Issue 81. P. 171–177.
5. Demydas H. I., Prorochenko S. S. Botanical composition and peculiarities of alfalfa-grass grass formation depending on fertilizer in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. *Myronivskyi visnyk*. 2018. No 7. P. 123–134.
6. Demydas H. I., Prorochenko S. S., Svystunova I. V. Nutritional value and energy consumption of alfalfa-grass feed depending on technological factors of cultivation. *Roslynnnytstvo ta gruntoznavstvo*. 2019. No 1. P. 13–21.
7. Dziubailo A. H., Martsinko T. I., Holovchuk M. I. Formation of productivity of legume-cereal grass mixtures depending on fertilizer. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnnytstvo*. 2020. Issue 67. P. 39–53.
8. Handbook of hayfields and pastures / A. V. Bohovin et al. ; za red. A. V. Bohovina. Kyiv : Urozhai, 1990. 208 p.
9. DSTU 4115-2002. Soils. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds by the modified Chirikov method. [Chynnyi vid 2003-01-01]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2004. 10 p.
10. DSTU 4289:2004. Soil quality. Methods for determining organic matter. [Chynnyi vid 2005-01-07]. Kyiv :

- Методи визначання органічної речовини. Видання офіційне. [Чинний від 2005-01-07]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 14 с.
11. ДСТУ 4674:2006. Сіно. Технічні умови. Видання офіційне. [Чинний від 2007-10-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 15 с.
12. ДСТУ 4687:2007. Природні кормові угіддя. Метод ботанічного обстеження травостою. Видання офіційне. [Чинний від 2008-10-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 15 с.
13. ДСТУ 7863:2015. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда. Видання офіційне. [Чинний від 2015-01-07]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 6 с.
14. ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначання рН (ISO 10390:1994, IDT). Видання офіційне. [Чинний від 2007-24-12]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 14 с.
15. Ковтун К. П., Ящук Т. С., Дутка Д. П. Динаміка ботанічного складу різночаснодостигаючих фітоценозів залежно від удобрення та режимів використання. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2009. Т. 11. С. 216–265.
16. Ковтун К. П., Векленко Ю. А., Ящук В. А. Формування фітоценозу та продуктивності еспарцето-злакових травосумішок залежно від способів сівби та просторового розміщення видів в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 89. С. 112–120. DOI: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-11>.
17. Ковтун К. П., Дєдов О. В., Романюк С. П. Хімічний склад і поживність зеленої маси трав залежно від фази їх росту і розвитку. *Корми і кормовиробництво*. 1998. Вип. 41. С. 41–45.
18. Кургак В. Г., Карбівська У. М. Особливості формування бобово-злакових агрофітоценозів на дерново-підзолистих ґрунтах Прикарпаття України. *Корми і Derzhspozhyhvstandart Ukrainy*, 2006. 14 p.
11. DSTU 4674:2006. Hay. Specifications. [Chynnyi vid 2007-10-01]. Kyiv : Derzhspozhyhvstandart Ukrainy, 2008. 15 p.
12. DSTU 4687:2007. Natural forage lands. Method of botanical survey of grasses. [Chynnyi vid 2008-10-01]. Kyiv : Derzhspozhyhvstandart Ukrainy, 2008. 15 p.
13. DSTU 7863:2015. Soil quality. Determination of easily hydrolysed nitrogen by the Cornfield method. [Chynnyi vid 2015-01-07]. Kyiv : DP «UkrNDNTs», 2018. 6 p.
14. DSTU ISO 10390:2007. Soil quality. Determination of pH (ISO 10390:1994, IDT). [Chynnyi vid 2007-24-12]. Kyiv : Derzhspozhyhvstandart Ukrainy, 2008. 14 p.
15. Kovtun K. P., Yashchuk T. S., Dutka D. P. Dynamics of botanical composition of differently riping phytocenoses depending on fertilizers and modes of use. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhyskoho*. 2009. Vol. 11. P. 216–265.
16. Kovtun K. P., Veklenko Yu. A., Yashchuk V. A. Formation of phytocenosis and productivity of sainfoin-cereal grass mixtures depending on the methods of sowing and spatial distribution of species in the Right-Bank Forest-Steppe. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2020. Issue 89. P. 112–120. DOI: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-11>.
17. Kovtun K. P., Diedov O. V., Romaniuk S. P. Chemical composition and nutritional value of green mass of grasses depending on the phase of their growth and development. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 1998. Issue 41. P. 41–45.
18. Kurhak V. H., Karbivska U. M. Peculiarities of formation of leguminous-cereal agrophytocenoses on sod-podzolic soils of Prykarpattia Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2020. Issue 89. P. 121–133.
19. Makarenko P. S., Kovtun K. P., Veklenko Yu. A. Influence of perennial

*кормовиробництво*. 2020. Вип. 89. С. 121–133.

19. Макаренко П. С., Ковтун К. П., Векленко Ю. А. Вплив багаторічних бобових трав та інокуляції на формування бобово-злакових агрофітоценозів. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 36. С. 71–75.

20. Мельник М. І. Динаміка ботанічного складу ранньостиглих травостоїв. *Корми і кормовиробництво*. 2014. Вип. 78. С. 82–87.

21. Мойсієнко В. В. Наукові основи виробництва якісних кормів та ефективного використання лукопасовищних угідь в умовах Полісся України. *Вісник ЖНАЕУ*. 2015. № 2 (50), т. 1. С. 269–278. (Серія – рослинництво, селекція та кормовиробництво).

22. 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.

23. Панахид Г. Я. Агробіологічні та технологічні основи формування продуктивності різновікових лучних фітоценозів у Західному Лісостепу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 06.01.12 «Кормовиробництво і лукувництво». Чабани, 2018. 40 с.

24. Продуктивность культурного пастбища в зависимости от продолжительности периодов отдыха и уровня азотного удобрения / М. Т. Ярмолук и др. *Корма и кормопроизводство*. 1989. Вип. 28. С. 51–55.

25. Characterisation of protein and fibre in pulp after biorefining of red clover and perennial ryegrass / V. K. Damborg et al. *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy* : Proceedings of the 26<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Trondheim, Norway, 4–8 September, 2016. P. 366–371.

26. Effect of the cultivation of legumes on the dynamics of sod-podzolic soil fertility

legumes and inoculation on the formation of legume-cereal agrophytocenoses. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2006. Issue 36. P. 71–75.

20. Melnyk M. I. Dynamics of botanical composition of early grasses. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2014. Issue 78. P. 82–87.

21. Moisiienko V. V. Scientific bases of production of qualitative forages and effective use of meadow pastures in the conditions of Polissia of Ukraine. *Visnyk ZhNAEU*. 2015. No 2 (50), vol. 1. P. 269–278.

22. Features of the formation of meadow grass stands of different ages depending on the surface improvement / U. O. Kotiash et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2019. Issue 66. P. 117–129.

23. Panakhyd H. Ya. Agrobiological and technological bases of productivity formation of meadow phytocenoses of different ages in the Western Forest-Steppe : author's abstract of thesis for obtaining sci. degree Dr. of agric. sciences : spec. 06.01.12 "Forage production and meadow cultivation". Chabany, 2018. 40 p.

24. Cultivated pasture productivity depending on the length of rest periods and the level of nitrogen fertilization / M. T. Yarmoliuk et al. *Korma i kormoproizvodstvo*. 1989. Issue 28. P. 51–55.

25. Characterisation of protein and fibre in pulp after biorefining of red clover and perennial ryegrass / V. K. Damborg et al. *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy* : Proceedings of the 26<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Trondheim, Norway, 4–8 September, 2016. P. 366–371.

26. Effect of the cultivation of legumes on the dynamics of sod-podzolic soil fertility rate / U. M. Karbivska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9 (3). P. 8–12. DOI: 10.15421/2019\_702.

27. Influence of Agrotechnical Measures on the Quality of Feed of Legume-Grass Mixtures / U. M. Karbivska

rate / U. M. Karbivska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9 (3). P. 8–12. DOI: 10.15421/2019\_702.

27. Influence of Agrotechnical Measures on the Quality of Feed of Legume-Grass Mixtures / U. M. Karbivska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9 (4). P. 547–551. DOI: 10.15421/2019\_788.

28. Influence of perennial legumes on the productivity of meadow phytocenoses / V. H. Kurhak et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10 (6). P. 310–315. DOI: 10.15421/2020\_298.

29. Martsinko T. I., Dziubailo A. H., Karasevych N. V. Formation of sowed mixtures of meadow grasses under the influence of mineral fertilizer. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 36–48. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2021-\(70\)-2-3](https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(70)-2-3).

30. Match clover: optimal selection of clover species / D. B. Hannaway et al. *Sustainable meat and milk production from grasslands* : Proceedings of the 27<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Cork, Ireland, 17–21 June, 2018. P. 218–220.

31. Nilsdotter-Linde N., Halling M. A., Jansson J. Widening the harvest window with contrasting grass-clover mixtures. *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy* : Proceedings of the 26<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Trondheim, Norway, 4–8 September 2016. P. 191–193.

32. Peyraud J. L., Peeters A. The role of grassland based production system in the protein security. *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy* : Proceedings of the 26<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Trondheim, Norway, 4–8 September 2016. P. 29–43.

et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9 (4). P. 547–551. DOI: 10.15421/2019\_788.

28. Influence of perennial legumes on the productivity of meadow phytocenoses / V. H. Kurhak et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10 (6). P. 310–315. DOI: 10.15421/2020\_298.

29. Martsinko T. I., Dziubailo A. H., Karasevych N. V. Formation of sowed mixtures of meadow grasses under the influence of mineral fertilizers. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Issue 70 (2). P. 36–48. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2021-\(70\)-2-3](https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(70)-2-3).

30. Match clover: optimal selection of clover species / D. B. Hannaway et al. *Sustainable meat and milk production from grasslands* : Proceedings of the 27<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Cork, Ireland, 17–21 June, 2018. P. 218–220.

31. Nilsdotter-Linde N., Halling M. A., Jansson J. Widening the harvest window with contrasting grass-clover mixtures. *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy* : Proceedings of the 26<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Trondheim, Norway, 4–8 September 2016. P. 191–193.

32. Peyraud J. L., Peeters A. The role of grassland based production system in the protein security. *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy* : Proceedings of the 26<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Trondheim, Norway, 4–8 September 2016. P. 29–43.

Отримано 15.03.2022  
Погоджено до друку 31.05.2022

## **СТРУКТУРА ВРОЖАЮ СІЯНОГО БОБОВО-ЗЛАКОВОГО ТРАВСТОЮ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДОВОГО СКЛАДУ ТА УДОБРЕННЯ**

Структура багаторічних бобово-злакових травосумішок відіграє важливу роль у формуванні врожаю і якості кормової маси. Особливо це стосується листків, у хлорофілі яких відбувається процес фотосинтезу органічної речовини. Разом з тим листки значно багатші на поживні речовини. Тому чим більша у структурі врожаю маса листків, тим вища врожайність і кормова поживність травостою.

Дослідження, проведені в умовах Лісостепу Західного на темно-сірому опідзоленому глеюватому слабозмитому ґрунті, показали, що структура врожаю багаторічних бобово-злакових травосумішок залежить від видового складу, удобрення і позакореневого підживлення травостою регулятором росту органік баланс. Водночас найбільший відсоток листків (26,5–29,4) у бобових трав І укосу відзначено у травосумішці, де зі злаків висівали грятисцю збірну, пажитницю багаторічну і тимофіївку лучну, з бобових – конюшину лучну і лядвенець рогатий. У злакових трав найбільше листя у структурі врожаю (27,1–29,9 %) спостерігали на ділянках, де, крім злаків, висівали бобові конюшину гібридну та лядвенець рогатий чи конюшину гібридну і конюшину лучну.

Повні мінеральні добрива, внесені з розрахунку  $N_{30}P_{60}K_{90}$ , збільшували частку листків у бобових трав І укосу, залежно від складу травосумішки, з 25,7–27,2 % на контролі і 26,3–27,3 % на фосфорно-калійному фоні до 27,0–28,5 %. У злакових трав цей показник зростав відповідно з 26,4–27,9 до 27,0–28,0 і 28,5–29,9 %. Подальше підвищення дози додатково внесеного азоту до  $N_{60}$  не збільшувало частку листків як у злакових, так і бобових компонентів травосумішки. Позакореневе підживлення травостою регулятором росту органік баланс підвищувало масу листків у структурі врожаю бобових і злакових трав І укосу на всіх варіантах удобрення.

Внесені мінеральні добрива збільшували і масу стебел: у бобових трав з 55,4–56,7 % на контролі до 55,8–57,3 % на ділянках, удобрених  $P_{60}K_{90}$ , і до 56,6–59,9 % на варіантах, удобрених повними мінеральними добривами з розрахунку  $N_{60}P_{60}K_{90}$ .

У другому укосі бобово-злакової травосумішки частка листків у

бобових трав знижувалася порівняно з першим укосом з 25,7–29,8 до 16,0–20,2 %, злаків – з 26,4–29,8 до 17,5–20,9 %.

У міру старіння бобово-злакового травостою маса листя у структурі врожаю бобових і злакових трав суттєво знижувалася.

**Ключові слова:** бобово-злакова травосумішка, видовий склад, облиственість трав, мінеральні добрива, регулятор росту органік баланс, процес фотосинтезу, органічна речовина.

**Nataliia Pylypiv**

Institute of Agriculture in the Carpathian Region NAAS

**The structure of the crop of sown legumes and cereals depending on the species composition and fertilizer**

The structure of perennial legume/cereal mixtures plays an important role in crop formation and forage mass quality. This is especially true for the leaves in which chlorophyll undergoes the process of organic matter photosynthesis. At the same time, the leaves are much richer in nutrients. Therefore, the greater the mass of leaves in the crop structure, the higher the yield and fodder nutritional value of the standing grass crop.

Studies carried out in the conditions of the Western Forest-Steppe on a dark-gray podzolized gleyic weakly washed soil showed that the crop structure of perennial legume/cereal herbage mixtures depends on the species composition, fertilizer, and foliar fertilizing of the standing grass crop by the organic balance growth regulator. At the same time, the largest percentage of leaves (26.5–29.4) in leguminous grasses of the 1st hay cutting was noted in the herbage mixtures, where the cereals cat grass, perennial ryegrass, and timothy, as well as the leguminous grasses red clover and bird's-foot trefoil, were sown. In cereal grasses, the largest leaves in the crop structure (27.1–29.9 %) were observed in areas where, in addition to cereals, legumes alsike clover and bird's-foot trefoil or alsike clover and red clover were sown.

Complete mineral fertilizers applied at the rate of  $N_{30}P_{60}K_{90}$  increased the share of leaves in legumes of 1st hay cutting, depending on the herbage mixture composition, from 25.7–27.2 % in the control and 26.3–27.3 % with the phosphorus-potassium background up to 27.0–28.5 %. In cereal herbs, this indicator increased from 26.4–27.9, respectively, to 27.0–28.0 and 28.5–29.9 %. A further increase in the dose of additionally introduced nitrogen to  $N_{60}$  did not increase the share of leaves in both cereal and legume components of the herbage mixture. Foliar fertilizing of the standing grass crop with the organic balance growth regulator resulted in an increased mass of leaves in the crop structure for the 1st hay cutting of leguminous and cereal grasses in all variants of fertilizing.

The introduced mineral fertilizers also increased the weight of stems: from 55.4–56.7 % in leguminous grasses at the control to 55.8–57.3 % in fertilized areas of  $P_{60}K_{90}$  and to 56.6–59.9 % fertilized with full mineral fertilizers at the rate of  $N_{60}P_{60}K_{90}$ .

In the second hay cutting of the legume/cereal mixture, the share of leaves in legumes decreased compared to the first hay cutting from 25.7–29.8 to 16.0–20.2 %, and from 26.4–29.8 %, to 17.5–20.9 % cereals.

As the legume/cereal standing grass crop aged, the mass of leaves in the crop structure of the legume/cereal grasses significantly decreased.

**Keywords:** legume/cereal herbage mixture, species composition, leaf coverage, mineral fertilizers, organic balance growth regulator, photosynthesis process, organic matter.

**Вступ.** Багаторічні трави є важливим джерелом високоякісних і дешевих кормів для громадського тваринництва [3, 5, 9, 10, 11, 14, 16]. Особливо це стосується бобово-злакових травосумішок [18, 23, 24, 26, 27]. На підставі узагальнення літературних джерел і власних досліджень В. Г. Кургак і З. М. Панасюк [30] дійшли висновку, що створення сіяних травостоїв із підвищеним вмістом багаторічних бобових трав є одним із найперспективніших напрямів ведення органічного луківництва. До того ж бобово-злакові травосумішки без внесення добрив в 1,7–2,5 рази продуктивніші порівняно з одновидовими посівами злаків. Про перевагу бобово-злакових травосумішок над чистими посівами злаків свідчать і дослідження багатьох інших вітчизняних та зарубіжних вчених [4, 6, 7, 15, 31, 34].

Важливу роль у формуванні кормової продуктивності багаторічних сіяних травостоїв відіграє структура врожаю [7, 12, 17, 19]. Особливо це стосується облиствленості. Адже відомо, що у зелених листках багаторічних трав, як у всіх вищих рослин, відбувається процес фотосинтезу органічної речовини, від інтенсивності якого залежить величина врожаю кормової маси [22]. І одним з основних шляхів підвищення продуктивності фотосинтезу є формування посівів з оптимально розвиненим листковим апаратом, оскільки саме листок – основний орган, що засвоює сонячну енергію і синтезує органічні сполуки, які використовуються на формування нових органів рослин та врожаю [22]. Добре розвинений фотосинтетичний апарат – важливий фактор отримання високого врожаю сільськогосподарських культур, а тому він має характеризуватися високою інтенсивністю та продуктивністю в усі фази росту і розвитку рослин. У зв'язку з цим всі технологічні заходи вирощування травосумішок мають бути спрямовані на створення сприятливих умов для функціонування фотосинтетичного апарату та підвищення коефіцієнта використання рослиною сонячної енергії [22].

До того ж листки бобових і злакових трав містять значно більше поживних речовин порівняно з іншими органами рослин [25, 32, 33].

Більш облиствені трави краще поїдаються тваринами, і перетравність поживних речовин у них значно вища. Тому чим більша обливленість травостою, тим вища поживність кормової маси [6, 8, 28, 29].

Структура врожаю багаторічних бобово-злакових травосумішок залежить від багатьох факторів: видового складу, періоду вегетації, кратності скошування, удобрення та ін. [13]. Як свідчать дані М. Т. Ярмолюка та ін., внесення азотних добрив регулює наростання листової поверхні і продовжує життєвий цикл, стимулюючи пробудження пазушних бруньок і перетворення їх на бокові пагони. І якщо на неудобрених ділянках маса листків у першому укосі становила 63 %, то на удобрених повними мінеральними добривами – 70 %, у третьому укосі – відповідно 62 і 87 % [1].

Підтвердженням цього є також дані, які отримала Г. Я. Панахид на лучному травостой. Завдяки додатковому внесенню 120 кг/га азоту на фоні  $P_{60}K_{90}$  частка листків зросла з 50 до 58 % у першому укосі і з 82 до 87 % у другому укосі [21].

Заслужують на увагу багаторічні дослідження І. Т. Слюсаря та ін., проведені на осушуваних землях гумідної зони України. Згідно з отриманими даними збільшення листової маси у структурі врожаю простежується на травостоях усіх років вирощування від ділянок без внесення добрив до варіантів з повним мінеральним удобренням. До того ж відсоток зменшення листової маси врожаю зменшується зі старінням травостою. Найнижчі показники обливленості врожаю шістнадцятого року використання були на неудобрених ділянках – 52,1–53,7 %, а за внесення NPK – 54,9–57,1 % проти травостою першого року – відповідно 67,2–67,8 і 67,4–68,1 %. Збільшення кількості скошувань сприяє підвищенню відсотка листової маси [20].

Дослідження, проведені на осушених торфових ґрунтах Панфільської дослідної станції ННЦ «Інститут землеробства НААН», показали, що в міру старіння трав від фази трубкування до масового цвітіння – початку дозрівання насіння частка листя в урожаї зменшилася від 70–76 до 40–30 %. Водночас погіршилася якість корму, зокрема вміст сирого протеїну в сухій масі зменшувався від 16–21 до 9–14 %, перетравність сухої маси *in vitro* – від 65–75 до 50–55 %, а вміст сирової клітковини збільшувався від 19–25 до 30–35 % [25].

На низинній луці із виродженим травостоем, розміщеній на темно-сірому опідзоленому оглеєному середньосуглинковому ґрунті дослідної ділянки відділу кормовиробництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, за всівання

трикомпонентної травосуміші та застосування повного мінерального добрива  $N_{60}P_{60}K_{90}$  і препарату вуксалан Комбі частка листя злаків у першому укосі коливалася в межах 20–43 %, другому – 35–54 %, у третьому – 53–65 %. Частка стебел злакових трав у першому укосі була найвищою і становила 50–67 %. Частка листя бобових у травостой першого укосу коливалася в межах 31–46 %, другого – 45–66 % і третього – 32–68 %. Частка стебел становила відповідно 47–65, 28–50 і 31–50 % [9].

**Матеріали і методи.** Вивчення залежності зміни структури врожаю багаторічних сіяних травосумішок від видового складу й удобрення проводили у польовому досліді, який закладено на типовому для Лісостепу Західного темно-сірому опідзоленому глеюватому слабозмитому ґрунті дослідного поля відділу кормовиробництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Орний (0–20 см) шар ґрунту характеризується такими показниками родючості: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 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 НААН [2].

Дослід двофакторний: фактор А – видовий склад травосумішок і фактор Б – удобрення.

Видовий склад лучних фітоценозів (фактор А): травосумішка 1 – грятися збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина гібридна і лядвенець рогатий; травосумішка 2 – грятися збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна і лядвенець рогатий; травосумішка 3 – грятися збірна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна і конюшина гібридна.

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

У травосумішках висівали рекомендовані для вирощування у Лісостепу Західному сорти багаторічних злакових і бобових трав: грятися збірна (*Dactylis glomerata* L.) Дрогобичанка, 6 кг/га схожого насіння; пажитниця багаторічна (*Lolium perenne* L.) Дрогобицький 16, 10 кг/га; тимофіївка лучна (*Phleum pratense* L.) Підгірянкa, 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 hybridum* L.) Придністровська, 4 кг/га.

Добрива у формі аміачної селітри, гранульованого суперфосфату і калімагnezії згідно зі схемою досліду вносили ранньою весною під час відновлення вегетації трав. Регулятор росту органік баланс використовували шляхом позакореневого обприскування вегетуючого травостою перед виходом злакових компонентів у трубку.

Загальна площа дослідних ділянок – 36 м<sup>2</sup>, облікова – 20 м<sup>2</sup>. Повторність 4-разова. Розміщення ділянок послідовне.

Структуру врожаю бобово-злакової травосумішки визначали перед збиранням кожного укосу шляхом зважування 10 рослин злакових і бобових компонентів і окремо – листків та стебел.

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

Метеорологічні умови у роки проведення досліджень були, за даними Львівського центру з гідрометеорології, в основному типовими для Лісостепу Західного, проте мали місце деякі відхилення середньодобових температур повітря і опадів від середніх багаторічних показників в окремі місяці вегетації багаторічних бобово-злакових травосумішок. Особливо це стосується періодів відростання рослин у 2018 і 2019 рр., коли через недостатню кількість опадів (-29,4 і -18,2 мм) та підвищену температуру повітря (на +6,3 і +2,6 °C) порівняно з середньою багаторічною злакові і бобові трави відставали у рості.

Особливостями початку вегетації сіяних багаторічних бобово-злакових травосумішок 2020 р. також було підвищення температурного режиму квітня від 7,6 до 10,7 °C 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 °C 1 квітня до +23,1 °C 29 квітня, що негативно впливало на процес кушіння злакових трав. Другий місяць вегетаційного періоду сіяних лучних агрофітоценозів був на 2,1 °C холоднішим за норму і супроводжувався як температурними коливаннями (від -1,5 до +25,8 °C протягом 11–13 травня), так і надмірними атмосферними опадами (147,4 % багаторічної норми).

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

**Результати та обговорення.** Дані трирічних досліджень показали, що структура врожаю сіяної багаторічної бобово-злакової травосумішки значною мірою залежить від видового складу, рівня мінерального удобрення і позакореневого підживлення регулятором росту органік баланс (табл. 1).

**1. Структура врожаю бобових трав у бобово-злаковій травосумішці I укоси залежно від видового складу й удобрення, середнє за 2018–2020 рр., % у сухій масі**

| Травосумішка                                                                                                  | Удобрення                                            | Листя | Стебла | Суцвіття |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------|--------|----------|
| Грястиця збірна,<br>пажитниця<br>багаторічна,<br>тимофіївка лучна,<br>конюшина гібридна,<br>лядвенець рогатий | Контроль                                             | 25,7  | 56,7   | 17,7     |
|                                                                                                               | Контроль + ОБ                                        | 27,1  | 55,0   | 17,9     |
|                                                                                                               | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>                      | 26,3  | 55,8   | 15,9     |
|                                                                                                               | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ                 | 27,0  | 58,1   | 14,9     |
|                                                                                                               | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 28,0  | 58,5   | 13,6     |
|                                                                                                               | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 28,3  | 57,7   | 14,6     |
|                                                                                                               | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 27,2  | 59,9   | 12,9     |
|                                                                                                               | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 28,6  | 58,9   | 12,6     |
| Грястиця збірна,<br>пажитниця<br>багаторічна,<br>тимофіївка лучна,<br>конюшина гібридна,<br>конюшина лучна    | Контроль                                             | 27,2  | 55,4   | 17,5     |
|                                                                                                               | Контроль + ОБ                                        | 28,8  | 55,2   | 16,1     |
|                                                                                                               | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>                      | 27,3  | 57,3   | 15,4     |
|                                                                                                               | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ                 | 28,0  | 57,3   | 14,6     |
|                                                                                                               | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 28,5  | 56,6   | 14,9     |
|                                                                                                               | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 28,7  | 55,0   | 16,4     |
|                                                                                                               | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 27,5  | 56,8   | 15,7     |
|                                                                                                               | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 28,0  | 55,5   | 16,6     |
| Грястиця збірна,<br>пажитниця<br>багаторічна,<br>тимофіївка лучна,<br>конюшина лучна,<br>лядвенець рогатий    | Контроль                                             | 26,5  | 56,0   | 17,6     |
|                                                                                                               | Контроль + ОБ                                        | 27,5  | 54,4   | 18,1     |
|                                                                                                               | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>                      | 27,2  | 55,9   | 16,9     |
|                                                                                                               | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ                 | 27,7  | 57,0   | 15,3     |
|                                                                                                               | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 29,4  | 56,3   | 14,3     |
|                                                                                                               | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 29,8  | 54,8   | 15,7     |
|                                                                                                               | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 27,3  | 57,1   | 15,6     |
|                                                                                                               | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 28,3  | 56,1   | 15,6     |

Примітка: ОБ – позакореневе підживлення травостою регулятором росту органік баланс.

Найбільше у загальній масі рослини у бобових припадає на стебла. На них, залежно від складу травосумішки й удобрення,

припадає від 55,0 до 59,9 %. Частка листків значно менша і становить 25,7–29,4 %. Ще менша частка в урожаї травосумішки у суцвітті – лише 12,6–18,1 %. Найбільший відсоток листків (26,5–29,4) у бобових трав відзначено у травосумішці, де зі злаків висівали грятю збірну, пажитницю багаторічну і тимофіївку лучну, з бобових – конюшину лучну і лядвенець рогатий. Потужну стеблову частину формували бобові рослини на ділянках з висівом грятю збірної, пажитниці багаторічної, тимофіївки лучної та конюшини гібридної і лядвенцю рогатого: відсоток стебел у загальній масі рослин сягав до 59,9 %.

Значний вплив на облиствленість бобових видів трав мали внесені мінеральні добрива. Так, на ділянках, удобрених повними мінеральними добривами з розрахунку  $N_{30}P_{60}K_{90}$ , частка листків рослин, залежно від складу травосумішки, зростала з 25,7–27,2 % на контролі і 26,3–27,3 % на фосфорно-калійному фоні до 27,0–28,5 %. Подальше підвищення дози додатково внесеного азоту до  $N_{60}$  виявилось неефективним.

Важливим засобом збільшення ваги листя у масі рослин стало позакореневе обприскування травостою у фазі виходу в трубку злакових компонентів регулятором росту органік баланс. До того ж цей агрозахід був ефективним на всіх варіантах удобрення бобово-злакового травостою.

Що ж до стебел, то їх частка у загальній масі рослин зростала в міру підвищення доз азоту на фоні фосфорно-калійного удобрення. І якщо на ділянках, удобрених  $P_{60}K_{90}$ , стебла в масі бобових рослин займали 54,4–57,3 %, то за внесення  $N_{60}P_{60}K_{90}$  – вже 56,8–59,9 %. Позакореневе підживлення травостою регулятором росту рослин органік баланс знижувало частку стебел у загальній масі бобових видів трав, особливо на ділянках з удобренням травостою повними мінеральними добривами.

Видовий склад травосумішки й удобрення мали також відчутний вплив на структуру врожаю злакового компонента (табл. 2).

Як у бобових, так і у злакових травах сіяного багаторічного сінокошу найбільший відсоток загальної маси рослин (54,2–58,3 %) припадає на стебла. Дещо менше в структурі травостою (26,4–29,8 %) становить листя і найменше (12,6–18,1 %) – суцвіття. Найбільш облиствленими є багаторічні бобово-злакові травостої, що складаються із злакових: грятю збірної, пажитниці багаторічної, тимофіївки лучної і бобових: конюшини гібридної та лядвенцю рогатого чи конюшини гібридної і конюшини лучної. На цих ділянках листки злакового компонента становлять 27,1–29,9 % від загальної

маси рослин. Удобрення сіяного травостою I укосу повними мінеральними добривами з розрахунку  $N_{30}P_{60}K_{90}$  збільшувало частку листків злакових у загальній масі трав з 26,4–27,9 % на контрольних варіантах до 28,5–29,9 %. Подальше підвищення дози азоту до  $N_{60}$  на фоні фосфорно-калійного живлення дещо знижувало цей показник.

## 2. Структура врожаю злакових трав у бобово-злаковій травосуміші I укосу залежно від видового складу й удобрення, середнє за 2018–2020 рр., % у сухій масі

| Травосумішка                                                                                                  | Удобрення                 | Листя | Стебла | Суцвіття |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|--------|----------|
| Грястиця збірна,<br>пажитниця<br>багаторічна,<br>тимофіївка лучна,<br>конюшина гібридна,<br>лядвенець рогатий | Контроль                  | 26,4  | 56,0   | 17,7     |
|                                                                                                               | Контроль + ОБ             | 27,8  | 54,3   | 17,9     |
|                                                                                                               | $P_{60}K_{90}$            | 27,0  | 57,1   | 15,9     |
|                                                                                                               | $P_{60}K_{90}$ + ОБ       | 27,8  | 57,8   | 14,4     |
|                                                                                                               | $N_{30}P_{60}K_{90}$      | 28,5  | 58,1   | 13,4     |
|                                                                                                               | $N_{30}P_{60}K_{90}$ + ОБ | 28,7  | 56,6   | 14,6     |
|                                                                                                               | $N_{60}P_{60}K_{90}$      | 27,9  | 58,3   | 12,9     |
|                                                                                                               | $N_{60}P_{60}K_{90}$ + ОБ | 29,2  | 58,2   | 12,6     |
| Грястиця збірна,<br>пажитниця<br>багаторічна,<br>тимофіївка лучна,<br>конюшина гібридна,<br>конюшина лучна    | Контроль                  | 27,9  | 54,4   | 17,8     |
|                                                                                                               | Контроль + ОБ             | 29,4  | 54,2   | 16,5     |
|                                                                                                               | $P_{60}K_{90}$            | 28,0  | 56,3   | 15,8     |
|                                                                                                               | $P_{60}K_{90}$ + ОБ       | 28,3  | 56,3   | 15,3     |
|                                                                                                               | $N_{30}P_{60}K_{90}$      | 28,8  | 55,1   | 15,4     |
|                                                                                                               | $N_{30}P_{60}K_{90}$ + ОБ | 29,8  | 54,4   | 16,7     |
|                                                                                                               | $N_{60}P_{60}K_{90}$      | 28,8  | 56,3   | 14,9     |
|                                                                                                               | $N_{60}P_{60}K_{90}$ + ОБ | 29,4  | 54,0   | 16,6     |
| Грястиця збірна,<br>пажитниця<br>багаторічна,<br>тимофіївка лучна,<br>конюшина лучна,<br>лядвенець рогатий    | Контроль                  | 27,1  | 55,3   | 17,6     |
|                                                                                                               | Контроль + ОБ             | 28,2  | 53,7   | 18,1     |
|                                                                                                               | $P_{60}K_{90}$            | 27,1  | 56,0   | 16,9     |
|                                                                                                               | $P_{60}K_{90}$ + ОБ       | 28,4  | 56,8   | 14,8     |
|                                                                                                               | $N_{30}P_{60}K_{90}$      | 29,9  | 55,8   | 14,3     |
|                                                                                                               | $N_{30}P_{60}K_{90}$ + ОБ | 29,8  | 54,4   | 15,8     |
|                                                                                                               | $N_{60}P_{60}K_{90}$      | 28,0  | 56,4   | 15,6     |
|                                                                                                               | $N_{60}P_{60}K_{90}$ + ОБ | 29,0  | 55,3   | 15,7     |

Примітка: ОБ – позакореневе підживлення травостою регулятором росту органік балансу.

Позакореневе підживлення сіяної багаторічної травосумішки істотно підвищувало частку листків у врожаї. Це стосується всіх

варіантів удобрення. Якщо, наприклад, на неудобрених ділянках (контроль) на листки припадало 26,4–27,9 % урожаю, то при додатковому підживленні рослин регулятором росту органік баланс – вже 27,8–29,4 %.

Удобрення сіяного травостою повними мінеральними добривами підвищувало частку стебел у врожаї бобово-злакової травосумішки з 55,3–56,0 % на неудобрених ділянках до 56,4–58,3 % на удобрених повними мінеральними добривами з розрахунку  $N_{60}P_{60}K_{90}$ .

Щодо суцвіття, то його відсоткове відношення до загальної маси рослин з внесенням мінеральних добрив зменшувалося з 17,6–17,8 % на контролі до 12,9–15,6 % на ділянках з удобренням травостою повними мінеральними добривами з розрахунку  $N_{60}P_{60}K_{90}$ .

Чіткої залежності зміни частки стебел і суцвіття у загальній масі рослин від позакореневого підживлення бобово-злакового травостою регулятором росту органік баланс не спостерігали.

У другому укосі сіяної бобово-злакової травосумішки ми відзначили значно нижчу частку листя у загальній масі бобових рослин порівняно з першим (табл. 3).

Якщо у першому укосі облиственість бобових трав становила залежно від складу травосумішки й удобрення 25,7–29,8 %, то у другому – лише 16,0–20,2 %. І, навпаки, частка стебел у врожаї бобових трав зросла з 54,0–58,3 % у першому укосі до 59,3–66,5 % у другому. Водночас зросла і частка суцвітть з 12,9–18,1 до 16,5–19,3 %.

### **3. Структура врожаю бобових трав у бобово-злаковій травосумішці II укосі залежно від видового складу й удобрення, середнє за 2018–2020 рр., % у сухій масі**

| Травосумішка                                                                                                  | Удобрення                 | Листя | Стебла | Суцвіття |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|--------|----------|
| 1                                                                                                             | 2                         | 3     | 4      | 5        |
| Грястиця збірна,<br>пажитниця<br>багаторічна,<br>тимофіївка лучна,<br>конюшина гібридна,<br>лядвенець рогатий | Контроль                  | 19,1  | 63,5   | 17,4     |
|                                                                                                               | Контроль + ОБ             | 19,1  | 62,6   | 18,3     |
|                                                                                                               | $P_{60}K_{90}$            | 18,2  | 64,8   | 17,0     |
|                                                                                                               | $P_{60}K_{90}$ + ОБ       | 17,7  | 64,8   | 17,6     |
|                                                                                                               | $N_{30}P_{60}K_{90}$      | 17,6  | 63,8   | 17,6     |
|                                                                                                               | $N_{30}P_{60}K_{90}$ + ОБ | 18,2  | 64,6   | 17,2     |
|                                                                                                               | $N_{60}P_{60}K_{90}$      | 16,0  | 66,5   | 17,6     |
|                                                                                                               | $N_{60}P_{60}K_{90}$ + ОБ | 16,4  | 66,1   | 17,6     |

| 1                                                                                                          | 2                                                    | 3    | 4    | 5    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------|------|------|
| Грястиця збірна,<br>пажитниця<br>багаторічна,<br>тимофіївка лучна,<br>конюшина гібридна,<br>конюшина лучна | Контроль                                             | 19,1 | 62,4 | 18,5 |
|                                                                                                            | Контроль + ОБ                                        | 19,2 | 62,5 | 18,4 |
|                                                                                                            | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>                      | 18,9 | 64,6 | 16,6 |
|                                                                                                            | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ                 | 19,2 | 64,4 | 16,5 |
|                                                                                                            | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 20,2 | 60,6 | 19,2 |
|                                                                                                            | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 19,1 | 62,1 | 18,8 |
|                                                                                                            | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 17,5 | 63,4 | 19,2 |
|                                                                                                            | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 18,7 | 62,7 | 18,7 |
| Грястиця збірна,<br>пажитниця<br>багаторічна,<br>тимофіївка лучна,<br>конюшина лучна,<br>лядвенець рогатий | Контроль                                             | 18,3 | 63,3 | 18,4 |
|                                                                                                            | Контроль + ОБ                                        | 18,3 | 62,4 | 19,3 |
|                                                                                                            | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>                      | 17,9 | 64,0 | 18,1 |
|                                                                                                            | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ                 | 18,0 | 64,7 | 17,4 |
|                                                                                                            | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 20,1 | 59,3 | 20,7 |
|                                                                                                            | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 19,2 | 59,9 | 21,0 |
|                                                                                                            | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 18,0 | 64,0 | 18,1 |
|                                                                                                            | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 18,3 | 63,3 | 18,4 |

Примітка. ОБ – позакореневе підживлення травостою регулятором росту органік баланс.

Щодо післядії удобрення і позакореневого підживлення на динаміку структурних показників бобових трав, то чіткої закономірності ми не зафіксували.

У другому укосі частка листків у масі злакових трав багаторічної бобово-злакової травосумішки була також значно нижчою, ніж у першому укосі (табл. 4). І якщо у першому укосі вони становили 26,4–29,8 %, то у другому – лише 17,5–20,9 %. Це пояснюється екстремально високими температурними умовами і зниженою вологозабезпеченістю формування врожаю другого укосу. Проте в другому укосі значно зросла маса стебел – з 54,3–58,3 до 61,8–66,9 %. Найбільшу облиствленість злакових трав у бобово-злаковій сумішці спостерігали на ділянках, де зі злаками грястицею збірною, пажитницею багаторічною і тимофіївкою лучною висівали конюшину лучну і конюшину гібридну: цей показник коливався у межах 17,7–21,0 %, тоді як у двох інших не перевищував 19,6–20,1 %.

Внесені з весни мінеральні добрива і позакореневе підживлення травостою регулятором росту органік баланс на облиствленість злакових трав практично не впливали.

**4. Структура врожаю злакових трав бобово-злакової травосумішки II укоси залежно від видового складу й удобрення, середнє за 2018–2020 рр., % у сухій масі**

| Травосумішка                                                                                                  | Удобрєння                                            | Листя | Стебла | Суцвіття |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------|--------|----------|
| Грястиця збїрна,<br>пажитниця<br>багаторічна,<br>тимофїївка лучна,<br>конюшина гїбридна,<br>лядвєнець рогатий | Контроль                                             | 19,4  | 63,9   | 16,8     |
|                                                                                                               | Контроль + ОБ                                        | 19,6  | 62,9   | 17,6     |
|                                                                                                               | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>                      | 18,6  | 65,3   | 16,2     |
|                                                                                                               | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ                 | 18,0  | 65,3   | 16,8     |
|                                                                                                               | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 18,0  | 64,7   | 17,3     |
|                                                                                                               | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 18,6  | 65,5   | 15,9     |
|                                                                                                               | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 17,5  | 66,9   | 15,7     |
|                                                                                                               | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 17,7  | 66,5   | 15,8     |
| Грястиця збїрна,<br>пажитниця<br>багаторічна,<br>тимофїївка лучна,<br>конюшина гїбридна,<br>конюшина лучна    | Контроль                                             | 20,6  | 62,6   | 16,8     |
|                                                                                                               | Контроль + ОБ                                        | 20,7  | 62,6   | 16,7     |
|                                                                                                               | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>                      | 20,7  | 63,3   | 16,1     |
|                                                                                                               | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ                 | 21,0  | 63,0   | 16,1     |
|                                                                                                               | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 20,9  | 61,8   | 17,4     |
|                                                                                                               | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 19,8  | 63,2   | 17,0     |
|                                                                                                               | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 17,7  | 64,6   | 17,7     |
|                                                                                                               | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 18,8  | 64,3   | 17,0     |
| Грястиця збїрна,<br>пажитниця<br>багаторічна,<br>тимофїївка лучна,<br>конюшина лучна,<br>лядвєнець рогатий    | Контроль                                             | 20,1  | 63,4   | 16,6     |
|                                                                                                               | Контроль + ОБ                                        | 20,1  | 62,6   | 17,4     |
|                                                                                                               | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>                      | 19,6  | 63,2   | 17,2     |
|                                                                                                               | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ                 | 19,7  | 63,8   | 16,5     |
|                                                                                                               | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 20,8  | 60,1   | 19,2     |
|                                                                                                               | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 19,7  | 62,1   | 18,2     |
|                                                                                                               | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 18,4  | 65,0   | 16,7     |
|                                                                                                               | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 18,6  | 64,8   | 16,6     |

Примітка: ОБ – позакорєнєве підживлення травостою регулятором росту органік баланс.

Варто відзначити, що показники структури врожаю багаторічних сїяних бобово-злакових травосумішок I укоси залежали не тільки від видового складу й удобрення, а й відчутно змінювалися в міру старіння (табл. 5).

I якщо в першій рік використання I укоси бобово-злакового травостою облиствленість бобових трав коливалася в межах 34,7–39,0 %, то в другий – зменшилася до 20,3–26,4 % і на третій – до 20,3–25,8 %. До того ж у другий і третій роки використання бобово-

злакового травостою I укусу позакореневе підживлення регулятором росту органік баланс ефективніше впливало на облиствленість бобових трав порівняно з першим роком.

### 5. Динаміка маси листя в урожаї бобових трав I укусу залежно від тривалості використання травостою, %

| Травосумішка                                                                                                     | Удобрення                                            | 2018 р. | 2019 р. | 2020 р. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------|---------|---------|
| Грястиця збірна,<br>пажитниця<br>багаторічна,<br>тимофіївка лучна,<br>коношина<br>гібридна,<br>лядвенець рогатий | Контроль                                             | 36,6    | 20,3    | 20,3    |
|                                                                                                                  | Контроль + ОБ                                        | 36,7    | 23,4    | 21,3    |
|                                                                                                                  | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>                      | 37,8    | 20,6    | 20,6    |
|                                                                                                                  | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ                 | 37,8    | 21,4    | 21,8    |
|                                                                                                                  | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 38,0    | 23,3    | 22,7    |
|                                                                                                                  | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 38,0    | 23,6    | 23,3    |
|                                                                                                                  | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 38,5    | 21,6    | 21,6    |
|                                                                                                                  | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 39,0    | 24,1    | 22,6    |
| Грястиця збірна,<br>пажитниця<br>багаторічна,<br>тимофіївка лучна,<br>коношина<br>гібридна,<br>коношина лучна    | Контроль                                             | 34,6    | 23,5    | 23,5    |
|                                                                                                                  | Контроль + ОБ                                        | 34,7    | 25,8    | 25,8    |
|                                                                                                                  | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>                      | 35,8    | 23,1    | 23,1    |
|                                                                                                                  | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ                 | 35,8    | 24,7    | 23,6    |
|                                                                                                                  | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 36,0    | 25,3    | 24,3    |
|                                                                                                                  | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 36,0    | 25,2    | 24,8    |
|                                                                                                                  | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 36,5    | 22,0    | 24,0    |
|                                                                                                                  | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 37,0    | 22,5    | 24,5    |
| Грястиця збірна,<br>пажитниця<br>багаторічна,<br>тимофіївка лучна,<br>коношина лучна,<br>лядвенець рогатий       | Контроль                                             | 35,6    | 21,9    | 21,9    |
|                                                                                                                  | Контроль + ОБ                                        | 35,7    | 23,4    | 23,4    |
|                                                                                                                  | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>                      | 36,8    | 23,6    | 21,2    |
|                                                                                                                  | P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ                 | 36,8    | 24,6    | 21,7    |
|                                                                                                                  | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 37,0    | 25,9    | 25,4    |
|                                                                                                                  | N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 37,0    | 26,4    | 25,2    |
|                                                                                                                  | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      | 37,5    | 22,2    | 22,2    |
|                                                                                                                  | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + ОБ | 38,0    | 23,4    | 23,5    |

Примітка: ОБ – позакореневе підживлення травостою регулятором росту органік баланс.

На відміну від облиствленості частка стебел бобових трав I укусу в масі рослин з роками тільки зростала з 48,4–52,0 % у перший рік використання до 57,2–63,9 % у третій рік. Таку ж закономірність спостерігали і з показниками структури врожаю злакових трав.

**Висновки.** У структурі врожайності кормової маси бобово-злакової травосумішки I укосу основна маса у бобових (55,0–59,9 %) і злакових (54,2–58,3 %) припадає на стебла.

Найбільший відсоток листків (26,5–29,4 %) у бобових трав першого укосу відзначено у травосумішці, де зі злаків висівали грятисцю збірну, пажитницю багаторічну і тимофіївку лучну, з бобових – конюшину лучну і лядвенець рогатий.

У злакових трав бобово-злакової травосумішки найбільшу облиствленість (27,1–29,9 %) спостерігали на ділянках, де, крім злаків, висівали бобові конюшину гібридну та лядвенець рогатий чи конюшину гібридну і конюшину лучну.

Повні мінеральні добрива в дозі  $N_{30}P_{60}K_{90}$  збільшували частку листків бобових трав I укосу, залежно від складу травосумішки, з 25,7–27,2 % на контролі і 26,3–27,3 % на фосфорно-калійному фоні до 27,0–28,5 %. Подальше підвищення дози додатково внесеного азоту до  $N_{60}$  виявилось неефективним.

Позакореневе підживлення бобово-злакового травостою I укосу регулятором росту органік баланс підвищувало облиствленість бобових трав на всіх варіантах удобрення.

Удобрення сіяного фітоценозу I укосу повними мінеральними добривами з розрахунку  $N_{30}P_{60}K_{90}$  збільшувало частку листків злакових у загальній масі трав з 26,4–27,9 % на контрольних варіантах до 28,5–29,9 %. Подальше підвищення дози азоту до  $N_{60}$  на фоні фосфорно-калійного живлення дещо знижувало цей показник.

У другому укосі бобово-злакової травосумішки облиствленість бобових трав знижувалася порівняно з першим укосом з 25,7–29,8 до 16,0–20,2 %, злаків – відповідно з 26,4–29,8 до 17,5–20,9 %.

У міру старіння бобово-злакового травостою облиствленість бобових і злакових трав суттєво знижується.

#### Список використаної літератури

1. Агроєкобіологічні основи створення та використання лучних фітоценозів / М. Т. Ярмолук та ін. Львів : СПОЛОМ, 2013. 304 с.
2. Бабич А. О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. Вінниця, 1994. 88 с.
3. Брошчак І. С., Сенік І. І. Особливості формування люцерново-злакового агрофітоценозу залежно від технологічних прийомів вирощування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*.

#### 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 experiments on feed production. Vinnytsia, 1994. 88 p.
3. Broshchak I. S., Senyk I. I. Features of alfalfa-cereal agrophytocenosis formation depending on technological methods of cultivation. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo u tvarynnystvo*. 2015. Issue

2015. Вип. 58, ч. 1. С. 8–12.

4. Волошин В. М. Формування та ефективне використання лучних травостой на сірому лісовому ґрунті Правобережного Лісостепу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.12 “Кормовиробництво і лукувництво”. Чабани, 2018. 22 с.

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

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

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

8. Забарна Т. А. Формування листостеблової та кореневої маси конюшини лучної другого року життя в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2009. Вип. 64. С. 148–155.

9. Кобиренко Ю. О., Машчак Я. І. Наукове обґрунтування відновлення виродженого травостою в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56 (І). С. 69–73.

10. 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: 23.05.2022).

11. Коваленко В. П. Формування площі листової поверхні та урожайності багаторічних трав залежно від її складу та рівня мінерального живлення. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України : Серія: Агрономія*. 2016. Вип. 210, ч. 1. С. 58–62.

58, part 1. P. 8–12.

4. Voloshyn V. M. Formation and effective use of meadow grasslands on the gray forest soil of the right-bank Forest-Steppe : author's ref. dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences : spec. 06.01.12 "Forage production and meadow management". Chabany, 2018. 22 p.

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

6. Halchenko N. M. Productivity of perennial grasses depending on the composition of the agrophytocenosis and the method of use of grasses in the southern steppe of Ukraine. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2017. Issue 65. P. 80–83.

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. Zabarna T. A. Formation of leaf and stem mass of meadow clover in the second year of life in the right-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytsvo*. 2009. Issue 64. P. 148–155.

9. Kobyrnenko Yu. O., Mashchak Ya. I. Scientific substantiation of regeneration of degenerate grassland in the Western Forest-Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2014. Issue 56 (I). P. 69–73.

10. 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: 23.05.2022).

11. Kovalenko V. P. Formation of leaf surface area and yield of perennial grasses depending on its composition and level of mineral nutrition. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy : Seriya: Ahronomiia*. 2016. Issue 210, part 1. P. 58–62.

12. Козяр О. М. Структура врожаю надземної фітомаси багаторічних агрофітоценозів укісного використання. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2007. № 116. С. 109–112.
13. Козяр О. М., Ярмоленко О. В. Формування листового апарату бобово-злаковими агрофітоценозами залежно від складу травосумішки та рівня мінерального удобрення в умовах Правобережного Лісостепу України. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2006. № 102. С. 96–101.
14. 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.
15. Оліфірович В. О. Продуктивність багаторічних агрофітоценозів залежно від складу травосумішок і режиму їх використання. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 3. С. 13–17.
16. Петриченко В. Ф., Гетман Н. Я., Циганський В. І. Люцерна посівна як стабілізуючий чинник інтенсифікації кормовиробництва. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 10. С. 19–26.
17. 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.
18. Сенік І. І. Динаміка врожайності сіяного бобово-злакового агрофітоценозу залежно від удобрення. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2013. № 1 (37). URL: [http://www.nbu.gov.ua/ejournals/Nd/2013\\_1/13sii.pdf](http://www.nbu.gov.ua/ejournals/Nd/2013_1/13sii.pdf) (дата звернення: 23.05.2022).
19. Сенік І. І. Формування кормової продуктивності люцерново-злакової травосумішки залежно від технологічних прийомів вирощування. *Вісник Львівського національного аграрного університету : Агрономія*. 2015. № 19. С. 128–133.
20. Сінокоси і пасовища / І. Т. Слюсар та ін. Київ, 2017. 258 с.
21. Створення та використання лучних фітоценозів / Г. Я. Панахид та ін. Львів, 2017. 304 с.
12. Koziar O. M. Structure of aboveground phytomass yield of perennial agrophytocenoses of mow use. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2007. No 116. P. 109–112.
13. Koziar O. M., Yarmolenko O. V. Formation of leaf apparatus by legume-cereal agrophytocenoses depending on the composition of the grass mixture and the level of mineral fertilizers in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2006. No 102. P. 96–101.
14. 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.
15. Olifirovych V. O. Productivity of perennial agrophytocenoses depending on the composition of grass mixtures and the mode of their use. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No 3. P. 13–17.
16. Petrychenko V. F., Hetman N. Ya., Tsyhanskyi V. I. Lucerne sowing as a stabilizing factor in the intensification of fodder production. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No 10. P. 19–26.
17. Povyddalo V. M. Influence of macro- and microfertilizers on the yield of perennial grasses. *Naukovyi pratsi Instytutu bioenergetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN*. 2012. Issue 15. P. 141–145.
18. Senyk I. I. Dynamics of yield of sown legume-cereal agrophytocenosis depending on fertilizer. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2013. No 1 (37). URL: [http://www.nbu.gov.ua/ejournals/Nd/2013\\_1/13sii.pdf](http://www.nbu.gov.ua/ejournals/Nd/2013_1/13sii.pdf) (last accessed: 23.05.2022).
19. Senyk I. I. Formation of forage productivity of alfalfa-cereal grass mixture depending on technological methods of cultivation. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu : Ahronomiia*. 2015. No 19. 128–133.
20. Hayfields and pastures / I. T. Sliu-sar et al. Kyiv, 2017. 258 p.
21. Creation and use of meadow phytocenoses / H. Ya. Panakhid et al. Lviv, 2017. 304 p.

22. Фізіологія рослин : підручник / Макрушин М. М. та ін. ; за ред. М. М. Макрушина. Вінниця : Нова Книга, 2006. 416 с.
23. 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.
24. Штакал В. М. Біологічні особливості росту і розвитку лучних трав залежно від видових і сортових відмінностей та їх придатності для організації якісних конвеєрів на осушених торфовищах Лісостепу. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія «Агрономія». 2016. № 235. С. 332–334.
25. Штакал М. І., Штакал В. М. Лучне кормовиробництво на осушених органогенних ґрунтах Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2014. Вип. 3. С. 149–156.
26. Dzyubaylo A. Comparative feed productivity of sowed long-term cereal and cereal-legume mixtures. *Agriculture, feed production and stockbreeding in foothill and mountainous regions* : collective monograph / Oleh Stasiv. LAP LAMBERT Academic Publishing. P. 67–90.
27. Economic and Energy Efficiency of Forming and Using Legume-Cereal Grass Stands depending on Fertilizers / Karbivska U. M. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10 (2). P. 284–288. DOI: 10.15421.2020\_98.
28. Effect of the cultivation of legumes on the dynamics of sod-podsolized soil fertility rate / Karbivska U. M. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9 (3). P. 8–12. DOI: 10.15421.2019\_702.
29. Influence of Agrotechnical Measures on the Quality of Feed of Legume-Grass Mixtures / Karbivska U. M. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9 (4). P. 547–551. DOI: 10.15421.2019\_788.
30. Kurhak V. H., Panasiuk S. M. Compatible with angles Bromegrass feed Agrophytocenoses. *Землеробство та*
22. Plant physiology : textbook / Makrushyn M. M. et al. ; edited by M. M. Makrushyn. Vinnytsia : Nova Knyhga, 2006. 416 p.
23. Tsybmbal 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.
24. Shtakal V. M. Biological features of growth and development of meadow grasses depending on species and varietal differences and their suitability for the organization of quality conveyors on drained peatlands of the Forest-Steppe. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy*. Seriya "Ahronomiia". 2016. No 235. P. 332–334.
25. Shtakal M. I., Shtakal V. M. Meadow fodder production on drained organogenic soils of the Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats NNTS "Instytut zemlerobstva NAAN"*. 2014. Issue 3. P. 149–156.
26. Dzyubaylo A. Comparative feed productivity of sowed long-term cereal and cereal-legume mixtures. *Agriculture, feed production and stockbreeding in foothill and mountainous regions* : collective monograph / Oleh Stasiv. LAP LAMBERT Academic Publishing. P. 67–90.
27. Economic and Energy Efficiency of Forming and Using Legume-Cereal Grass Stands depending on Fertilizers / Karbivska U. M. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10 (2). P. 284–288. DOI: 10.15421.2020\_98.
28. Effect of the cultivation of legumes on the dynamics of sod-podsolized soil fertility rate / Karbivska U. M. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9 (3). P. 8–12. DOI: 10.15421.2019\_702.
29. Influence of Agrotechnical Measures on the Quality of Feed of Legume-Grass Mixtures / Karbivska U. M. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9 (4). P. 547–551. DOI: 10.15421.2019\_788.
30. Kurhak V. H., Panasyuk S. M. Compatible with angles Bromegrass feed Agrophytocenoses. *Zemlerobstvo ta*

рослинництво: теорія і практика. 2021. № 1. С. 54–65.

31. 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.

32. Productivity and quality of diverse ripe cereal grass fodder depending on the methods of soil cultivation / U. Karbivska et al. *Acta agrobotanica*. 2020. Vol. 74, № 2. P. 1–11.

33. 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.

34. 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, № 1. P. 1. DOI: [https://doi.org/10.17138/tgft\(3\)1-14](https://doi.org/10.17138/tgft(3)1-14).

roslynnytstvo: teoriia i praktyka. 2021. No 1. P. 54–65.

31. 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.

32. Productivity and quality of diverse ripe cereal grass fodder depending on the methods of soil cultivation / U. Karbivska et al. *Acta agrobotanica*. 2020. Vol. 74, No 2. P. 1–11.

33. 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.

34. 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. DOI: [https://doi.org/10.17138/tgft\(3\)1-14](https://doi.org/10.17138/tgft(3)1-14).

Отримано 23.05.2022

Погоджено до друку 10.06.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-11

УДК 633.1:633.367

**Н. М. РУДАВСЬКА<sup>1</sup>**, кандидат сільськогосподарських наук

**Г. С. КОНИК<sup>1</sup>**, **А. М. ШУВАР<sup>2</sup>**, **А. Г. ДЗЮБАЙЛО<sup>1</sup>**, доктори с.-г. наук

**Л. Л. БЕГЕН<sup>1</sup>**, науковий співробітник

**О. Ф. ТИМЧИШИН<sup>1</sup>**, **Г. М. ДОРОТА<sup>1</sup>**, кандидати сільськогосподарських наук

<sup>1</sup>Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

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

*81115, e-mail: [nrudavska@ukr.net](mailto:nrudavska@ukr.net)*

<sup>2</sup>Західноукраїнський національний університет

*вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, 46009*

## **ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ ОСІННЬОЇ ВЕГЕТАЦІЇ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ТА ЇЇ ПЕРЕЗИМІВЛЯ В УМОВАХ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ**

Розвиток рослин озимих зернових культур впродовж осінньої вегетації та їх перезимівля є важливою умовою формування врожайності та якості зерна. Посіви з оптимальними параметрами надземної біологічної маси, фотосинтезуючої площі листкового апарату, структури пагонів, кореневої системи визначають стан елементів продуктивності протягом всієї активної вегетації рослин та впливають на стабільність зерновиробництва.

Процеси, які відбуваються в осінній період розвитку озимих, зокрема утворення нових пагонів, вторинної кореневої системи, нагромадження пластичних речовин, впливають на їх стійкість до несприятливих умов перезимівлі.

Наведено результати дослідження умов формування елементів продуктивності агроценозів пшениці озимої на сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтах за різних температурних режимів вегетаційних періодів 2020/21 і 2021/22 років.

Досліджували сорти пшениці озимої Естафета миронівська, Довіра одеська, Ахім, висіяні в різні строки (20.09; 05.10; 20.10).

Встановлено, що теплозабезпеченість рослин озимих зернових на час припинення осінньої вегетації залежала від дати їх сівби. У вегетаційному періоді 2020/21 рр. сума активних та ефективних температур, близька до оптимальних значень, була за сівби 20.09 (відповідно 606,0 і 301,0 °С), а за сівби 05.10 і 20.10 ці показники зменшилися, що безпосередньо вплинуло на процеси кушення рослин. Коефіцієнт кушення за сівби 20.09 становив 3,4–3,8, тоді як за сівби 20.10 – 1,1–1,5 (у сорту Ахім кушення відсутнє).

Початок вегетаційного періоду 2021/22 рр. характеризувався значним недобором температур, починаючи з кінця оптимальних строків. За сівби 20.09 сума активних температур становила 355,1 °С, ефективних – 150,1 °С.

© Рудавська Н. М., Коник Г. С., Шувар А. М., Дзюбайло А. Г.,  
Беген Л. Л., Тимчишин О. Ф., Дорота Г. М., 2022

Зміщення строків сівби на 20.10 зумовило зменшення цих показників відповідно на 184,0 і 84,0 °C. Рослини пшениці озимої у 2021 р. незалежно від строків сівби ввійшли в зиму в недостатньому розвитку (ВВСН 11–21). Основним фактором, що зумовив такий стан ценозів, став недобір активних температур у II декаді жовтня.

Перезимівля рослин вегетаційного періоду 2021/2022 рр. залежно від строків сівби становила 95,0–98,6 %. Найкращі результати одержано за сівби в кінці оптимального строку. За пізніх строків вона проходила задовільно.

**Ключові слова:** пшениця озима, температура повітря, строки сівби, сорти, перезимівля рослин.

**Nataliia Rudavska<sup>1</sup>, Hryhorii Konyk<sup>1</sup>, Antin Shuvar<sup>2</sup>, Andrii Dziubailo<sup>1</sup>, Liubov Behen<sup>1</sup>, Oksana Tymchyshyn<sup>1</sup>, Hanna Dorota<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Agriculture of Carpathian region NAAS

<sup>2</sup>West Ukrainian National University

### **Temperature regime of autumn vegetation of winter wheat and its wintering in the conditions of the Carpathian region**

The development of winter cereals during the autumn growing season and their overwintering is an important condition for the formation of grain yield and quality. Crops with optimal parameters of aboveground biological mass, photosynthetic area of leaf apparatus, structure of shoots, root system determine the formation of elements of productivity throughout the active vegetation of plants and affect the stability of grain production.

Processes that occur in the autumn period of winter development, in particular, the formation of new shoots, the formation of a secondary root system, the accumulation of plastic substances, determine their resistance to adverse wintering conditions.

The results of conditions' research of productivity elements formation of winter wheat agrocenoses on gray forestal surface-gleyed soils at different temperature regimes of vegetation periods 2020/21 and 2021/22 are given.

The objects of the study were winter wheat varieties Estafeta myronivska, Dovira Odeska, Achim, sown at different times (20.09; 05.10; 20.10).

It was established that the heat supply of winter grain plants at the time of the cessation of autumn vegetation depended on the date of their sowing. In the vegetation period of 2020/21, the sum of active and effective temperatures was close to the optimal values for sowing on 20.09. (respectively 606.0 and 301.0 °C), and for sowing 05.10 and 20.10 these indicators decreased, which directly affected the processes of plants' tillering. The coefficient of tillering for sowing on 20.09 was 3.4–3.8, while for sowing on 20.10 – 1.1–1.5 (in the variety Achim there is no tillering).

The beginning of the growing season 2021/22 was characterized by a significant shortage of temperatures since the end of the optimal period. During sowing on September 28, the sum of active temperatures was 355.1 °C, effective – 150.1 °C. The shift of sowing dates by 20.10 led to a decrease in these indicators by 184.0 and 84.0 °C, respectively. Plants of winter wheat in 2021, regardless of the

sowing time, entered the winter in insufficient development: VVSN was 11–21. The main factor that led to this state of cenoses was the lack of active temperatures in the second decade of October.

Overwintering of plants of the 2021/2022 vegetation period, depending on the sowing time was 95.0–98.6 %. The best results of overwintering of winter wheat were obtained by sowing at the end of the optimal period. Overwintering by the late sowing periods was satisfactory.

**Keywords:** winter wheat, temperature, sowing dates, varieties, overwintering.

**Вступ.** Пшениця є лідером у світі за площами посіву та валовими зборами зерна, однак зростання її виробництва залежить від змін клімату. Розгляд погодних факторів підтверджує їх стрімку зміну зі значним підвищенням температури і коливаннями кількості опадів, що є найбільшим ризиком дестабілізації сільськогосподарського виробництва [25]. Такі умови впливають на фенологічні фази розвитку пшениці, на строки сівби – дозрівання й тривалість вегетаційного періоду вирощування, що обумовлює формування врожайності зерна [2, 26, 31, 32].

За даними А. І. Задонцева, В. І. Бондаренка [5], Г. Р. Пікуша [14], найкращою продуктивністю та морозостійкістю характеризуються рослини оптимальних строків сівби, які до входження в зиму встигають утворити 3–5 пагонів. Щоб сформувати таку кількість стебел, сума ефективних температур повітря має становити 300–350 °С [12]. За даними вчених [6, 9, 13], сівбу пшениці озимої за сприятливих умов зволоження доцільно проводити за 45–60 діб до припинення осінньої вегетації, при переході середньодобової температури повітря через +14...+17 °С. За цей період має накопичитися 450–550 °С активних температур і сформуватися 4–5 пагонів.

Встановлено пряму залежність між ступенем розвитку рослин і строками сівби [33]. Зміщення строків сівби від оптимальних (як у бік ранніх, так і пізніх) призводить до зниження рівня реалізації потенціалу продуктивності посівів [7, 11, 27, 30]. За даними Хорішко С. А., найбільшу врожайність пшениці озимої в умовах Північного Степу України отримали на варіантах, де сівбу проводили 15 вересня. Сівба як у більш ранній строк (5 вересня), так і в більш пізній (25 вересня) призводила до зниження врожайності відповідно на 0,45 та 0,40 т/га, або на 9,3 та 8,7 %. За сівби 5 та 15 жовтня врожайність зерна знижувалася ще більш помітно – відповідно на 19,7 та 30,7 % і становила 3,87 та 3,34 т/га [22].

Пагони, що формуються за різних температурних і світлових умов, мають різну зимостійкість. Найбільш розвинутими на кінець осені є рослини ранніх строків сівби [1, 17]. Зміщення строків сівби в бік пізніх призводить до зменшення висоти і маси рослин, кількості стебел і вузлових коренів [24]. Менш стійкі до несприятливих умов перезимівлі перерослі рослини, що мають 6 і більше стебел, а також 1–3 листки [1, 13]. Велика стійкість до низьких температур, як правило, властива першим 2–3 пагонам рослин оптимальних строків сівби, які формувалися за помірних температур повітря. У рослин надмірно ранніх строків сівби перші 1–2 пагони більше ушкоджуються за критичних температур повітря в період зимівлі або зовсім гинуть. Кучеренко О. та ін. виявили, що рослини пшениці озимої ранніх строків сівби були менш морозостійкими порівняно з висіяними в оптимальні і пізні терміни [29].

Вчені [28] вказують на зміщення оптимальних строків сівби пшениці озимої на більш пізній період, що зумовлене зростанням температурного фону в осінній період. Зокрема зміщення оптимальних строків сівби пшениці озимої у прогнозованих умовах клімату 2030 р. порівняно з періодом до потепління у зоні Західного Лісостепу буде становити в середньому 16–20 діб [3, 4, 16, 23], для Півдня України – 10–15 діб [19]. На тенденцію до зміщення термінів сівби пшениці озимої в бік пізніших: порівняно з термінами сівби в 50-ті роки минулого століття – на 30 діб; 70-ті – 20; 80-ті – 15–20; 90-ті роки – на 10 діб вказує О. Л. Уліч. Зараз оптимальні строки сівби припадають на 30 вересня і значною мірою залежать від генотипу [27]. За результатами досліджень, проведених в ІСГКР НААН, найвищу врожайність отримали за сівби 30.09 [20].

Кліматичні зміни в бік потепління та зменшення суми опадів за вегетацію в зоні Лісостепу наразі не є критичними для отримання високих врожаїв сучасних сортів пшениці озимої за енергоощадних технологій вирощування (5,8–6,0 т/га). Однак за адаптивним потенціалом вони не можуть ефективно протистояти погодним змінам у роки досліджень [12].

Тому адаптація технології вирощування пшениці озимої, зокрема строків сівби як одного з важливих факторів, що дозволяє повніше використовувати генетичний потенціал сортів, є одним зі шляхів стабілізації виробництва зерна.

**Матеріали і методи.** Дослідну роботу проводили на полях ІСГКР НААН на сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті з такими агрохімічними показниками (до закладки досліду) шару 0–

20 см: гумус (за Тюрніним) – 2,2 %, рН (сольової витяжки) – 6,2, азот лужногідролізований (за Корнфілдом) – 114,7 мг/кг ґрунту, рухомі форми фосфору (за Кірсановим) – 112,0 мг/кг ґрунту, калію (за Кірсановим) – 111,0 мг/кг ґрунту. За чинною градацією такий ґрунт має середнє забезпечення азотом, підвищене – фосфором і середнє – калієм.

Польові досліді закладали за методикою, яку описали Єщенко В. О. і Ушкаренко В. О. [8, 10]. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин, визначення польової схожості здійснювали за методикою Г. К. Фурсової, Д. І. Фурсова, В. В. Сергєєва [20].

Урожай збирали комбайном «Сампо-130» з наступним перерахунком на стандартну (14 %) вологість зерна. Статистичне опрацювання результатів здійснювали за допомогою програм «Statistica 6.0» та «Excel 2003».

Досліджували сорти пшениці озимої Естафета миронівська, Довіра одеська, Ахім за строків сівби (20.09; 05.10; 20.10) на різних фонах мінерального удобрення ( $N_{60}P_{60}K_{60}$  ( $N_{30}P_{60}K_{60}$  під культивуацію +  $N_{30}$  (ВВСН 29–30);  $N_{120}P_{90}K_{90}$  ( $N_{30}P_{90}K_{90}$  під культивуацію +  $N_{15}$  – по мерзлоталому ґрунті +  $N_{45}$  (ВВСН 29–30) +  $N_{30}$  (ВВСН 55–57)); варіант 2 + дворазове внесення мікродобрив (АЙДАМІН-КОМПЛЕКСНИЙ листкове підживлення).

Посівна площа ділянки – 40,8 м<sup>2</sup>, облікова – 25 м<sup>2</sup>, повторність – 4-кратна. Попередник: овес на сидерат.

Мінеральні добрива вносили відповідно до схеми дослідіу.

Захист рослин: протруювання насіння вітаваксом 200 ФФ, 34 % в. с. к. (3,0 л/т), боротьба з бур'янами (гербіцид – гроділ максі, 37,5 % о. д. (0,09–0,11 л/га)), хворобами (фунгіцид альто-супер, 0,5 л/га), шкідниками (інсектицид карате, 0,2 л/га), враховуючи ЕПШ (економічний поріг шкодочинності).

Мета роботи – дослідити вплив строків сівби на формування елементів продуктивності нових сортів пшениці озимої в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу.

**Результати та обговорення.** Метеорологічні умови у роки дослідження відрізнялися коливаннями гідротермічних показників, що дало змогу оцінити вплив умов вегетації в осінньо-зимовий період на проходження процесів формування елементів продуктивності і Perezimivlu рослин пшениці озимої.

Підготовка ґрунту під посів озимих культур 2020/2021 вегетаційного року проходила за край несприятливих гідротермічних умов. Дефіцит опадів спостерігали ще з II декади липня. Всі декади

серпня також характеризувалися їх нестачею: в I випало 4,7 мм (16 % від норми), II – 5,2 (18 %), трохи більше випало в III декаді – 13,8 мм (58 % від норми). Середньомісячна температура повітря перевищила кліматичний показник на 3,1 °C і дорівнювала 20,0 °C. У II декаді серпня припадає початок обробітку ґрунту під озимі зернові, запаси продуктивної вологи були дуже низькими, що створювало перешкоди для проведення його обробітку на оптимальну глибину.

Температурні показники вересня перевищили середньобагаторічну норму (13,1 °C) на 2,2 °C. Опади в декадах випадали нерівномірно: у I – 18,4 мм (115 % норми), у II вони були відсутні, в III – пройшли сильні дощі у кількості 77,1 мм, або чотири декадні норми.

Стабільно високі температури продовжували утримуватися в жовтні, вони перевищили норму (8,0 °C) на 3,1 °C. Опадів випало 44,3 мм за норми 57 мм. Якщо в I та II декадах їх надлишок був невеликий, то в III дощ випав у мізерній кількості – 4,4 мм.

I та II декади листопада були теплими, середньодобові температури становили відповідно 6,6 і 5,4 °C, що на 2,0 і 3,3 °C вище від середньобагаторічних значень. У III декаді температурний режим дорівнював нормі. Опади в листопаді були недостатніми: 17,2 мм (35,8 % місячної норми).

Припинення вегетації відзначено 20 листопада (на два тижні пізніше від середньобагаторічної дати).

Гідротермічний режим зимових місяців характеризувався значними варіаціями параметрів, особливо за декадами. Домінували плюсові середньодобові температури; близькі до середньобагаторічного показника спостерігали у I декаді грудня (-0,7 °C за норми -0,9 °C) та в II декаді січня (-5,6 °C за норми -5,2 °C); лише в II декаді лютого середньодобова температура дорівнювала -6,2 °C (норма -3,2 °C); в інші декади вона перевищувала кліматичний показник на 2,0–5,4 °C. Дефіцит опадів відзначено в I та II декадах грудня й у III декаді лютого, в інші – надлишкові опади. У цілому за зиму випало 192,2 мм опадів за норми 131 мм.

Стійкий сніговий покрив утворився 7.02, станом на 10.02 його висота сягала 23–27 см. Наступні снігопади збільшили його до 38–40 см, танення відбулося з кінця лютого й станом на 10.03 він залишався місцями (до 6 балів).

Глибина промерзання ґрунту становила від 2 до 17 см. Мінімальна температура на глибині залягання вузла куціння була вищою від критичної і не опускалася нижче -6,3 °C.

Згідно з методикою проведення досліджень 25.01 та 23.02 було відібрано моноліти рослин пшениці озимої для відрощування, яке проводили меристематичним методом.

Довжина відростання меристеми 23.02.2021 виявилася меншою на 0,2–1,5 см порівняно з першим відрощуванням і становила залежно від сорту 0,1–2,8 см (за сівби 20.09). Загибель рослин становила від 1,4 до 4,1 % (залежно від сорту та строку сівби).

Найбільший відсоток рослин із доброю життєздатністю був за сівби 20.09, в межах 83,0–93,6 %. Зміщення строків сівби на 20.10 зумовило зростання кількості рослин із зниженою життєздатністю на 27,5 % у сортів Естафета миронівська, Довіра одеська і 20,5 % у сорту Ахім (табл. 1). Одночасно зростає відсоток загиблих рослин.

### 1. Результати відрощування проб рослин пшениці озимої станом на 23.02.2021

| Сорт                 | Дата сівби | Коефіцієнт кущіння | % живих рослин із життєздатністю: |          | % загиблих рослин |
|----------------------|------------|--------------------|-----------------------------------|----------|-------------------|
|                      |            |                    | доброю                            | зниженою |                   |
| Естафета миронівська | 20.09      | 3,6                | 92,8                              | 5,8      | 1,4               |
|                      | 05.10      | 2,8                | 87,6                              | 10,5     | 1,9               |
|                      | 20.10      | 1,5                | 63,3                              | 33,3     | 3,3               |
| Довіра одеська       | 20.09      | 3,4                | 93,6                              | 4,8      | 1,6               |
|                      | 05.10      | 2,6                | 83,7                              | 14,6     | 1,7               |
|                      | 20.10      | 1,1                | 66,1                              | 32,3     | 1,6               |
| Ахім                 | 20.09      | 3,8                | 83,0                              | 15,1     | 1,9               |
|                      | 05.10      | 2,7                | 78,6                              | 18,3     | 3,1               |
|                      | 20.10      | –                  | 60,3                              | 35,6     | 4,1               |

НІР<sub>05</sub>

|    |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|
| А  | 0,23 | 0,51 | 0,43 | 0,46 |
| В  | 0,23 | 0,51 | 0,43 | 0,46 |
| АВ | 0,39 | 0,89 | 0,74 | 0,80 |

Вміст розчинних вуглеводів у вузлах кущіння пшениці озимої оптимального строку сівби (20.09) станом на 28.01.2021 становив 16,4–16,8 %, у листках – 15,3–15,6 %. Перед цим 21–27.01 спостерігали відлигу; з 26.01 рослини знаходилися під снігом висотою 5–6 см. 2.02 повторно визначили вміст цукрів, який у вузлах кущіння залишився без змін – 16,5–16,7 %, у листках – 19,5–19,7 %.

Вміст цукрів у вузлах кущіння був низьким, що свідчить про значні їх витрати (як захисної речовини і енергетичного матеріалу на процеси дихання).

Середні температури повітря I та II декади березня були досить високими (0,5 та 1,7 °C) й перевищили норму відповідно на 2,2 та 1,6 °C. Початок III декади (21–23.03) характеризувався низькими температурами, вони були нижчі від кліматичного показника (3,1 °C) на 2,5–3,4 °C, мінімум 21.03 дорівнював -7,3 °C. Висота снігового покриву станом на 20–23.03 становила 1–3 см. Ґрунт вночі промерзав на глибину 5–6 см.

У 2021 р. вегетація озимих відновилася 1 квітня. Ця дата відповідає середньобагаторічній. Температура квітня на 1,2 °C була нижчою від середньобагаторічних значень, опадів випало 78,2 % місячної норми.

Веgetаційний період 2021/2022 рр. характеризувався доволі мінливим гідротермічним режимом. Середньодобові температури повітря в вересні й жовтні були близькими до кліматичних показників (13,1 °C для вересня та 8,0 °C – жовтня) і становили відповідно 13,3 і 8,4 °C. Хоча у II декаді жовтня спостерігали дефіцит тепла: середньодакда температура дорівнювала 6,8 °C за норми 8,0 °C. Листопад виявився теплим за метеорологічними показниками: на 2,4 °C вище за середньобагаторічний показник (2,4 °C). У I декаді середньодобові температури перевищили біологічний мінімум і дорівнювали 6,3 °C.

Відзначено суттєве коливання кількості осінніх опадів від норми. Переважно спостерігали їх дефіцит, за винятком вересня, коли випало 73,2 мм опадів (133 % норми), та вкрай нерівномірний розподіл щодо декад. Значна сума (63,4 мм, або 317 % декадної норми) припадала на II декаду, що призвело до перезволоження ґрунту і зумовило відтермінування оптимальних строків сівби. У жовтні та листопаді спостерігали значну нестачу опадів, випало відповідно 8,0 мм (14,0 % від норми) і 29,8 мм (62 % від норми). Однак, незважаючи на такі невеликі дощі, запаси продуктивної вологи у ґрунті залишалися достатніми.

Перехід озимих культур до вимушеного зимового спокою у 2021 р. відбувся 23 листопада (середньобагаторічна дата припинення вегетації – 6.11).

Дата приходу метеорологічної зими майже збіглася з календарною. Вона настала 3 грудня, коли середньодобові температури повітря набули мінусових значень. Погодні умови грудня й січня були вкрай нестабільні: значні перепади температур, талий – замерзлий ґрунт, надлишкові опади в вигляді снігу, мокрого снігу, дощу, утворення – сходження снігового покриву. Такі метеорологічні

фактори ускладнюють перезимівлю озимих культур. Температурний режим грудня в цілому й I декади зокрема відповідав їх кліматичним показникам: -1,8 та -0,9 °C. II декада була теплішою на 2,2 °C (-0,1 °C), а III – на 1,4 °C (-3,7 °C). Максимальна температура повітря в грудні дорівнювала 7,8 °C (2.12), мінімальна повітря – -13,6 °C (26.12), на поверхні снігу – -15,0 °C, на глибині залягання вузла кушіння – не опускалася нижче -5,5 °C. Опадів за місяць випало 87,7 мм за норми 48 мм.

Середньодадні температури січня були високими: у I декаді 1,8 °C, II – -1,8 °C та III – -2,1 °C за норми відповідно -4,4 °C, -5,2 та -4,3 °C. Амплітуда між максимальною та мінімальною температурами повітря за місяць була дуже високою: 9,1 °C (1.01) та -15,6 °C (25.01); мінімальна на поверхні снігу – -16,0 °C, на глибині залягання вузла кушіння – -5,0 °C. Місячні опади становили суму 52,3 мм за норми 40 мм.

Найкращі результати перезимівлі пшениці озимої одержано за сівби в кінці оптимального строку. За допустимих строків вона проходила задовільно, за пізніх – спостерігали найбільший відсоток загиблених рослин (6,4–7,9 %) та із пониженою життєздатністю (30,8–31,6 %) (табл. 2).

## 2. Результати відрощування проб рослин пшениці озимої станом на 23.02.2022

| Сорт                 | Дата сівби, 2021 р. | Фаза розвитку | % живих рослин           |                             | % загиблених рослин |
|----------------------|---------------------|---------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|
|                      |                     |               | із доброю життєздатністю | із пониженою життєздатністю |                     |
| Естафета миронівська | 28.09.              | ВВСН 21–22    | 98,3                     | 1,7                         | –                   |
|                      | 5.10                | ВВСН 21       | 87,3                     | 9,1                         | 3,6                 |
|                      | 20.10               | ВВСН 13–14    | 62,8                     | 30,8                        | 6,4                 |
| Довіра одеська       | 28.09               | ВВСН 21–22    | 96,2                     | 1,9                         | 1,9                 |
|                      | 5.10                | ВВСН 13–14    | 83,3                     | 10,0                        | 6,7                 |
|                      | 20.10               | ВВСН 12–13    | 60,5                     | 31,6                        | 7,9                 |
| Ахім                 | 28.09               | ВВСН 21–22    | 88,5                     | 9,9                         | 1,6                 |
|                      | 5.10                | ВВСН 13–14    | 83,8                     | 10,0                        | 6,2                 |
|                      | 20.10               | ВВСН 12–13    | 61,6                     | 31,4                        | 7,0                 |

НІР<sub>05</sub>

|    |     |      |      |
|----|-----|------|------|
| А  | 3,0 | 0,25 | 0,36 |
| В  | 3,0 | 0,25 | 0,36 |
| АВ | 5,2 | 0,43 | 0,63 |

Теплозабезпеченість рослин озимих зернових на час припинення осінньої вегетації залежала від дати їх сівби.

У 2020 р. сума активних та ефективних температур, близька до оптимальних значень, була за сівби 20.09 (табл. 3).

### 3. Динаміка накопичення активних та ефективних температур залежно від строків сівби пшениці озимої до припинення осінньої вегетації, °С

| Дата<br>підрахунку  | Сума температур      |       |       |                         |       |       |
|---------------------|----------------------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|
|                     | активних (вище 5 °C) |       |       | ефективних (вище 10 °C) |       |       |
| Дата сівби, 2020 р. |                      |       |       |                         |       |       |
| 20.11.2020          | 20.09                | 05.10 | 20.10 | 20.09                   | 05.10 | 20.10 |
|                     | 606,0                | 390,5 | 230,0 | 301,0                   | 160,5 | 75,0  |
| Дата сівби, 2021 р. |                      |       |       |                         |       |       |
| 24.11.2021          | 28.09                | 05.10 | 20.10 | 28.09                   | 05.10 | 20.10 |
|                     | 355,1                | 284,8 | 171,1 | 150,1                   | 109,8 | 66,1  |

У 2021 р. відзначено недобір температур, починаючи з кінця оптимальних строків. За сівби 28.09 сума активних температур становила 355,1 °С, ефективних – 150,1 °С. Зміщення строків сівби на 20.10 зумовило зменшення цих показників відповідно на 184,0 і 84,0 °С. Рослини пшениці озимої у 2021 р. незалежно від строків сівби ввійшли в зиму в недостатньому розвитку (ВВСН 11–21). Основним фактором, що зумовив такий стан ценозів, став недобір активних температур у II декаді жовтня.

Беззаперечно можна констатувати, що рівень продуктивності озимих зернових закладається в період їх осінньої вегетації й великою мірою залежить від перебігу метеорологічних факторів. Площі пізніх посівів слід вважати ризикованими, бо майбутнє цих культур визначають умови подальшої перезимівлі.

Вищий від середньобаторічних значень температурний режим зимового періоду 2020/2021 рр., відсутність різких перепадів температур сприяли збереженню посівів пшениці озимої. За сівби 20.09 відсоток перезимівлі у сорту Естафета миронівська становив у середньому – 98,5, Довіра одеська – 98,3, Ахім – 97,6 %. Зміщення строків сівби на 05.10 і 20.10 зумовило зниження показників перезимівлі сорту Естафета миронівська відповідно на 0,1 і 1,9 %, Довіра одеська – на 0,3 %, Ахім – на 1,2 і 2,2 % (табл. 5).

У 2021 р. найбільшу кількість стебел на рослині (4,2–4,5 шт.) сформував сорт Естафета миронівська за першого строку сівби (20.09),

за сівби 05.10 і 20.10 їх кількість зменшилася на 0,9–1,0 шт. (до 3,3–3,5 шт./рослини). У сортів Довіра одеська і Ахім за зміщення строків сівби на 05.10 і 20.10 кількість стебел зменшилася лише на 0,1–0,2 шт. і знаходилася в межах 3,1–3,5 шт./рослину.

### 5. Елементи продуктивності рослин пшениці озимої залежно від сорту та строків сівби

| Варіанти<br>удобрення                  | Кількість рослин<br>на 1 м <sup>2</sup> , після<br>перезимівлі, шт. |            |      | Перезимівля,<br>% |            |      | Кількість стебел<br>на рослині<br>(ВВСН 26–28),<br>шт. |            |      | Кількість син-<br>хронно розвине-<br>них колосків у<br>колосі (ВВСН<br>29–30), шт. |            |      |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------|------|-------------------|------------|------|--------------------------------------------------------|------------|------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|------|
|                                        | 2021<br>р.                                                          | 2022<br>р. | сер. | 2021<br>р.        | 2022<br>р. | сер. | 2021<br>р.                                             | 2022<br>р. | сер. | 2021<br>р.                                                                         | 2022<br>р. | сер. |
| 1                                      | 2                                                                   | 3          | 4    | 5                 | 6          | 7    | 8                                                      | 9          | 10   | 11                                                                                 | 12         | 13   |
| Естафета миронівська (І строк сівби)   |                                                                     |            |      |                   |            |      |                                                        |            |      |                                                                                    |            |      |
| 1                                      | 427                                                                 | 450        | 439  | 98,6              | 99,1       | 98,8 | 4,2                                                    | 3,2        | 3,7  | 18,3                                                                               | 17,9       | 18,1 |
| 2                                      | 433                                                                 | 440        | 437  | 98,4              | 98,2       | 98,3 | 4,3                                                    | 3,5        | 3,9  | 18,6                                                                               | 18,2       | 18,4 |
| 3                                      | 422                                                                 | 460        | 441  | 98,5              | 100        | 99,2 | 4,5                                                    | 3,8        | 4,1  | 18,5                                                                               | 18,4       | 18,4 |
| сер.                                   | 427                                                                 | 450        | 438  | 98,5              | 99,1       | 98,8 | 4,3                                                    | 3,5        | 3,9  | 18,5                                                                               | 18,2       | 18,3 |
| Естафета миронівська (ІІ строк сівби)  |                                                                     |            |      |                   |            |      |                                                        |            |      |                                                                                    |            |      |
| 1                                      | 414                                                                 | 424        | 419  | 98,2              | 95,1       | 96,6 | 3,3                                                    | 2,8        | 3,0  | 18,4                                                                               | 18,6       | 18,5 |
| 2                                      | 427                                                                 | 426        | 427  | 98,5              | 95,1       | 96,8 | 3,4                                                    | 3,1        | 3,2  | 18,5                                                                               | 19,2       | 18,8 |
| 3                                      | 422                                                                 | 435        | 429  | 98,6              | 98,8       | 98,7 | 3,5                                                    | 3,2        | 3,3  | 18,6                                                                               | 19,8       | 19,2 |
| сер.                                   | 421                                                                 | 428        | 424  | 98,4              | 96,3       | 97,4 | 3,4                                                    | 3,0        | 3,2  | 18,5                                                                               | 19,2       | 18,8 |
| Естафета миронівська (ІІІ строк сівби) |                                                                     |            |      |                   |            |      |                                                        |            |      |                                                                                    |            |      |
| 1                                      | 405                                                                 | 393        | 399  | 96,4              | 93,6       | 95,0 | 3,3                                                    | 2,5        | 2,9  | 17,7                                                                               | 17,8       | 17,7 |
| 2                                      | 394                                                                 | 398        | 396  | 96,6              | 93,9       | 95,2 | 3,4                                                    | 2,6        | 3,0  | 18,4                                                                               | 18,6       | 18,5 |
| 3                                      | 387                                                                 | 393        | 390  | 96,8              | 94,5       | 95,6 | 3,5                                                    | 2,6        | 3,0  | 18,5                                                                               | 18,6       | 18,5 |
| сер.                                   | 395                                                                 | 394        | 394  | 96,6              | 94,0       | 95,3 | 3,4                                                    | 2,6        | 3,0  | 18,2                                                                               | 18,3       | 18,2 |
| Довіра одеська (І строк сівби)         |                                                                     |            |      |                   |            |      |                                                        |            |      |                                                                                    |            |      |
| 1                                      | 455                                                                 | 439        | 447  | 98,5              | 98,0       | 98,2 | 3,4                                                    | 2,5        | 3,0  | 17,5                                                                               | 15,0       | 16,2 |
| 2                                      | 430                                                                 | 441        | 436  | 98,4              | 98,0       | 98,2 | 3,5                                                    | 2,7        | 3,1  | 17,9                                                                               | 16,0       | 16,9 |
| 3                                      | 462                                                                 | 438        | 450  | 98,1              | 98,2       | 98,2 | 3,5                                                    | 2,8        | 3,1  | 17,9                                                                               | 16,1       | 17,0 |
| сер.                                   | 449                                                                 | 439        | 444  | 98,3              | 98,1       | 98,2 | 3,5                                                    | 2,7        | 3,1  | 17,8                                                                               | 15,7       | 16,7 |
| Довіра одеська (ІІ строк сівби)        |                                                                     |            |      |                   |            |      |                                                        |            |      |                                                                                    |            |      |
| 1                                      | 419                                                                 | 402        | 411  | 98,3              | 93,0       | 95,6 | 3,4                                                    | 2,1        | 2,8  | 17,3                                                                               | 16,7       | 17,0 |
| 2                                      | 459                                                                 | 399        | 429  | 98,0              | 92,8       | 95,4 | 3,5                                                    | 2,5        | 3,0  | 17,8                                                                               | 18,8       | 18,3 |
| 3                                      | 413                                                                 | 410        | 412  | 97,8              | 93,6       | 95,7 | 3,5                                                    | 2,5        | 3,0  | 17,8                                                                               | 19,0       | 18,4 |

|                                  |     |     |     |      |      |      |     |     |     |      |      |      |
|----------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|
| 1                                | 2   | 3   | 4   | 5    | 6    | 7    | 8   | 9   | 10  | 11   | 12   | 13   |
| сер.                             | 430 | 403 | 416 | 98,0 | 93,1 | 95,5 | 3,5 | 2,4 | 2,9 | 17,6 | 18,2 | 17,9 |
| Довіра одеська (III строк сівби) |     |     |     |      |      |      |     |     |     |      |      |      |
| 1                                | 409 | 386 | 398 | 98,3 | 91,4 | 94,8 | 3,3 | 2,0 | 2,6 | 17,2 | 15,0 | 16,1 |
| 2                                | 412 | 381 | 397 | 98,1 | 91,6 | 94,8 | 3,4 | 2,2 | 2,8 | 17,7 | 16,2 | 16,9 |
| 3                                | 404 | 381 | 393 | 97,8 | 92,0 | 94,9 | 3,4 | 2,2 | 2,8 | 17,7 | 16,1 | 16,9 |
| сер.                             | 408 | 382 | 395 | 98,1 | 91,6 | 94,8 | 3,4 | 2,1 | 2,7 | 17,5 | 15,8 | 16,6 |
| Ахім (I строк сівби)             |     |     |     |      |      |      |     |     |     |      |      |      |
| 1                                | 439 | 437 | 438 | 98,1 | 97,5 | 97,8 | 3,2 | 2,4 | 2,8 | 18,7 | 17,3 | 18,0 |
| 2                                | 432 | 450 | 441 | 97,6 | 97,8 | 97,7 | 3,4 | 2,9 | 3,1 | 18,9 | 18,5 | 18,7 |
| 3                                | 433 | 442 | 438 | 97,2 | 98,2 | 97,7 | 3,3 | 3,0 | 3,1 | 19,0 | 19,0 | 19,0 |
| сер.                             | 434 | 443 | 438 | 97,6 | 97,8 | 97,7 | 3,3 | 2,8 | 3,0 | 18,9 | 18,3 | 18,6 |
| Ахім (II строк сівби)            |     |     |     |      |      |      |     |     |     |      |      |      |
| 1                                | 415 | 418 | 417 | 96,8 | 92,9 | 94,8 | 3,2 | 2,3 | 2,7 | 18,6 | 17,0 | 17,8 |
| 2                                | 422 | 414 | 418 | 96,5 | 93,0 | 94,7 | 3,3 | 2,9 | 2,8 | 19,2 | 17,8 | 18,5 |
| 3                                | 426 | 415 | 421 | 96,0 | 93,5 | 94,7 | 3,3 | 2,9 | 3,1 | 19,1 | 18,5 | 18,8 |
| сер.                             | 421 | 415 | 418 | 96,4 | 93,1 | 94,7 | 3,3 | 2,7 | 3,0 | 19,0 | 17,8 | 18,4 |
| Ахім (III строк сівби)           |     |     |     |      |      |      |     |     |     |      |      |      |
| 1                                | 388 | 396 | 392 | 95,8 | 92,5 | 94,1 | 3,1 | 2,1 | 2,6 | 18,6 | 17,0 | 17,8 |
| 2                                | 376 | 389 | 383 | 95,4 | 92,6 | 94,0 | 3,2 | 2,3 | 2,7 | 19,1 | 18,0 | 18,5 |
| 3                                | 381 | 398 | 390 | 95,0 | 93,0 | 94,0 | 3,3 | 2,3 | 2,8 | 19,0 | 18,2 | 18,6 |
| сер.                             | 381 | 394 | 387 | 95,4 | 92,7 | 94,0 | 3,2 | 2,2 | 2,7 | 18,9 | 17,7 | 18,3 |

НР<sub>05</sub>

|     |      |      |  |      |      |  |      |      |  |      |      |
|-----|------|------|--|------|------|--|------|------|--|------|------|
| A   | 2,51 | 2,2  |  | 0,14 | 0,16 |  | 0,11 | 0,18 |  | 0,16 | 0,19 |
| B   | 2,51 | 2,2  |  | 0,14 | 0,16 |  | 0,11 | 0,18 |  | 0,16 | 0,19 |
| C   | 2,51 | 2,2  |  | 0,14 | 0,16 |  | 0,11 | 0,18 |  | 0,16 | 0,19 |
| ABC | 7,54 | 6,61 |  | 0,41 | 0,47 |  | 0,34 | 0,54 |  | 0,48 | 0,58 |

Залежність перезимівлі рослин пшениці озимої від строків сівби відзначено також у 2022 р., її відсоток знижувався від першого до третього строку сівби. Найбільша кількість рослин на 1 м<sup>2</sup> була за першого строку сівби (28.09) – у середньому 443–450 шт. Зміщення строків сівби на 05.10 і 20.10 зумовило зниження цього показника у сорту Естафета миронівська відповідно на 22 і 56 шт./м<sup>2</sup>, Довіра одеська – 36 і 57, Ахім – 28 і 49 шт./м<sup>2</sup>.

Аналогічно змінювалася кількість стебел на рослині. За сівби 05.10 спостерігали її зменшення залежно від сорту від 0,1 до 0,5, за сівби 20.10 – на 0,6–0,9 шт./рослині.

**Висновки.** Результати досліджень свідчать, що метеорологічні умови вегетаційного періоду і строки сівби мають значний вплив на

формування ценозів пшениці озимої та проходження рослинами етапів органогенезу.

Погодні умови початку вегетаційного періоду 2020/2021 рр. характеризувалися достатньою сумою температур та опадів, що сприяло проходженню процесів кушення озимої пшениці. Найбільшу кількість стебел на рослині (4,2–4,5 шт.) сформував сорт Естафета миронівська за сівби 20.09, за сівби 05.10 і 20.10 їх кількість зменшилася на 0,9–1,0 шт. (до 3,3–3,5 шт./рослині). У сортів Довіра одеська і Ахім зміщення строків сівби на 05.10 і 20.10 зумовило зменшення кількості стебел на 0,1–0,2 шт.

Теплозабезпеченість рослин озимих зернових на час припинення осінньої вегетації у вегетаційному періоді 2021/2022 рр. була недостатньою. Рослини пшениці озимої у 2021 р. незалежно від строків сівби ввійшли в зиму в фазі сходів – початку кушіння (ВВСН 11–21).

Перезимівля рослин вегетаційного періоду 2021/2022 рр. становила 95,0–98,6 %. Найкращі результати одержано за сівби в кінці оптимального строку. За допустимих строків вона проходила задовільно, за пізніх – спостерігали найбільший відсоток загиблих рослин (6,4–7,9 %) та із зниженою життєздатністю (30,8–31,6 %).

#### Список використаної літератури

1. Вінюков О. О. Вплив строків сівби на продуктивність сортів пшениці озимої різних селекційних центрів України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 158–162.
2. Вплив погодних умов на тривалість окремих періодів вегетації та врожайність пшениці м'якої озимої у Лісостепу й Поліссі / Близнюк Б. В. та ін. *Миронівський вісник*. 2019. Вип. 8. С. 73–90.
3. Грицевич Ю. С. Особливості погодних умов передпосівного і осіннього періоду та врожайність озимої пшениці. *Перспективні напрямки розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва* : Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (м. Тернопіль, 15–16 верес. 2010 р.). Тернопіль, 2010. С. 33–35.

#### References

1. Viniukov O. O. Influence of sowing dates on the productivity of winter wheat varieties of different breeding centers of Ukraine. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*. 2015. No 8. P. 158–162.
2. Influence of weather conditions on the duration of certain vegetation periods and yield of soft winter wheat in the Forest-Steppe and Polissia / Blyzniuk B. V. et al. *Myronivskyi visnyk*. 2019. Issue 8. P. 73–90.
3. Hrytsevych Yu. S. Peculiarities of the weather conditions of the pre-sowing and autumn period and the yield of winter wheat. *Perspektyvni napriamky rozvytku haluzei APK i pidvyshchennia efektyvnosti naukovooho zabezpechennia ahropromyslovoho vyrobnytstva* : Materialy II Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh (m. Ternopil, 15–16 veres. 2010 r.). Ternopil, 2014. P. 65–67.
4. Hrytsevych Yu. S., Samets N. P.

4. Грицевич Ю. С., Самець Н. П. Погодні умови зими, весняного періоду вегетації та ефективність пізніх строків сівби пшениці озимої. *Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України* : Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. (м. Тернопіль, 15–16 трав. 2014 р.). Тернопіль, 2014. Частина 1. С. 65–67.
5. Задонцев А. И., Бондаренко В. И., Нечаев В. Ф. Зимостойкость и продуктивность сортов озимой пшеницы в зависимости от сроков посева в условиях Ставропольского края. *Бюл. ВНИИ кукурузы*. 1972. Вып. 26. С. 11–16.
6. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 4-те вид., випр. і доп. Львів : Українські технології, 2014. 1040 с.
7. Ляшенко В. В., Маренич М. М. Вплив строків сівби на продуктивність посівів пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 2. С. 46–50.
8. Методика польового дослідю / Ушкаренко В. О. та ін. Херсон, 2014. 445 с.
9. Орлюк А. П., Гончарова К. В. Адаптивний і продуктивний потенціали пшениці. Херсон : Айлант, 2002. 263 с.
10. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / В. О. Єщенко та ін. ; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К'», 2014. 332 с.
11. Оцінювання врожайності та стабільності генотипів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від попередників та строків сівби / Правдзіва І. В. та ін. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2020. № 16 (3). С. 291–302. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.32020.214923>.
12. Оцінювання сортів і ліній пшениці озимої за стабільною врожайністю та адаптивністю в умовах зміни клімату Лісостепу / М. І. Штакал та ін. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 3 (828). Weather conditions of winter, spring vegetation period and efficiency of late sowing of winter wheat. *Rol nauky u pidvyshchenni tekhnologichnoho rivnia i efektyvnosti APK Ukrainy* : Materialy IV Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu (m. Ternopil, 15–16 trav. 2014 r.). Ternopil, 2014. Part 1. P. 65–67.
5. Zadoncev A. I., Bondarenko V. I., Nechaev V. F. Winter hardiness and productivity of winter wheat varieties depending on the sowing time in the conditions of the Stavropol Territory. *Bjul. VNIi kukuruzy*. 1972. Issue 26. P. 11–16.
6. Lykhochvor V. V., Petrychenko V. F. Plant growing. Technologies for growing crops. 4-te vyd., vypr. i dop. Lviv : Ukrainski tekhnolohii, 2014. 1040 p.
7. Liashenko V. V., Marenych M. M. Influence of sowing dates on productivity of winter wheat crops. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2010. No 2. P. 46–50.
8. Methodology of the field experiment / Ushkarenko V. O. et al. Kherson, 2014. 445 p.
9. Orliuk A. P., Honcharova K. V. Adaptive and productive potentials of wheat. Kherson : Ailant, 2002. 263 p.
10. Fundamentals of research in agronomy : a textbook / V. O. Yeshchenko et al. ; za red. V. O. Yeshchenka. Vinnytsia : PP «TD «Edelveis i K'», 2014. 332 p.
11. Estimation of yield and stability of genotypes of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on predecessors and sowing dates / Pravdziva I. V. et al. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. 2020. No 16 (3). P. 291–302. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.32020.214923>.
12. Evaluation of varieties and lines of winter wheat for stable yield and adaptability in the conditions of Forest-Steppe climate change / M. I. Shtakal et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2022. No 3 (828). P. 62–68.
13. Petrychenko V. F., Lykhochvor V. V. Plant growing. New technologies for growing field crops : a textbook. 5-te

С. 62–68.

13. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підручник. 5-те вид., виправ., допов. Львів : НВФ "Українські технології", 2020. 806 с.

14. Пикуш Г. Р. Некоторые особенности биологии кушения озимой пшеницы. *Повышение продуктивности озимой пшеницы*. Днепропетровск, 1980. С. 22–29.

15. Нетіс І. Т. Пшениця озима на Півдні України : монографія. Херсон : Олді-плюс, 2011. 460 с.

16. Самець Н., Грицевич Ю. Вплив змін клімату на продуктивність різних строків посіву пшениці озимої та прогноз на найближчу перспективу. *Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату* : збірник наукових праць Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Кам'янець-Подільський, 15–16 черв. 2017 р.). Тернопіль : Крок, 2017. С. 163–165.

17. Уліч О. Л. Вплив строків сівби на реалізацію потенціалу продуктивності сучасних сортів м'якої озимої пшениці в умовах зміни клімату. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 4 (25). С. 58–62. DOI: [https://doi.org/10.21498/2518-1017.4\(25\).2014.55899](https://doi.org/10.21498/2518-1017.4(25).2014.55899).

18. Уліч О. Л. Тенденції зміни строків сівби пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) у південній частині Правобережного Лісостепу України за трансформації клімату. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 6 (783). С. 19–24. DOI: 10.31073/agrovisnyk201806-03.

19. Феоктістов П. О., Блищик Д. В. Вплив змін клімату на строки сівби озимої пшениці на Півдні України. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2014. № 1/2. С. 56–61.

20. Формування врожаю і якості зерна пшениці озимої залежно від строків сівби та рівня живлення / А. М. Шувар та ін. *Передгірне та гірське землеробство і*

vyd., vyprav., dopov. Lviv : NVF "Ukrainski tekhnolohii", 2020. 806 p.

14. Pikush G. R. Some features of the biology of winter wheat tillering. *Povyshenie produktivnosti ozimoy pshenicy*. Dnepropetrovsk, 1980. P. 22–29.

15. Netis I. T. Winter wheat in the South of Ukraine : monograph. Kherson : Oldiplius, 2011. 460 p.

16. Samets N., Hrytsevych Yu. The impact of climate change on the productivity of different terms of sowing winter wheat and the forecast for the near future. *Aktualni pytannia suchasnykh tekhnolohii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur v umovakh zmin klimatu* : zbirnyk naukovykh prats Vseukr. nauk.-prakt. konf. (m. Kamianets-Podilskyi, 15–16 cherv. 2017 r.). Ternopil : Krok, 2017. P. 163–165.

17. Ulich O. L. Influence of sowing dates on realization of productivity potential of modern varieties of soft winter wheat in the conditions of climate change. *Sortovyvchennia ta okhrona prav na sorty roslin*. 2014. No 4 (25). P. 58–62. DOI: [https://doi.org/10.21498/2518-1017.4\(25\).2014.55899](https://doi.org/10.21498/2518-1017.4(25).2014.55899).

18. Ulich O. L. Trends in the timing of sowing of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in the southern part of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine due to climate change. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No 6 (783). P. 19–24. DOI: 10.31073/agrovisnyk201806-03.

19. Feoktistov P. O., Blyshchik D. V. Influence of climate change on sowing dates of winter wheat in the south of Ukraine. *Liudyna ta dovkillia. Problemy neoekolohii*. 2014. No 1/2. P. 56–61.

20. Formation of the yield and grain quality of winter wheat depending on the sowing time and nutrition / A. M. Shuvar et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2018. Issue 63. P. 161–173.

21. Fursova H. K., Fursov D. I., Serhieieva V. V. Crop production: laboratory-practical classes. Ch. 1. *Zernovi kultury* : navch. posib. / za red. H. K. Fursovoi. Kharkiv : Ekskluziv, 2004. 380 p.

22. Khorishko S. A. Productivity of

тваринництво. 2018. Вип. 63. С. 161–173.

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

22. Хорішко С. А. Продуктивність пшениці озимої залежно від строків сівби та рівня мінерального живлення по стерньовому попереднику в умовах Північного Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2015. Вип. 63. С. 12–15.

23. Четверик О. М. Вплив строків сівби та погодних умов осіннього періоду вегетації на перезимівлю та урожайність пшениці м'якої озимої. *Вісник ЦНЗ АППВ Харківської області*. 2011. Вип. 10. С. 265–273.

24. Ярчук І. І., Мельник Т. В. Строки сівби і норми висіву пшениці твердої озимої. *Зернові культури*. 2018. Т. 2, № 1. С. 94–100. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0013>.

25. Denisow B., Malinowski D. P. Climate change and the future of our world – implications for plant phenology, physiology, plant communities, and crop management. *Acta Agrobotanica*. 2016. 69 (2). P. 1–4. DOI: 10.5586/aa.1683.

26. Forecasting of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield for the Southern Steppe of Ukraine using meteorological indices / Bilousova Z. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10 (3). P. 36–43. DOI: 10.15421/2020\_130.

27. Gandjaeva L. Effect of sowing date on yield of winter wheat cultivars Grom, Asr and Kuma in Khorezm region. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2019. 25 (3). P. 474–479.

28. Growth and productivity of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on the sowing parameters / Poltoretskyi S. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10 (2). P. 81–87. DOI: 10.15421/2020\_68.

29. Impact of climate change on the features of morphological analysis in the evaluation of winter wheat / Kucherenko O. et al. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 107–114.

winter wheat depending on terms of sowing and level of mineral nutrition on stubble predecessor in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2015. Issue 63. P. 12–15.

23. Chetveryk O. M. Influence of sowing dates and weather conditions of the autumn growing season on overwintering and yield of soft winter wheat. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti*. 2011. Issue 10. P. 265–273.

24. Yarchuk I. I., Melnyk T. V. Terms of sowing and seeding rates of winter durum wheat. *Zernovi kultury*. 2018. Vol. 2, No 1. P. 94–100. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0013>.

25. Denisow B., Malinowski D. P. Climate change and the future of our world – implications for plant phenology, physiology, plant communities, and crop management. *Acta Agrobotanica*. 2016. 69 (2). P. 1–4. DOI: 10.5586/aa.1683.

26. Forecasting of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield for the Southern Steppe of Ukraine using meteorological indices / Bilousova Z. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10 (3). P. 36–43. DOI: 10.15421/2020\_130.

27. Gandjaeva L. Effect of sowing date on yield of winter wheat cultivars Grom, Asr and Kuma in Khorezm region. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2019. 25 (3). P. 474–479.

28. Growth and productivity of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on the sowing parameters / Poltoretskyi S. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10 (2). P. 81–87. DOI: 10.15421/2020\_68.

29. Impact of climate change on the features of morphological analysis in the evaluation of winter wheat / Kucherenko O. et al. *Selektsiia i nasinnystvo*. 2013. Issue 103. P. 107–114.

30. Oleksiak T. Effect of sowing date on winter wheat yields in Poland. *Journal of Central European Agriculture*. 2014. 15 (4). P. 83–99. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/15.4.1513>.

31. Plausible changes in wheat growing periods and grain yield in China triggered by future climate change under multiple

30. Oleksiak T. Effect of sowing date on winter wheat yields in Poland. *Journal of Central European Agriculture*. 2014. 15 (4). P. 83–99. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/15.4.1513>.
31. Plausible changes in wheat-growing periods and grain yield in China triggered by future climate change under multiple scenarios and periods / Yujie L. et al. *Quarterly J. of the Royal Meteorological Society*. 2021. Vol. 147, Issue 741. P. 4371–4387. DOI: 10.1002/qj.4184.
32. Powell J. P., Reinhard S. Measuring the effects of extreme weather events on yields. *Weather and Climate Extreme*. 2016. Vol. 12. P. 69–79. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wace.2016.02.003>.
33. The yield of winter wheat depending on sowing terms / Petrychenko V. F. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11 (3). P. 161–166. DOI: 10.15421/2021\_158.

Отримано 11.05.2022  
Погоджено до друку 19.05.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-12

УДК 632.7:633.1

**А. В. ФЕДОРЕНКО, О. О. БАХМУТ, В. І. БОРИСЕНКО, А. Ф. ЧЕЛОМБИТКО,**  
кандидати сільськогосподарських наук

**М. М. БАЩЕНКО,** молодший науковий співробітник

Інститут захисту рослин НААН

*вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, e-mail: Komanche2017@ukr.net*

## **ШКІДНИКИ ЗЕРНОВИХ КОЛОСОВИХ КУЛЬТУР З РЯДУ ТВЕРДОКРИЛИХ**

Було проведено вивчення фітосанітарного стану посівів зернових колосових культур на території України, визначено домінуючі види фітофагів, підготовлено матеріали щодо особливостей фітосанітарного стану в умовах року та складено довгостроковий (річний) прогноз розвитку шкідливих організмів на наступний рік на основі відповідного аналізу отриманих даних.

Так, за останні роки зміна клімату в Україні проявилася через підвищення середньої річної температури та збільшення суми ефективних температур. Відзначено зменшення зони достатнього зволоження ґрунту, її межа зміщується на північ. У свою чергу все це призводить до зміни тривалості сезонів року і, як наслідок, змінюються характеристики екологічних чинників довкілля для комах, що може сприяти розмноженню та поширенню деяких їх видів. Так, відзначено, що в умовах змін клімату збільшується частота кризових явищ у рослинництві, які викликані фітосанітарною дестабілізацією агроєкосистем, що може супроводжуватися появою нових груп шкідників і значними втратами врожаю.

Шкідники і хвороби загрожують сільськогосподарським культурам протягом усього періоду їх розвитку, втрати від них щорічно становлять 30–35 %, а на окремих площах у період масових спалахів їх чисельності – перевищують 50 % чи навіть призводять до повної загибелі посівів. Під впливом абіотичних чинників фітофаги змінюють свій ареал і зони шкідливості, тому надійний захист культур неможливий без постійного моніторингу, уточнення їх видового складу та фітосанітарного прогнозу. Екологічна та економічна доцільність застосування тих чи інших засобів захисту тісно залежить насамперед від своєчасної інформації про наявну чисельність, поширення шкідливих організмів та строки заселення ними сільськогосподарських культур. У свою чергу все це потребує досконалого визначення комплексів домінуючих шкідників та вивчення особливостей їх біології і розвитку. Удосконалені методичні підходи оцінки фітосанітарного стану агроценозів, оперативність отримання відповідних даних – дозволять виробникам сільськогосподарської продукції вчасно ухвалювати рішення щодо економічної доцільності застосування тих чи інших засобів захисту рослин.

© Федоренко А. В., Бахмут О. О., Борисенко В. І.,  
Челомбітко А. Ф., Башченко М. М., 2022

Погодні умови 2021 р. не сприяли розвитку хлібних жуків та хлібного туруна, їх чисельність залишалася відносно низькою, на рівні попередніх років. Чисельність хлібних білошок та злакових п'явиць також знаходилася на рівні відповідних показників за попередні роки, їх шкідливість здебільшого осередкова.

**Ключові слова:** зернові колосові культури, фітосанітарний моніторинг, довгостроковий прогноз, шкідники зернових колосових культур.

**Andrii Fedorenko, Olexandr Bakhmut, Volodymyr Borysenko, Andrii Chelombitko, Mariia Bashchenko**

Institute of plant protection of NAAS

**The cereal crops' pests of the *Coleoptera* species**

A study of the phytosanitary state of cereal crops on the territory of Ukraine was carried out, the dominant species of pests were identified, materials were prepared regarding the peculiarities of the phytosanitary state in the conditions of the year, and a long-term (annual) forecast of the development of pests for the next year was drawn up based on the appropriate analysis of the data obtained.

In recent years, climate change in Ukraine has manifested itself through an increase in the average annual temperature, and an increase in the sum of effective temperatures. A decrease in the zone of sufficient soil moisture was noted, its line shifted to the north. In turn, all this leads to a change in the length of the seasons, and as a result, changes in the characteristics of environmental factors for insects, which may contribute to the reproduction and spread of some of their species. Thus, it is noted that in the conditions of climate change the frequency of crisis phenomena in crop production, which are caused by phytosanitary destabilization of agroecosystems increases, which may be accompanied by the emergence of new groups of pests and significant crop losses.

Pests and diseases threaten crops throughout the period of their development, losses from them annually amount to 30–35 %, and in some areas, during mass outbreaks of their number – exceed 50 %, or even lead to complete death of crops. Because, under the influence of abiotic factors, pests constantly change the boundaries of their habitat and zones of damage, therefore reliable protection of crops is impossible without constant monitoring, constant clarification of the species composition of phytophages, and phytosanitary forecast. Ecological and economic expediency of use of these or those means of protection closely depends, first of all, on timely information on the expected number, distribution of harmful organisms, and terms of settlement of crops by them. In turn, all this requires a perfect definition of the complexes of dominant pests, and the study of their biology and development. Improved methodological approaches for assessing the phytosanitary state of agrocenoses and the promptness of obtaining relevant data will allow agricultural producers to make timely decisions on the economic feasibility of using certain plant protection products.

Weather conditions in 2021 did not favor the development of cereal beetles (*Anisoplia* and *Zabrus tenebrioides* Goese.), their number remains relatively low, at the level of previous years. The number of *Phyllotreta vittula* Redt., *Oulema*

*melanopus* L., *Oulema lichenis* Voet. also remains at the level of the corresponding indicators for previous years, their harmfulness is mostly focal.

**Keywords:** cereal crops, phytosanitary monitoring, long-term forecast, pests of cereal crops.

**Вступ.** Рівень шкідливості тих чи інших видів фітофагів постійно змінюється. Так, стан їх популяцій в певні періоди можна охарактеризувати як депресивний, але в інші – відзначається різке зростання чисельності [1, 6]. Деякі види шкідників повністю втрачають свою актуальність, проте їм на зміну з'являються інші [30, 32, 33]. Досить часто такі різкі збільшення чисельності фітофагів, так звані «спалахи», все ще залишаються для аграріїв стихійним лихом і важко передбачувані [34–37]. Зазначені вище коливання чисельності у популяціях різних видів тварин, а особливо – комах, насамперед зумовлені впливом антропогенних та екологічних чинників різної природи, серед яких погодні і кліматичні зміни займають не останнє місце [5, 12, 21–23].

Аналіз динаміки агрометеорологічних показників свідчить, що за останні роки зміни клімату в Україні проявилися через підвищення середньої річної температури та збільшення суми ефективних температур [4, 5, 11, 13, 16]. Сніговий покрив, який з'являється в листопаді і лежить до березня, – нині велика рідкість, зими стали більш теплими і малосніжними, загальна тривалість зимового періоду зменшилася майже на місяць, а січневі і лютневі дощі – зараз звичайне явище. Відновлення весняних процесів відбувається, як правило, на 2–3 тижні раніше, і, як наслідок, відзначено збільшення на 7–10 діб тривалості періоду активної вегетації рослин. У характері розподілу опадів спостерігається тенденція до збільшення кількості малоефективних тривалих дощів (злив), коли місячна норма випадає за 1–2 доби [27, 29]. Також відзначено зменшення зони достатнього зволоження ґрунту, і її межа піднімається все вище на північ [5, 16, 21–23].

У свою чергу все це призводить до змін екологічного оптимуму різних видів шкідників [3, 4]. Так, зміни клімату впливають на зміни ареалу багатьох фітофагів та зон їх шкідливості [11, 25, 33, 34, 37]. Як приклад тому, на сьогодні більшість переважно степових видів стають звичними і в несприятливих для них Лісостепу та навіть на Поліссі [3, 10, 12–14]. Відзначено поширення зон їх екологічних оптимумів на північ, а у деяких видів (лускокрилі) – поступове збільшення кількості

генерацій (у зв'язку із подовженням сезону вегетації) [24, 26, 28, 31, 36].

**Матеріали і методи.** Проведено аналіз фітосанітарного стану зернових колосових культур в Україні, площ поширення шкідників, динаміки їх чисельності, фенології та стану популяцій в контексті природно-кліматичних зон (Степу, Лісостепу і Полісся).

Обліки шкідників проводили за загальноприйнятими методиками. Їх чисельність на полях визначали шляхом підрахунку екземплярів на 1,0 метр квадратний (екз. на кв. м) чи методом ентомологічного косіння (екз. на 100 помахів сачка), щодо личинок хлібних жуків та хлібного туруна – методом пошарових ґрунтових розкопок (екз. на кв. м).

Для своєчасної оцінки фітосанітарного стану культур та його динамічних змін використовували: результати фітосанітарного моніторингу посівів зернових колосових культур, який провели безпосередньо співробітники лабораторії прогнозу ІЗР НААН; поточні звіти наукових співробітників інших лабораторій Інституту захисту рослин НААН з місць відряджень, де проводили польові дослідження; матеріали декадних звітів обласних станцій захисту рослин та пунктів сигналізації і прогнозу, які надавала Державна інспекція захисту рослин; інформацію від регіональних державних дослідних станцій та інститутів НААН.

**Результати та обговорення. Хлібні жуки (кузька (*Anisoplia austriaca* Н.), красун (*Anisoplia segetum* Н.), осередково хрестоносець (*Anisoplia agricola* Р.)).**

Коливання чисельності цих шкідників траплялися протягом усього періоду розвитку сільського господарства, а на території України добре відомі вже з другої половини XIX та минулого сторіч. Впродовж останніх років заселеність полів хлібними жуками відносно низька. Черговий спад чисельності розпочався з 2012 р. і триває до нинішнього часу. Причинами ситуації, що склалася, є не лише погодні умови, а й антропогенний чинник. Як відомо, самиці хлібних жуків для відкладання яєць віддають перевагу посівам цукрових буряків (просапна культура з добре прогрітим і розпушеним ґрунтом у міжряддях), площі яких останніми роками в Україні істотно зменшено [2, 7, 18–20].

У 2021 р. домінуючим видом у всіх областях, як завжди, залишався жук кузька, становлячи в процентному співвідношенні частку в межах 60–100 % від усіх інших представників роду *Anisoplia*. Жук красун, хоча і займав друге місце після кузьки, проте фактично

становив незначну частку. Максимальний його процент спостерігали на Вінниччині та Полтавщині (відповідно 19 та 20 %).

За період зими 2020–2021 рр. загальний середній показник загибелі личинок на території України не перевищував 7,9 %, що на 1,3 % більше ніж попереднього року. У більшості випадків основною причиною стали хвороби, і лише в Дніпропетровській та Вінницькій областях – абіотичні фактори. Найбільший процент загибелі під час зимівлі відзначено в зоні Лісостепу – 14,2 %, що значно перевищувало значення відповідних показників у Степу та на Поліссі (відповідно 5,5 і 4 %). Якщо ж проаналізувати безпосередньо за областями, то порівняно високий показник смертності цих комах, як і торік, було зафіксовано на Тернопільщині, а також у Черкаській і Вінницькій областях (18–19 %).

Вихід імаго хлібних жуків та заселення ними полів на більшості територій було відзначено, як і в попередньому році, з кінця травня – на початку червня.

У фазі молочно-воскової стиглості зерна імаго хлібних жуків у межах свого ареалу на території України в середньому заселили 37,7 % обстежених площ. Так, безпосередньо в Степу заселеність становила 23,1 % з відносно високими значеннями цього показника в Запорізькій, Луганській і Дніпропетровській областях (відповідно 33; 44,7 і 45 %); у Лісостепу – 68,4 %, зокрема високу заселеність відзначено у Хмельницькій (94 %), Сумській (78 %), Київській (77 %) та Полтавській (76 %) областях, а максимальну – у Харківській (100 %). На Поліссі ж було заселено 21,5 % площ.

Середня чисельність імаго на території нашої країни у цей період становила 0,5 екз. на кв. м, що аналогічно попередньому року. Показник максимальних значень чисельності в осередках мав незначну тенденцію до спадання, становлячи 2,5 екз. на кв. м, замість 2,6 екз. на кв. м, що було відзначено у 2020 р. Якщо ж розглядати ситуацію безпосередньо в регіонах, то влітку 2021 р. у зоні Степу спостерігали тенденцію до зростання чисельності. Так, її середній показник становив 0,7 екз. на кв. м, а максимальний в осередках збільшився – 3,4 екз. на кв. м. (в 2020 р. – відповідно 0,6 і 2,6 екз. на кв. м). У Лісостепу, навпаки, відзначено деякий спад, середня чисельність – 0,5 екз. на кв. м, а максимальна в осередках – 2,5 екз. на кв. м (у 2020 р. – відповідно 0,6 і 3,1 екз. на кв. м). На Поліссі ж показник середньої чисельності залишився на рівні попереднього року (0,3 екз. на кв. м), а максимальної в осередках – дещо знизився (1,5 екз. на кв. м замість 1,8 екз. на кв. м у 2020 р.). Відносно високу (5,0 екз. на кв. м) щільність

популяції шкідника порівняно до решти територій відзначено в осередках Херсонської та Полтавської областей, а максимальну – на Луганщині (8,0 екз. на кв. м).

За даними осінніх ґрунтових розкопок, личинки хлібних жуків виявлено повсюдно в межах свого традиційного ареалу. Порівняно з минулим роком дещо збільшився процент загальної заселеності ними площ (на 1,6 %), становлячи 20,2 %, показники їх загальної середньої чисельності (на 0,1 екз.) та максимальної чисельності в осередках (на 0,3 екз.), становлячи у 2021 р. відповідно 0,6 і 2,2 екз. на кв. м.

Найбільше заселення шкідником території було відзначено в Лісостепу – 22,9 %; у Степу та на Поліссі – відповідно 16,1 і 21,5 % площ. Щодо середньої чисельності зимуючого запасу цих комах: у Степу – 0,5 екз. на кв. м, у Лісостепу – 0,7 екз. на кв. м, на Поліссі – 0,5 екз. на кв. м. За детального розгляду більшу щільність популяції (1,0 екз. на кв. м) відзначено у Черкаській області. Щодо максимальної чисельності в осередках, найвище значення цього показника, як і попереднього року, зафіксовано на Сумщині – 8,0 екз. на кв. м. У середньому на території України переважали личинки I року – 51,1 %.

Незважаючи на те, що чисельність шкідника досить низька і вже шостий рік поспіль істотно не змінюється, слід обов'язково враховувати погодні умови зимового періоду 2021–2022 рр. Як відомо, саме промерзання ґрунту на глибину до 1,0 м і більше – один із основних факторів, що контролює шкідливість хлібних жуків [7, 8]. Проте цьогорічної зими низькі й критичні для цього фітофага температури збігалися з достатнім покривом снігу на полях. Отже, враховуючи сказане вище, не варто виключати ймовірність осередкового збільшення чисельності хлібних жуків. Ризик існує насамперед у традиційних для фітофага областях Степу та Лісостепу, і особливо – безпосередньо на полях, де за осінніх обстежень переважали личинки II року. Вирішальним критерієм ще залишатиметься період травня – червня. Адже помірно тепла дощова погода в цей час з ГТК 0,6–1,0 – другий після зими вирішальний фактор, що визначає спалахи чисельності [6, 7, 8]. За кількості жуків вище ЕПШ (3,0–4,0 екз. на кв. м) у період молочно-воскової стиглості зернових слід проводити крайові або суцільні обробки полів, що одночасно захистять посіви і від ряду інших супутніх фітофагів [1, 7, 8].

**Хлібний турун (жужелиця) мала (звичайна) (*Zabrus tenebrioides* Goese.)** розвивалася та шкодила більшою мірою на полях озимих зернових культур, розміщених після колосових попередників,

майже в усіх областях Степу, Лісостепу, включаючи західні регіони, а також вже традиційно в зоні Полісся – на Волині [2, 15, 19, 20, 26]. Останні п'ять років посушлива погода липня – вересня стримувала активність цього фітофага, проте погодні умови минулого року (тепла зима 2019–2020 рр., достатнє зволоження ґрунту та невисокі температури в липні) дещо сприяли його розвитку.

У 2021 р., за даними осіннього вибіркового обстеження на всіх полях сівозміни, хлібним туруном було заселено 16,3 % площ, що на 1,6 % більше, ніж у 2020 р., а середня його чисельність становила 0,6 екз. на кв. м, що не відрізняється від ситуації у попередньому році.

У Степу найбільший відсоток заселених площ традиційно відзначено на полях Кіровоградської (28 %), Одеської (24 %) та Миколаївської (22 %) областей, проте середня чисельність личинок становила 0,5–0,8 екз. на кв. м, що не перевищувало ЕПШ та істотно не відрізнялося від решти територій цієї зони.

У Лісостепу максимальний відсоток заселених площ (36 %) відзначено, як і минулого року, на Хмельниччині. Показники чисельності шкідника суттєво не різнилися в областях, лише будучи дещо вищими у Хмельницькій та Харківській (відповідно 0,9 та 1,0 екз. на кв. м), а на решті територій коливаючись у межах 0,5–0,7 екз. на кв. м.

На Поліссі щодо заселених площ – традиційно відрізнялася Волинська область, де, як і минулого року, заселено 40 %.

Заселеність полів з озиминою під урожай 2022 р. становила 22 %, що лише на 0,2 % більше від минулорічних показників. Середня ж чисельність шкідника незначною мірою (на 0,1 екз.) перевищувала відповідний показник попереднього року, становлячи 0,6 екз. на кв. м (2020 р. – 0,5 екз. на кв. м), будучи найбільшою на Поліссі – 0,7 екз. на кв. м, а в зонах Степу та Лісостепу становлячи відповідно 0,5 і 0,6 екз. на кв. м. Якщо ж розглянути безпосередньо за областями, то найбільші значення цього показника спостерігали у Хмельницькій, Київській (1,0 екз. на кв. м) та Львівській (0,9 екз. на кв. м), на решті ж територій чисельність коливалася в межах 0,2–0,8 екз. на кв. м.

Як вже було зазначено вище, спекотні погодні умови кінця червня – початку серпня дещо стримують розвиток турунів. За результатами осінніх обліків у 2021 р., показник їх середньої чисельності продовжує залишатися в межах діапазону відповідних низьких значень за попередні роки. Проте не слід забувати про погодні умови зими 2021–2022 рр., які відзначалися достатньою кількістю снігового покриву на полях, що зможе збільшити певний процент

виживання личинок. Іншими вагомими факторами у 2022 р. можуть стати сприятливий для шкідника ГТК весняно-літнього періоду та недотримання правильної агротехніки навесні. Все це може призвести до появи осередків із підвищеною чисельністю. Загроза від хлібної жужелиці ймовірна насамперед у зоні її «значної шкоди», на озимині, що висіяна після зернових попередників, на знижених рельєфах, на місцях втрат зерна після збирання, поблизу скирт з соломою, куди турун мігрував з полів пророслої падалиці. Провідну роль у боротьбі з хлібною жужелицею відіграють агротехнічні заходи, а саме: сімба озимини у допустимо пізні строки, науково обґрунтована сівозміна, збирання врожаю в оптимально ранні та стислі строки, луцення стерні та рання оранка, адже своєчасний обробіток ґрунту також знижує нагромадження шкідника. Потреба в хімічному захисті виникатиме за недопорогової чисельності фітофага (ЕПШ понад 3,0–4,0 личинки на кв. м) [15–17].

Щодо **хлібних блішок**, за даними 2021 р., на полях зернових колосових переважала **смуґаста** (*Phyllotreta vittula* Redt.), шкодячи здебільшого осередково на рівні минулорічних показників. Так, у більшості областей фітофагом було заселено в середньому 5–31 %, максимально 70–100 % обстежених площ пшениці озимої (Миколаївська, Вінницька, Дніпропетровська, Київська, Полтавська, Сумська, Харківська, Хмельницька області) за чисельності 0,3–5,0 екз. на кв. м. Пошкоджено 1–15 % рослин, переважно в слабкому та середньому ступені.

У посівах ячменю озимого в середньому заселено 6–50 %, максимально 80–100 % обстежених площ, пошкоджено 1–15 % рослин (у слабкому та середньому ступені) за чисельності 0,2–6,0 екз. на кв. м (Дніпропетровська, Одеська, Миколаївська, Вінницька та Київська області).

Щодо ярих зернових, у середньому заселено 10–53 %, максимально 100 % обстежених площ (Дніпропетровська, Запорізька, Київська, Вінницька, Полтавська, Харківська, Хмельницька, Сумська області), пошкоджено 1–21 % рослин за чисельності 0,3–8,0 екз. на кв. м. Інтенсивність пошкоджень посівів переважно була слабкою.

Запас шкідника, що зимував (2021–2022 рр.), був дещо меншим за минулорічні показники, становлячи в середньому 0,2–3,5 екз. на кв. м, максимально – 4,0–6,0 екз. на кв. м (Луганська, Хмельницька обл.). Проте за оптимальних погодних умов весняного періоду 2022 р. цілком ймовірне осередкове збільшення чисельності хлібних блішок. Так, захисні заходи проти них будуть доцільними за наявності їх

надпорогової чисельності, здебільшого у крайових смугах полів, де також будуть зосереджені й інші види шкідників зернових колосових культур [1, 6, 9, 26].

**Злакові п'явиці (червоногруда (*Oulema melanopus* L.) і синя (*Oulema lichenis* Voet.)).** Навесні 2021 р. у період заселення шкідником посівів зернових колосових на його розвиток негативно вплинули погодні умови (різкі коливання денних та нічних температур, дощі різної інтенсивності) [19, 20]. На полях пшениці озимої у фазі її кушіння п'явиць було відзначено на 0,2–45 % обстежених площ, де за чисельності 0,1–1,0 екз. на кв. м пошкоджено 0,3–3 % рослин у слабкому ступені. У фазі виходу рослин у трубку заселеність площ зростає, в середньому становлячи 0,9–33 %, а максимально – 58–84 % (Вінницька, Київська, Полтавська, Харківська та Хмельницька області). За чисельності 0,1–6,0 екз. на росл. пошкоджено 1–7 % рослин у слабкому ступені. У період колосіння середня чисельність фітофага становила 0,3–6,0 екз. на росл., максимально – 17,0 екз. на росл. (Запорізька обл.). Пошкоджено 1–9 % рослин, макс. 17 % (Запорізька обл.). Ступінь пошкодження переважно був слабким. Заселено 4–65 % обстежених площ, а подекуди в осередках Київської та Харківської областей – 97–100 %.

Посіви пшениці ярої було заселено п'явицями в середньому до 60 %, а максимально в осередках – до 100 % (Хмельницька, Львівська та Київська області), де за чисельності 1,0–12,0 екз. на кв. м у слабкому ступені пошкоджено 0,4–15 % рослин.

На посівах ячменю чисельність п'явиць у фазі кушіння становила від 0,1 до 4,0 екз. на росл., пошкоджено 0,2–4 % рослин у слабкому ступені. У середньому заселеність посівів – до 40 %, максимально (62,5–100 %) – в осередках Хмельницької, Запорізької, Київської та Полтавської областей.

У періоди виходу рослин у трубку та колосіння на більшості території України було заселено 1,5–34 % обстежених площ. У Вінницькій, Волинській, Дніпропетровській, Житомирській, Сумській та Чернівецькій областях цей показник був у межах 50–70 %, а максимальне заселення відзначено в осередках Полтавської, Хмельницької, Запорізької, Київської та Харківської областей – 88–100 %. Середня чисельність шкідника у цей період коливалася в межах 0,5–6,37 екз. на росл., пошкоджено до 10 % рослин. Максимальну чисельність відзначено в осередках Запорізької області – 10,0 екз. на росл., де пошкоджено 24–33 % рослин, переважно в слабкому ступені.

За даними осінніх обстежень, чисельність п'явиць у місцях їх зимівлі залишалася в межах відповідних значень минулорічних показників – 0,2–2,0 екз. на кв. м. Але у 2022 р. за сприятливої для фітофага помірно вологої й теплої погоди у весняно-літній період цілком ймовірно заселення жуками посівів озимини та за більш високої ймовірності – ярих зернових (у фази кушіння – вихід у трубку) [1, 9, 6, 26].

**Висновки.** Аналіз динаміки агрометеорологічних показників дозволив дійти висновку, що за останні роки зміна клімату в Україні проявилася через підвищення середньої річної температури та збільшення суми ефективних температур. Відзначено зменшення зони достатнього зволоження ґрунту, її межа зміщується на північ. Відновлення весняних процесів відбувається, як правило, на 2–3 тижні раніше, відзначено збільшення тривалості періоду активної вегетації рослин на 7–10 діб. Як наслідок, це призводить до змін екологічного оптимуму для деяких видів шкідливих організмів, розширення їх ареалів у північному напрямі та поступового збільшення кількості генерацій у зв'язку із подовженням сезону вегетації.

Саме тому надзвичайно актуальним залишається володіння істинною інформацією щодо видового складу шкідників, їх чисельності та поширення, а також прогноз розвитку. Оперативне доведення цієї інформації до різних категорій виробників сільськогосподарської продукції дозволить вчасно визначати доцільність застосування оптимальної комбінації заходів і засобів захисту рослин.

Погодні умови 2021 р. не сприяли розвитку хлібних жуків та хлібного туруна, їх чисельність залишалася відносно низькою, на рівні попередніх років. Чисельність хлібних блішок та злакових п'явиць також знаходилася на рівні відповідних показників за попередні роки, загроза від них ймовірна лише подекуди в осередках.

#### Список використаної літератури

1. Білецький Є. М. Теорія і технологія багаторічного прогнозу. *Інтегрований захист рослин на початку XXI століття* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2004. С. 29–36.
2. Віннічук Т. С., Пармінська А. М., Гаврелиук Н. М. Найпоширеніші шкідливі організми у короткоротаційних сівозінах Лівобережного Лісостепу. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 2. С. 69–73.

#### References

1. Biletskyi Y. M. Theory and technology of multi-year forecasting. *Intehrovanyi zakhyst roslyn na pochatku XXI stolittia* : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Kyiv, 2004. P. 29–36.
2. Vinnichuk T. S., Parminska A. M., Havreliuk N. M. The most common pests in short-rotation crops of the left-bank Forest-Steppe. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2014. No 2. P. 69–73.

3. Жук О. І. Формування та продуктивність рослин пшениці озимої за несприятливих умов навколишнього середовища. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., 15 жовт. 2021 р. Умань, 2021. С. 65–68.
4. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату : монографія / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса : ТЕС, 2018. 548 с.
5. Мельничук М. Д., Григорюк І. П., Чайка В. М. Глобальні зміни клімату – загроза біоресурсам України. *Біоресурси планети: соціальні, біологічні, продовольчі та енергетичні проблеми*. Київ, 2008. С. 42–57.
6. Методические рекомендации по составлению прогноза развития и учета вредителей и болезней сельскохозяйственных растений / за ред. В. П. Омелюты. Киев, 1981. С. 235.
7. Муханова В. С. Формування структури ентомофауни озимої пшениці залежно від технології вирощування. *Інтегрований захист рослин, проблеми та перспективи* : матеріали Міжнар. наук.-перспект. конф., 13–16 листоп. 2006 р. Київ, 2006. С. 50–51.
8. Новосельская Т. Г. Шкодочинність основних фітофагів озимої пшениці лісостепової зони України. *Інтегрований захист на початку XXI сторіччя* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2004. С. 216–222.
9. Пристацька О. Н., Біловус Г. Я., Ващишин О. А. Вплив абіотичних факторів та окремих елементів технології на щільність популяцій фітофагів у посівах пшениці озимої в Західному Лісостепу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69 (2). С. 91–107. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-2-6.
10. Рекомендації з інтегрованої системи захисту ярої пшениці від хвороб, шкідників та бур'янів / В. П. Федоренко та ін. Київ, 2004. 26 с.
11. Рудік О. Л. Адаптація виробництва
3. Zhuk O. I. Formation and productivity of winter wheat plants under adverse environmental conditions. *Henetyka i selektsiia v suchasnomu ahrokompleksi* : materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf., 15 zhovt. 2021 r. Uman, 2021. P. 65–68.
4. Climate risks of economy branches functioning in Ukraine under conditions of climate change : monograph / ed. S. M. Stepanenko, A. M. Polovyi. Odesa : TES, 2018. 548 p.
5. Melnychuk M. D., Hryhoriuk I. P., Chaika V. M. Global climate change is a threat to Ukraine's biological resources. *Bioresursy planety: sotsialni, biolohichni, prodovolchi ta enerhetychni problemy*. Kyiv, 2008. P. 42–57.
6. Guidelines for compiling a forecast for the development and accounting of pests and diseases of agricultural plants / ed. V. P. Omeliuta. Kyiv, 1981. P. 235.
7. Mukhanova V. S. The structure's formation of the entomofauna of winter wheat depending on the cultivation technology. *Intehrovanyi zakhyst roslyn, problemy ta perspektvyv* : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf., 13–16 lystop. 2006 r. Kyiv, 2006. P. 50–51.
8. Novoselskaya T. G. Harmfulness of the main phytophages of winter wheat in the Forest-Steppe zone of Ukraine. *Intehrovanyi zakhyst roslyn na pochatku XXI storichchia* : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Kyiv, 2004. P. 216–222.
9. Prystatska O. N., Bilovus H. Ya., Vashchyshyn O. A. Influence of abiotic factors and separate elements of technology on the density of phytophagous populations in winter wheat crops in the western Forest-Steppe of Ukraine. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2021. Issue 69 (2). P. 91–107. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-2-6.
10. Recommendations on the integrated system of protection of spring wheat against diseases, pests and weeds / V. P. Fedorenko et al. Kyiv, 2004. 26 p.
11. Rudik O. L. Adaptation of grain production to global climate change.

зернових культур до глобальних змін клімату. *Тенденції та перспективи розвитку менеджменту в умовах глобальних викликів* : матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф., 28 трав. 2021 р. Херсон, 2021. С. 175–178.

12. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата. *Труды по сельскохозяйственной метеорологии*. 1928. Вып. 20. С. 165–171.

13. Стратегія і тактика захисту рослин. Т. 2: Тактика / під ред. В. П. Федоренка. Київ : Альфа-стевія, 2015. 792 с. (Інтенсивне землеробство).

14. Борзих О. І., Федоренко В. П. Сучасні проблеми фітосанітарного стану агробіоценозів в Україні. *Захист і карантин рослин* : міжвід. темат. зб. 2016. Вип. 62. С. 3–17.

15. Федоренко В. П., Карлошчук С. В. Видова структура угруповань турунів. *Захист рослин*. 2003. № 10. С. 6–8.

16. Потепління і фітосанітарний стан агроценозів України / В. П. Федоренко та ін. *Карантин і захист рослин*. 2008. № 5. С. 2–5.

17. Федоренко В. П. Наукові основи прогнозування поширення шкідників в агроценозах України. *Пропозиція*. 2022. № 1. С. 54–60.

18. Бакай І. Д., Іващенко О. В., Тогачинська О. В. Фітосанітарний стан та екологічна оцінка технологій вирощування пшениці озимової в умовах Північного Лісостепу України. *Захист і карантин рослин* : міжвід. темат. зб. 2014. Вип. 60. С. 16–30.

19. Федоренко В. Хто шкодить зерновим? *Польові новини*. 2021. 02. С. 16–20.

20. Федоренко В. П. Хто шкодить зерновим? *Пропозиція*. 2021. № 3. С. 102–104.

21. Чайка В. М. Екологічне обґрунтування прогнозу розповсюдження основних шкідників польових культур в агроценозах України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 03.00.16 / ІЗР УААН. Київ, 2004. 43 с.

*Tendentsii ta perspektyvy rozvytku menezhmentu v umovakh hlobalnykh vyklykiv* : materialy I Mizhnar. nauk.-prakt. konf., 28 trav. 2021 r. Kherson, 2021. P. 175–178.

12. Selianinov G. T. On agricultural climate assessment. *Trudy po sel'skhozajstvennoj meteorologii*. 1928. Issue 20. P. 165–171.

13. Strategy and tactics of plant protection. Vol. 2: Tactics / edited by V. P. Fedorenko. Kyiv : Alfa-stevia, 2015. 792 p. (Intensive agriculture).

14. Borzykh O. I., Fedorenko V. P. Modern problems of the phytosanitary state of agrobiocenoses in Ukraine. *Zakhyst i karantyn roslyn* : mizhvid. temat. zb. 2016. Issue 62. P. 3–17.

15. Fedorenko V. P., Karloshchuk S. V. The species structure of Turun groups. *Zakhyst roslyn*. 2003. No 10. P. 6–8.

16. Warming and phytosanitary status of Ukrainian agroecoses / V. P. Fedorenko et al. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2008. No 5. P. 2–5.

17. Fedorenko V. P. Scientific bases of forecasting the spread of pests in Ukrainian agroecoses. *Propozytsiia*. 2022. No 1. P. 54–60.

18. Bakai I. D., Ivashchenko O. V., Tohachynska O. V. Phytosanitary condition and ecological assessment of technological cultivation of winter wheat in the northern Forest-Steppe of Ukraine. *Zakhyst i karantyn roslyn* : mizhvid. temat. zb. 2014. Issue 60. P. 16–30.

19. Fedorenko V. Who harms cereals? *Polovi novyny*. 2021. 02. P. 16–20.

20. Fedorenko V. Who harms cereals? *Propozytsiia*. 2021. No 3. P. 102–104.

21. Chaika V. M. Ecological justification of the forecast of the spread of the main pests of field crops in Ukrainian agroecoses : author's abstract. thesis for obtaining sciences. degree of dr. agric. sciences : spec. 03.00.16 / IZR UAAS. Kyiv, 2004. 43 p.

22. Chaika V. M., Baklanova O. V., Biliavskiy Yu. V. Warming and forecast of the phytosanitary state of Ukrainian

22. Чайка В. М., Бакланова О. В., Білявський Ю. В. Потепління і прогноз фітосанітарного стану агроценозів України. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2008. С. 56–69.
23. Анализ фитосанитарного состояния агроценозов Украины и место новых технологий в мониторинге вредных организмов / В. М. Чайка и др. *Информационный бюлетьень МОББ*. Кишинев, 2009. № 40. С. 349–350.
24. Черній А. М. Регулятори життєдіяльності комах. Київ : Колоб'іг, 2008. 296 с.
25. Шахова Н. М., Шаповалов А. І. Сисні шкідники та заходи захисту озимої пшениці в умовах Південного Степу України. *Перспективні напрями та інноваційні досягнення аграрної науки : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф.*, 24 трав. 2019 р. Херсон, 2019. С. 43–45.
26. Федоренко В. Шкідники зернових культур. *Зернові колосові культури: технології успішного вирощування : спецвипуск журналу «Пропозиція»*. 2020. С. 42–46.
27. Федоренко В. Що нам обіцяє потепління. Збірник *«Здоров'я рослин: кукурудза» : довідкове видання. Серія «Агрономія сьогодні»*. Київ, 2017. С. 81–98.
28. Сучасні підходи моніторингу фітосанітарного стану посівів пшениці озимої за різних систем землеробства / Н. Ф. Шпирка та ін. *Перспективи розвитку сучасної науки та освіти : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф.*, 15–16 черв. 2020 р. Львів, 2020. С. 52–53.
29. Ясамонов Н. А. Современное глобальное потепление: причины и экологические последствия. *Вест. Международного ун-та природы, общества и человека «Дубна»*. 2003. № 1. С. 12–20.
30. Ceballos G., Ehrlich P. R., Dirzo R. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2017. 114. E6089–E6096.
31. Impact of climate change on agroecosystems. *Zb. nauk. pr. NNTs «Instytut zemlerobstva UAA»*. 2008. P. 56–69.
24. Analysis of the phytosanitary state of Ukrainian agroecosystems and the place of new technologies in pest monitoring / V. M. Chaika et al. *Informacionnyj bjuleten' MOBB*. Kishinev, 2009. No 40. P. 349–350.
24. Chernii A. M. Regulators of insects' life activity. Kyiv : Kolobih, 2008. 296 p.
25. Shakhova N. M., Shapovalov A. I. Sucking pests and measures to protect winter wheat in the southern steppe of Ukraine. *Perspektyvni napriamy ta innovatsiini dosiahnennia ahrarnoi nauky : materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf.*, 24 trav. 2019 r. Kherson, 2019. P. 43–45.
26. Fedorenko V. Pests of grain crops. *Zernovi kolosovi kultury: tekhnologii uspishnoho vyroshchuvannia : spetsvypusk zhurnalu «Propozytsiia»*. 2020. P. 42–46.
27. Fedorenko V. What warming promises us. *Zbirnyk «Zdorov'ia roslin: kukurudza» : dovidkove vydannia. Seriia «Ahronomiia sohodni»*. Kyiv, 2017. P. 81–98.
28. Modern approaches to monitoring the phytosanitary condition of winter wheat crops under different farming systems / N. F. Shpyrka et al. *Perspektyvy rozvytku suchasnoi nauky ta osvity : materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. konf.*, 15–16 cherv. 2020 r. Lviv, 2020. P. 52–53.
29. Yasamonov N. A. Modern global warming: causes and environmental consequences. *Vest. Mezhdunarodnogo un-ta pryrody, obshhestva i cheloveka «Dubna»*. 2003. No 1. P. 12–20.
30. Ceballos G., Ehrlich P. R., Dirzo R. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2017. 114. E6089–E6096.
31. Impact of climate change on biodiversity loss of entomofauna in agricultural landscapes of Ukraine / V. Chaika et al. *Journal of Central European Agriculture*. 2021. 22 (4). P. 830–835.
32. Ignacimuthu S. Insect pest

biodiversity loss of entomofauna in agricultural landscapes of Ukraine / V. Chaika et al. *Journal of Central European Agriculture*. 2021. 22 (4). P. 830–835.

32. Ignacimuthu S. Insect pest management strategies – current trends and future prospects. A report. *J. Sci. and Ind. Res.* 2001. 60, № 7. P. 606–608.

33. Fox R. The decline of moths in Great Britain: a review of possible causes. *Insect Conserv. Divers.* 2013. 6. P. 5–19.

34. Lister B., Garcia A. Climate-driven declines in arthropod abundance restructure a rainforest food web. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2018. 115 (44). E10397-E10406. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1722477115>.

35. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas / Hallmann C. et al. *PLoS ONE*. 2017. 12 (10). e0185809.

36. Wagner D. L. Insect declines in the Anthropocene. *Annu. Rev. Entomol.* 2020. 65. P. 457–480. DOI: 10.1146/annurev-ento-011019-025151.

37. The decline of butterflies in Europe: Problems, significance, and possible solutions / M. Warren et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2021. 118 (2). e2002551117. DOI: 10.1073/pnas.2002551117.

management strategies – current trends and future prospects. A report. *J. Sci. and Ind. Res.* 2001. 60, No 7. P. 606–608.

33. Fox R. The decline of moths in Great Britain: a review of possible causes. *Insect Conserv. Divers.* 2013. 6. P. 5–19.

34. Lister B., Garcia A. Climate-driven declines in arthropod abundance restructure a rainforest food web. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2018. 115 (44). E10397-E10406. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1722477115>.

35. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas / Hallmann C. et al. *PLoS ONE*. 2017. 12 (10). e0185809.

36. Wagner D. L. Insect declines in the Anthropocene. *Annu. Rev. Entomol.* 2020. 65. P. 457–480. DOI: 10.1146/annurev-ento-011019-025151.

37. The decline of butterflies in Europe: Problems, significance, and possible solutions / M. Warren et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2021. 118 (2). e2002551117. DOI: 10.1073/pnas.2002551117.

Отримано 31.05.2022

Погоджено до друку 20.06.2022

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-13

УДК 631.582:631.895:633.34:633.35

**М. М. ЩЕРБА, науковий співробітник**

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

**О. В. ТАРАВСЬКА, провідний фахівець**

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

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

e-mail: [oksanaostrowska@ukr.net](mailto:oksanaostrowska@ukr.net)

## **ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ**

Досліджено врожайність і якісні показники зерна гороху, сої та водно-фізичний і поживний стан ґрунту під їх посівами у різних видах сівозмін за інтенсивної й альтернативної систем удобрення. Максимальну врожайність зерна гороху (2,51–2,64 т/га) і сої (2,13–2,25 т/га) отримано в умовах використання безпосередньо під горох і сою  $N_{45}P_{45}K_{45}$  і заорювання один раз за ротацію 40 т/га гною, що перевищило показники контролю на 29,0–29,2 і 35,2–36,4 %. Вищу врожайність формували рослини гороху у зерновій сівозміні із 50-відсотковим насиченням зерновими колосовими. У сівозміні, насиченій 75 % колосових, урожайність гороху була нижчою на 0,13 т/га. Кращим попередником для сої був ячмінь ярий, після якого на неудобреному варіанті сформувався врожай на 3,5 % вищий, ніж після гречки і на 4,3–5,3 % при застосуванні органо-мінеральних систем удобрення. У зерні гороху і сої найвищу масу 1000 зерен (за культурами 237–244 та 172,5–176,3 г), натуру зерна (779–789 г/л), вміст білка (18,86–19,70 і 37,7–38,6 %) та жиру (19,0–19,7 %) одержано на варіанті післядії гною (40 т/га) і безпосереднього внесення під культури добрив у нормі  $N_{45}P_{45}K_{45}$ . Зерно нижчої якості одержали на контролі (без добрив). Залежно від попередника і виду сівозміни відсотковий вміст білка в зерні гороху та сої становив 18,48–18,53 та 35,7–36,1 % і жиру – 18,0–18,7 %.

Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту на період сходів зернобобових культур були достатніми для росту і розвитку рослин та залежно від структури сівозміни і попередників становили: під горохом – 26,5–28,0 мм, соєю – 30,4–31,8 мм. Ці показники зростали із глибиною відбору зразків і в шарі 20–40 см становили: під горохом – 31,4–33,2 мм, соєю – 36,0–37,8 мм. Системи удобрення забезпечували вищий рівень нагромадження вологи. Порівняно до контролю на варіантах альтернативної системи удобрення значення вологості ґрунту було вище на 1,8–2,4 %, інтенсивної – на 6,0–6,4 % під горохом та на 3,0–3,8 і 6,5–7,0 % під соєю. З проходженням подальших

© Щерба М. М., Качмар О. Й., Дубицька А. О.,  
Вавриневич О. В., Таравська О. В., 2022

фаз вегетації значення вологості ґрунту змінювалися залежно від випадання опадів, інтенсивності її використання культурами сівозмін та різних рівнів удобрення.

Щільність будови ґрунту під зернобобовими культурами сівозмін збільшувалася протягом їх вегетації й найнижчою була в початковій фазі розвитку. Зокрема на період сходів у шарі 0–10 см під горохом її значення змінювалися в межах від 1,10 до 1,18 г/см<sup>3</sup>, в горизонті 10–20 та 20–30 см – відповідно 1,19–1,28 та 1,26–1,37 г/см<sup>3</sup>, під посівами сої – відповідно за горизонтами: 1,12–1,17, 1,17–1,22, 1,21–1,26 г/см<sup>3</sup>. Застосування інтенсивної (гній + мінеральні добрива) і альтернативної (зелена маса післяжнивної редьки олійної + побічна продукція попередника + мінеральні добрива) систем удобрення стримувало процес ущільнення і забезпечувало у шарі ґрунту 0–10 см нижчі на 3,4–1,7 % значення об'ємної маси після ячменю ярого і на 2,6–1,74 % після гречки порівняно до контролю без удобрення.

Поживний режим ґрунту у посівах гороху та сої залежав від систем удобрення, виду сівозмін та попередника. Найвищий уміст лужногідролізного азоту як у посівах гороху, так і сої (11,97–12,08 та 11,64–11,75 мг/100 г ґрунту), рухомого фосфору (12,97–13,13 та 12,71–12,86 мг/100 г ґрунту) й обмінного калію (11,57–11,67 та 11,45–11,63 мг/100 г ґрунту) в орному шарі був у фазі сходів на варіанті використання 40 т/га гною у сівозміні і безпосереднього внесення під ці культури мінерального удобрення у дозі N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>.

**Ключові слова:** сівозміни, попередники, удобрення, горох, соя, урожайність, польова вологість, продуктивна вологість, щільність ґрунту.

**Mariia Shcherba, Oksana Kachmar, Anhelina Dubytska, Oksana Vavrynovych, Oksana Taravska**

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

### **Influence of fertilization systems on productivity formation of grains and legumes in short-rotation cultivations**

The yield and quality indicators of a pea, soybean grain, and water-physical and nutritional condition of the soil under these crops in different types of crop rotations under intensive and alternative fertilizer systems were studied. The maximum yield of pea grain 2.51–2.64 t/ha and soybean 2.13–2.25 t/ha was obtained under conditions of direct N<sub>45</sub>R<sub>45</sub>K<sub>45</sub> use for peas and soybeans and plowing once per rotation of 40 t/ha of manure, which exceeded control indicators by 29.0–29.2 and 35.2–36.4 %. Higher yields were formed by pea plants in grain crop rotation with 50 percent saturation of grain ears. In the crop rotation, saturated with 75 % of ears, pea yield was lower by 0.13 t/ha. The best precursor for soybeans was spring barley, after which the unfertilized variant yielded 3.5 % higher than after buckwheat and 4.3–5.3 % when using organo-mineral fertilizer systems. Peas and soybeans have the highest weight of 1000 grains (237–244 g and 172.5–176.3 g), grain nature (779–789 g/l), protein content (18.86–19.70 and 37.7–38.6 %) and fat (19.0–19.7 %) were obtained on the variant of manure aftereffect (40 t/ha)

and direct application of fertilizers to crops in the norm  $N_{45}P_{45}K_{45}$ . Grain of lower quality was obtained under control (without fertilizers). Depending on the predecessor and the type of crop rotation, the percentage of protein in peas and soybeans was 18.48–18.53 and 35.7–36.1 %, fat – 18.0–18.7 %.

The reserves of productive moisture in the arable layer of the soil for the period of germination of legumes were sufficient for the growth and development of plants and depending on the structure of crop rotation and predecessors were: under peas – 26.5–28.0 mm, soybeans – 30.4–31.8 mm. These indicators increased with the depth of sampling and in the layer of 20–40 cm were: under peas – 31.4–33.2 mm, soybeans – 36.0–37.8 mm. Fertilizer systems provided a higher level of moisture accumulation. Compared to the control on the options with alternative fertilization system, the value of soil moisture was higher by 1.8–2.4 %, intensive – by 6.0–6.4 % under peas, and by 3.0–3.8 % and 6.5–7.0 % under soybeans. With the passage of subsequent phases of vegetation, the values of soil moisture changed depending on precipitation, the intensity of its use by crops, and different levels of fertilizer.

The density of soil structure under legumes of crop rotations increased during their growing season and was lowest in the initial stages of development. In particular, for the period of germination layers 0–10 cm under the pea, its values varied from 1.10 to 1.18 g/cm<sup>3</sup>, in the horizon 10–20 cm and 20–30, respectively, 1.19–1.28 g/cm<sup>3</sup> and 1.26–1.37 g/cm<sup>3</sup>. Under soybean crops, respectively, by horizons: 1.12–1.17, 1.17–1.22, 1.21–1.26 g/cm<sup>3</sup>. The use of intensive (manure + mineral fertilizers) and alternative (green mass of post-harvest radish oil + by-products of the predecessor + mineral fertilizers) fertilizer systems restrained the compaction process and provided the soil layer 0–10 cm lower by 3.4–1.7 % of the soil mass after spring barley and by 2.6–1.74 % after buckwheat in comparison with the control without fertilizer.

The nutrient regime of the soil in pea and soybean crops depended on the fertilizer systems, the type of crop rotation, and the predecessor. The highest content of alkaline hydrolysis nitrogen in both pea and soybean crops (11.97–12.08 and 11.64–11.75 mg/100 g of soil), mobile phosphorus (12.97–13.13 and 12.71–12.86 mg/100 g of soil) and exchangeable potassium (11.57–11.67 and 11.45–11.63 mg/100 g of soil) in the arable layer were in the germination phase on the option of using 40 t/ha of manure in crop rotation and direct application under these cultures of mineral fertilizers in a dose of  $N_{45}R_{45}K_{45}$ .

**Keywords:** crop rotations, precursors, fertilizers, peas, soybeans, yield, field moisture, productive humidity, soil density.

**Вступ.** Високотоварне сільськогосподарське виробництво неможливе без наявності науково обґрунтованих сівозмін, суворого регламентованого комплексу технологій і організаційно-господарських заходів, які відповідають виробничій спеціалізації господарства й прийнятій системі землеробства.

Забезпечуючи оптимальну структуру посівних площ, співвідношення, розміщення і чергування культур, сівозміни створюють найкращі умови для отримання високих урожаїв з одночасним підвищенням родючості ґрунту.

Результатами наукових досліджень і практикою доведено, що беззмінна культура різко знижує врожайність, родючість ґрунту, погіршує його фітосанітарний стан і посівів порівняно з сівозмінною. Стабільність землеробства на сучасному етапі виробництва потребує ефективних рішень з відтворення родючості ґрунтів, збереження їх продуктивного потенціалу та впровадження технологій, які здатні забезпечити сталі засади вирощування сільськогосподарських культур. Система удобрення та структура сівозмін є найефективнішими технологічними заходами у досягненні поставленої мети.

В останні десятиліття внаслідок занепаду галузі тваринництва структура аграрного виробництва зазнала істотних змін. Аграрна галузь розвивається переважно за рахунок рослинництва, яке потерпає від надмірно вузької спеціалізації, де відсутнє вирощування багаторічних бобових трав, а основні акценти зроблено на п'яти найприбутковіших культурах, серед яких пшениця озима, кукурудза на зерно, соя, соняшник та ріпак [1, 4, 9, 19].

В умовах дефіциту гною стабілізації органічної речовини у ґрунті можна досягти, поєднавши застосування на добриво всієї побічної продукції та оптимальних доз мінеральних добрив і оптимізувавши структуру сівозміни введенням до її складу зернобобових, а краще бобових трав'яних культур.

Вивченню проблеми відтворення родючості ґрунтів, раціоналізації структури посівних площ, впровадженню традиційних та альтернативних систем удобрення у сівозмінах короткої та довгої ротації присвячено дослідження українських вчених П. І. Бойка, Г. М. Господаренка, А. С. Заришняка, В. В. Іваніни, Т. В. Колібабчук, В. М. Польового, І. Д. Примака, Я. П. Цвей, О. А. Цюка та ін. Зернобобові культури поряд із забезпеченням цінними харчовими продуктами і кормами мають вирішальне значення у фітомеліорації, фітосанітарній очистці ґрунту, а також у зниженні затрат у рослинництві [59]. Важливим джерелом зростання виробництва конкурентоспроможної продукції рослинництва в системі сталого землеробства є збільшення питомої маси бобових культур у структурі посівних площ через їхню здатність до симбіотичної фіксації азоту [2, 3]. Введення у науково обґрунтовані сівозміни зернобобових культур може слугувати важливим фактором інтенсифікації землеробства, що

забезпечує раціональне використання біологічного і мінерального азоту, скорочення енергозатрат і поліпшення екологічного стану [12, 26].

Вирощування бобових у сівозміні забезпечує зростання врожаю інших культур і значно поліпшує його якість, посилює біологічні процеси в ґрунті внаслідок сприятливого хімічного складу кореневих та післяжнивних решток.

Отже, введення до складу сівозміни бобових культур, застосування органо-мінеральної системи удобрення є найефективнішими чинниками формування сприятливого для росту і розвитку рослин поживного режиму ґрунту.

**Матеріали і методи.** Польові дослідження виконано у довготривалому двофакторному стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН з вивчення різноротаційних сівозмін із насиченням їх зерновими культурами від 50 до 100 %. Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий поверхнево оглешений з вмістом гумусу в орному (0–20 см) шарі 1,60–1,71 %, легкогідролізного азоту – 9,2–9,9, рухомого фосфору та обмінного калію – відповідно 10,8–11,13 і 9,3–9,5 мг/100 г ґрунту, суми вбирних основ – 4,4–5,0 мг-екв/100 г ґрунту. Реакція ґрунтового розчину кисла:  $pH_{KCl}$  – 4,70–4,84, гідролітична кислотність – 2,26 мг-екв/100 г ґрунту.

Кількість досліджуваних факторів – 2. Ділянки першого порядку – короткоротаційні сівозміни, другого – удобрення. Загальна площа ділянки за сівозмінним фактором становить 972 м<sup>2</sup> (72 м х 13,5 м), за удобренням: загальна – 96 м<sup>2</sup> (12 м х 8 м), облікова – 60 м<sup>2</sup> (10 м х 6 м). Розміщення варіантів і повторень систематичне. Входження культур у сівозміну здійснювали одночасно всіма полями. Повторність триразова. Схема досліду включала дві системи удобрення: інтенсивну (використання на гектар сівозмінної площі у чотирипільних сівозмінах 10 т гною й мінеральних добрив на рівні  $N_{51,2-66,2}P_{66,2-68,7}K_{66,2-68,7}$ , у п'ятипільних – 8 т гною й  $N_{69}P_{77}K_{77}$ ) і альтернативну (одноразове заорювання за ротацію зеленого удобрення (редька олійна), соломи попередника й  $N_{33,1-48,1}P_{44,3-46,8}K_{44,3-46,8}$  у чотирипільних і  $N_{46,5}P_{48,5}K_{48,5}$  у п'ятипільних сівозмінах). За контроль взято варіант, де добрив не вносили.

Для забезпечення рослин гороху та сої поживними елементами добрива вносили в основне удобрення та при сівбі. Фосфорні і калійні добрива у вигляді суперфосфату ( $P_2O_5$  – 18 %) і калію хлористого ( $K_2O$  – 60 %) вносили під основний обробіток ґрунту. Навесні проводили передпосівний обробіток ґрунту, який

передбачав культивування на глибину 6–8 см з прикочуванням для забезпечення оптимальних умов сівби на задану глибину. Під передпосівну культивування вносили азотні добрива у вигляді аміачної селітри ( $N - 34,0 \%$ ).

Об'єктом дослідження були посіви гороху, які вирощували у двох зернових чотирирічних і сої – у двох зерно-просапних п'ятирічних сівозмінах. Безпосередньо під зернобобові культури за інтенсивної системи удобрення застосовували  $N_{45}P_{45}K_{45}$ , за альтернативної –  $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5} +$  заорювання соломи попередника.

Відбір ґрунтових проб та підготовку їх до аналізів здійснювали згідно з ДСТУ 4287:2004 та ДСТУ ISO 11464:2001 у динаміці з шарів 0–20, 20–40 см. У відібраних зразках визначали вміст легкогідролізного азоту за ДСТУ 7863:2015, рухомого фосфору та обмінного калію – за ДСТУ 4405:2005.

Щільність будови визначали за ДСТУ ISO 11508:2005. Польову вологість ґрунту аналізували термостатно-ваговим методом згідно з ДСТУ ISO 11465:2001, запаси продуктивної вологи – розрахунковим методом.

Вміст білка визначали за ДСТУ 4117:2007, масу 1000 зерен – за ДСТУ ISO 520:2015, натуру зерна – за ГОСТ 10840-64.

Урожайність гороху і сої визначали у стані технічної стиглості методом суцільного збирання з облікових ділянок з перерахунком на стандартну вологість та чистоту кожного варіанта.

Результати досліджень узагальнювали методом дисперсійного аналізу із застосуванням програм математичної обробки Excel, Statistica 10.0.

**Результати та обговорення.** Рослини гороху і сої, починаючи від проростання насіння та впродовж основних етапів органогенезу, потребують оптимального співвідношення вологи, тепла і елементів живлення.

Волога – одна з найважливіших складових ґрунту, потрібна рослинам для нормального перебігу процесів життєдіяльності. Якість підготовки ґрунту, рівномірність загортання насіння, поява сходів, ріст й розвиток рослин залежать не тільки від ступеня ущільнення ґрунту, але й від кількості вологи в ньому. Крім того, вода є важливим структурним елементом рослин, вона може утримувати велику кількість тепла, що, безумовно, є основою її терморегулюючого впливу. Нагромадження й ефективне використання вологи атмосферних опадів є одним з важливих чинників формування і підвищення врожайності сільськогосподарських культур, яка є серед

важливих неконтрольованих абіотичних факторів, що обмежує продуктивність. Дефіцит вологи в ґрунті впродовж періоду вегетації польових культур, окрім негативного впливу на динаміку ростових процесів, призводить і до зниження ефективності окремих елементів технології вирощування, зокрема дії мінеральних добрив, системи захисту посівів і інших [18, 32]. Загальний стан водного режиму ґрунту в сівозміні залежить від співвідношення культур, різних щодо врожайності, тривалості вегетаційного періоду, неоднакового використання вологи з ґрунту, маси і глибини проникання кореневої системи, рівня мінерального живлення, загальної кількості атмосферних опадів та їх розподілу впродовж вегетації, температурного режиму.

Горох посівний (*Pisum sativum* L.) до вологи вимогливий, починаючи з проростання: насіння бубнявіє при поглинанні води до 115 % власної сухої маси. У посушливі роки врожайність гороху різко знижується – опадають квітки, зменшується озерненість бобів, маса 1000 насінин. Під час вегетації рослин запаси вологи в орному шарі ґрунту мають становити не менше 15 мм [15, 22, 31].

У наших дослідженнях горох сорту Оплот вирощували після попередника овес у двох чотириріпільних зернових сівозмінах з набором культур: горох – пшениця озима – пшениця озима – овес і горох – пшениця озима – кукурудза на зерно – овес. Отримані результати наших досліджень свідчать, що запаси вологи були достатніми для рослин гороху. На час появи сходів у середньому за роки досліджень вони у шарі 0–20 см становили: польової 14,8–15,5 % та 26,5–28,0 мм продуктивної з вищим значенням вологості у сівозміні, насиченій 75 % зернових колосових культур на варіанті без удобрення. Ці показники зростали із глибиною відбору зразків і в шарі 20–40 см становили 16,–17,0 % та 31,4–33,2 мм (табл. 1). Системи удобрення забезпечували вищий рівень вологонагромадження. У верхньому шарі ґрунту на варіантах альтернативної системи за сівозмінами значення вологості варіювали в межах 27,4–28,7 мм, на інтенсивній – 28,3–29,8 мм, у шарі ґрунту 20–40 мм відповідно становили 33,2–34,0 мм та 34,0–35,1 мм (табл. 1).

Відомо, що найбільше вологи рослини гороху потребують і використовують її з ґрунту у період цвітіння – наливання плодів. Ми встановили, що у фазі цвітіння гороху, який вирощували у двох зернових сівозмінах, вміст польової та продуктивної вологи був високий. Польова вологість становила в орному шарі 17,3–18,8 та 16,7–18,0 % і в підорному – 18,0–20,8 та 17,1–20,0 %, продуктивної

вологості – відповідно 33,7–36,4 та 34,9–37,3 і 39,0–43,2 та 40,1–44,6 мм.

Дещо знижувалася польова вологість у період повної стиглості гороху і у сівозміні, насиченій 75 % зернових колосових культур, була в межах 14,7–16,3 % в орному і 16,7–18,3 % в підорному пластах, запаси продуктивної вологості ґрунту були на рівні 25,7–30,0 та 34,3–36,8 мм відповідно в шарах ґрунту. У сівозміні, насиченій 50 % зернових колосових культур, зазначені вище показники формувалися нижчими і становили: в шарах ґрунту 0–20 і 20–40 см 14,0–15,6 і 15,8–17,7 %, запаси продуктивної вологи відповідно були на рівні 24,8–28,4 і 32,6–35,6 мм.

### 1. Вміст польової (%) та запас продуктивної вологи (мм) у ґрунті впродовж вегетації гороху, середнє за 2016–2020 рр.

| № сівозміни                                                                         | Вид сівозміни, варіант удобрення                              | Шар ґрунту, см | Період визначення |      |          |      |                 |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|------|----------|------|-----------------|------|
|                                                                                     |                                                               |                | сходи             |      | цвітіння |      | повна стиглість |      |
|                                                                                     |                                                               |                | %                 | мм   | %        | мм   | %               | мм   |
| Зернова, попередник овес (75 % н. з. к., 25 % зернобобові)                          |                                                               |                |                   |      |          |      |                 |      |
| 1                                                                                   | Контроль                                                      | 0–20           | 15,5              | 28,0 | 17,3     | 34,9 | 14,7            | 25,7 |
|                                                                                     |                                                               | 20–40          | 17,0              | 33,2 | 18,0     | 40,1 | 16,7            | 34,3 |
|                                                                                     | N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>               | 0–20           | 16,8              | 29,8 | 18,8     | 37,3 | 16,3            | 30,0 |
|                                                                                     |                                                               | 20–40          | 18,6              | 35,1 | 20,8     | 44,6 | 18,3            | 36,8 |
|                                                                                     | N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub> + п. п. | 0–20           | 16,1              | 28,7 | 18,0     | 36,0 | 15,4            | 27,3 |
|                                                                                     |                                                               | 20–40          | 17,1              | 34,0 | 20,1     | 42,3 | 17,6            | 35,3 |
| Зернова, попередник овес (50 % н. з. к., 25 % зернобобові, 25 % кукурудза на зерно) |                                                               |                |                   |      |          |      |                 |      |
| 2                                                                                   | Контроль                                                      | 0–20           | 14,8              | 26,5 | 16,7     | 33,7 | 14,0            | 24,8 |
|                                                                                     |                                                               | 20–40          | 16,4              | 31,4 | 17,1     | 39,0 | 15,8            | 32,6 |
|                                                                                     | N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>               | 0–20           | 16,3              | 28,3 | 18,0     | 36,4 | 15,6            | 28,4 |
|                                                                                     |                                                               | 20–40          | 18,0              | 34,0 | 20,0     | 43,2 | 17,7            | 35,6 |
|                                                                                     | N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub> + п. п. | 0–20           | 15,4              | 27,4 | 17,4     | 35,1 | 14,8            | 26,2 |
|                                                                                     |                                                               | 20–40          | 16,7              | 33,2 | 19,1     | 41,4 | 17,0            | 34,1 |

Примітка. Н. з. к. – насичення зерновими колосовими, п. п. – побічна продукція.

Вимоги будь-яких сільськогосподарських культур до вологи залежать від періоду їх росту і розвитку. Для проростання зерна сої потрібен значний запас вологи (до 130–160 % своєї маси) в ґрунті. На

початку вегетації, коли соя вкорінюється, а темпи росту вегетативної маси сповільнені, вона досить добре витримує посуху. З посиленням росту вегетативної маси потреби у волозі збільшуються, досягаючи максимуму під час цвітіння рослин та розвитку плодів. Нестача вологи в цей час призводить до обпадання квіток, молодих плодів, зменшення інтенсивності фотосинтезуючого апарату, що проявляє негативний вплив на утворення бульбочок на коренях рослин і, зрештою, знижує врожай зерна [16, 29, 36].

Сою культурну (*Glycine max* L.) сорту Агат вирощували у наших дослідженнях у двох п'ятипольних зерно-просапних сівозмінках з набором культур: кукурудза на зелену масу – пшениця озима – ячмінь ярий – соя – пшениця озима і кукурудза на зелену масу – пшениця озима – гречка – соя – пшениця озима.

Аналіз отриманих результатів показав, що на період сходів сої найбільші запаси вологи у шарі ґрунту 0–20 см формувалися після ячменю ярого і, залежно від систем удобрення, становили 31,8–34,0 мм, в підорному (20–40 см) – 37,8–39,7 мм. У сівозміні, де попередником виступала гречка, запаси продуктивної вологи були нижчими на 3,8–4,4 % в орному і на 2,8–4,8 % – підорному шарах (табл. 2).

За період досліджень встановлено, що у посівах сої, як і гороху, найкращу вологоутримну здатність ґрунту забезпечили органо-мінеральні системи удобрення. За інтенсивної системи удобрення на час сходів культури залежно від попередників показники вологозабезпечення були більші на 6,5–7,0 % порівняно до контролю і на 3,0–3,8 % – до альтернативної. Така ж закономірність зберігалася і в наступних фазах вегетації.

За літературними даними, дефіцит вологи під час цвітіння – наливу зерна сої призводить до скорочення тривалості вегетаційного періоду та врожайності на 10–23 % [36].

У період цвітіння сої, коли ріст і розвиток її вегетативної маси є досить сильним, потреба у воді і елементах мінерального живлення збільшується, тому запаси вологи в ґрунті дещо зменшувалися, але були достатніми і змінювалися в орному горизонті залежно від удобрення від 25,4 до 27,8 мм після попередника ячменю ярого та від 24,1 до 26,7 мм після гречки. Високе забезпечення вологою у ці важливі періоди життєдіяльності сої сприяло зростанню продуктивності культури.

У період повної стиглості бобів сої запаси вологи у ґрунті після ячменю ярого залишаються вищими, ніж після гречки, що

свідчить про вплив попередників на вологозабезпеченість культур від початку і до завершення їх вегетаційного періоду.

За розміщення сої після ячменю ярого значення вологозапасів у верхньому і нижньому шарі становило 36,0–38,1 і 37,4–40,2 мм, після попередника гречки показники були нижчі відповідно на 3,3–4,1 і 2,1–3,5 %. Польова вологість ґрунту в посівах сої набувала значень: 17,0–19,2 і 16,5–18,7 % та 19,0–21,0 і 18,4–20,2 %.

## 2. Вміст польової (%) та запас продуктивної вологи (мм) у ґрунті впродовж вегетації сої, середнє за 2016–2020 рр.

| № сівозміни                                                                     | Вид сівозміни, варіант удобрення                              | Шар ґрунту, см | Період визначення |      |          |      |                 |      |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|------|----------|------|-----------------|------|
|                                                                                 |                                                               |                | сходи             |      | цвітіння |      | повна стиглість |      |
|                                                                                 |                                                               |                | %                 | мм   | %        | мм   | %               | мм   |
| Зерно-просапна, попередник ячмінь ярий (80 % н. з. к., 20 % кукурудза на з. м.) |                                                               |                |                   |      |          |      |                 |      |
| 6                                                                               | Контроль                                                      | 0–20           | 17,6              | 31,8 | 14,1     | 25,4 | 17,0            | 36,0 |
|                                                                                 |                                                               | 20–40          | 19,6              | 37,8 | 16,2     | 31,1 | 19,0            | 37,4 |
|                                                                                 | N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>               | 0–20           | 19,0              | 34,0 | 16,0     | 27,8 | 19,2            | 38,8 |
|                                                                                 |                                                               | 20–40          | 20,8              | 39,7 | 18,6     | 34,0 | 21,0            | 40,2 |
|                                                                                 | N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub> + п. п. | 0–20           | 18,2              | 32,8 | 15,3     | 26,6 | 18,1            | 37,1 |
|                                                                                 |                                                               | 20–40          | 20,2              | 38,6 | 17,4     | 32,4 | 19,7            | 38,1 |
| Зерно-просапна, попередник гречка (80 % н. з. к., 20 % кукурудза на з. м.)      |                                                               |                |                   |      |          |      |                 |      |
| 7                                                                               | Контроль                                                      | 0–20           | 16,8              | 30,4 | 13,5     | 24,1 | 16,5            | 34,8 |
|                                                                                 |                                                               | 20–40          | 18,4              | 36,0 | 15,4     | 29,4 | 18,4            | 36,6 |
|                                                                                 | N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>               | 0–20           | 18,5              | 32,7 | 15,2     | 26,7 | 18,7            | 37,2 |
|                                                                                 |                                                               | 20–40          | 20,2              | 38,6 | 17,7     | 33,2 | 20,2            | 38,8 |
|                                                                                 | N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub> + п. п. | 0–20           | 17,7              | 31,6 | 14,6     | 25,5 | 17,6            | 36,0 |
|                                                                                 |                                                               | 20–40          | 19,6              | 37,1 | 16,7     | 31,4 | 19,3            | 37,3 |

Примітка. Н. з. к. – насичення зерновими культурами, з. м. – зелена маса, п. п. – побічна продукція.

Серед усіх агрофізичних показників родючості щільність ґрунту є найбільш тісно пов'язаною з урожайністю сільськогосподарських культур [7, 17]. Інтенсифікація землеробства, застосування важкої техніки та постійного обробітку сільськогосподарськими знаряддями призводить до ущільнення ґрунту. Це спричинює руйнування його структури, погіршення водно-фізичних властивостей, зменшення вмісту гумусу. Переущільнення ґрунту зумовлює погіршення розвитку рослин – коренева система має

нижчу масу і об'єм, бо ґрунт є механічною перешкодою для росту коріння, має меншу кількість пор, заповнених водою та повітрям.

Фізичні властивості ґрунту в поєднанні з іншими умовами життя рослин забезпечують високу продуктивність сільськогосподарських культур.

Оптимальна щільність для більшості культур знаходиться в межах 1,0–1,3 г/см<sup>3</sup>. За щільності 2,0 г/см<sup>3</sup> уся волога стає недоступною для рослин, оскільки порушується капілярна та загальна пористість [20, 33].

Результатами наукових досліджень й багаторічною виробничою діяльністю в аграрній сфері доведено, що саме сівозміни є непорушною основою стабільності землеробства, бо вони позитивно впливають на всі важливі ґрунтові показники, зокрема щільність ґрунту та його режими, насамперед поживний і водний, а також на повітряний і тепловий. Позитивний вплив сівозміни може бути підсилений за рахунок розширення частки посівів багаторічних і однорічних бобових трав, зернобобових культур, використання гною, впровадження сидеральних та проміжних посівів як органічного добрива [5, 21].

Сівозмінна і місце культури в ній, впливаючи на щільність ґрунту, визначають і врожайність вирощуваних культур.

Одержані дослідні дані, які наведено в табл. 3, свідчать про зміни величини ущільнення ґрунту за час вегетаційного періоду гороху, а також залежність цього показника від структури сівозміни й попередника.

### 3. Щільність будови сірого лісового ґрунту впродовж вегетації рослин гороху, г/см<sup>3</sup>, середнє за 2016–2020 рр.

| № сіво-<br>зміни                                           | Вид сівозміни,<br>варіант удобрення                              | Шар<br>ґрунту, см | Період визначення |          |                 |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|----------|-----------------|
|                                                            |                                                                  |                   | сходи             | цвітіння | повна стиглість |
| 1                                                          | 2                                                                | 3                 | 4                 | 5        | 6               |
| Зернова, попередник овес (75 % н. з. к., 25 % зернобобові) |                                                                  |                   |                   |          |                 |
| 1                                                          | Контроль                                                         | 0–10              | 1,16              | 1,21     | 1,29            |
|                                                            |                                                                  | 10–20             | 1,21              | 1,25     | 1,33            |
|                                                            |                                                                  | 20–30             | 1,25              | 1,30     | 1,36            |
|                                                            | N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>                  | 0–10              | 1,14              | 1,18     | 1,27            |
|                                                            |                                                                  | 10–20             | 1,17              | 1,21     | 1,29            |
|                                                            |                                                                  | 20–30             | 1,22              | 1,26     | 1,31            |
|                                                            | N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub> +<br>п. п. | 0–10              | 1,15              | 1,19     | 1,30            |
|                                                            |                                                                  | 10–20             | 1,19              | 1,23     | 1,32            |
|                                                            |                                                                  | 20–30             | 1,24              | 1,28     | 1,34            |

| 1                                                                                   | 2                                                                | 3     | 4    | 5    | 6    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|------|------|------|
| Зернова, попередник овес (50 % н. з. к., 25 % зернобобові, 25 % кукурудза на зерно) |                                                                  |       |      |      |      |
| 2                                                                                   | Контроль                                                         | 0–10  | 1,18 | 1,23 | 1,33 |
|                                                                                     |                                                                  | 10–20 | 1,25 | 1,28 | 1,36 |
|                                                                                     |                                                                  | 20–30 | 1,28 | 1,32 | 1,39 |
|                                                                                     | N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>                  | 0–10  | 1,15 | 1,20 | 1,29 |
|                                                                                     |                                                                  | 10–20 | 1,19 | 1,24 | 1,32 |
|                                                                                     |                                                                  | 20–30 | 1,23 | 1,28 | 1,34 |
|                                                                                     | N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub> +<br>п. п. | 0–10  | 1,16 | 1,22 | 1,31 |
|                                                                                     |                                                                  | 10–20 | 1,20 | 1,26 | 1,34 |
|                                                                                     |                                                                  | 20–30 | 1,25 | 1,29 | 1,36 |

Примітка. Н. з. к. – насичення зерновими колосовими, п. п. – побічна продукція.

Найнижчою щільність складення була в період сходів гороху та становила в шарах 0–10, 10–20 і 20–30 см: 1,16–1,18; 1,21–1,25 та 1,25–1,28 г/см<sup>3</sup> залежно від виду сівозмін (табл. 3). На період цвітіння культури щільність ґрунту зростала до 1,21–1,23 г/см<sup>3</sup> у шарі 0–10 см та до 1,25–1,28 і 1,30–1,32 г/см<sup>3</sup> відповідно в шарах 10–20 і 20–30 см. З проходженням подальших фаз вегетації гороху ґрунт ущільнювався, і на період повної стиглості культури його щільність у середньому за роки дослідження досягала за аналізованими шарами 1,29–1,33; 1,33–1,36; та 1,36–1,39 г/см<sup>3</sup>.

Внесення добрив позитивно впливало на покращання цього показника для росту й розвитку рослин гороху. Застосовані в наших дослідженнях системи удобрення (інтенсивна, альтернативна) зменшували значення об'ємної маси і знижували щільність ґрунту щодо контролю на 1,7–2,5 % у верхньому горизонті (0–10 см) та на 3,2–3,3 % у шарі ґрунту 10–20 см. Слід відзначити більше зниження щільності за інтенсивної системи удобрення порівняно з альтернативною. Відзначено вищі значення щільності складення ґрунту в горизонті 20–30 см порівняно з 0–10 см у всі періоди визначень.

Нашими дослідженнями встановлено, що щільність будови ґрунту в зерно-просапних сівозмінах впродовж вегетації сої (табл. 4) була найнижчою на період сходів та становила 1,13–1,17; 1,19–1,22 і 1,22–1,26 г/см<sup>3</sup> у шарах 0–10, 10–20 та 20–30 см після попередника гречки та 1,12–1,15; 1,17–1,20; 1,21–1,24 г/см<sup>3</sup> після ячменю ярого. Застосування інтенсивної (гній + мінеральні добрива) і альтернативної (сидерат, побічна продукція попередника, мінеральні добрива) систем удобрення стримувало процес ущільнення і знижувало значення

об'ємної маси ґрунту у верхньому шарі ґрунту (0–10 см) на 3,4–1,7 % після гречки і 2,6–1,74 % після ячменю ярого порівняно до контролю без удобрення.

З проходженням подальших фаз розвитку культури ґрунт ущільнювався і показники об'ємної маси щодо періоду сходів зростали. Перед збиранням у шарах 0–10; 10–20 та 20–30 см при розміщенні після ячменю ярого вони становили відповідно 1,26–1,29; 1,30–1,33; 1,33–1,36 г/см<sup>3</sup>, гречки – 1,28–1,31; 1,32–1,35 і 1,32–1,38 г/см<sup>3</sup>.

Отже, сумісне застосування органічних і мінеральних добрив на сірому лісовому ґрунті сприяє зменшенню його щільності та покращанню умов росту й розвитку рослин та формування врожаю гороху і сої.

#### 4. Щільність будови сірого лісового ґрунту впродовж вегетації рослин сої, г/см<sup>3</sup>, середнє за 2016–2020 рр.

| № сівозміни                                                                    | Вид сівозміни, варіант удобрення                              | Шар ґрунту, см | Період визначення |          |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|----------|-----------------|
|                                                                                |                                                               |                | сходи             | цвітіння | повна стиглість |
| Зерно-просапна, попередник ячмінь ярий (80 % н. з. к., 20 % кукурудза на з.м.) |                                                               |                |                   |          |                 |
| 6                                                                              | Контроль                                                      | 0–10           | 1,15              | 1,20     | 1,29            |
|                                                                                |                                                               | 10–20          | 1,20              | 1,24     | 1,33            |
|                                                                                |                                                               | 20–30          | 1,24              | 1,27     | 1,36            |
|                                                                                | N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>               | 0–10           | 1,12              | 1,16     | 1,26            |
|                                                                                |                                                               | 10–20          | 1,17              | 1,21     | 1,30            |
|                                                                                |                                                               | 20–30          | 1,21              | 1,24     | 1,33            |
|                                                                                | N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub> + п. п. | 0–10           | 1,13              | 1,18     | 1,27            |
|                                                                                |                                                               | 10–20          | 1,19              | 1,23     | 1,31            |
|                                                                                |                                                               | 20–30          | 1,23              | 1,26     | 1,35            |
| Зерно-просапна, попередник гречка (80 % н. з. к., 20 % кукурудза на з. м.)     |                                                               |                |                   |          |                 |
| 7                                                                              | Контроль                                                      | 0–10           | 1,17              | 1,22     | 1,31            |
|                                                                                |                                                               | 10–20          | 1,22              | 1,26     | 1,35            |
|                                                                                |                                                               | 20–30          | 1,26              | 1,30     | 1,38            |
|                                                                                | N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>               | 0–10           | 1,13              | 1,18     | 1,28            |
|                                                                                |                                                               | 10–20          | 1,19              | 1,23     | 1,32            |
|                                                                                |                                                               | 20–30          | 1,22              | 1,26     | 1,35            |
|                                                                                | N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub> + п. п. | 0–10           | 1,15              | 1,20     | 1,30            |
|                                                                                |                                                               | 10–20          | 1,21              | 1,25     | 1,33            |
|                                                                                |                                                               | 20–30          | 1,24              | 1,28     | 1,36            |

Примітка. Н. з. к. – насичення зерновими культурами, з. м. – зелена маса, п. п. – побічна продукція.

Зернобобові культури відіграють важливу роль у поліпшенні родючості ґрунтів. Вони характеризуються виключно цінною здатністю зв'язувати вільний азот повітря за допомогою бульбочкових

бактерій і збагачувати ґрунт на азотні сполуки [8, 23]. Після збору зернобобових культур на 1 га в ґрунті залишається 20–70 ц/га кореневих і пожнивних залишків, в яких міститься 45–130 кг азоту, 10–20 кг фосфору і 20–70 кг калію [11, 25]. Азот кореневих і пожнивних залишків зернобобових культур практично не вимивається, оскільки мінералізується поступово [13, 30]. Вирощування бобових у сівозміні забезпечує зростання врожаю інших культур і значно поліпшує його якість.

Аналізуючи результати динаміки поживного режиму під зернобобовими, а саме під горохом (табл. 5), ми бачимо, що найбільше забезпечення рослин елементами живлення було у фазі їх сходів.

Внесення безпосередньо під горох мінеральних добрив у дозі  $N_{45}P_{45}K_{45}$  за післядії гною в обох 100 % зернових сівозмінах сприяло накопиченню в шарі 0–20 і 20–40 см лужногідролізного азоту в межах 12,08–11,97 і 10,50–10,62, рухомого фосфору – 12,97–13,13 і 11,86–11,97, обмінного калію – 11,57–11,67 і 10,23–10,32 мг/100 г ґрунту. У фазі цвітіння вміст доступних елементів знижувався у зв'язку з високим використанням їх рослинами гороху. Вміст лужногідролізного азоту становив у шарі 0–20 см 11,09–11,21 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – 11,08–11,44 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 10,43–10,57 мг/100 г ґрунту залежно від насичення зерновими колосовими культурами у сівозмінах. Найнижчий вміст елементів живлення відзначено у фазі повної стиглості насіння гороху: за орґано-мінеральної системи удобрення в орному шарі – 10,50–10,61 мг/100 г ґрунту лужногідролізного азоту, 10,86–11,25 мг/100 г ґрунту рухомого фосфору і 10,19–10,28, мг/100 г ґрунту обмінного калію (табл. 5). На варіанті без застосування удобрення забезпечення рослин елементами живлення було найнижчим у всіх фазах вегетації культури.

Такі ж закономірності в перерозподілі поживних елементів (табл. 6) спостерігали і в посівах сої: найвищий їх вміст був на час сходів культури і становив 11,64–11,75 мг/100 г ґрунту лужногідролізного азоту, 12,71–12,86 мг/100 г ґрунту рухомого фосфору, 11,45–11,63 мг/100 г ґрунту обмінного калію в орному горизонті на варіанті використання гною і мінеральних добрив відповідно після попередників ячменю ярого і гречки. До кінця вегетації сої кількість рухомих форм основних елементів живлення зменшувалася внаслідок використання їх культурою для росту і біопродукування.

## 5. Динаміка поживного режиму під горохом за фазами вегетації, мг/100 г ґрунту, середнє за 2016–2020 рр.

| Удобрєння<br>гороху                                                                 | Шар<br>грунту,<br>см | Час відбору зразків ґрунту |                               |                  |                     |                               |                  |                     |                               |                  |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------|-------|
|                                                                                     |                      | сходи                      |                               |                  | цвітіння            |                               |                  | повна стиглість     |                               |                  |       |
|                                                                                     |                      | N лужно-гідролізний        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N лужно-гідролізний | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N лужно-гідролізний | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |       |
| Зернова, попередник овес (75 % н. з. к., 25 % зернобобові)                          |                      |                            |                               |                  |                     |                               |                  |                     |                               |                  |       |
| Контроль                                                                            | 0–20                 | 9,95                       | 10,49                         | 9,69             | 9,58                | 9,88                          | 9,15             | 9,25                | 9,78                          | 9,05             | 9,05  |
|                                                                                     | 20–40                | 8,83                       | 9,75                          | 8,55             | 8,53                | 9,19                          | 8,11             | 8,18                | 9,11                          | 8,05             | 8,05  |
|                                                                                     | 0–20                 | 11,97                      | 12,97                         | 11,57            | 11,09               | 11,08                         | 10,43            | 10,50               | 10,86                         | 10,19            | 10,19 |
|                                                                                     | 20–40                | 10,50                      | 11,86                         | 10,23            | 9,98                | 10,38                         | 9,41             | 9,38                | 10,30                         | 9,17             | 9,17  |
| N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub><br>+ п. п.                    | 0–20                 | 11,00                      | 11,60                         | 11,31            | 10,48               | 10,59                         | 10,05            | 10,10               | 10,49                         | 9,88             | 9,88  |
|                                                                                     | 20–40                | 10,37                      | 10,90                         | 10,10            | 9,91                | 9,74                          | 9,12             | 9,21                | 9,70                          | 8,94             | 8,94  |
| Зернова, попередник овес (50 % н. з. к., 25 % зернобобові, 25 % кукурудза на зерно) |                      |                            |                               |                  |                     |                               |                  |                     |                               |                  |       |
| Контроль                                                                            | 0–20                 | 10,04                      | 10,58                         | 9,73             | 9,67                | 10,15                         | 9,26             | 9,37                | 10,10                         | 9,17             | 9,17  |
|                                                                                     | 20–40                | 8,90                       | 9,83                          | 8,61             | 8,58                | 9,32                          | 8,22             | 8,26                | 9,25                          | 8,14             | 8,14  |
| N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>                                     | 0–20                 | 12,08                      | 13,13                         | 11,67            | 11,21               | 11,44                         | 10,57            | 10,61               | 11,25                         | 10,28            | 10,28 |
|                                                                                     | 20–40                | 10,62                      | 11,97                         | 10,32            | 10,04               | 10,48                         | 9,54             | 9,47                | 10,42                         | 9,24             | 9,24  |
| N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub><br>+ п. п.                    | 0–20                 | 11,18                      | 11,78                         | 11,44            | 10,60               | 10,72                         | 10,15            | 10,21               | 10,60                         | 9,95             | 9,95  |
|                                                                                     | 20–40                | 10,46                      | 11,00                         | 10,27            | 9,97                | 10,01                         | 9,27             | 9,30                | 9,88                          | 9,00             | 9,00  |

Примітка. Н. з. к. – насичення зерновими колосовими, п. п. – побічна продукція.

## 6. Динаміка поживного режиму під соєю за фазами вегетації, мг/100 г ґрунту, середнє за 2016–2020 рр.

| Удобрєння<br>сої                                                                | Шар<br>ґрунту,<br>см | Час відбору зразків ґрунту |                               |                  |                     |                               |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------|
|                                                                                 |                      | сходи                      |                               | цвітіння         |                     | повна стиглість               |                  |
|                                                                                 |                      | N лужно-гідролізний        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N лужно-гідролізний | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Зерно-просапна, попередник ячмінь ярий (80 % н. з. к., 20 % кукурудза на з. м.) |                      |                            |                               |                  |                     |                               |                  |
| Контроль                                                                        | 0–20                 | 9,86                       | 10,43                         | 9,57             | 9,49                | 10,08                         | 9,09             |
|                                                                                 | 20–40                | 8,77                       | 9,65                          | 8,47             | 8,46                | 9,37                          | 8,11             |
|                                                                                 | 0–20                 | 11,75                      | 12,86                         | 11,63            | 11,19               | 12,36                         | 10,93            |
|                                                                                 | 20–40                | 10,45                      | 11,74                         | 10,28            | 10,05               | 11,29                         | 9,73             |
| N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>                                 | 0–20                 | 10,82                      | 11,48                         | 11,32            | 10,31               | 11,03                         | 10,68            |
|                                                                                 | 20–40                | 10,30                      | 10,76                         | 10,12            | 9,95                | 10,35                         | 9,64             |
| Зерно-просапна, попередник гречка (80 % н. з. к., 20 % кукурудза на з. м.)      |                      |                            |                               |                  |                     |                               |                  |
| Контроль                                                                        | 0–20                 | 9,75                       | 10,28                         | 9,46             | 9,38                | 9,93                          | 8,98             |
|                                                                                 | 20–40                | 8,68                       | 9,54                          | 8,33             | 8,37                | 9,26                          | 7,97             |
|                                                                                 | 0–20                 | 11,64                      | 12,71                         | 11,45            | 11,08               | 12,21                         | 10,75            |
|                                                                                 | 20–40                | 10,36                      | 11,62                         | 10,16            | 9,96                | 11,17                         | 9,60             |
| N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>                                 | 0–20                 | 10,74                      | 11,36                         | 11,23            | 10,25               | 10,91                         | 10,59            |
|                                                                                 | 20–40                | 10,21                      | 10,62                         | 10,05            | 9,86                | 10,21                         | 9,57             |

Примітка. Н. з. к. – насичення зерновими культурами, з. м. – зелена маса, п. п. – побічна продукція.

У фазі повної стиглості на зазначеному варіанті у двох сівозмiнах після попередників ячменю ярого і гречки їх вміст знаходився на рівні 10,34–10,49 мг/100 г ґрунту лужногідролізного азоту, 11,09–11,24 мг/100 г ґрунту рухомого фосфору, 10,11–10,27 мг/100 г ґрунту обмінного калію.

Горох згідно зі схемою досліджень висівали у двох зернових сівозмiнах, де зернові колосові в структурі посівних площ займали 75 і 50 % після єдиного попередника вівса. Основні елементи структури врожаю, такі як кількість квіток, бобів і насінин, маса насіння тощо, прямо пов'язані з формуванням зернової продуктивності. На думку М. І. Кондратенка [20], важливо сформувати оптимальні показники структури врожаю, оскільки між кількістю бобів на рослині, кількістю зерен на рослині, масою зерна з рослини та врожайністю існує пряма кореляційна залежність.

Рівень зернової продуктивності зернобобових культур, і зокрема гороху, визначається комбінацією параметрів структури врожаю, основними з яких є кількість рослин на одиниці площі, кількість бобів на рослині, кількість насінин у бобі, маса 1000 насінин, маса насіння з рослини та інші [24].

Важливим чинником формування врожайності гороху є густина продуктивного стеблостою. У середньому за роки досліджень застосування альтернативної системи удобрення сприяло формуванню 104,1–106,4 шт. продуктивних стебел на 1 м<sup>2</sup>, що перевищило показники контролю на 2,7–3,1 шт./м<sup>2</sup>. Найвищі показники (106,2–108,4 шт./м<sup>2</sup>) густоти продуктивних стебел отримали на варіанті інтенсивної системи удобрення залежно від структури сівозміни. Зазначена вище система удобрення формувала і найвищі показники індивідуальної продуктивності рослин гороху, кількість бобів на одній рослині та кількість насінин в одному бобі, що становили відповідно 3,32–3,43 та 3,46–3,58 шт. Найбільше змінювалися під впливом добрив показники маси зерна з рослини і маси 1000 зерен. Маса зерна з рослини залежно від виду сівозміни зросла з 2,47–2,53 г на контролі до 3,9–4,11 г за внесення елементів живлення в дозі N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, а маса 1000 зерен – відповідно з 204–212 г до 237–244 г, що і стало основою зростання врожайності зерна. Застосування безпосередньо під культуру N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> сприяло формуванню маси 1000 зерен в обох сівозмiнах на рівні 237–244 г з натурною вагою відповідно 779–789 г/л (табл. 8). За альтернативної системи при внесенні N<sub>22,5</sub>P<sub>22,5</sub>K<sub>22,5</sub> + побічна продукція ці показники набували нижчих значень і за сівозмiнами становили відповідно 226–235 та 761–771 г/л. На

варіантах без добрив фізичні показники якості зерна гороху (його натурної маси і маси 1000 зерен) були низькими і в середньому за п'ять років становили 703–711 г/л і 204–212 г. Вищі значення структури врожаю гороху формувалися у сівозміні, насичений 50 % зернових культур.

Удобрення є одним з ключових факторів підвищення продуктивності зернобобових культур. Головною умовою одержання високих урожаїв належної якості є оптимальне живлення рослин, досягти якого без застосування добрив неможливо [6, 37, 38].

Для формування 1 т зерна і відповідної кількості соломи горох споживає 50–60 кг азоту, 15–20 фосфору, 25–30 калію, 20–25 кальцію, 8–13 кг магнію, мікроелементи, насамперед бор і молібден [24, 34, 35]. Коренева система гороху володіє посиленою здатністю поглинати фосфор і калій з орного та підорного шарів ґрунту. Однак, незважаючи на це, застосування фосфорних і калійних добрив значно підвищує врожайність і якість зерна гороху [14, 27].

На варіантах застосування повної дози мінеральних добрив ( $N_{45}P_{45}K_{45}$ ) при інтенсивній орґано-мінеральній системі в обох сівозмінах одержано найвищий врожай зерна гороху (2,51–2,64 т/га) (табл. 7).

#### 7. Урожайність зерна гороху в зернових сівозмінах (2016–2020 рр.)

| № сівозміни                                                                         | Вид сівозміни, варіант<br>удобрення                           | Урожайність, т/га |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|--------|
|                                                                                     |                                                               | зерна             | соломи |
| Зернова, попередник овес (75 % н. з. к., 25 % зернобобові)                          |                                                               |                   |        |
| 1                                                                                   | Контроль                                                      | 1,78              | 1,90   |
|                                                                                     | N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>               | 2,51              | 2,79   |
|                                                                                     | N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub> + п. п. | 2,23              | 2,35   |
| Зернова, попередник овес (50 % н. з. к., 25 % зернобобові, 25 % кукурудза на зерно) |                                                               |                   |        |
| 2                                                                                   | Контроль                                                      | 1,87              | 2,05   |
|                                                                                     | N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>               | 2,64              | 2,90   |
|                                                                                     | N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub> + п. п. | 2,34              | 2,45   |

|                          |                                   |      |
|--------------------------|-----------------------------------|------|
| НІР <sub>05</sub> , т/га | попередники                       | 0,07 |
|                          | удобрення                         | 0,11 |
|                          | взаємодія попередники + удобренья | 0,15 |

Примітка. Н. з. к. – насичення зерновими колосовими, п. п. – побічна продукція.

Сумісне використання половинної дози мінеральних добрив  $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$  із заорюванням соломи попередника вівса в альтернативній системі удобрення забезпечувало рівень урожайності культури в середньому 2,23–2,34 т/га. Найнижча продуктивність зерна гороху (1,78–1,87 т/га) була на неудобрених варіантах.

Вищий рівень урожайності гороху отримано у сівозміні із 50-відсотковим насиченням зерновими колосовими. У сівозміні, насичений 75 % колосових, урожайність гороху була на 0,09–0,13 т/га нижчою залежно від удобрення.

Важливою складовою практичної реалізації будь-якої системи землеробства поруч з отриманням вагомих урожаїв є якість продукції.

Вивчення якісних показників зерна гороху показало, що органо-мінеральні системи підвищують його якість.

Найвищий уміст білка (22,8 %) у зерні гороху отримано на варіанті використання мінеральних добрив у дозі  $N_{45}P_{45}K_{45}$  на фонах післядії гною у сівозміні, насичений 50 % зернових колосових. На контролі він становив 21,1 %.

## 8. Вплив удобрення на якісні показники зерна гороху (2016–2020 рр.)

| № сівозміни                                                                         | Вид сівозміни, варіант удобрення   | Маса 1000 зерен, г | Натурна вага, г/л |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------|-------------------|
| Зернова, попередник овес (75 % н. з. к., 25 % зернобобові)                          |                                    |                    |                   |
| 1                                                                                   | Контроль                           | 204                | 703               |
|                                                                                     | $N_{45}P_{45}K_{45}$               | 237                | 779               |
|                                                                                     | $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$ + п. п. | 226                | 761               |
| Зернова, попередник овес (50 % н. з. к., 25 % зернобобові, 25 % кукурудза на зерно) |                                    |                    |                   |
| 2                                                                                   | Контроль                           | 212                | 711               |
|                                                                                     | $N_{45}P_{45}K_{45}$               | 244                | 789               |
|                                                                                     | $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$ + п. п. | 235                | 771               |

Примітка. Н. з. к. – насичення зерновими колосовими, п. п. – побічна продукція.

Перехід до ринкової економіки спонукав виробників сільськогосподарської продукції перерозподілити культури на економічно привабливі і непривабливі, перейти на інтенсивні системи вирощування та скорочення ротації сівозмін.

У сучасних умовах соя виступає однією зі стратегічних культур, площі посіву якої значно зростають у Карпатському регіоні. Тому дослідження умов реалізації потенціалу продуктивності

культури, раціонального її розміщення в сівозмінах, підбору попередників та рівня удобрення має важливе значення.

Урожайність зерна сої значною мірою залежить від показників сортової продуктивності, кількості бобів і насінин у бобі, маси 1000 зерен. Результати досліджень структури врожаю сої показали, що максимальна кількість бобів на рослині і зерен з однієї рослини (16,7–17,6 і 34,2–36,5 шт.) формувалася на варіанті безпосереднього внесення під культуру  $N_{45}P_{45}K_{45}$  і післядії 40 т/га гною залежно від попередника, що було на 1,9–2,3 та 5,6–6,6 шт. більше порівняно з контролем. Таку ж тенденцію відзначено щодо показників маси зерна з однієї рослини і маси 1000 зерен, які збільшувалися за внесення добрив під культуру. На контролі (без добрив) за сівозмінами значення маси зерна з однієї рослини сої становило 4,58–4,97 г, маси 1000 зерен – 160,4–166,4 г, і ці показники підвищувалися на 1,45–1,6 та 14,4–15,9 г за внесення в ґрунт мінеральних добрив у дозі  $N_{45}P_{45}K_{45}$ .

За результатами досліджень у середньому за п'ять років максимальний урожай сої у п'ятипільних зерно-просапних сівозмінах при попереднику ячмінь ярий (2,25 т/га) та гречка (2,13 т/га) формувалася за інтенсивної системи удобрення (післядія гною +  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ). Використання мінеральних добрив у нормі  $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$  + побічна продукція попередників + післядія сидерату редька олійна забезпечило продуктивність культури відповідно на рівні 1,84 і 1,76 т/га, на контролі (без добрив) – 1,38 і 1,43 т/га. Урожай соломи знаходився в прямій залежності від врожаю зерна.

## 9. Урожайність зерна сої в зерно-просапних сівозмінах (2016–2020 рр.)

| № сівозміни                                            | Вид сівозміни, варіант удобрення                              | Урожайність, т/га |        |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|--------|
|                                                        |                                                               | зерна             | соломи |
| Зерно-просапна, попередник ячмінь ярий (80 % н. з. к.) |                                                               |                   |        |
| 6                                                      | Контроль                                                      | 1,43              | 1,60   |
|                                                        | N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>               | 2,25              | 2,54   |
|                                                        | N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub> + п. п. | 1,84              | 2,04   |
| Зерно-просапна, попередник гречка (80 % н. з. к.)      |                                                               |                   |        |
| 7                                                      | Контроль                                                      | 1,38              | 1,51   |
|                                                        | N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>               | 2,13              | 2,38   |
|                                                        | N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub> + п. п. | 1,76              | 1,92   |

|                          |                                   |      |
|--------------------------|-----------------------------------|------|
| НІР <sub>05</sub> , т/га | попередники                       | 0,06 |
|                          | удобрєння                         | 0,11 |
|                          | взаємодія попередники + удобрення | 0,14 |

Примітка. П. п. – побічна продукція, н. з. к. – насичення зерновими культурами.

Проблема збільшення врожайності сільськогосподарських культур із високою якістю є актуальною і на сучасному етапі розвитку аграрного виробництва. Одним із важливих резервів збільшення врожайності і якості насіння сої є науково обґрунтований підхід до вибору попередників [28]. Аналіз результатів досліджень вмісту сирого білка і жиру в насінні сої показав, що залежно від досліджуваних чинників, уміст білка в насінні сої варіював від 35,0 до 37,6 %, а жиру – від 17,7 до 19,7 % (табл. 9).

Найвищі значення вмісту білка (37,6 %) і жиру (19,7 %) у насінні сої отримано за її розміщення після ячменю ярого на фоні гною і безпосереднього внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{45}P_{45}K_{45}$ . На контролі вони були найнижчі і становили 36,1 % білка, 18,7 % жиру.

**Висновки.** Запаси продуктивної вологи під посівами зернобобових культур в орному шарі ґрунту залежали від структури сівозміни й попередників. За середніми даними (2016–2020 рр.), у період сходів вони були достатніми для росту і розвитку рослин й становили: під горохом – 26,5–28,0 мм, соєю – 30,4–31,8 мм. Ці показники зростали із глибиною відбору зразків і в шарі 20–40 см становили під горохом – 31,4–33,2 мм, соєю – 36,0–37,8 мм. Системи удобрення забезпечували вищий рівень нагромадження вологи. Порівняно до контролю на варіантах альтернативної системи удобрення під горохом значення вологості ґрунту були вищими на 1,8–2,4 %, під соєю – на 3,0–3,8 %; за інтенсивної відповідно за культурами – на 6,0–6,4 і 6,5–7,0 %. З проходженням подальших фаз вегетації значення вологості ґрунту значно змінювалися залежно від випадання опадів, їх розподілу впродовж періоду вегетації та інтенсивності використання культурями сівозмін.

Щільність будови ґрунту під зернобобовими культурами сівозмін була найнижчою в початковій фазі їх розвитку й збільшувалася протягом вегетації. Застосування інтенсивної (гній + мінеральні добрива) і альтернативної (сидерат, побічна продукція, мінеральні добрива) систем удобрення стримувало процес ущільнення під соєю і знижувало значення об'ємної маси в шарі ґрунту 0–10 см на 3,4–1,7 % після ячменю ярого і 2,6–1,74 % – після гречки порівняно до контролю без удобрення.

Найвищий уміст лужногідролізного азоту як у посівах гороху, так і сої (11,97–12,08 та 11,64–11,75 мг/100 г ґрунту), рухомого фосфору (12,97–13,13 та 12,71–12,86 мг/100 г ґрунту) й обмінного калію (11,57–11,67 та 11,45–11,63 мг/100 г ґрунту) в орному шарі був у фазі їх сходів на варіанті використання 40 т/га гною у сівозміні і

безпосереднього внесення під ці культури мінерального удобрення у дозі  $N_{45}P_{45}K_{45}$ .

Визначальний вплив на величину врожайності зернобобових культур проявляли системи удобрення. Застосування безпосередньо  $N_{45}P_{45}K_{45}$  і заорювання один раз за ротацію 40 т/га гною забезпечувало урожай гороху на рівні 2,51–2,64 т/га в зернових та сої – 2,13–2,25 т/га у зерно-просапних короткоротаційних сівозмінах.

Найкращі якісні показники (18,86–18,70 і 37,7–38,6 % білка і 19,0–19,7 % жиру) зерна гороху і сої можна отримати від сумісного використання органічних і мінеральних добрив у короткоротаційних сівозмінах.

#### Список використаної літератури

1. Андрієнко А. Л. Вплив збільшення частки сої в структурі посівних площ та систем удобрення на її урожайність та якість насіння. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. 2010. Вип. 66. С. 128–132.
2. Андрієнко А. Л., Мащенко Ю. В. Вплив різного насичення сівозмін соєю на її продуктивність. *Агроном*. 2011. № 1. С. 140–143.
3. Бабич А. О., Бабич А. А. Зернові бобові культури у вирішенні глобальної продовольчої проблеми. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. 2010. Вип. 15 (55). С. 153–166.
4. Бабич А. О., Бабич А. А. Світові та вітчизняні тенденції розміщення, виробництва і використання сої для розв'язання проблеми білка. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. 2012. Вип. 71. С. 12–26.
5. Бабич А. О., Молдован В. Г., Молдован Ж. А. Стан та перспективи вирощування сої в умовах Волино-Подільського Лісостепу. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. 2011. Вип. 69. С. 96–100.
6. Бахмат М. І., Бахмат О. М. Формування сортової врожайності сої в умовах Лісостепу Західного. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. 2012. Вип. 73. С. 138–144.
7. Бахмат О. М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої.

#### References

1. Andrienko A. L. Influence of increasing the share of soybeans in the structure of sown areas and fertilizer systems on its yield and seed quality. *Kormy i kormovyrobnytstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2010. Issue 66. P. 128–132.
2. Andrienko A. L., Mashchenko Yu. V. Influence of different saturation of soybean crop rotations on its productivity. *Ahronom*. 2011. No 1. P. 140–143.
3. Babych A. O., Babych A. A. Grain legumes in solving the global food problem. *Zbirnyk naukovykh prats SHI-NTsNS*. 2010. Issue 15 (55). P. 153–166.
4. Babych A. O., Babych A. A. Global and domestic trends in the placement, production and use of soybeans to solve the problem of protein. *Kormy i kormovyrobnytstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2012. Issue 71. P. 12–26.
5. Babych A. O., Moldovan V. H., Moldovan Zh. A. Status and prospects of soybean cultivation in the Volyn-Podilsky Forest-Steppe. *Kormy i kormovyrobnytstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2011. Issue 69. P. 96–100.
6. Bakhmat M. I., Bakhmat O. M. Formation of soybean varietal yield in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Kormy i kormovyrobnytstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2012. Issue 73. P. 138–144.

Кам'янець-Подільський, 2012. 436 с.

8. Біологічний азот у системі землеробства / В. П. Патика та ін. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2015. Вип. 2 (89). С. 12–20.

9. Бойко П. І., Коваленко Н. П., Опара М. М. Ефективні різноротаційні сівозміни у сучасному землеробстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 3. С. 20–32.

10. Бойко П. І., Літвінов Д. В. Ефективність короткоротаційних сівозмін у сучасних системах землеробства. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2015. Вип. 2. С. 38–46.

11. Вплив добрив у сівозміні на родючість ґрунту і продуктивність культур / С. Е. Дегодюк та ін. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2010. Вип. 4. С. 3–10.

12. Гадзало Я., Камінський В., Сайко В. Сівозміни в землеробстві України. *Аграрний тиждень*. 2015. № 4/5. С. 14–16.

13. Гангур В. В., Лень О. І., Гангур Ю. М. Продуктивність короткоротаційних сівозмін за максимальної частки в них сої та кукурудзи при вирощуванні в умовах недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу України. *Зернові культури*. 2017. Т. 1, № 2. С. 313–319.

14. Гангур В. В. Урожайність і якість зерна гороху залежно від попередників та насиченості різноротаційних сівозмін в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Зернові культури*. 2017. Т. 1, № 1. С. 129–133.

15. Горох: не забуваємо «старі» культури / М. Цехмейструк та ін. *Агробізнес сьогодні*. 2014. № 3 (274). С. 30–33.

16. Григорчук Н. Ф., Якубенко О. В. Створення сортів сої скоростиглого типу. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2013. № 19. С. 43–48.

17. Дворецька С. П., Костина Т. П. Особливості формування врожаю сортів гороху залежно від рівня удобрення в Північному Лісостепу. *Наукові доповіді НУБІП*. 2012. № 5 (34). С. 1–11.

7. Bakhmat O. M. Modeling of adaptive technology of soybean cultivation. *Kamianets-Podilskyi*, 2012. 436 p.

8. Biological nitrogen in the system of agriculture / V. P. Patyka et al. *Zemlerobstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2015. Issue 2 (89). P. 12–20.

9. Boiko P. I., Kovalenko N. P., Opara M. M. Effective multi-rotation crop rotations in modern agriculture. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2014. No 3. P. 20–32.

10. Boiko P. I., Litvinov D. V. Efficiency of short-rotation crop rotations in modern systems of agriculture. *Zemlerobstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2015. Issue 2. P. 38–46.

11. Influence of fertilizers in crop rotation on soil fertility and crop productivity / S. E. Dehodiuk, et al. *Zb. nauk. pr. NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN»*. 2010. Issue 4. P. 3–10.

12. Hadzalo Ya., Kaminski V., Sai-ko V. Crop rotation in agriculture of Ukraine. *Ahrarnyi tyzhden*. 2015. No 4/5. P. 14–16.

13. Hanhur V. V., Len O. I., Hanhur Yu. M. Productivity of short-rotation crop rotations with the maximum share of soybeans and corn in them when grown in conditions of insufficient moisture of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Zernovi kultury*. 2017. Vol. 1, No 2. P. 313–319.

14. Hanhur V. V. Yield and quality of pea grain depending on predecessors and saturation of rotational crop rotations in the conditions of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Zernovi kultury*. 2017. Vol. 1, No 1. P. 129–133.

15. Peas: we do not forget the «old» culture / M. Tsekhmeistruk et al. *Ahrobiznes sohodni*. 2014. No 3 (274). P. 30–33.

16. Hryhorchuk N. F., Yakubenko O. V. Creation of soybean varieties of precocious type. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliynykh kultur NAAN*. 2013. No 19. P. 43–48.

17. Dvoretzka S. P., Kostyna T. P. Peculiarities of pea variety harvest

18. Заришняк А. С., Цвей Я. П., Іваніна В. В. Оптимізація удобрення та родючості ґрунту в сівоzmінах : монографія. Київ, 2015. 207 с.

19. Іваніна В. В. Енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур у зернових ланках сівоzmіни. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 110 (1). С. 82–87.

20. Ільєнко О. В. Формування врожайності гороху вусатого морфологічного типу під впливом добрив та норм висіву насіння в умовах Північного Степу. *Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони НААН України*. 2013. № 4. С. 33–37.

21. Квасніцька Л. С. Ефективність вирощування сої у п'ятипольних сівоzmінах. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2012. Вип. 1/2. С. 20–25.

22. Кірілеско О. Л., Мовчан К. І. Формування врожайності зернобобових культур в умовах Західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб.* 2016. Вип. 82. С. 127–132.

23. Костина Т. П. Вплив мінеральних добрив на формування асиміляційної поверхні та продуктивність сортів гороху. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2012. Вип. 1/2. С. 86–93.

24. Крижанівський В. Г. Економічна та енергетична ефективність вирощування гороху, пшениці озимої та буряку цукрового за різних заходів основного обробітку ґрунту. *Агробіологія*. 2015. № 1. С. 27–30.

25. Матвійчук Н. Г. Агрохімічна оцінка систем удобрення в сівоzmіні Полісся. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 2. С. 5–11.

26. Материнський П. В. Агротехнічне значення зернобобових культур у короткоротаційних сівоzmінах. *Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб.* 2010. Вип. 67. С. 82–87.

27. Молдован В. Г., Квасніцька Л. С. Продуктивність сівоzmін з різним

formation depending on the level of fertilizer in the northern Forest-Steppe. *Naukovi dopovidi NUBiP*. 2012. No 5 (34). P. 1–11.

18. Zaryshniak A. S., Tsvei Ya. P., Ivanina V. V. Optimization of fertilizer and soil fertility in crop rotations : monograph. Kyiv, 2015. 207 p.

19. Ivanina V. V. Energy efficiency of growing crops in grain crop rotation. *Tavriyskiy naukoviy visnyk*. 2019. No 110 (1). P. 82–87.

20. Ilienکو O. V. Formation of pea-shaped morphological yield under the influence of fertilizers and sowing rates in the Northern Steppe. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*. 2013. No 4. P. 33–37.

21. Kvasnitska L. S. Efficiency of soybean cultivation in five-field crop rotations. *Zb. nauk. pr. NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2012. Issue. 1/2. P. 20–25.

22. Kirilesko O. L., Movchan K. I. Formation of legume yields in the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnystvo : mizhvid. temat. nauk. zb.* 2016. Issue 82. P. 127–132.

23. Kostyna T. P. Influence of mineral fertilizers on the formation of the assimilation surface and productivity of pea varieties. *Zb. nauk. pr. NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2012. Issue 1/2. P. 86–93.

24. Kryzhanivskyi V. H. Economic and energy efficiency of growing peas, winter wheat and sugar beet under various measures of basic tillage. *Ahrobiolohiia*. 2015. No 1. P. 27–30.

25. Matviichuk N. H. Agrochemical evaluation of fertilizer systems in crop rotation. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No 2. P. 5–11.

26. Materynskyi P. V. Agrotechnical significance of legumes in short-rotation crop rotations. *Kormy i kormovyrobnystvo : mizhvid. temat. nauk. zb.* 2010. Issue 67. P. 82–87.

27. Moldovan V. H., Kvasnitska L. S. Productivity of crop rotations with different

насиченням бобовими культурами у Західному Лісостепу. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2009. Вип. 3. С. 49–55.

28. Панасюк Р. М. Продуктивність і якість зерна сої залежно від сорту та інокуляції на різних фонах удобрення в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2009. Вип. 51 (II). С. 104–109.

29. Петриченко В. Ф. Агроекологічні аспекти адаптивної технології вирощування сої в Лісостепу Західному. *Посібник українського хлібороба*. 2013. Т. 2. С. 177–185.

30. Попова Л. В. Порівняння біопрепаратів, створених на основі фосфатомобілізувальних і азотфіксувальних бактерій. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. Вип. 25 (3). С. 26–32.

31. Рябокін Т. М., Дворецька С. П., Єфіменко Г. М. Продуктивність сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2014. Вип. 16. С. 212–217.

32. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В. Вплив різних способів обробітку ґрунту на агрофізичні показники чорнозему типового Правобережного Лісостепу України. *Рослинництво і ґрунтознавство*. 2019. Т. 10, № 2. С. 41–49.

33. Соя (*Glicine max* (L.) Merr.) : монографія / В. В. Кириченко та ін. Харків, 2016. 400 с.

34. Сторчоус І. Захист гороху від хвороб: хімічний контроль та агротехніка. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 12 (331). С. 48–54.

35. Телекало Н. В. Формування показників індивідуальної продуктивності зерна інтенсивних сортів гороху. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 22. С. 78–83.

36. Чинчик О. С. Тривалість вегетаційного періоду та фаз росту і розвитку рослин сої залежно від сортових особливостей та удобрення. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук.

saturation of legumes in the Western Forest-Steppe. *Zb. nauk. pr. NNTs «Instytut zemlerobstva UAAAN»*. 2009. Issue 3. P. 49–55.

28. Panasiuk R. M. Productivity and quality of soybean grain depending on the variety and inoculation on different fertilizer backgrounds in the Western Forest-Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2009. Issue 51 (II). P. 104–109.

29. Petrychenko V. F. Agroecological aspects of adaptive technology of soybean cultivation in the Western Forest-Steppe. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 2013. Vol. 2. P. 177–185.

30. Popova L. V. Comparison of biological products based on phosphate-mobilizing and nitrogen-fixing bacteria. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*. 2015. Issue 25 (3). P. 26–32.

31. Riabokin T. M., Dvoretzka S. P., Yefimenko H. M. Productivity of pea varieties depending on the level of intensification of cultivation technology. *Visnyk Tsentru naukovooho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti*. 2014. Issue 16. P. 212–217.

32. Sinchenko V. V., Tanchyk S. P., Litvinov D. V. Influence of different methods of tillage on agrophysical indicators of chernozem of typical Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Roslynnystvo i gruntoznavstvo*. 2019. Vol. 10, No 2. P. 41–49.

33. Soy (*Glicine max* (L.) Merr.) : monograph / V. V. Kyrychenko et al. Kharkiv, 2016. 400 p.

34. Storchous I. Protection of peas from diseases: chemical control and agricultural techniques. *Ahrobiznes sohodni*. 2016. No 12 (331). P. 48–54.

35. Telekalo N. V. Formation of indicators of individual productivity of grain of intensive varieties of peas. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*. 2014. Issue 22. P. 78–83.

36. Chynchik O. S. The duration of the growing season and phases of growth and

зб. 2016. Вип. 82. С. 133–137.

37. Чинчик О. С. Фотосинтетична діяльність та урожайність сортів сої залежно від удобрення. *Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва*. 2017. Вип. 90 (1). С. 246–255.

38. Чинчик О. С. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від елементів технології вирощування в Західному Лісостепу України. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур* : тези доп. V Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених / Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків, МАППУ, Укр. ін-т експертизи сортів рослин (Вінниця, 29–30 верес. 2016 р.). Київ, 2016. С. 90.

development of soybean plants depending on varietal characteristics and fertilizers. *Kormy i kormovyrobnytstvo : mizhvid. temat. nauk. zb.* 2016. Issue 82. P. 133–137.

37. Chynchyk O. S. Photosynthetic activity and yield of soybean varieties depending on fertilizer. *Zb. nauk. pr. Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2017. Issue 90 (1). P. 246–255.

38. Chynchyk O. S. Photosynthetic productivity of soybean crops depending on the elements of cultivation technology in the western forest-steppe of Ukraine. *Novitni tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur : tezy dop. V Mizhnar. nauk.-prakt. konf. molodykh vchenykh / In-t bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv, MAPPU, Ukr. in-t ekspertyzy sortiv roslyn (Vinnytsia, 29–30 veres. 2016 r.)*. Kyiv, 2016. P. 90.

Отримано 04.05.2022

Погоджено до друку 22.05.2022

## ТВАРИННИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-14

UDC 636.2:636.27

**V. Ya. DANKIV, M. A. PETRYSHYN, Ya. Ya. PAVLYSHAK, candidates of agric. sciences**

*Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS*

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

*81115, e-mail: victoriya2206@ukr.net*

### **DEVELOPMENT OF HEIRFERS AND DAIRY PRODUCTIVITY OF COWS, DOUGHTERS OF DIFFERENT SIMMENTAL BREED BULLS**

Scientific-economical experiment on animals of Simmental cattle combined (dairy-meat) breed was carried out in TzOV «Litynske». A retrospective analysis was conducted and the milk productivity of cows and daughters of different bulls was studied. The growth of repair heifers, half-sisters by father was studied.

The genealogical structure of the herd in TzOV «Litynske» is represented by three lines. To improve the genealogical structure of the herd, selected cows and heifers of mating age in the period from 2017 to 2020 were inseminated by purebred elite bulls, in particular: Imago 9727 (Redad's line 711620016.77), Wikht 75771 (Horror's line 809706945.79) of German breeding and Obrii 938 (Streif's line 120081.78) of Austrian breeding.

The growth and development of young Simmentals of combined (dairy-meat) breed of three lines was studied. Live weight was quite high in animals of all studied lines, which is typical for animals of Simmental combined breed. However, in all the studied periods there is a trend of higher live weight in heifers, daughters of the bull Imago 9727.

Studies have shown that the formation and manifestation of milk productivity signs of cows was significantly influenced by their parents and belonging to the line. Thus, the analysis of the obtained data shows that the daughters of the bull Imago 9727 are characterized by higher milk productivity.

Thus, yields of the first-born cows were 4297 kg of milk. In the first-born cows of other comparable groups this figure was lower by 983 kg, or 22.9 % (daughter of Wikht 75771), 279 kg, or 6.5 % (daughter of Obrii 938).

The advantage by yield for the second lactation was observed in cows, daughters of the bull Imago 9727. Yield was higher by 740 kg, or 16.0 % (daughter of Wikht 75771), 392 kg, or 8.5 % (daughter of Obrii 938).

Among adult cows, the predominance by yield was also observed in the offspring of the bull Imago 9727. The difference compared to the daughters of Wikht 75771 and Obrii 938 was 634 kg, or 12.2 % and 534 kg, or 10.3 %.

The fat content in milk in the studied groups ranged from 3.69–3.87 % for the first, 3.74–3.83 % for the second and 3.71–3.85 % for the third lactation. The coefficient of variation in the milk yield was in the range from 19.8 to 48.0 %, the fat content in milk – 6.0–13.5 %.

**Keywords:** cows, heifers, simmental combined breed, line, breeding, lactation, milk productivity.

**Даньків В. Я., Петришин М. А., Павлишак Я. Я.**

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

**Розвиток телиць та молочна продуктивність корів, дочок різних бугаїв симентальської породи**

У ТзОВ «Літинське» проведено науково-господарський дослід на тваринах великої рогатої худоби симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи. Проведено ретроспективний аналіз та вивчено молочну продуктивність корів, дочок різних бугаїв. Вивчено ріст ремонтних телиць, напівсестер за батьком.

Генеалогічна структура стада ТзОВ «Літинське» представлена трьома лініями. Для поліпшення структури стада відібраних корів та телиць парувального віку у період з 2017 до 2020 р. осіменяли чистопородними елітними бугаями, зокрема: Імаго 9727 (лінія Редада 711620016,77), Вікхт 75771 (лінія Хоррора 809706945,79) німецької селекції та Обрій 938 (лінія Стрейфа 120081,78) австрійської селекції.

Вивчено ріст та розвиток молодняку симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи трьох ліній. Жива маса була досить високою у тварин усіх досліджуваних ліній, що є характерним для симентальської комбінованої породи. Однак у всі досліджувані періоди спостерігається тенденція більшої живої маси у телиць, дочок бугая Імаго 9727.

Проведеними дослідженнями встановлено, що на формування і прояв ознак молочної продуктивності корів помітний вплив мали їх батьки та належність до лінії.

Аналіз отриманих даних свідчить, що вищою молочною продуктивністю характеризуються дочки бугая Імаго 9727. Так, надій корів-первісток становив 4297 кг молока. У корів-первісток інших порівнюваних груп означений показник був меншим на 983 кг, або 22,9 % (дочки Вікхта 75771), 279 кг, або 6,5 % (дочки Обрія 938).

Перевагу за надоем за другу лактацію відзначено в корів, дочок бугая Імаго 9727. Надій був вищим на 740 кг, або 16,0 % (дочки Вікхта 75771), 392 кг, або 8,5 % (дочки Обрія 938).

Серед повновікових корів перевагу за надоем спостерігали також у нащадків бугая Імаго 9727. Різниця порівняно з дочками Вікхта 75771 та Обрія 938 становила 634 кг, або 12,2 % і 534 кг, або 10,3 %.

Вміст жиру в молоці за досліджуваними групами становив 3,69–3,87 % за першу, 3,74–3,83 % за другу та 3,71–3,85 %, за третю лактацію. Коефіцієнт

варіації за рівнем надою був у межах від 19,8 до 48,0 %, вмісту жиру в молоці – 6,0–13,5 %.

**Ключові слова:** корови, телиці, симентальська комбінована порода, лінія, розведення, лактація, молочна продуктивність.

**Introduction.** The problem of increasing productivity in livestock is determined by the conditions of feeding, maintenance, exploitation of animals and genetic factors, the ultimate goal of which is the improvement of breeding and productive qualities.

Ensuring the growing population's demand for milk and meat requires the breeding of competitive combined breeds of cattle with a high level of milk and meat productivity [1, 3, 11, 26, 27]. This can be achieved by obtaining animals capable of consuming a large amount of roughage and paying for it with high productivity, good reproductive capacity, precociousness and excellent adaptation qualities. Such a breed is the Simmental with a highly developed volume and muscularity of the cows' body, a satisfactorily developed, easy-going udder, and a strong set of limbs.

Simmentals are one of the classic, oldest and most famous breeds in the world.

During the time of its development and improvement, the Simmental breed became widespread in almost all continents. Due to high universal productivity, good health, fertility, endurance, unpretentiousness and adaptability to maintenance technologies, wide use for industrial crossbreeding, they make it an unrivaled asset of the world gene pool [6, 13, 29, 35].

The Simmental breed, which successfully combines milk and meat productivity, occupies one of the leading places in the countries of the world [28]. Only in European countries there are about 36 million heads, which is about 22 % of all Simmental cattle in the world. The use of the global genetic potential of Austrian Simmentals made it possible to increase the milk productivity of cows of Ukrainian breeding. The milk productivity of the European population is at the level of 5000–6700 kg of milk, with a fat content of 3.83–4.18 %, although the record-breaking cows have a productivity of 10000 kg of milk per lactation [4, 15].

The competitive advantages of Simmentals are a long period of economic use, resistance to leukemia and udder mastitis, high fertility, adaptability to any production and climatic conditions, suitability for tethered and untethered, stable and pasture conditions [22, 32]. Along with the quantitative assessment of milk productivity for farms specializing in

Simmental breeding, the quality of milk (protein and fat content) is also important. Milk has high cheese qualities: a high protein and fat composition compared to other types [7, 23, 25].

The greatest advantage of the Simmental breed was seen in its versatility, a combination of such characteristics as high milk yield and milk fat, excellent growth energy and meat quality.

Based on the results of previous studies, it was established that the Simmental breed has high potential for increasing milk productivity; according to the number of record-breaking cows, it occupies one of the first places among other breeds [5, 18].

The extreme farming conditions in many regions of Ukraine also confirm the need for the selection of the Simmental breed of the combined type [30].

Preservation of the genetic potential of the Ukrainian Simmental will make it possible to strengthen the domestic livestock industry, both in increasing the quantity and improving the quality indicators of raw materials and products.

The main task of the dairy industry is to increase the milk productivity of cows to the genetically programmed limit. For this purpose, new technologies are developed and implemented, new breeds are created and existing breeds are improved. Dairy farming has gained the greatest development in countries where, along with the biological features of livestock, a complex of genotypic and paratypic factors that shape milk productivity are taken into account.

It is recognized that milk productivity depends on many geno- and paratypic factors [9, 10, 12]. Studies by a number of authors have proven that increasing the productivity of dairy cattle depends significantly on quality selection, evaluation and intensive use of breeding bulls based on breeding value, both in terms of milk productivity and exterior type [16, 24, 31]. Selection of bulls for herd reproduction is an important and responsible measure, since the heredity of breeders in the genetic improvement of breeds is extremely high [2, 20, 33].

According to many scientists, the formation of milk productivity of first-born cows depends 80–90 % on the breeding value of sire parents and only 10–20 % on the genetic potential of mothers [34]. In Finland, breeding bulls undergo a strict evaluation system for the productivity of their daughters, health, reproductive and other functional qualities [21]. Therefore, both abroad and in our country, when selecting young animals, the father is given more importance than the mother. With this in mind, it is

necessary to constantly monitor the issue of the effectiveness of using bulls to increase the productivity of daughter cows.

The aim of our research was to determine the influence of breeding bulls of different origins on the formation of milk productivity of their daughters in the conditions of breeder "Litynske" of Drohobyskyi district, Lviv region, based on the processing and analysis of breeding and zootechnical records.

**Materials and methods.** The research was carried out in the conditions of breeding center "Litynske" of Drohobysky district, Lviv region. The object of study was the Simmental breed of milk-meat productivity. The analysis included information entered in the farm database about cows that lactated in the herd during 2017–2020. An electronic database of the breeding purpose of the Simmental breed in the milk and meat area of productivity was formed with a retrospective of 4 years for 97 variables. The results of the grading of Simmental cattle of the milk and meat productivity direction were also used.

In order to identify the best breeders based on the information database, an assessment of milk productivity in the herd over the last 4 years was carried out.

To improve the genealogical structure of the herd during 2017–2020, selected cows and heifers of mating age were inseminated with purebred elite bulls, in particular: Imago 9727 (Redada line 711620016,77), Vikht 75771 (Horra line 809706945,79) of German selection and Obrii 938 (line Streifa 120081.78) of Austrian selection (Table 1).

### 1. Characteristics of breeding bulls of the Simmental breed

| Bull's alias,<br>inv. number | Line    | Productivity    |                      |                 |                          |                      |                 |
|------------------------------|---------|-----------------|----------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|-----------------|
|                              |         | Father's mother |                      |                 | Father's father's mother |                      |                 |
|                              |         | yield,<br>kg    | fat<br>content,<br>% | milk fat,<br>kg | yield,<br>kg             | fat<br>content,<br>% | milk fat,<br>kg |
| Imago 9727                   | Redada  | 9460            | 3,8                  | 359             | 6791                     | 4,1                  | 277             |
| Vikht 75771                  | Horra   | 7963            | 3,94                 | 314             | 5836                     | 3,96                 | 231             |
| Obrii 938                    | Streifa | 7341            | 4,2                  | 308             | 7581                     | 3,89                 | 295             |

Feed costs per 1 kg of increase in live weight of young animals amounted to 16 kg per head. 39.9 tons per cow per year were fed.

The dynamics of live weight growth, average daily gains of heifers obtained from breeders of different lines were analyzed. Live weight and growth were studied from birth to 9 months of age. Weighing was carried

out at the same time of day. On the basis of weighing, the average daily gain of live weight was calculated according to the formula:

$$R = (W_t - W_o) / t_2 - t_1,$$

where:  $W_t$  and  $W_o$  are final and initial live weight, kg;

$t_2$  and  $t_1$  – age at the end and beginning of the period, days.

Live weight of cows was studied at 2-3 months of lactation by weighing.

The milk productivity of cows was determined for 305 days of lactation by the control milking method, the fat content in milk was determined by the Gerber method.

The magnitude and direction of the relationship between quantitative traits were calculated using the correlation coefficient.

Biometric analysis of the obtained data was performed using Microsoft Excel software [14, 19].

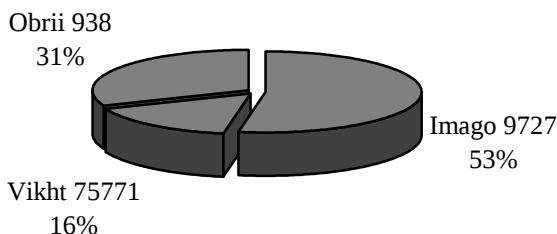
**Results and discussion.** Purebred breeding of Simmental cattle of the dairy and meat direction of productivity is carried out in the breeding center "Litynske" of the Drohobysky district, Lviv region. With the evaluation of breeding bulls according to the quality of the offspring for their effective use in the selection process.

The role of the breeder in dairy cattle breeding consists in the mass distribution of the heredity of his mother, or rather, the female ancestors of the maternal side of the pedigree.

At the "Litynske" farm, the selection and breeding work to increase the genetic potential of animals is being improved on the basis of the wide use of Simmental breeders of the Lviv Research and Production Center "Zakhid plemresursy".

Thus, such valuable breeder bulls as Imago 9727 (Redada line 711620016.77), Vikht 75771 (Horror line 809706945.79) and Obrii 938 (Streifa line 120081.78) had a breeding value index of +986, +970 and +976 kg in accordance. The productivity of their mothers is: Imago 9727 – 9.4 thousand kg of milk with a fat content of 3.8 %, Vikhta 75771 – 7.9 thousand kg of milk with a fat content of 3.9 % and Obrii 938 – 7.3 thousand kg of milk with a fat content 4.2 %.

The largest share of the total number of cows, 53 %, is represented by the daughters of the bull Imago 9727, the daughters of the bulls Vikhta 75771 and Obrii 938 – 16 % and 31 %, respectively (Fig. 1).



**Fig. 1. Genealogical structure of the herd of TzOV «Litynske» (2017–2020)**

The intensity of growth and development is determined by the change in live weight over a certain period of time, which is the most important economic feature, since, other things being equal, fast-growing animals consume less feed per unit of growth than slow-growing ones, and reach economic maturity faster [8, 17].

Animals of the Simmental combined breed belong to medium maturity and are characterized by long growth.

It was established that the live weight of heifers of different lines at birth ranged from 34.3 to 36.5 kg (Table 2). Redada 711620016,77 – 36.5 kg were the largest animals born. It should be noted that the heifers of the three lines developed well, the live weight was quite high and corresponded to the complex classes of "elite" and "elite-record" according to the evaluation.

However, according to the conducted research, it was established that according to the dynamics of growth of live weight of the heifer, the daughters of the bull Imago 9727 (line Redada 711620016,77) outperformed their peers, the daughters of the bull Vikhta 75771 (line Horror 809706945,79) and Obrii 938 (line Streifa 120081,78) during the entire period from birth to 9 months.

Thus, the live weight of the daughters of the bull Imago 9727 was: at birth –  $36.5 \pm 0.4$  kg, at 3 months –  $108.0 \pm 0.7$  kg, in 6 months –  $173.6 \pm 1.3$  kg, in 9 months –  $232.8 \pm 2.9$  kg. In the heifers of the compared group, the determined indicator at birth was lower than the indicator of the daughters of bull Vikht 75771 and Obrii 938: by 1.1 kg (3.0 %) and 2.2 kg

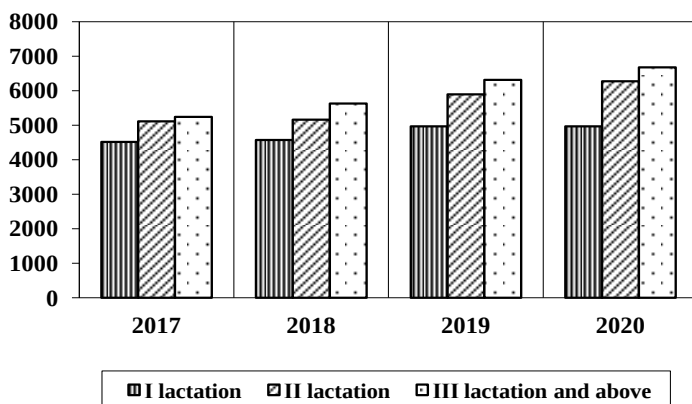
(6.0 %), respectively, in 3 months – by 1.2 kg (1.1 %) and 2.0 kg (1.9 %), in 6 months – by 2.5 kg (1.4 %) and 1.8 kg (1.0 %), in 9 months – by 2.9 kg (1.2 %) and 2.5 kg (1.1 %) ( $P < 0.01$ ).

## 2. Live weight of heifers depending on age and belonging to the line ( $M \pm m$ )

| Age, months              | Live weight      |           |
|--------------------------|------------------|-----------|
|                          | $M \pm m$        | $C_v, \%$ |
| line Redada 711620016,77 |                  |           |
| At birth                 | $36,5 \pm 0,4$   | 7,7       |
| 3 months                 | $108,0 \pm 0,7$  | 3,3       |
| 6 months                 | $173,6 \pm 1,3$  | 4,0       |
| 9 months                 | $232,8 \pm 2,9$  | 6,6       |
| line Horroa 809706945,79 |                  |           |
| At birth                 | $35,4 \pm 0,7$   | 8,3       |
| 3 months                 | $106,8 \pm 0,9$  | 3,5       |
| 6 months                 | $171,1 \pm 2,1$  | 4,8       |
| 9 months                 | $229,9 \pm 3,5$  | 6,0       |
| line Streifa 120081,78   |                  |           |
| At birth                 | $34,3 \pm 0,33$  | 6,1       |
| 3 months                 | $106,0 \pm 2,30$ | 3,2       |
| 6 months                 | $171,8 \pm 4,21$ | 3,8       |
| 9 months                 | $230,3 \pm 5,63$ | 4,2       |

The highest average daily gains of heifers were noted in the period from birth to three months, in different lines they ranged from 779 to 797 g. With age, a tendency to decrease this indicator was observed in the period from three to nine months. The heifers obtained from the breeder of Redada line 711620016,77 grew more intensively.

Among the breeding traits of cows, the most important is yield. The analysis of data on the milk productivity of Simmental cows (Fig. 2) indicates a change in the amount of milk yield with the age of the animals, as well as with years of keeping. There is an increase in milk yield from the first to the third and older lactations: 975 kg in 2017, 1057 kg in 2018, 1345 kg in 2019, and 1443 kg in 2020. This trend of increasing milk yield of cows with age corresponds to the physiological capabilities of animals [12, 13, 20, 23].



**Fig. 2. Milk productivity of cows in TzOV «Litynske» (2017–2020)**

Also, the yield of milk has increased in lactations over the years. Thus, from 2017 to 2020, an increase in milk yield is observed: the first lactation by 453 kg, the second by 1160 kg, the third by 1183 kg. Replacement of low-yielding cows of the main herd with intensively bred first-borns with higher genetic potential ensured an increase in milk yield in all lactations.

The statistical analysis that was conducted established that the average yield increased by 22.4 %, 20.9 % and 6.8 %, respectively, during the years under study.

Taking into account individual characteristics, the best representatives of the type were selected for the breeding group. For a number of years, the percentage composition of the tribal nucleus fluctuated between 58.3–68.5%. This ratio of the breeding nucleus to the total herd ensures a high selection differential and qualitative improvement of the mother herd due to selection. It should be noted that there is a tendency to increase the percentage of the breeding nucleus with each subsequent year, which is explained by the increase in the class of animals. Thus, of the entire bonitized herd according to the studied years, class elite and elite-record correspond 59.1 % (2017), 66.7 % (2018), 73.7 % (2019) and 80.7 % (2020).

The analysis of obtained data shows that the daughters of the bull Imago 9727 are characterized by higher milk productivity. Thus, the yield of the first-born cows was 4297 kg of milk (Table 3). In first-born cows of other compared groups, the determined indicator was lower by 983 kg, or 22.9 % (daughters of Vikhta 75771, at  $P < 0.001$ ), 279 kg, or 6.5 % (daughters of Obrii 938, at  $P < 0.05$ ).

The advantage in milk yield of cows during the second lactation was noted in daughters of bull Imago 9727. Yield was higher by 740 kg, or 16.0 % (daughters of Vikhta 75771, at  $P < 0.01$ ), 392 kg, or 8.5 % (daughter of Obrii 93,  $P < 0.05$ ).

Among full-aged cows, the superiority in terms of milk yield was also observed in the offspring of the bull Imago 9727. The difference compared to the daughters of Vikhta 75771 and Obrii 938 was 634 kg, or 12.2 % and 534 kg, or 10.3 % ( $P < 0.05$ ).

With higher lactation, the highest milk yields were also observed in the offspring of the bull Imago 9727. The difference compared to the daughters of Vikhta 75771 and Obrii 938 was 529 kg, or 9.4 % ( $P < 0.05$ ) and 70 kg, or 1.2 %.

The fat content in milk according to the studied groups ranged from 3.69–3.87 % for the first, 3.74–3.83 % for the second and 3.71–3.85 % for the third lactation. The coefficient of variation for milk yield ranged from 19.8 to 48.0 %, the fat content in milk 6.0–13.5 %.

The data indicate the existence of a certain influence of parents of different breeding values on the productivity of their daughters. With the growth of the breeding value of the breeding parents, the milk productivity of the first-borns also increases. Daughters of the breeder Imago 9727 (line Redada 711620016.77) with a breeding value of 986 kg had the highest yield, daughters of bull Vikht 75771 (line Horror 809706945.79) with a breeding value of up to 976 kg had the lowest yield.

It was established that the live weight of cows also depended on belonging to the line. In all experimental periods, except for higher lactation, cows, daughters of the bull Imago 9727, exceeded their peers in terms of live weight. Thus, the first-born daughters of the bull Imago 9727 outweighed their peers daughters of the bulls Vikht 75771 and Obrii 938 by 18.3 kg ( $P < 0.001$ ) and 10.2 kg ( $P < 0.01$ ), respectively. During the second lactation, daughters of bull Imago 9727 outperformed their peers, daughters of bull Vikht 75771 by 15.3 kg ( $P < 0.001$ ). No significant difference in live weight was noted for the groups of daughters of bulls Imago 9727 and Obrii 938 during this period. During the third lactation, the daughters of the bull Imago 9727 outperformed their peers, the daughters of the bulls Vikht

75771 and Obrii 938 by 16.6 kg ( $P < 0.001$ ) and 4.3 kg ( $P < 0.01$ ), respectively. Daughters of the bull Obrii 938 dominated for higher lactation by live weight. However, considering that animals with different life spans were included in the analysis, the results are biased.

### 3. Milk productivity of daughters of different bulls in TzOV «Litynske»

| Father           | n   | Yield, kg  |                    | Fat content in milk, % |                    | Live weight, kg |                    |
|------------------|-----|------------|--------------------|------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|
|                  |     | M ± m      | C <sub>v</sub> , % | M ± m                  | C <sub>v</sub> , % | M ± m           | C <sub>v</sub> , % |
| I lactation      |     |            |                    |                        |                    |                 |                    |
| Imago 9727       | 162 | 4297 ± 90  | 26,7               | 3,87 ± 0,03            | 8,0                | 477,2 ± 2,13    | 5,9                |
| Vikht 75771      | 42  | 3314 ± 246 | 48,0               | 3,79 ± 0,08            | 12,8               | 458,9 ± 3,54    | 5,0                |
| Obrii 938        | 76  | 4018 ± 93  | 19,8               | 3,69 ± 0,03            | 7,7                | 467,0 ± 2,77    | 5,3                |
| II lactation     |     |            |                    |                        |                    |                 |                    |
| Imago 9727       | 162 | 4611 ± 90  | 26,2               | 3,83 ± 0,03            | 9,0                | 487,1 ± 2,27    | 6,2                |
| Vikht 75771      | 30  | 3871 ± 202 | 28,6               | 3,78 ± 0,10            | 12,6               | 471,8 ± 5,29    | 5,9                |
| Obrii 938        | 76  | 4219 ± 102 | 21,1               | 3,74 ± 0,04            | 9,0                | 486,8 ± 4,18    | 7,3                |
| III lactation    |     |            |                    |                        |                    |                 |                    |
| Imago 9727       | 152 | 5189 ± 97  | 23,0               | 3,85 ± 0,02            | 6,0                | 512,1 ± 3,24    | 7,8                |
| Vikht 75771      | 24  | 4555 ± 207 | 22,3               | 3,83 ± 0,11            | 13,1               | 495,5 ± 6,48    | 5,5                |
| Obrii 938        | 72  | 4655 ± 139 | 25,4               | 3,71 ± 0,06            | 13,5               | 507,8 ± 3,85    | 6,2                |
| higher lactation |     |            |                    |                        |                    |                 |                    |
| Imago 9727       | 162 | 5652 ± 87  | 20,8               | 3,86 ± 0,02            | 6,6                | 508,8 ± 3,72    | 9,0                |
| Vikht 75771      | 42  | 5123 ± 271 | 29,9               | 3,77 ± 0,06            | 9,1                | 500,6 ± 8,73    | 8,5                |
| Obrii 938        | 76  | 5582 ± 148 | 24,4               | 3,79 ± 0,05            | 12,1               | 520,8 ± 6,25    | 10,2               |

High-yielding cows and record-breaking cows play an important role in breeding work. The presence of a sufficient number of highly productive animals in the breed and their use in herds reveals the breed's potential, contributes to increasing the genetic potential of herds and the effectiveness of selection and breeding work as a whole.

From 2017 to 2020, there were 22 record-breaking cows in the herd of TzOV Lytynske, which yield more than 6000 kg of milk, 68.2 % of them are daughters of bull Imago 9727 (Redada line 711620016,77).

Lifetime productivity of cattle is one of the important components of breeding work both in our country and abroad. Various researchers studied the question of the degree of genetic determination (influence of belonging

to a breed, lineage, family, paternal origin, etc.) of indicators of the effectiveness of lifelong use.

Currently, breeders-practitioners have a need to breed livestock that combines high milk yield with a long period of use. Interest in the study of this trait is determined by the following factors: it is genetically determined, its variability is related to the reaction of the genotype to environmental conditions, in addition, the productive use of cows is also of economic importance [22, 32].

It is known that the effectiveness of selection work with dairy and mixed breed cattle largely depends on the duration of economic use of cows. Simmentals, as noted by Y. Z. Siratskyi (1992) and D. T. Vinnychuk (1994), are characterized by productive longevity.

We established that in the "Litynske" breeder, the life expectancy of Simmental cows of the milk-meat productivity direction was 4.07 lactations in the daughters of bull Imago 9727, 4.29 in the daughters of Vikht 75771, and 4.93 in the daughters of Obrii 938 (Table 4).

Moreover, the variability of this indicator was high in – 56.45 %, 71.26 % and 23.70 %, respectively. Lifetime milk yield was 18,392 kg for daughters of bull Imago 9727, 18,320 kg for daughters of Vikht 75771 and 21,579 kg for daughters of Obrii 938. The average fat content in milk was 3.84 %, 3.83 % and 3.80 %, respectively. Moreover, the variability of this indicator was 4.60 %, 2.89 % and 2.80 %, respectively.

#### **4. Productive use of Simmental cows, daughters of various bulls in TzOV «Litynske»**

| Indicator                 | Father      |              |              |
|---------------------------|-------------|--------------|--------------|
|                           | Imago 9727  | Vikht 75771  | Obrii 938    |
| Number of animals         | 142         | 43           | 84           |
| Lifetime, lactation       | 4,07 ± 0,17 | 4,29 ± 0,55  | 4,93 ± 0,28  |
| Lifetime productivity, kg | 18392 ± 750 | 18320 ± 2722 | 21579 ± 1327 |
| Average fat content, %    | 3,84 ± 0,01 | 3,83 ± 0,02  | 3,80 ± 0,01  |

Among various forecasting methods, the genetic and statistical ones, which are based on calculations of heritability coefficients, correlation, regression of milk productivity traits, etc., occupy an important place.

In Simmental cows, daughters of different bulls, the relationship between the signs of milk productivity was established: yield × fat content in milk, yield × live weight (Table 5). The obtained regularities confirm the

calculated correlation coefficients. We established positive correlation coefficients  $r = 0.14\text{--}0.40$  between milk yield and live weight. That is, with an increase in the live weight of animals, milk yield increased.

Instead, in all experimental groups, the relationship between milk yield and milk fat content has negative values in the range of  $-0.01\text{--}-0.33$ , which is also a completely natural phenomenon.

## 5. Correlation between the main indicators of cows, daughters of different bulls

| Lactation                         | n   | Yield, kg $\times$ fat content, % | Yield, kg $\times$ live weight, kg |
|-----------------------------------|-----|-----------------------------------|------------------------------------|
| Daughters of the bull Imago 9727  |     |                                   |                                    |
| First                             | 162 | -0,05                             | 0,22                               |
| Second                            | 162 | -0,01                             | 0,16                               |
| Third                             | 152 | -0,01                             | 0,20                               |
| Higher                            | 162 | -0,01                             | 0,25                               |
| Daughters of the bull Vikht 75771 |     |                                   |                                    |
| First                             | 42  | -0,10                             | 0,40                               |
| Second                            | 30  | -0,33                             | 0,17                               |
| Third                             | 24  | -0,25                             | 0,15                               |
| Higher                            | 42  | -0,21                             | 0,39                               |
| Daughters of the bull Obrii 938   |     |                                   |                                    |
| First                             | 76  | -0,05                             | 0,14                               |
| Second                            | 76  | -0,28                             | 0,15                               |
| Third                             | 72  | -0,01                             | 0,16                               |
| Higher                            | 76  | -0,02                             | 0,21                               |

**Conclusions.** In the "Litynske" breeder, a significant part of the herd's genealogical structure is represented by daughters of the bull Imago 9727 (Redada line 711620016,77), the share of which was 53 %.

The studied heifers of the Simmental breed during the growing period were noted for good indicators of live weight. In all age periods, according to this indicator, they prevailed over the breed standard. However, the superiority of the heifers, daughters of the bull Imago 9727 in terms of live weight compared to their peers from other studied lines, was established. Thus, their live weight was: at birth – 36.5 kg, at 3 months – 108.0 kg, in 6 months – 173.6 kg, at 9 months – 232.8 kg.

The results of the research indicate that the daughters of the bull Imago 9727 are characterized by higher milk productivity. Thus, the yield

of the first-born cows was 4297 kg of milk. In first-born cows of other compared groups, the determined indicator was lower by 983 kg, or 22.9 % (daughters of Vikht 75771), 279 kg, or 6.5 % (daughters of Obrii 938).

From 2017 to 2020, there were 22 record-breaking cows in the herd of TzOV Lytynske, which yielded more than 6000 kg of milk, 68.2 % of them are daughters of bull Imago 9727 (Redada line 711620016,77).

The use of purebred elite bulls of foreign selection in the genetic process makes it possible to significantly increase the genetic potential and productivity of the herd.

#### Список використаної літератури

1. Бабенко О. І., Олешко В. П., Афанасенко В. Ю. Прогнозований генетичний прогрес у популяціях молочної худоби за використання різних методик оцінки і відбору тварин. *Розведення і генетика тварин*. 2016. Вип. 51. С. 27–34.
2. Басовський Д. М. Методичні підходи щодо оцінки генетичної цінності бугаїв молочних порід за комплексом ознак у Північній Америці. *Розведення і генетика тварин*. 2014. Вип. 48. С. 18–23.
3. Башченко М. І., Рубан С. Ю. Сучасні методи селекції молочної худоби. *Розведення і генетика тварин*. 2011. Вип. 45. С. 3–7.
4. Бондарчук Л. В. Сучасний стан популяції симентальської породи у племінних господарствах України. *Вісник СНАУ*. Сер. Тваринництво. 2016. Вип. 7 (30). С. 46–50.
5. Галич Т. О. Породиста худоба Прикарпаття. Львів : Камінар, 1971. 108 с.
6. Гузєєв Ю., Гончаренко І., Вінничук Д. Симентальська худоба – порода світового значення. *Тваринництво України*. 2014. № 7. С. 25–28.
7. Даньків В. Я., Дяченко О. Б., Когут М. І. Продуктивність корів-первісток симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи залежно від походження за батьком. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 64. С. 155–161.
8. Динаміка вагового росту телиць симентальської породи різних виробничих типів / Т. В. Оріхівський та ін. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*.

#### References

1. Babenko O. I., Oleshko V. P., Afanasenko V. Yu. Predicted genetic progress in dairy cattle populations using different methods of assessment and selection of animals. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2016. Issue 51. P. 27–34.
2. Basovskyi D. M. Methodical approaches to assessing the genetic value of dairy bulls by a set of traits in North America. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2014. Issue 48. P. 18–23.
3. Bashchenko M. I., Ruban S. Yu. Modern methods of breeding dairy cattle. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2011. Issue 45. P. 3–7.
4. Bondarchuk L. V. The current state of the Simmental breed population in the breeding farms of Ukraine. *Visnyk SNAU. Seriya Tvarynnyststvo*. 2016. Issue 7 (30). P. 46–50.
5. Halych T. O. Purebred cattle of Prykarpattia. Lviv : Kameniar, 1971. 108 p.
6. Huzieiev Yu., Honcharenko I., Vinnychuk D. Simmental cattle are a breed of world importance. *Tvarynnyststvo Ukrainy*. 2014. No 7. P. 25–28.
7. Dankiv V. Ya., Diachenko O. B., Kohut M. I. Productivity of the first-calf cows Simmental combined (milk-meat) breed depending from origin for parent. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnyststvo*. 2018. Issue 64. P. 155–161.
8. Dynamics of early growth of heifers of Simmental breeds of different production types / T. V. Orihiskyyi et al. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2019. Vol. 20, No 2. P.

2019. Т. 20, № 2. С. 366–374.

9. Екстер'єрні особливості та молочна продуктивність корів симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи у ТзОВ «Літинське» / В. Я. Даньків та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68. С. 189–204.

10. Забійні та м'ясні якості бугайців симентальської породи австрійської селекції / Л. М. Хмельничий та ін. *Вісник СНАУ*. Сер. Тваринництво. 2016. Вип. 7 (30). С. 115–120.

11. Зубець М. В., Рубан С. Ю. Система племінної роботи як засіб виробництва при формуванні порід, що відповідають вимогам ринку. *Розведення і генетика тварин*. 2010. Вип. 44. С. 3–10.

12. Ляшенко Г. Д. Лінійна класифікація корів-первісток за екстер'єром та її зв'язок з молочною продуктивністю. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 55. С. 70–76.

13. Ляшенко Г. Д. Формування господарськи корисних ознак корів залежно від походження за батьком. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 54. С. 50–58.

14. Інструкція з класифікації (оцінки) корів молочних і молочно-м'ясних порід за типом (проект) / Інститут розведення і генетики тварин. Київ, 2012. 22 с.

15. Капралюк О. В. Еволюція симентальської породи великої рогатої худоби комбінованого напрямку продуктивності. *Тваринництво України*. 2012. № 10. С. 36–41.

16. Коваль Т. П. Бугай-плідники та їх вплив на господарськи корисні ознаки корів дочок напівсестер за батьком. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 53. С. 124–130.

17. Когут М. І., Федак В. Д. Розвиток телиць різних ліній симентальської породи. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 60. С. 176–180.

18. Козир В. С. М'ясна продуктивність бугайців симентальської породи в умовах глобальних кліматичних

366–374.

9. Exterior features and milk productivity of cows of the Simmental combined (milk-meat) breed in TzOV «Litynske» / V. Ya. Dankiv et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2020. Issue 68. P. 189–204.

10. Slaughter and meat qualities of Simmental bulls Austrian selection / L. M. Khmelnychyi et al. *Visnyk SNAU. Seriiia Tvarynnystvo*. 2016. Issue 7 (30). P. 115–120.

11. Zubets M. V., Ruban S. Yu. The breeding system as a means of production in formation of breeds that meet market requirements. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2010. Issue 44. P. 3–10.

12. Iliashenko H. D. Linear classification of the first-calf cows by the exterior and its connection with dairy productivity. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2017. Issue 55. P. 70–76.

13. Iliashenko H. D. Forming of economically useful traits of cows depending from origin by father. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2017. Issue 54. P. 50–58.

14. Instruction on classification (evaluation) of dairy and milk and meat cow breeds by type (draft) / Instytut rozvedennia i henetyky tvaryn. Kyiv, 2012. 22 p.

15. Kapraliuk O. V. Evolution of the Simmental breed of cattle of the combined direction of productivity. *Tvarynnystvo Ukrainy*. 2012. No 10. P. 36–41.

16. Koval T. P. Breeding bulls and their influence on economically useful traits of cows, daughters half-sisters by father. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2017. Issue 53. P. 124–130.

17. Kohut M. I., Fedak V. D. Development of Simental breed heifers of various lines. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2016. Issue 60. P. 176–180.

18. Kozyr V. S. Meat productivity of calves of Simmental breed in the conditions of global climate change in the Steppe zone of Ukraine. *Visnyk ahrranoi nauky*. 2020.

змін у степовій зоні України. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 9 (810). С. 21–29.

19. Методика лінійної класифікації корів молочних і молочно-м'ясних порід за типом / Л. М. Хмельничий та ін. Суми : Мрія-1, 2008. 28 с.

20. Молочна продуктивність симентальських первісток залежно від екстер'єрних типів та індексів / І. П. Петренко та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2011. Вип. 45. С. 199–206.

21. Олешко В. П. Ефективність використання бугаїв-плідників у племінних стадах молочної худоби. *Розведення і генетика тварин*. 2010. Вип. 44. С. 135–139.

22. Полупан Ю. П. Ефективність довічного використання корів: до методики групування і вплив умовної кровності. *Розведення і генетика тварин*. 2014. Вип. 48. С. 98–113.

23. Полупан Ю. П., Гавриленко М. С. Молочна продуктивність корів різних порід і типів. *Розведення і генетика тварин*. 2010. Вип. 44. С. 156–161.

24. Порхун М. Г., Копилов О. Д., Бірюкова О. Д. Аналіз генотипів плідників симентальської породи банку генетичних ресурсів тварин. *Розведення і генетика тварин*. 2011. Вип. 45. С. 217–222.

25. Різун О. В. Оцінка живої маси телиць різного походження в стаді ТОВ «Крок-УкрЗалізБуд». *Розведення і генетика тварин*. 2018. Вип. 55. С. 117–123.

26. Селекційне надбання м'ясного скотарства України: знам'янський внутрішньопородний тип поліської м'ясної породи / А. Є. Почукалін та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2016. Вип. 52. С. 94–108.

27. Стан і перспективи розвитку молочного скотарства України / М. І. Башенко та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 54. С. 6–14.

28. Федорович В. В. Молочна продуктивність корів симентальської породи залежно від їх живої маси у період вирощування. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2017. Т. 19, № 79. С.

№ 9 (810). Р. 21–29.

19. The method of linear classification of cows of milk and meat-milk breeds by type / L. M. Khmelnychyi et al. Sumy : Mriia-1, 2008. 28 p.

20. Milk productivity of Simmental heifers depending on their exterior types and indices / I. P. Petrenko et al. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2011. Issue 45. P. 199–206.

21. Oleshko V. P. Efficiency of breeding bulls use in breeding herds of dairy cattle. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2010. Issue 44. P. 135–139.

22. Polupan Yu. P. The efficiency of lifelong use of cows: to the method of grouping and the influence of conditional blood. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2014. Issue 48. P. 98–113.

23. Polupan Yu. P., Havrylenko M. S. Dairy performance of cows of different breeds and types. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2010. Issue 44. P. 156–161.

24. Porkhun M. H., Kopylov O. D., Biriukova O. D. Analysis of Simmental breed sires genotype of the animal genetic resource bank. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2011. Issue 45. P. 217–222.

25. Rizun O. V. Assessment of live weight of heifers of different origin in the herd of TOV «Krok-UkrZalizBud». *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2018. Issue 55. P. 117–123.

26. Breeding achievement of beef cattle-breeding of Ukraine: znamensk intrabreed type of polissian beef breed / A. Ye. Pochukalin et al. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2016. Issue 52. P. 94–108.

27. State and prospects of development of dairy cattle breeding in Ukraine / M. I. Bashchenko et al. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2017. Issue 54. P. 6–14.

28. Fedorovych V. V. Dairy productivity of Simmental breed cows depending on their live weight during growing period. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2017. Vol. 19, No 79. P. 93–99.

29. Formation of Ukrainian Simmental

93–99.

29. Формування української симентальської м'ясної породи / І. В. Гузев та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2010. Вип. 44. С. 26–28.

30. Характеристика корів симентальської породи за господарськи корисними ознаками в умовах Львівщини / В. В. Федорович та ін. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2016. Т. 18, № 2 (67). С. 255–260.

31. Хмельничий Л. М., Сологуб А. М., Хмельничий С. Л. Лінійна оцінка бугаїв-плідників голштинської та української чорно-рябої молочних порід за екстер'єрним типом їхніх дочок. *Вісник ШНАУ*. Сер. Тваринництво. 2012. Вип. 12 (21). С. 3–9.

32. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Продуктивне доволіття дочок бугаїв-плідників української чорно-рябої молочної породи. *Розведення і генетика тварин*. 2016. Вип. 52. С. 134–144.

33. Черняк Н. Г. Оцінка бугаїв-плідників за лінійною оцінкою типу дочок української чорно-рябої молочної породи. *Вісник ШНАУ*. Сер. Тваринництво. 2017. Вип. 5 (1). С. 181–187.

34. Biological and Ethological Characteristics of Simmental Heifers and cows under effects of intensive technologies / G. N. Levina et al. *Research J. of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. № 9. P. 2143–2151.

35. Raganitsch G. Das Österreichische Fleckvieh und seine Genetik. Zwettl : Eigenverlag, 2001. 368 p.

meat breed / I. V. Huziev et al. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2010. Issue 44. P. 26–28.

30. Characteristics of simmentals by their economically useful traits in the conditions of Lviv region / V. V. Fedorovych et al. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2016. Vol. 18, No 2 (67). P. 255–260.

31. Khmelnychyi L. M., Solohub A. M., Khmelnychyi S. L. Linear evaluation of bulls of Holstein and Ukrainian black-and-white dairy breeds by exterior type of their daughters. *Visnyk SNAU. Serii Tvarynnytstvo*. 2012. Issue 12 (21). P. 3–9.

32. Khmelnychyi L. M., Vechorka V. V. Productive longevity of daughters of sires Ukrainian black-and-white dairy breed. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2016. Issue 52. P. 134–144.

33. Cherniak N. H. Evaluation of breeding bulls by a linear assessment of the type of daughters of the Ukrainian black-spotted milk breed. *Visnyk SNAU. Serii Tvarynnytstvo*. 2017. Issue 5 (1). P. 181–187.

34. Biological and Ethological Characteristics of Simmental Heifers and cows under effects of intensive technologies / G. N. Levina et al. *Research J. of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. № 9. P. 2143–2151.

35. Raganitsch G. Das Österreichische Fleckvieh und seine Genetik. Zwettl : Eigenverlag, 2001. 368 p.

Received: May 11, 2022

Accepted: June 3, 2022



Наукове видання

**ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ  
ЗЕМЛЕРОБСТВО І ТВАРИННИЦТВО**

Міжвідомчий тематичний науковий збірник

Заснований у 1967 р.

Випуск 71

Частина 2

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.

Редактор *М. М. Кахнич*

Переклад *А. В. Шелевач*

Формат 30х42/4. Умовн. друк. арк. 14,35. Тираж 100 прим.

Видавець і виготовлювач

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів  
видавничої продукції ДК № 7457 від 28.09.2021 р.

[inagrokarpat@isgkr.com.ua](mailto:inagrokarpat@isgkr.com.ua)

[www.isgkr.com.ua](http://www.isgkr.com.ua)

