

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ФЕДОРЧЕНКО МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 663.63:631.5/9

ДИСЕРТАЦІЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
ПРОСА ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ
ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

201 Агрономія

20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів й текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Микола ФЕДОРЧЕНКО

Науковий керівник:

Леся КАРПУК, доктор с.-г. наук,
професор, завідувач кафедри
землеробства, агрохімії та ґрунтознавства
БНАУ

Біла Церква – 2025

АНОТАЦІЯ

Федорченко М.М. Удосконалення елементів технології вирощування проса за органічного виробництва в умовах Правобережного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертаційна робота на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія (20 Аграрні науки та продовольство). – Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, 2025.

Дисертаційну роботу присвячено вирішенню актуального наукового завдання – підвищення ефективності технології вирощування проса (*Panicum miliaceum* L.) за органічного виробництва в умовах Правобережного Лісостепу України шляхом науково обґрунтованого удосконалення її окремих елементів.

Метою дослідження було розроблення і наукове обґрунтування ефективних біологізованих підходів до вирощування проса з використанням сертифікованих біопрепаратів, що відповідають стандартам органічного землеробства, з метою підвищення продуктивності, покращення якості продукції та забезпечення екологічної безпеки.

Наукова новизна полягає у встановленні ефективності біостимулюючого впливу біопрепаратів на фізіологічні та продукційні показники проса в умовах органічного землеробства, а також в удосконаленні адаптивних агротехнічних заходів для підвищення ефективності виробництва.

Практичне значення одержаних результатів полягає в обґрунтуванні доцільності застосування біопрепаратів у виробництві органічного проса з метою підвищення врожайності, якості продукції та економічної ефективності без застосування хімічних засобів.

Умови та місце проведення досліджень відповідали чинним вимогам до організації польових експериментів в органічному сільському господарстві. Вибір ПСП імені Т. Г. Шевченка як бази для проведення досліджень був зумовлений високим рівнем сертифікації виробництва, наявністю замкненого агротехнологічного циклу та повною відповідністю вимогам Регламенту ЄС

№ 2018/848 та Закону України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції».

Агрокліматичні умови вегетаційного періоду 2022–2024 рр. характеризувалися значною міжрічною мінливістю: відбувалося чергування періодів надмірного зволоження з тривалими фазами атмосферної посухи, що супроводжувалося температурними коливаннями. Усе це вимагало адаптації технологічних рішень до конкретних погодних умов кожного року вегетації.

Технологія вирощування проса у досліді була адаптована до принципів органічного землеробства: відмова від синтетичних засобів хімізації, механічне оброблення ґрунту та міжрядь, біологічне стимулювання розвитку рослин – усі ці заходи реалізовано з дотриманням норм екологічної безпеки.

Передпосівна обробка насіння біологічними препаратами «Біокомплекс–БТУ» та «Органік–Баланс» сприяла підвищенню посівних якостей проса. Енергія проростання сягала 92–93 %, лабораторна схожість – 95,3–96,7 %, що на 2–5 % перевищувало контрольні варіанти, підтверджуючи ефективність біостимуляторів як екологічно безпечної альтернативи хімічним засобам.

Польова схожість та виживання рослин за умов біологізації зростали до 91,8 % та 89,4–91,2 % відповідно у варіантах із поєднанням передпосівної обробки та позакореневих підживлень у період II, III та VIII етапів органогенезу. Це свідчить про оптимізацію водно-мінерального режиму та загальної адаптивності рослин.

Комплексне застосування біопрепаратів забезпечило формування густоти стеблостою на рівні 220,2–223,2 шт./м², що перевищувало контроль на 14–17 шт./м², підвищуючи потенціал урожайності.

Використання біологічних препаратів вплинуло на рістові процеси та тривалість вегетації. У сорту Омріяне вегетаційний період подовжувався до 89 діб, а у Біла Альтанка – до 59 діб, що забезпечувало кращий розвиток генеративних органів і оптимальне формування зерна.

Висота рослин досягала 83,6–84,0 см за комплексного застосування біостимуляторів, що на 2,2–2,6 см перевищувало контрольні показники.

Розвиток листкового апарату сягав 56,6 тис. м²/га, фотосинтетичний потенціал – 1,32 млн м²×днів/га, що на 17 % більше порівняно з контролем.

У фазу повної стиглості накопичення сухої речовини у варіантах з біостимуляторами становило 14,58–15,98 т/га, що на 15–20 % перевищувало контроль, вказуючи на посилення процесів фотосинтезу та асиміляції.

Покращення структури врожаю підтверджено збільшенням довжини волоті на 1,2–1,9 см, маси волоті – на 0,5–0,6 г, маси зерна з рослини – на 0,3–0,5 г, маси 1000 зерен – до 6,14–6,57 г (на 6,0 % вище контролю).

Сорт Омріяне проявив стабільнішу реакцію на внесення біопрепаратів, демонструючи вищі показники схожості, біомаси, фотосинтезу та елементів продуктивності, що свідчить про його доцільність для органічних технологій вирощування.

Просо продемонструвало високу пластичність й адаптивність до органічних систем виробництва в умовах нестабільного зволоження та температурних стресів. Урожайність культури в дослідях варіювалася від 2,22 до 4,14 т/га залежно від агрокліматичних умов року, біологічних властивостей сорту та використаних технологічних заходів.

Сорт Омріяне мав перевагу над сортом Біла Альтанка в органічному землеробстві за всіма основними показниками врожайності, забезпечуючи середній збір зерна на рівні 2,73–3,90 т/га, порівняно з 2,49–3,75 т/га відповідно. Вища урожайність сорту Омріяне обумовлювалася кращою адаптивністю до впливу біопрепаратів й стійкістю до погодних коливань.

Комплексне використання біопрепаратів («Біокомплекс–БТУ», «Органік–Баланс») забезпечувало найкращий ефект на врожайність. Урожайність зерна у варіантах з обробкою насіння та триразовими позакореновими підживленнями сягала 3,74–3,90 т/га, що перевищувало контроль на 0,6–0,9 т/га.

Застосування біопрепаратів мало багатофакторний позитивний вплив на систему вирощування проса: покращення стартового росту, підвищення польової схожості та виживання рослин, стабілізація продуктивності навіть за стресових умов середовища.

Хімічний склад зерна проса вирощеного за органічною технологією підтверджував високу якість продукції: вміст білка складав 10,01–11,24 %, жиру – 3,30–3,55 %, клітковини – 6,32–6,65 %. Ці показники забезпечують високу харчову цінність круп'яної продукції і відповідають вимогам сертифікованого органічного виробництва.

Вміст мінеральних речовин у зерні залишався стабільним незалежно від агрокліматичних умов та варіанта технології: вміст фосфору коливався в межах 0,60–0,63 %, калію – 0,40–0,43 %, що підтверджує здатність проса підтримувати стабільну якість продукції в органічних системах.

Перспективність проса для органічного ринку обумовлена не лише якістю зерна, а й експортним потенціалом завдяки відсутності залишків агрохімікатів та високій адаптивності до екологічних вимог виробництва.

Економічна оцінка технологічних варіантів свідчить про ефективність вирощування проса за умов органічного виробництва. Чистий прибуток у дослідженнях за комплексного використання біопрепаратів сягав 39990–42618 грн/га, що забезпечувало рівень рентабельності на рівні 168–179 %.

Сорт Омріяне, завдяки більш високій врожайності та нижчій собівартості продукції, мав перевагу над сортом Біла Альтанка за економічними показниками. Собівартість 1 т зерна за використання біопрепаратів становила 6072 грн/т, що на 26,3 % менше, ніж у контролі.

Комплексне застосування біопрепаратів забезпечувало зниження витрат на одиницю продукції, що є важливою умовою економічної стійкості органічних виробничих систем.

Енергетична оцінка показала, що використання біологічних препаратів сприяло підвищенню збору енергії врожаю до 53,5–55,8 ГДж/га та підвищенню коефіцієнта енергетичної ефективності до 4,5–4,8, що на 18–22 % перевищувало контроль.

Хоча сорт Біла Альтанка за деякими варіантами мав трохи вищий КЕЕ, в цілому Омріяне забезпечувало кращу інтегральну оцінку за сукупністю агрономічних, економічних та енергетичних показників.

Отримані результати свідчать про те, що просо є однією з ключових культур для розширення органічного землеробства в зоні Правобережного Лісостепу України. Його біологічні особливості, здатність до адаптації у стресових умовах, позитивна реакція на біостимулятори та висока економічна ефективність дають підстави рекомендувати його для широкого впровадження у виробничу практику.

Ключові слова: просо, органічне виробництво, біопрепарати, посівні якості, фотосинтетична продуктивність, структури врожаю, урожайність, якість зерна, економічна оцінка, енергетична оцінка.

SUMMARY

Fedorchenko M. Improvement of elements of millet growing technology in organic production in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

– Qualification scientific work in the form of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 201 – Agronomy (20 Agricultural Sciences and Food). – Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, 2025.

The dissertation work is dedicated to solving a relevant scientific problem – increasing the efficiency of millet (*Panicum miliaceum* L.) under organic production in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine through scientifically based improvement of its individual elements.

The purpose of the study was to develop and scientifically substantiate effective biologized approaches to growing millet using certified biological products that meet the standards of organic farming, in order to increase productivity, improve product quality, and ensure environmental safety.

The scientific novelty lies in establishing the effectiveness of the biostimulating effect of biological products on the physiological and production indicators of millet in organic farming conditions, as well as in improving adaptive agrotechnical measures to increase production efficiency.

The practical significance of the results obtained lies in substantiating the feasibility of using biological products in the production of organic millet in order to increase yield, product quality, and economic efficiency without the use of chemicals.

The conditions and location of the research met the current requirements for organizing field experiments in organic agriculture. The choice of the T. G. Shevchenko Agricultural Research Center as a base for conducting research was due to the high level of production certification, the presence of a closed agrotechnological cycle, and full compliance with the requirements of EU Regulation No. 2018/848 and the Law of Ukraine “On the Basic Principles and Requirements for Organic Production, Circulation and Labeling of Organic Products”.

Agroclimatic conditions of the growing season 2022–2024 were characterized by significant interannual variability: periods of excessive moisture alternated with long phases of atmospheric drought, accompanied by temperature fluctuations. All this required the adaptation of technological solutions to the specific weather conditions of each growing season.

The technology of growing millet in the experiment was adapted to the principles of organic farming: the rejection of synthetic chemical agents, mechanical cultivation of the soil and rows, biological stimulation of plant development - all these measures were implemented in compliance with environmental safety standards.

Pre-sowing seed treatment with biological preparations " Biocomplex -BTU" and "Organic-Balance" contributed to the improvement of the sowing qualities of millet. Germination energy reached 92–93 %, laboratory germination – 95.3–96.7 %, which exceeded the control options by 2–5 %, confirming the effectiveness of biostimulants as an environmentally safe alternative to chemicals.

Field germination and plant survival under biologization conditions increased to 91.8 % and 89.4–91.2 %, respectively, in variants with a combination of pre-sowing treatment and foliar feeding during the II, III, and VIII stages of organogenesis. This indicates optimization of the water-mineral regime and overall plant adaptability.

The integrated use of biological products ensured the formation of stem density at the level of 220.2–223.2 pcs./m², which exceeded the control by 14–17 pcs./m², increasing the yield potential.

The use of biological preparations affected growth processes and the duration of vegetation. In the Omriyane variety, the vegetation period was extended to 89 days, and in the Bila Altanka variety – to 59 days, which ensured better development of generative organs and optimal grain formation.

The height of the plants reached 83.6–84.0 cm with the integrated use of biostimulants, which was 2.2–2.6 cm higher than the control values. The development of the leaf apparatus reached 56.6 thousand m²/ha, the photosynthetic potential was 1.32 million m²×days/ha, which is 17 % more compared to the control.

In the phase of full ripeness, the accumulation of dry matter in variants with biostimulants was 14.58–15.98 t/ha, which was 15–20 % higher than the control, indicating an increase in the processes of photosynthesis and assimilation.

The improvement of the crop structure was confirmed by an increase in panicle length by 1.2–1.9 cm, panicle mass by 0.5–0.6 g, grain mass per plant by 0.3–0.5 g, and 1000-grain mass up to 6.14–6.57 g (6.0 % higher than the control).

The Omriyane variety showed a more stable response to the application of biological products, demonstrating higher germination, biomass, photosynthesis, and productivity elements, which indicates its feasibility for organic cultivation technologies .

Millet demonstrated high plasticity and adaptability to organic production systems under conditions of unstable moisture and temperature stresses. The crop yield in the experiments varied from 2.22 to 4.14 t/ha depending on the agroclimatic conditions of the year, the biological properties of the variety and the technological measures used.

The Omriyane variety had an advantage over the Bila Altanka variety in organic farming in all main yield indicators, providing an average grain harvest of 2.73–3.90 t/ha, compared to 2.49–3.75 t/ha, respectively. The higher yield of the Omriyane variety was due to better adaptability to the effects of biological products and resistance to weather fluctuations.

The integrated use of biological products (" Biocomplex -BTU", "Organic-Balance") provided the best effect on yield. Grain yield in variants with seed treatment and three-time foliar feeding reached 3.74–3.90 t/ha, which exceeded the control by 0.6–0.9 t/ha.

The use of biological products had a multifactorial positive impact on the millet growing system: improving initial growth, increasing field germination and plant survival, and stabilizing productivity even under stressful environmental conditions.

The chemical composition of millet grain grown using organic technology confirmed the high quality of the product: the protein content was 10.01–11.24 %, fat

– 3.30–3.55 %, fiber – 6.32–6.65 %. These indicators ensure high nutritional value of cereal products and meet the requirements of certified organic production.

The content of mineral substances in the grain remained stable regardless of agroclimatic conditions and technology variant: the phosphorus content ranged from 0.60–0.63%, potassium – 0.40–0.43%, which confirms the ability of millet to maintain stable product quality in organic systems.

The prospects of millet for the organic market are determined not only by the quality of the grain, but also by its export potential due to the absence of agrochemical residues and high adaptability to the environmental requirements of production.

Economic evaluation of technological options indicates the effectiveness of growing millet under organic production conditions. Net profit in studies with the integrated use of biological products reached 39,990–42,618 UAH/ha, which provided a profitability level of 168–179 %.

The Omryane variety, due to its higher yield and lower production cost, had an advantage over the Bila Altanka variety in economic indicators. The cost of 1 ton of grain using biological products was 6072 UAH/t, which is 26.3 % less than in the control.

The integrated use of biological products ensured a reduction in costs per unit of production, which is an important condition for the economic sustainability of organic production systems.

Energy assessment showed that the use of biological preparations contributed to an increase in crop energy collection to 53.5–55.8 GJ /ha and an increase in the energy efficiency coefficient to 4.5–4.8, which was 18–22 % higher than the control.

Although the Bila Altanka variety had a slightly higher KEE in some variants, in general Omriyane provided a better integral assessment in terms of a combination of agronomic, economic, and energy indicators.

The results obtained indicate that millet is one of the key crops for the expansion of organic farming in the Right-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine. Its biological characteristics, ability to adapt to stressful conditions, positive response to

biostimulants, and high economic efficiency give grounds to recommend it for widespread implementation in production practice.

Key words: millet, organic production, biological products, seed quality, photosynthetic productivity, crop structures, yield, grain quality, economic assessment, energy assessment.

.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. **Федорченко М.М.,** Карпук Л.М. Ефективність допоміжних продуктів за органічного виробництва проса. *Агробіологія*. 2023. № 2. С. 60–66. DOI: 10.33245/2310-9270-2023-183-2-60-66 (65 %, виконання експерименту, аналіз та опис результатів, підготовка статті).

2. **Федорченко М.М.,** Карпук Л.М. Особливості формування фотосинтетичних показників посівів проса за органічного виробництва у Правобережному Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2024. № 32. С. 63–73. DOI: 10.47414/np.32.2024.324679 (65 %, виконання експерименту, аналіз та опис результатів, підготовка статті).

3. Карпук Л.М., **Федорченко М.М.** Вплив допоміжних продуктів в органічному виробництві на посівні якості та врожайні властивості насіння проса. *Агробіологія*. 2024. № 2. С. 43–50. DOI: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-43-50 (65 %, виконання експерименту, аналіз та опис результатів, підготовка статті).

Матеріали науково-практичних конференцій:

4. Хахула В.С., Карпук Л.М., Примак І.Д., Єзерковська Л.В., Караульна В.М., Павліченко А.А., Федорук Ю.В., Тітаренко О.С., **Федорченко М.М.** Особливості розвитку органічного виробництва в Україні. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту». *Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві*. (20 жовтня 2022 р.). Біла Церква: Білоцерківський національний аграрний університет. 2022. С. 49–50.

5. **Федорченко М.М.,** Карпук Л.М. Вирощування проса за органічного виробництва. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції магістрантів і молодих вчених «Наукові пошуки молоді у XXI столітті».

Інноваційні технології в агрономії, землеустрої та садово-парковому господарстві: (26 жовтня 2023 року). Білоцерківський НАУ. С. 62–63.

6. Карпук Л.М., **Федорченко М.М.** Вплив біопрепаратів на продуктивність проса, за органічного виробництва. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції *«Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку присвяченої видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я. – засновникам наукової школи з селекції та виробництва пшениці і картоплі»* (28 березня 2024 року, м. Біла Церква). С. 164–166.

ЗМІСТ

ВСТУП	16
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ВЕДЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ	22
1.1. Історія розвитку органічного виробництва в Україні та світі	22
1.2. Ботанічна характеристика та біологічні особливості проса. Стан виробництва проса	30
1.3. Особливості вирощування проса за органічного виробництва	37
Висновки до першого розділу	43
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	44
2.1. Ґрунтові умови проведення досліджень	44
2.2. Агрокліматичні умови проведення досліджень	45
2.3. Схема та методика досліджень	56
2.4. Характеристика сортів проса та біопрепаратів	57
2.5. Особливості технології вирощування проса на дослідних ділянках	61
Висновки до другого розділу	62
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК ПРОСА	64
3.1. Вплив біопрепаратів на основні показники посівних якостей насіння проса	64
3.2. Динаміка росту й розвитку рослин проса	72
3.3. Фотосинтетичні характеристики посівів	77
3.4. Рівень впливу біологічних препаратів та сортових особливостей на формування структури врожаю проса органічного	87
Висновки до третього розділу	92

РОЗДІЛ 4. ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОСА ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	94
4.1. Урожайність проса залежно від факторів досліду за органічного виробництва	95
4.2. Якість зерна проса за органічного виробництва	98
Висновки до четвертого розділу	102
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА	104
5.1. Економічна оцінка ефективності вирощування проса	104
5.2. Енергетична оцінка ефективності вирощування проса	107
Висновки до п'ятого розділу	110
ВИСНОВКИ	112
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	116
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	117
ДОДАТКИ	140

ВСТУП

Актуальність дослідження. Однією з глобальних проблем як у світі, так і в Україні є забруднення навколишнього природного середовища. Господарська діяльність людини завжди супроводжується трансформацією природних ресурсів й, як наслідок, справляє негативний вплив на довкілля. Постійне нарощування обсягів виробництва спричинило посилення антропогенного навантаження, зокрема з боку аграрного сектору, який значною мірою є джерелом екологічних загроз, що призводять до виснаження екосистем й втрати біологічного різноманіття.

В Україні нераціональне землекористування та аграрне виробництво без урахування необхідності відновлення ґрунтового покриву зумовили деградацію та зниження родючості ґрунтів – основи сільськогосподарського виробництва. За даними Держкомзему України, майже 90 % орних земель зазнають різного ступеня деградації. Наслідком цього стали незворотні процеси, що спричинили екологічну кризу. Усвідомлення зростання екологічної загрози, зумовленої інтенсивним землеробством, спонукає наукову спільноту та агровиробників до розроблення альтернативних підходів до ведення сільського господарства, які відповідали б інтересам нинішніх та майбутніх поколінь. Одним із таких шляхів є впровадження органічного виробництва.

Сьогодні в Україні інтенсивно розвивається напрям органічного землеробства: площа орних земель, на яких ведеться органічне виробництво, становить близько 400 тис. га. Варто зазначити, що Україна займає вагоме місце на світовому ринку органічної продукції, а обсяги її експорту щороку зростають.

Питанням розвитку органічного виробництва та перспектив його поширення в Україні присвячено праці таких учених, як В.І. Артиш, В.В. Писаренко, В.М. Писаренко, В.О. Шлапак, Т.О. Чайка, О.М. Рудницька, П.М. Скрипчук, Т.Л. Мостенська та інших.

Серед зернокультурних культур особливе місце посідає просо, яке вирізняється високими харчовими та кормовими якостями. Це цінна

продовольча й технічна культура, продукція якої широко використовується у виробництві дієтичного та дитячого харчування. Незважаючи на високий потенціал урожайності, упродовж останніх років цей показник знизився до рівня 0,9 т/га.

В умовах сьогодення, оператори органічного виробництва не мають чітко окреслених й науково обґрунтованих технологій вирощування більшості сільськогосподарських культур, зокрема – проса як джерела органічного посівного матеріалу.

Актуальність дослідження обумовлюється також тим, що чинне законодавство у сфері органічного виробництва передбачає обов'язкове використання виключно органічного насіння, вирощеного з дотриманням принципів органічного розмноження та сертифікованих технологій виробництва.

У зв'язку з цим виникла об'єктивна потреба у створенні ефективної системи органічного виробництва проса з використанням сучасних біологізованих агротехнологій, адаптованих до умов сільськогосподарських підприємств. Запропонована система дозволить не лише знизити техногенне навантаження на довкілля, а й отримати високоякісний насіннєвий матеріал, придатний для органічного виробництва.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження, представлені в дисертаційній роботі, проводилися у Білоцерківському національному аграрному університеті впродовж 2022–2024 років й виконувалися у межах ініціативної науково-дослідної теми «Удосконалення елементів технології вирощування проса за органічного виробництва в умовах Правобережного Лісостепу» (номер державної реєстрації 0124U001081).

Мета дослідження полягає у виявленні впливу біопрепаратів на насіннєву продуктивність, посівні якості та урожайність зерна проса, а також визначити економічну ефективність застосування досліджуваних чинників за органічного виробництва в умовах Правобережного Лісостепу України.

Завдання дослідження:

- проаналізувати вітчизняний та зарубіжний досвід щодо розвитку органічного виробництва;
- провести добір сортів проса, придатних для ведення органічного виробництва;
- з'ясувати вплив біологічних препаратів на урожайність насінницьких посівів та посівні якості насіння проса;
- дослідити особливості формування фотосинтетичних показників посівів проса;
- визначити вплив досліджуваних чинників на формування елементів структури врожаю проса за органічного виробництва;
- виявити вплив досліджуваних факторів на якісні показники зерна проса;
- провести економічну та енергетичну оцінку технологій органічного виробництва проса;

Об'єкт дослідження: процеси росту та розвитку й формування продуктивності проса за органічного виробництва.

Предмет дослідження: біопрепарати, сорти проса, елементи структури врожаю, урожайність зерна, посівні якості насіння, якість зерна проса.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи планується застосовувати загальнонаукові й спеціальні методи досліджень. Польовий у поєднанні із візуальним – для визначення взаємодії об'єкта досліджень з природними та досліджуваними чинниками; ваговий – для визначення продуктивності рослин й посівів; лабораторний – визначення посівних якостей насіннєвого матеріалу; біохімічний – для визначення хімічного складу насіння; статистичні методи: дисперсійний, кореляційно-регресійний – для визначення достовірності даних, кореляційних залежностей; розрахунково-порівняльний – для визначення економічної, енергетичної ефективності.

Наукова новизна та теоретичне значення дослідження полягає в тому, що:

Уперше в умовах Правобережного Лісостепу України виявлено

залежності формування урожайності та якості насіння проса за ведення органічного виробництва, залежно від сортового складу та біопрепаратів. Проведено сортовивчення проса для ведення органічного виробництва та ідентифіковано найбільш придатні сорти для вирощування в умовах Лісостепу України.

Удосконалено технологічні підходи щодо підвищення урожайності та покращення посівних якостей насіння проса за використання альтернативних елементів агротехнічних заходів, удобрення та захисту рослин (використання допоміжних продуктів в органічному виробництві) за вирощування органічного насіння проса.

Дістали подальшого розвитку напрями досліджень щодо системи ведення органічного виробництва проса в сільськогосподарських підприємствах Правобережного Лісостепу України.

Практична цінність наукової роботи полягає у науковому обґрунтуванні та розробленні ефективних елементів технології вирощування проса в умовах органічного виробництва, зокрема в системі органічного виробництва. У процесі досліджень встановлено доцільність використання біопрепаратів «Біокомплекс–БТУ», «Органік–Баланс» та «Ліпосам» для передпосівної обробки насіння та обприскування рослин упродовж вегетації. Їх застосування сприяло підвищенню енергії проростання, польової схожості, активізації ростових процесів й формування структури врожаю.

Визначено, що сорти проса «Омріяне» та «Біла альтанка» є найбільш придатними для органічного землеробства в умовах Правобережного Лісостепу України, забезпечуючи високу насіннєву продуктивність, покращені біометричні показники рослин, високу якість зерна та стабільну врожайність у межах 3,5–3,8 т/га.

Розрахунки економічної ефективності показали, що впровадження розробленої технології дає змогу знизити собівартість органічного насіння проса порівняно з традиційною технологією, а коефіцієнт енерговіддачі сягав понад 2,0.

У результаті польових досліджень виявлено оптимальні варіанти агротехнологічних заходів, які забезпечили формування високої продуктивності проса та знайшли практичне впровадження у виробництві.

Особистий внесок здобувача. Кваліфікаційну роботу виконано самостійно. Здійснено аналіз літературних наукових джерел вітчизняних та закордонних учених, розроблено програму й схему проведення експерименту, впродовж досліджуваних років закладалися й виконувалися усі польові досліді, за підсумковими результатами практичної частини визначено економічну та енергетичну доцільність досліджень, сформульовано висновки й рекомендації виробництву. На основі аналізу та деталізації проведених досліджень були опубліковані наукові статті.

Апробація результатів дисертаційної роботи. Упродовж 2022–2024 рр. результати наукових досліджень доповідались на засіданнях кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства Білоцерківського національного аграрного університету (Білоцерківського НАУ) й науково-практичних конференціях: Міжнародній науково-практичній конференції: *«Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві»»* (м. Біла Церква, 20 жовтня 2022 р.); Міжнародній науково-практичній конференції магістрантів і молодих вчених *«Наукові пошуки молоді у XXI столітті» Інноваційні технології в агрономії, землеустрої та садово-парковому господарстві* (м. Біла Церква, 26 жовтня 2023 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції: *«Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку присвяченої видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я. – засновникам наукової школи з селекції та виробництва пшениці і картоплі»* (м. Біла Церква, 28 березня 2024 р.).

Публікації результатів досліджень. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 6 наукових праць, зокрема 3 статті у фахових виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних, та 3 тези доповідей, представлені на науково-практичних конференціях (Додаток А).

Обсяг та структура дисертації. Дисертацію викладено на 144 сторінках машинописного тексту, містить 16 таблиць та 5 рисунків. Структура дисертаційної роботи включає вступ, п'ять розділів основного змісту, висновки та рекомендації виробництву. Список використаних літературних джерел налічує 200 найменувань, з них 67 – іноземною мовою (латиницею).

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Історія розвитку органічного виробництва в Україні та світі

Особливо актуальним у контексті сталого сільського господарства є впровадження альтернативних методів ведення господарської діяльності, оскільки з початком так званої «зеленої революції» суттєво зросло навантаження на агроєкосистеми внаслідок широкого застосування мінеральних добрив і пестицидів, що в окремих випадках виявляється надмірним та екологічно необґрунтованим [1–4].

Особливості альтернативних підходів до ведення сільського господарства вивчає, зокрема, Міжнародна федерація органічного сільського господарства (IFOAM), заснована у 1972 році. Саме ця організація запровадила термін «органічне землеробство» (organic farming) та визначила його принципи.

Першою європейською країною, яка прийняла національне законодавство у сфері органічного виробництва, стала Франція (1980 р.). У 1985 році в Австрії було ухвалено перший нормативний стандарт, що регламентував органічне виробництво. Згодом аналогічні документи були прийняті в інших країнах ЄС, що призвело до ухвалення у 1991 році Постанови Ради ЄС № 2092/1991 – першого загальноєвропейського законодавчого акту у цій сфері. Відтоді можна говорити про формування уніфікованого міжнародного підходу до органічного виробництва. У 2009 році набрала чинності Постанова Комісії (ЄС) № 889/2008, яка тривалий час залишалася базовим документом для сертифікації органічної продукції. З 2025 року в Україні також набере чинності Регламент ЄС № 2018/848 щодо органічного виробництва [5].

З 1 січня 2022 року в ЄС набрав чинності новий Регламент Європейського Парламенту і Ради (ЄС) № 2018/848 про органічне виробництво та маркування органічної продукції. Для гармонізації термінології в регламентах Комісія ЄС визначила еквіваленти поняття «органічне сільське господарство»: у Великій Британії та на Мальті – органічне, у Болгарії, Нідерландах, Греції, Італії, Латвії,

Португалії, Франції – біологічне, у Данії, Естонії, Іспанії, Литві, Німеччині, Польщі, Румунії, Словаччині, Словенії, Угорщині, Чехії та Швеції – екологічне.

Європейський зелений курс (European Green Deal, ЄЗК), офіційно презентований Європейською Комісією 11 грудня 2019 року, є комплексом стратегічних заходів, спрямованих на перетворення Європи на кліматично нейтральний континент до 2050 року. Планується скоротити викиди парникових газів на 55 % до 2030 року порівняно з рівнем 1990 року. ЄЗК формує політику Європейського Союзу у сферах клімату, енергетики, біорізноманіття, промисловості та торгівлі.

Україна поділяє цілі ЄС у сфері кліматичної політики. Наша держава однією з перших у Європі ратифікувала Паризьку кліматичну угоду (2016 р.). У серпні 2020 року Уряд України повідомив інституції ЄС про намір приєднатися до Європейського зеленого курсу.

Науковці відзначають, що в умовах кліматичних змін і трансформації аграрного сектору, викликаній збройною агресією російської федерації, питання розвитку органічного землеробства набуває дедалі більшої актуальності.

Проблема забезпечення екологічної безпеки та здорового способу життя є важливою складовою сучасного суспільного розвитку. Зокрема, сільськогосподарські екосистеми зазнають щорічного руйнування під впливом хімічних, механічних та біологічних технологічних заходів. Додатково екологічні чинники, такі як структура агроландшафту, зокрема лісосмуги та екотони між ними, справляють істотний вплив [8]. Погіршення екологічного стану та деградація ґрунтів зумовлюють необхідність біологізації виробництва, зокрема впровадження органічного землеробства як системи, що відповідає суспільним інтересам і не порушує біологічної рівноваги.

Переваги органічного сільського господарства полягають у сприянні економічному зростанню, охороні навколишнього середовища, забезпеченні якості та безпеки харчових продуктів. Органічне виробництво мінімізує застосування агрохімікатів завдяки інтеграції традиційних і сучасних технологій боротьби зі шкідниками й хворобами, покращує властивості ґрунту, зберігає

водні ресурси, зменшує вплив на зміну клімату, підтримує мікрофлору ґрунтів та сприяє підвищенню врожайності. Запровадження науково обґрунтованих сівозмін, використання адаптованого посівного матеріалу й порід, відновлення та збагачення агробіорізноманіття сприяють зміцненню екологічного балансу.

Згідно з даними Ради ООН з торгівлі та розвитку, органічне сільське господарство в країнах, що розвиваються, має потенціал перевищити ефективність традиційного за врожайністю, диверсифікацією та економічною доцільністю [10]. Такі переваги роблять органічне виробництво особливо привабливим для дрібних фермерських господарств, які часто опиняються під загрозою продовольчої чи фінансової кризи.

Соціальною перевагою органічного сільського господарства є його потенціал у забезпеченні зайнятості сільського населення, підтримці локальних ініціатив і збереженні традиційних знань, що сприяє зменшенню міграційних процесів у бік урбанізованих центрів.

Наприкінці XIX – на початку XX століття в землеробстві відбулися істотні зміни, пов'язані зі зміною парадигми обробітку ґрунту для отримання врожаю сільськогосподарських культур. Значною мірою ці трансформації були ініційовані видатним українським агрономом Іваном Євгеновичем Овсінським. Сьогодні, внаслідок еволюції наукових, методичних і практичних підходів до землекористування, можна констатувати становлення таких напрямів, як ґрунтозахисне, енергозберігаюче, відновлювальне та органічне землеробство.

Формування нової агротехнологічної системи стало можливим завдяки зусиллям широкого кола науковців і практиків у галузі сільського господарства, що знайшло відображення у численних наукових та популярно-наукових публікаціях. Водночас, на наш погляд, внесок вітчизняних учених, які у складних умовах розробляли та впроваджували новітні підходи (зокрема, М.К. Шикула, Ф.Т. Моргун та інші), досі висвітлений недостатньо.

У межах даного дослідження поставлено завдання систематизувати науковий доробок, зокрема вітчизняних дослідників, у формуванні засад органічного землеробства, а також відтворити історичну логіку взаємозв'язків

між основними суб'єктами аграрного виробництва. Актуальність цього напрямку обумовлена активним запровадженням органічного підходу у світову аграрну практику.

До становлення органічного руху в Україні зробили внесок такі організації [6–12], як Федерація органічного руху України, Асоціація «Чиста Флора», об'єднання «Полтаваорганік», Міжнародна громадська асоціація учасників біовиробництва «БІОЛан Україна», Клуб органічного землеробства, Спілка учасників органічного агровиробництва «Натурпродукт» та інші.

У 2007 році було створено перший український акредитований сертифікаційний орган – «Органік Стандарт», який і нині здійснює сертифікацію органічного виробництва в Україні. Важливою подією стало проведення 10 жовтня 2009 року у Львові Першого Всеукраїнського ярмарку органічних продуктів, організованого Федерацією органічного руху України у співпраці з FiBL, за підтримки Міністерства аграрної політики України та Львівської міської ради. Захід став щорічною традицією.

Варто також відзначити понад 40-річний практичний досвід ПП «Агроєкологія» під керівництвом С.С. Антонця – одного з піонерів органічного землеробства в Україні [5].

Органічне виробництво в Україні почало розвиватися з 1997 року, передусім завдяки попиту з боку трейдерів Європейського Союзу та переробних підприємств, які спеціалізуються на органічному зерні, олійних, бобових культурах і дикоросах. Із 2007 року спостерігається активізація внутрішнього ринку: розширився асортимент органічної продукції, зокрема з'явилися органічні хліб, молоко, ковбаси, фрукти, овочі, соки, напої, сиропи, джеми, мед і крупи [10].

На сьогодні органічним виробництвом займаються 172 країни світу, з яких 40 % припадає на Азію, 26 % – на Африку, 17 % – на Латинську Америку, 15 % – на Європу, 1 % – на Північну Америку і 1 % – на Океанію [12, 13, 14]. Площа сільськогосподарських угідь, задіяних в органічному виробництві, становить близько 1 % від загальної площі у світі, а в країнах Європейського

Союзу – близько 3 %. Лідером за площею органічних угідь є Австралія – понад 900 млн га, далі йдуть Аргентина і Китай.

Органічний рух в Україні зародився наприкінці ХХ століття: перше органічне підприємство було створено ще у 1970 році в Полтавській області, однак відчутного поширення він набув лише після 2005 року. Наразі Україна активно розширює свою присутність на міжнародному ринку органічної продукції, збільшуючи площі під вирощування сільськогосподарських культур, обсяги переробки, трейдерську діяльність та експорт [15, 14, 16].

На сьогодні переважна більшість сертифікованих органічних господарств зосереджена в Київській та Одеській областях (понад 10 % від загальної кількості операторів органічного виробництва), у Харківській, Херсонській, Житомирській, Хмельницькій, Вінницькій та Чернігівській – до 10 %, в інших регіонах – до 5 % [18]. У 2017 році площа органічних угідь в Україні становила близько 400 тис. га, з яких майже половина використовувалась під зернові культури, близько чверті – під олійні та зернобобові, а решта – під овочеві та ягідні культури, а також сади [12].

У 2018 році кількість операторів органічного ринку зросла до 617 (у 2014 році їх було 400). За результатами 2014 року Україна посіла 20-те місце у світі за обсягами виробництва органічної продукції. Обсяг внутрішнього ринку органічної продукції тоді сягнув 500 млн грн. За даними швейцарсько-українського проекту «Розвиток органічного ринку в Україні», реалізованого Дослідним інститутом органічного сільського господарства (FiBL), в Україні виробляється понад 400 найменувань органічної продукції, з яких у 2018 році понад 70 було експортовано до 40 країн світу [16].

Наразі Україна входить до четвірки провідних експортерів органічної продукції до Європейського Союзу. У 2018 році обсяг експорту органічної продукції до ЄС становив 266,7 тис. тонн, причому 90 % цієї продукції було призначено для експорту, а лише 10 % реалізовувалося на внутрішньому ринку. Найбільшими споживачами української органіки є Нідерланди, Німеччина, Велика Британія, Литва, Австрія, Італія та Франція.

Серед країн колишнього СРСР Україна посідає перше місце за обсягами експорту органічної продукції до країн ЄС. Основні позиції в структурі експорту займають: пшениця, кукурудза, спельта, ячмінь, жито, соя, горох, насіння соняшнику та ріпаку, чорниця і малина (заморожені), яблука та яблучний концентрат, просо і пшоно, мед, гриби, горіхи, лікарські трави тощо [17].

Вперше органічний мед з України було експортовано у 2017 році, а вже у 2018 році його експорт сягнув 300 тонн. Значно зросли обсяги експорту замороженої малини – у 2019 році вони перевищили 400 тонн. Все більше українських операторів органічного виробництва експортують не лише сировину, а й готову продукцію. Зокрема, у 2018 році суттєво збільшився експорт органічної соняшникової олії. Важливою подією стало також появлення першого українського виробника органічного цукру – ТОВ «Дедденс Агро», який став основним постачальником на європейському ринку з обсягом виробництва понад 800 тонн.

Протягом 2022 року глобальний ринок органічних харчових продуктів зріс приблизно на 9 %, а середня частка органічної продукції на світовому ринку сягнула 5 %. За цей же період площа земель, задіяних в органічному виробництві, а також кількість операторів органічного сектору збільшилася на 26 % [17].

2023 рік став важливим етапом у розвитку органічного сектору в Україні – роком повноцінного впровадження національного законодавства у сфері органічного виробництва та початку функціонування двох державних реєстрів: операторів органічного ринку та органів сертифікації.

З набуттям чинності Законом України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» було створено необхідні правові механізми для регулювання та оцінювання діяльності у сфері органічного виробництва. 25 травня 2023 року компанія «Органік Стандарт» стала першим органом сертифікації, акредитованим Національним агентством з акредитації України (НААУ) відповідно до чинного законодавства, що підтверджено виданим атестатом про акредитацію та

внесенням до Державного реєстру органів сертифікації у сфері органічного виробництва та обігу органічної продукції.

Державний реєстр операторів органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції розпочав роботу 17 серпня 2023 року. Станом на середину грудня 2023 року в реєстрі було зареєстровано 113 операторів. Продукцію вітчизняного органічного виробництва, марковану державним логотипом, уже представлено на полицях українських супермаркетів і спеціалізованих магазинів.

Станом на кінець 2022 року в Україні налічувалося 462 оператори органічного ринку, з них 380 – сільськогосподарські виробники. Загальна площа сільськогосподарських угідь, що мали органічний статус або перебували в перехідному періоді, становила 263 619 га, зокрема 246 126 га – зі статусом органічних.

Україна зберігає позиції серед п'яти провідних країн-постачальників органічної продукції до Європейського Союзу. Зокрема, у 2022 році Україна посіла третє місце серед усіх постачальників органіки до ЄС та перше місце серед нетропічних країн – за даними звіту Європейської Комісії щодо імпорту органічної агропродовольчої продукції за 2022 рік [18].

У 2005 році в Україні було засновано Федерацію органічного руху, основною функцією якої є сприяння розвитку сучасних, ефективних і безпечних для довкілля та здоров'я людини технологій ведення сільського господарства. Офіційне запровадження органічного виробництва на національному рівні розпочалося з укладання двостороннього договору між Україною та Швейцарією.

У 2007 році в межах українсько-швейцарського проєкту «Органічна сертифікація та розвиток органічного ринку в Україні» було створено перший вітчизняний орган сертифікації – компанію «Органік Стандарт». Станом на сьогодні ця компанія здійснює сертифікацію в усіх регіонах України для понад 400 операторів органічного виробництва, що становить приблизно 75 % від їх загальної кількості в країні. Завдяки міжнародному визнанню «Органік

Стандарту» у Європейському Союзі та Швейцарії, сертифіковані ним оператори мають можливість експортувати продукцію на європейські ринки за спрощеною процедурою.

Починаючи з 2010 року, в Україні активно створюються підприємства з переробки органічної сировини, що сприяє наповненню внутрішнього ринку органічною продукцією – зокрема зерновими, фруктами, м'ясними та молочними виробами, медом тощо [19].

До початку повномасштабної війни Україна відігравала важливу роль у забезпеченні глобальної продовольчої безпеки. Зокрема, у 2022–2023 роках частка України у світовому виробництві соняшникової олії становила 27,8 %, ячменю – 4,0 %, пшениці – 2,7 %, кукурудзи – 2,0 %, цукру – 0,8 %. Частка експорту соняшникової олії на світовому ринку досягала 40,3 %, кукурудзи – 15,0 %, ячменю – 8,4 %, пшениці – 7,9 %, цукру – 1,1 %. Крім того, частка України у світовому виробництві меду у 2021 році становила 4 %.

Зважаючи на те, що, за даними ООН, близько 9 % населення світу перебувають у стані недоїдання, внесок України у забезпечення продовольчими ресурсами був надзвичайно вагомим.

Однак повномасштабна військова агресія російської федерації проти України суттєво ускладнила як національну, так і глобальну продовольчу безпеку, загостривши низку проблем, пов'язаних із забезпеченням населення харчовими продуктами. Унаслідок бойових дій було втрачено значні площі сільськогосподарських угідь на тимчасово окупованих територіях, знищено численні підприємства агропромислового комплексу, зокрема ті, що займалися виробництвом харчових продуктів і забезпеченням логістичних процесів (інфраструктурні об'єкти, склади, елеватори, транспортні вузли тощо).

Крім того, спостерігалось зростання інфляції та підвищення споживчих цін, порушення продовольчо-збутових ланцюгів, дефіцит кваліфікованих кадрів у сільському господарстві, а також суттєве скорочення обсягів виробництва й експорту продукції аграрного сектору – насамперед зернових культур та олійних. Це, своєю чергою, обмежило можливості сільськогосподарських

виробників у доступі до фінансових ресурсів, необхідних для забезпечення безперервної господарської діяльності [16].

1.2. Ботанічна характеристика, біологічні особливості та стан виробництва проса

Просо (*Panicum miliaceum* L.) вирізняється високою адаптивністю до широкого спектра кліматичних і екологічних умов, характеризується стійким ростом і продуктивністю навіть за низького рівня поживного забезпечення ґрунту. Культура практично не потребує застосування синтетичних добрив, має низьку залежність від агрохімічного навантаження й виявляє незначну чутливість до антропогенних чинників навколишнього середовища. Просо є однією з найбільш посухо- та жаростійких культур, що робить його особливо перспективним для вирощування у посушливих регіонах і в роки з дефіцитом вологи, коли інші зернові культури істотно знижують урожайність.

Наразі просо вирощують у світі на площі близько 40 млн га. В Україні ця культура займає приблизно 300 тис. га, переважно в умовах Степу та Лісостепу.

Просо має давню історію вирощування – понад 4 тисячі років. У Середньовіччі воно було однією з найпоширеніших продовольчих культур і мало важливе стратегічне значення для країн Європи. Починаючи з XVI століття, у сільському господарстві почали активно впроваджуватись нові культури – кукурудза, гречка, картопля, овес – що зумовило певне скорочення площ під просом.

У XX столітті просо значною мірою втратило господарське значення, що було спричинено інтенсифікацією вирощування високопродуктивних зернових та технічних культур. Водночас у XXI столітті спостерігається відновлення інтересу до цієї культури та поступове зростання посівних площ. За даними Міністерства сільського господарства США (USDA), у 2007 році площі під просом у світі становили 34,2 млн га, у 2008 р. – 34,8 млн га, у 2009 р. – 35,7 млн га. Близько третини світових посівних площ сконцентровано в Індії, по

одній шостій – у Нігерії та Республіці Нігер. Найбільше просо вирощується в країнах Африки та Азії.

Сьогодні просо посідає шосте місце серед зернових культур у світовій структурі виробництва – після кукурудзи, рису, пшениці, ячменю та сорго. Символічним визнанням його значущості стало проголошення Генеральною Асамблеєю ООН 2023 року – Міжнародним роком проса. Це обґрунтоване рішення, адже культура неодноразово рятувала людство в умовах найгостріших кліматичних і продовольчих викликів.

В Україні просо залишається однією з основних круп'яних культур, цінність якої зумовлена низкою важливих агрономічних та харчових переваг. До них, зокрема, належать висока адаптивність до несприятливих погодних умов, здатність формувати стабільні врожаї за обмеженого рівня агротехнічного забезпечення, а також висока поживна й дієтична цінність продукції. Незважаючи на це, обсяги виробництва проса в Україні залишаються відносно незначними, що призводить до дефіциту круп'яної продукції на внутрішньому ринку, підвищення споживчих цін і періодичних сплесків попиту.

Найбільших посівних площ під просом в Україні було зафіксовано у 2000 році – 366,5 тис. га. Проте впродовж останніх років спостерігається суттєве скорочення площ під цією культурою. Так, у 2020 році просо вирощували на площі 154,6 тис. га, у 2021 році – на 77,7 тис. га, а вже у 2022 році – лише на 49,5 тис. га. Таким чином, за три роки площі під культурою скоротилися більш ніж утричі [34]. Зменшення посівів пояснюється як агрокліматичними факторами (посухи, нестабільність погодних умов), так і економічними чинниками – зниженням рентабельності вирощування проса порівняно з іншими зерновими культурами, браком державної підтримки, проблемами збуту, відсутністю довгострокових контрактів на переробку та реалізацію.

Разом з тим, Україна залишається важливим експортером проса на світовий ринок. Основними імпортерами української продукції виступають країни Європейського Союзу, зокрема Німеччина, Велика Британія (по 10 % кожна) та Бельгія (8 %). Крім європейських країн, помітними споживачами

українського проса є держави Африки – насамперед Південно-Африканська Республіка (8 %), а також Пакистан (5 %) [35, 36].

У 2019–2020 роках експорт проса з України становив 39 тис. тонн, що у 2,4 раза перевищувало показники попереднього періоду (16,4 тис. тонн). Основна частина цієї продукції була реалізована на ринку ЄС, передусім до Польщі, Великої Британії та Нідерландів, куди за період 2018–2020 років було експортовано понад 16,1 тис. тонн. Спостерігається тенденція до зростання обсягів експорту за межі традиційних ринків, зокрема розширення присутності українського проса на ринках Азії та Африки. Водночас імпорт проса до України зменшився, зокрема з Німеччини, що свідчить про часткове задоволення попиту за рахунок вітчизняного виробництва та власного експорту.

В умовах зростання інтересу до безглютенових культур, органічної продукції та кліматично стійких зернових, просо має значний потенціал для подальшого розвитку як експортно орієнтованої, так і внутрішньоринкової культури. За належної аграрної політики, підтримки фермерів, розширення наукових досліджень і стабілізації ринку просо здатне зайняти гідне місце у структурі продовольчої безпеки України та забезпечити експортну виручку в сегменті нішових культур [36].

Аналіз динаміки вирощування проса в Україні у розрізі сільськогосподарських підприємств і господарств населення свідчить про наявність виразної тенденції: поступове скорочення площ під цією культурою в агропідприємствах і водночас зростання посівних площ у господарствах населення. Так, у 2000 році на сільськогосподарські підприємства припадало 96,6 % загального обсягу вирощування проса, тоді як частка господарств населення становила лише 3,4 %. Протягом наступних років ця структура істотно змінилася: вже у 2013 році відповідні показники склали 54,7 % і 45,3 %.

З агрономічної точки зору просо є доцільною культурою для вирощування в регіонах, що характеризуються високою ймовірністю посухи. Воно вирізняється жаростійкістю, здатністю формувати стабільні врожаї навіть за умов підвищених температур, що робить його ефективною страховою

культурою в умовах кліматичних ризиків. Навіть у несприятливі роки просо здатне забезпечити врожайність на рівні 10 ц/га, а за дотримання вимог агротехніки та оптимальної густоти посіву урожайність може сягати 15–17 ц/га.

Культуру вирощують практично в усіх областях України, за винятком Чернівецької та Закарпатської, де її поширення є обмеженим. За даними Державної служби статистики, у 2021 році найбільші обсяги валового збору проса зафіксовано в Одеській області – 25,0 тис. центнерів, Харківській – 23,9 тис. тонн, Херсонській – 21,7 тис. тонн. У розрізі урожайності провідні позиції посідають Вінницька область – 31,1 ц/га, Хмельницька – 32,9 ц/га, Черкаська – 30,1 ц/га, а також Харківська – 27,6 ц/га. Наприклад, у Херсонській області при середній урожайності 25,5 ц/га було зібрано 21,7 тис. центнерів [37, 38].

Хоча в західних регіонах України просо вирощується обмежено, окремі господарства у сприятливі роки демонструють високі показники урожайності зерна, що свідчить про потенціал розширення ареалу культури за умов адаптації технологій до регіональних умов.

Середня врожайність проса у світі залишається низькою та становить приблизно 1,0 т/га. Найвищі середні показники врожайності цієї круп'яної культури демонструє Китай – близько 2,4 т/га. Водночас продуктивний потенціал проса є суттєво вищим: сучасні високопродуктивні сорти, за умов належного агротехнічного забезпечення, здатні формувати врожайність на рівні 4,0–4,5 т/га і більше.

У контексті глобальних кліматичних змін сільське господарство виявляється особливо вразливим, що є критичним для країн, які перебувають на етапі досягнення цілей продовольчої безпеки [28]. Традиційно основними культурами вважаються зернові, такі як пшениця, кукурудза та рис, оскільки вони мають фундаментальне значення для забезпечення продовольчих потреб населення. За оцінками експертів, до 2050 року попит на зернові культури зросте на 70–100 %, щоб задовольнити харчові потреби прогнозованого населення світу, яке сягне 9,8 мільярда осіб [30].

Ускладнює ситуацію зростаюче виснаження ґрунтів, деградація орних земель, а також обмежений доступ до високоякісних природних ресурсів, що особливо актуально в умовах домінування інтенсивних методів ведення сільського господарства [31]. На думку багатьох дослідників, глобальні кліматичні зміни вже сьогодні істотно впливають на врожайність сільськогосподарських культур і становлять одну з ключових загроз досягненню сталого агровиробництва та продовольчої безпеки [6].

Кліматичні зміни також активно проявляються на території України, однак вони мають регіонально специфічний характер через різноманітність природно-кліматичних умов. Ці зміни супроводжуються підвищенням середньорічних температур, змінами у режимі опадів, зростанням концентрації CO₂ в атмосфері, що в сукупності негативно позначається на фізіології рослин, зменшує ефективність фотосинтезу і, як наслідок, врожайність сільськогосподарських культур.

У зв'язку з цим зростає потреба у впровадженні адаптаційних стратегій, спрямованих на пом'якшення наслідків зміни клімату. Це включає нарощування наукового потенціалу, вдосконалення політик, розвиток міжрегіонального та міжнародного співробітництва, а також забезпечення доступу до фінансових ресурсів – зокрема, через адаптаційні фонди [29].

Одним з найбільш перспективних шляхів адаптації є вирощування культур, які не потребують надмірних обсягів води, добрив чи пестицидів і здатні ефективно функціонувати в умовах кліматичного стресу. Просо є однією з таких культур. Воно відзначається високою витривалістю, стійкістю до посухи, теплового стресу та несприятливих екологічних умов. Просо продовжує формувати високоякісне зерно навіть у складні роки, що робить його незамінною культурою для підвищення рівня продовольчої безпеки та подолання бідності в уразливих регіонах. Завдяки своїм адаптаційним властивостям просо є важливим інструментом у досягненні цілей сталого розвитку.

Однією з ключових причин низької врожайності проса залишається недостатнє вивчення питань зональної агротехніки в поєднанні з біологічними

особливостями цієї культури. У зв'язку з цим агротехнічні заходи щодо вирощування проса потребують постійного оновлення та вдосконалення, оскільки умови ведення сільськогосподарського виробництва та рівень культури землеробства суттєво змінюються з часом [39–41].

Над удосконаленням технологій вирощування проса працює низка науково-дослідних установ України, зокрема у напрямку покращення агротехнічних прийомів, формування оптимального рівня мінерального живлення, густоти стояння рослин та ефективного контролю бур'янів. Однак, визначальну роль у підвищенні врожайності культури має селекція й впровадження нових високопродуктивних сортів [42, 43]. Сортіві особливості є вирішальним і водночас найбільш доступним фактором підвищення продуктивності та якості врожаю, що має суттєве значення для сталого розвитку виробництва [44]. За однакових умов вирощування один сорт може перевищити інший за врожайністю на 20–30 % [45].

Селекцією проса в Україні займається низка профільних установ, серед яких: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», а також Веселоподолянська селекційна дослідна станція Інституту біоенергетичних культур НААН [46, 47]. Станом на 2023 рік до Державного реєстру сортів рослин України включено близько 50 сортів проса. Найбільш поширені з них: Костянтинівське, Вітрило, Альтернативне, Особливе, Незалежне, Козацьке, Дивовижне (оригіатор – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН). За умов дотримання сучасної технології вирощування ці сорти здатні формувати врожайність зерна на рівні 4,5–5,0 т/га.

Селекція ННЦ «Інституту землеробства НААН» представлена сортами Омріяне, Чабанівське, Заповітне, Веселка, які також характеризуються високим потенціалом продуктивності та адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов.

Особливу увагу заслуговують морфофізіологічні властивості проса, які зумовлюють його виняткову стійкість до абіотичних стресів. Культура добре

переносить ґрунтову й атмосферну посуху, а також суховії. Така стійкість пояснюється особливостями будови кореневої системи, стебла та листової поверхні, які забезпечують раціональне використання водних ресурсів. За даними досліджень, транспіраційний коефіцієнт проса в середньому становить 200 [48], що свідчить про економне водоспоживання. Знижена вимогливість до зволоження проявляється ще на ранніх етапах розвитку рослин: для проростання насіння проса потрібно лише 25 % вологи від його маси.

Просо характеризується високою посухостійкістю і здатністю переносити тимчасове зневоднення тканин без істотного зниження врожайності. У періоди посухи у рослин проса сповільнюється або повністю припиняється ріст, листки скручуються уздовж центральної жилки, що є природним захисним механізмом для зменшення площі випаровування та втрати вологи [49].

За даними літературних джерел, за умов тривалої посушливої погоди сходи проса можуть зберігати життєздатність упродовж 50–60 діб. У разі випадання пізніх опадів, зокрема в липні, відбувається активне відновлення вегетації: рослини здатні формувати вторинну кореневу систему й надземну масу, що у підсумку дозволяє сформувати врожайність, навіть після стресових погодних умов [49, 50].

На початкових етапах росту та розвитку просо росте повільно, що робить його особливо вразливим до конкуренції з боку сегетальної рослинності. Забур'янення у цей період є критичним чинником, що може істотно вплинути на густоту посівів, розвиток культури й кінцеву врожайність.

У процесі зонального аналізу, що базується на співвідношенні сум активних температур і їх розподілі на території України, можна визначити регіони, де вирощування проса є біологічно доцільним і економічно виправданим. Просо має вищі вимоги до тепла порівняно з озимою пшеницею, житом чи ярим ячменем. За повний вегетаційний період культура потребує суму середньодобових температур на рівні 2300 °С. Однак слід зауважити, що потреба в теплі суттєво залежить від сортових особливостей і конкретних кліматичних умов регіону [51, 52].

1.3. Особливості вирощування проса за органічного виробництва

В останні роки галузь органічного виробництва стрімко розвивається в Україні, що зумовлено як внутрішнім запитом на екологічно чисту продукцію, так і зростаючим попитом на зовнішніх ринках. Водночас країни Європейського Союзу вже тривалий час активно впроваджують практики відтворювального та органічного землеробства, орієнтуючись на принципи сталого використання природних ресурсів.

Запровадження принципів органічного виробництва у сільськогосподарських підприємствах є особливо актуальним, оскільки такий підхід сприяє збереженню та підвищенню родючості ґрунтів, збагаченню агроєкосистемного біорізноманіття, а також виробництву якісної сільськогосподарської продукції, вільної від залишків пестицидів, важких металів і синтетичних добрив [60].

Разом з тим, оператори органічного сектору стикаються з низкою викликів, серед яких – забезпечення прозорості ланцюгів постачання, ризики контамінації продукції та відповідність вимогам сертифікації. Критичним етапом для оператора часто є правильне оцінювання ризиків, що пов'язані з можливим забрудненням органічної продукції. Таке забруднення може бути спричинене як локальними, так і віддаленими неконтрольованими факторами: дріфтом засобів захисту рослин із сусідніх полів, забрудненими підґрунтовими водами, залишковими наслідками інтенсивного господарювання на територіях із «історичним» забрудненням тощо.

Окремим викликом є вибір та використання допоміжних засобів для ведення органічного виробництва. Застосування інсектицидів, фунгіцидів та добрив у системі органічного землеробства можливе лише за умови їх відповідності вимогам органічних стандартів. Усі вхідні компоненти таких засобів повинні бути науково обґрунтованими, безпечними й дозволеними до використання. В Україні існує затверджений Перелік допоміжних продуктів та методів, дозволених для використання в органічному виробництві, який сформовано з урахуванням вимог Регламенту ЄС щодо органічного виробництва

[54]. Відповідно до Закону України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції», передбачено створення офіційного додатка, що міститиме перелік дозволених допоміжних засобів.

Станом на кінець 2024 року в Україні зареєстровано близько 49 операторів, які здійснюють вирощування проса за органічною технологією. Серед найбільш відомих підприємств: ПП «ГАЛЕКС-АГРО», ТОВ «Кварк», ПрАТ «Етнопродукт», ТОВ «Жива земля Потутори», ПСП ім. Т.Г. Шевченка, ТОВ «Арніка Органік» Ці господарства активно впроваджують інноваційні агротехнології та відіграють важливу роль у формуванні сталого органічного сектору в Україні [64].

Аналіз ринку проса свідчить про те, що за умов дотримання вимог органічного землеробства ця культура має стабільні перспективи збуту в порівнянні з іншими сільськогосподарськими культурами. Незважаючи на те, що врожайність проса при органічному вирощуванні в середньому на 30 % нижча, ніж при традиційному веденні господарства, собівартість продукції є на 30–40 % нижчою. Це зумовлено зменшенням витрат на застосування високовартісних хімічних засобів захисту рослин і мінеральних добрив, які не використовуються в органічному виробництві.

Водночас спостерігається стабільне зростання цін на органічну продукцію. В останні роки ціни на органічні продукти, зокрема на зернову продукцію, перевищують ціни на традиційну на 30–40 %. У деяких випадках органічне просо реалізовувалося за ціною, що перевищувала вартість традиційного аналога майже на 90 %. Така тенденція зумовлена зростаючим попитом на екологічно безпечні продукти харчування як на внутрішньому, так і на зовнішніх ринках.

Низка вітчизняних науковців активно працює над розробленням і вдосконаленням елементів технології вирощування сільськогосподарських культур відповідно до принципів органічного виробництва. Зокрема, у цьому напрямі працюють Каленська С.М., Черній В. П., Журавель С.М.,

Ткаченко М.А. та інші дослідники, які зосереджують увагу на питаннях агробіологічного забезпечення врожаю, заміни хімічних засобів біологічними, ефективного органічного удобрення, механічного обробітку ґрунту тощо.

Серед ключових заходів, що забезпечують високу ефективність органічного землеробства, слід відзначити застосування підстилкового гною, впровадження сівозмін із включенням багаторічних бобових трав та вирощування сидеральних культур. Ці елементи технології дозволяють підтримувати родючість ґрунту на належному рівні, сприяють біологізації землеробства, підвищують адаптивний потенціал агроєкосистем і забезпечують стабільне отримання органічної продукції високої якості [63].

Розглядаючи питання впливу біологічних препаратів на рослини, слід відзначити широкий спектр позитивних ефектів, які проявляються залежно від конкретної агроєкологічної ситуації. Біопрепарати вирізняються гнучкістю дії, що обумовлює їхню мобільність та ефективність у різних умовах вирощування. Найбільш значущими ефектами є: поліпшення умов мінерального живлення рослин, стимуляція ростових процесів, пригнічення фітопатогенних мікроорганізмів, підвищення імунітету культур до біотичних та абіотичних чинників. У результаті застосування біопрепаратів позитивно позначається на якості врожаю: підвищується вміст протеїну, крохмалю, цукрів, вітамінів – залежно від культури.

Однією з основних передумов ефективного вирощування проса в умовах органічного виробництва є оптимізація мінерального живлення за рахунок застосування різних доз та строків внесення макро- і мікроелементів, а також дослідження їхнього впливу на якість продукції. Цей підхід передбачає врахування всього комплексу екологічних взаємозв'язків між біологічним об'єктом і факторами зовнішнього середовища – температурним режимом, запасами продуктивної вологи, поживним режимом ґрунту тощо [61, 62].

Зокрема, за несприятливих погодних умов протягом вегетаційного періоду проса, застосування органічного препарату «Гумат-гель» суттєво

впливало на життєстійкість рослин, сприяло активації їх адаптивного потенціалу та забезпечувало приріст урожайності у 1,2–1,4 рази.

Водночас, одним із головних викликів при вирощуванні проса в органічній системі є конкуренція з бур'янами, зумовлена біологічними особливостями культури. На окремих етапах органогенезу, зокрема на I–IV етапах, просо виявляє повільні темпи росту, що підвищує його вразливість до засмічення та пригнічення з боку сегетальної рослинності [57].

Аналіз літературних джерел вказує на недостатню кількість науково обґрунтованих даних щодо технологічних особливостей вирощування проса в умовах органічного землеробства, зокрема в частині контролю бур'янів. Як вітчизняні, так і зарубіжні дослідники наголошують, що підвищення урожайності круп'яних культур неможливе без ефективної системи захисту посівів. У межах інтенсивного (традиційного) землеробства боротьбу з бур'янами ведуть із застосуванням гербіцидів. Натомість в органічному виробництві така практика є неприпустимою.

Рішенням проблеми засміченості посівів у межах органічної технології є біологізація землеробства: впровадження правильної сівозміни, агротехнічна профілактика, своєчасне механічне міжрядне оброблення, використання мульчі, вибір оптимальної густоти стояння рослин тощо [55–58]. Комплексний підхід до контролю бур'янів у системі органічного виробництва проса є необхідною умовою формування стабільного врожаю належної якості.

Як зазначає Каленська С.М., найефективнішим способом контролю чисельності бур'янів у посівах проса за умов традиційного землеробства є хімічний метод – зокрема, застосування гербіциду Пріма. Цей препарат забезпечує ефективне пригнічення сходів дводольних видів бур'янів, однак виявляється недостатньо дієвим проти злакових бур'янів, які, за даними досліджень, становили в середньому 39,3 % від загальної чисельності бур'янового компоненту. Водночас, слід наголосити, що застосування гербіцидів є неприйнятним у межах органічної технології вирощування культур, оскільки суперечить принципам біологізації виробництва [55].

У системі органічного виробництва проса найбільш ефективними способами контролю забур'яненості виявилися мульчування міжрядь плівкою та використання відпрацьованої грибниці. Застосування цих заходів дало змогу знизити рівень засміченості посівів у порівнянні з абсолютним контролем (без жодних заходів боротьби з бур'янами) на 40,9 % та 34,8 % відповідно.

Що стосується підтримання поживного режиму ґрунту в умовах органічного виробництва, то більшість операторів вдається до збагачення ґрунтів органічною речовиною шляхом використання місцевих ресурсів: поживних решток, компостів, органічних добрив. Водночас застосування органічних добрив має відповідати умовам замкнутого циклу виробництва. Важливою вимогою для сертифікованого органічного виробництва є використання гною виключно з господарств, які самі ведуть органічне виробництво. Такі добрива повинні відповідати встановленим стандартам щодо заготівлі, зберігання та застосування.

Окрему увагу варто приділити допоміжним продуктам, що містять у своєму складі компоненти гнойового походження. Вони повинні проходити повний цикл компостування, стабілізації та сертифікації згідно з вимогами органічного стандарту. Наприклад, пташиний послід є надзвичайно агресивною сировиною, тому його використання в рецептурі органічних добрив дозволене лише за дотримання спеціальних умов обробки. Щодо гною свиней – він взагалі не допускається до використання у виробництві органічних добрив, оскільки походить від тварин, яких утримують у промислових умовах, що не відповідає вимогам органічної сертифікації.

Останнім часом оператори органічного виробництва дедалі частіше надають перевагу використанню біопрепаратів на основі сапропелю, леонардиту та торфу, збагачених мікроелементами, як альтернативи традиційним добривам. Такі препарати мають високу агробіологічну ефективність та відповідають вимогам органічного землеробства.

З розвитком органічного виробництва сільськогосподарських культур особливу роль відіграють допоміжні продукти, зокрема біопрепарати, що

дозволені для використання згідно з національним Переліком допустимих засобів і методів для органічного виробництва. Варто зазначити, що біопрепарати вітчизняного виробництва мають низку переваг порівняно із закордонними аналогами. Зокрема, їх склад базується переважно на сировині місцевого походження, а цінова політика є більш доступною – як у порівнянні з синтетичними добривами, так і з органічними препаратами, виробленими у країнах ЄС [82–84].

До найбільш відомих і затребуваних класів біопрепаратів належать гумати – біологічно активні речовини, які утворюються в результаті розкладу органічної речовини в ґрунті й містять солі гумінових кислот. У традиційному землеробстві гумати можуть застосовуватися в комплексі з пестицидами та мінеральними добривами, створюючи інтегровану систему живлення й захисту рослин. Натомість у системі органічного виробництва гумати застосовуються як стимулятори росту, покращення фізіологічного стану рослин і засіб підтримання та відтворення родючості ґрунту.

Гумати використовуються як для передпосівної обробки насіння, так і для позакореневого підживлення (листяне обприскування) відповідно до фази розвитку культури. У технологічних картах операторів органічного виробництва фіксується використання ряду дозволених препаратів цього класу.

Зокрема, «Гумікор» – це висококонцентрована гумінова суспензія з біогенними елементами, виготовлена на основі вермікомпосту – продукту переробки гною великої рогатої худоби каліфорнійськими черв'яками *Eisenia fetida*. Препарат характеризується високою біологічною активністю, сприяє активізації мікрофлори ґрунту, покращенню обміну речовин у рослин, стимуляції ростових процесів.

Загалом, допоміжні засоби органічного виробництва, зокрема біопрепарати, відіграють важливу роль у профілактичному захисті рослин. Їх доцільно застосовувати до появи візуальних проявів ураження патогенами або шкідниками. Щодо контролю бур'янів, слід наголосити, що у системі органічного виробництва не існує поняття «органічного гербіциду» – відповідно,

боротьба з бур'янами здійснюється винятково через агротехнічні заходи: запровадження сівозміни, механічне оброблення, мульчування тощо.

У разі фіксації незначного розвитку захворювання (до 25 %) застосування біопрепаратів у рекомендованих дозах здатне своєчасно зупинити прогресування хвороби, діючи як ефективний профілактичний та лікувальний засіб у системі органічного захисту рослин.

Висновки до першого розділу

Аналіз огляду наукових джерел та статистичних даних засвідчив, що просо є перспективною культурою для вирощування за органічними технологіями, оскільки володіє низкою агробіологічних та господарських переваг, які забезпечують її адаптацію до екологічно орієнтованих систем землеробства. З огляду на сучасні вимоги до сталого агровиробництва, просо слід розглядати як економічно доцільну культуру, що має високий потенціал продуктивності навіть за умов обмежених ресурсів. Підвищення урожайності проса можливе не лише шляхом удосконалення сортових ресурсів чи внесення добрив, а й через інтеграцію біопрепаратів у технологічні ланки агроєкосистем. Використання біологічних засобів дає змогу знизити хімічне навантаження на довкілля та сприяє поступовому переходу до повністю органічного способу господарювання. Разом із тим, включення проса до сівозмін в органічному виробництві супроводжується низкою технологічних викликів. Серед них ключовими є: забезпечення ефективного контролю забур'яненості посівів та отримання високоякісного насінневого матеріалу, придатного для органічного відтворення. Успішне вирішення цих завдань потребує системного підходу до розробки адаптованих агротехнологій для проса як культури органічного землеробства.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтові умови проведення досліджень

Дослідження проводилися протягом 2022–2024 років на базі ПСП ім. Т.Г. Шевченка, що розташоване в с. Тростинка Обухівського району Київської області. Господарство було зареєстроване у 2001 році. Основний вид діяльності – змішане сільське господарство. У структурі підприємства впроваджено замкнений цикл виробництва: від використання органічних добрив власного виробництва – до переробки органічної сировини та випуску кінцевої продукції.

Господарство спеціалізується на виробництві широкого спектра рослинницької та тваринницької продукції, бере участь у міжнародних проєктах і наукових дослідженнях. ПСП ім. Т.Г. Шевченка є соціально відповідальною компанією, основними пріоритетами якої є виробництво якісної органічної продукції, розвиток внутрішнього органічного ринку, підтримка сільських територій і збереження довкілля.

До переліку основної органічної продукції, що вирощується в господарстві, належать: соя, просо, спельта, гречка, яблука та овочі. Підприємство також займається переробкою органічної сировини, зокрема виготовляє соки, пюре, джеми та інші продукти харчування.

Діяльність господарства сертифікована відповідно до вимог стандартів органічного виробництва, зокрема:

- Постанови Ради ЄС № 834/2007;
- Регламенту ЄС № 2018/848 щодо органічного виробництва та маркування органічної продукції;
- Закону України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції».

Сертифікацію здійснюють визнані органи: **CONTROL UNION CERTIFICATIONS B.V.** та **ТОВ «Органік Стандарт»**. ПСП ім. Т.Г. Шевченка

є одним із перших операторів в Україні, сертифікованих згідно з Регламентом ЄС 2018/848. Сертифікат UA-BIO-108.804-0000002.2024.001 видано 03.09.2024, що підтверджує відповідність господарства вимогам органічного виробництва в межах Європейського Союзу та чинного українського законодавства [84].

Ґрунт дослідної ділянки представлений типовим вилугуванням чорноземом середньої глибини, з низьким рівнем вологості, грубопилувато-легкосуглинкової текстури, сформованим на карбонатному лесі. За агрохімічними характеристиками ґрунт належить до родючих і характеризується такими показниками:

- вміст органічної речовини – 3,3 %;
- легкогідролізований азот – 90–120 мг/кг;
- нітрати (NO_3^-) – 22,6–41,3 мг/кг;
- рухомий фосфор (P) – 46–85 мг/кг;
- сірка (S) – 14–17 мг/кг;
- обмінний калій (K) – 99–104 мг/кг;
- показник кислотності pH (у співвідношенні 1:1) – 6,0–6,2;
- цинк (Zn) – 0,30–0,42 мг/кг;
- залізо (Fe) – 55,5 мг/кг;
- марганець (Mn) – 19,7 мг/кг;
- мідь (Cu) – 0,75 мг/кг;
- сума катіонів обміну – 17,1–21,7 мг-екв/100 г ґрунту.

Відбір ґрунтових зразків здійснювався автоматичним пробовідбірником AgriSoilSampler з використанням GPS-навігації, на глибині 0–30 см. Аналітичні визначення проводилися у лабораторії WARD Laboratories, Inc. (США). Результати подано в додатку Б.

2.2. Агрокліматичні умови проведення досліджень

Клімат на території проведення досліджень – помірно континентальний. Для Лісостепової зони України характерною є відносна стабільність температурного режиму та розподілу опадів у порівнянні з регіонами,

розташованими у східніших широтах. Водночас упродовж останніх років спостерігаються суттєві кліматичні зрушення, зокрема коливання температур, нестійкий характер зливових дощів і часті кліматичні екстремуми.

Літо в регіоні переважно помірне, без надмірної спеки, зима – м'яка. Перехід між сезонами має поступовий характер. У ґрунті, як правило, фіксується надлишок вологи, за винятком окремих кризових років. Вологість повітря рідко опускається до критичних значень.

Річна кількість опадів поступово зменшується із заходу на схід, що є типовим для помірного кліматичного поясу. Середньорічна сума опадів у зоні дослідження становить 670–680 мм. Основна частина опадів припадає на теплий період року, що зумовлено переважанням конвективних дощів, викликаних інтенсивним нагріванням земної поверхні.

Водночас спостерігається висока міжрічна мінливість клімату, яка проявляється у вигляді значних відхилень від середніх багаторічних показників – як у бік надлишку вологи (ризик підтоплень), так і в бік її дефіциту (посухи).

Середня температура повітря найхолоднішого місяця становить $-4...-5^{\circ}\text{C}$, найтеплішого – $+17...+19^{\circ}\text{C}$. Абсолютні річні коливання температури сягають від $-34...-35^{\circ}\text{C}$ до $+35...+36^{\circ}\text{C}$. Безморозний період триває в межах 140–160 днів, період із середньодобовою температурою понад $+5^{\circ}\text{C}$ – 205–210 днів, а понад $+10^{\circ}\text{C}$ – 155–166 днів. Значна амплітуда температур свідчить про виражену контрастність кліматичних умов регіону, що є важливим фактором для вибору адаптивних агротехнологій.

Достатній рівень зволоження, тривалий вегетаційний період та помірні температури створюють сприятливі умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур, особливо в умовах органічного землеробства. Проте, незважаючи на середньостатистично достатню кількість опадів, значні міжрічні коливання їх кількості можуть призводити до виникнення посушливих періодів, особливо у роки з дефіцитом атмосферної вологи.

Клімат території дослідження характеризується високою мінливістю погодних умов. Періоди з підвищеною вологістю змінюються сухійними

роками. Упродовж вегетаційного періоду нерідко спостерігалися пізні весняні та ранні осінні заморозки, сильні зливи з градом, а також явища суховіїв, що суттєво впливають на стан рослин і агротехнічні терміни проведення польових робіт.

На дослідних полях зафіксовано стійкий перехід середньодобової температури через $+5^{\circ}\text{C}$ у першій декаді квітня. Останні весняні заморозки зазвичай припадають на третю декаду квітня, однак у деякі роки їх спостерігали навіть у третій декаді травня.

Тривалість осіннього періоду визначається зниженням середньодобових температур від $+15^{\circ}\text{C}$ до 0°C . У жовтні можливе повернення тепла до $+26^{\circ}\text{C}$, хоча у разі вторгнення арктичних повітряних мас температура може знижуватись до -15°C . Середні дати настання перших осінніх заморозків припадають на першу декаду жовтня, однак у деякі роки вони фіксувалися вже у першій половині вересня. Загальна тривалість безморозного періоду становить у середньому 160–170 днів.

Літній сезон обмежується датами переходу середньодобової температури повітря через позначку $+15^{\circ}\text{C}$. Упродовж цього періоду істотну роль відіграє трансформація повітряних мас у зонах підвищеного атмосферного тиску, що зумовлює тривалі малохмарні й спекотні періоди з інтенсивним підвищенням температури повітря та дефіцитом опадів.

Згідно з даними Білоцерківської метеостанції, у квітні 2022 року переважала прохолодна погода з незначною кількістю опадів. У першій декаді середня температура повітря була на $0,5^{\circ}\text{C}$ нижчою за багаторічну норму, опади становили 14,0 мм, що дорівнює 127% норми. У другій декаді квітня фіксувалися ще холодніші погодні умови – температура повітря була на $2,9^{\circ}\text{C}$ нижчою за норму, а кількість опадів склала лише 7,2 мм, що становить 39% від кліматичної норми (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Агрокліматичні умови (у період вегетації) 2022 року (за даними Білоцерківської метеостанції)

Місяць	Декада	Температура повітря, °С			Середнє значення відносної вологості повітря, %	Опади, мм
		середня	максимальна	мінімальна		
IV Квітень	I	7,0	20,1	-2,2	76	14
	II	6,5	21,1	-2,8	68	7,2
	III	10,8	20,1	3,3	74	18,6
	Середнє	8,1	21,1	-2,8	72	39,8
V Травень	I	12,8	23,0	-0,3	47	0,0
	II	14,9	29,7	1,3	52	2,7
	III	15,6	25,8	5,2	62	32,4
	Середнє	14,5	29,7	-0,3	54	35,1
VI Червень	I	20,4	30,1	10,7	59	2,8
	II	20,6	31,2	10,0	55	1,2
	III	21,3	33,7	11,1	64	14,6
	Середнє	20,8	33,7	10,0	59	18,6
VII Липень	I	21,8	34,6	11,6	63	0,8
	II	17,6	28,8	10,5	74	24,1
	III	21,3	31,0	10,8	61	0,3
	Середнє	20,2	34,6	10,5	66	25,2
VIII Серпень	I	19,9	29,5	14,7	84	34,6
	II	21,1	27,8	14,4	82	40,5
	III	22,0	31,8	11,6	60	0,0
	Середнє	21,1	31,8	11,6	75	75,1
IX Вересень	I	12,5	22,3	-0,2	64	25,9
	II	12,9	20,5	7,3	88	39,2
	III	12,0	19,3	6,0	70	20,0
	Середнє	12,4	20,7	4,3	74	85,1

Упродовж третьої декади квітня 2022 року спостерігалася помірно тепла погода з опадами. Середня декадна температура повітря була на 1,1 °C нижчою за багаторічну норму. Кількість опадів за декаду становила 18,6 мм, що дорівнює 158 % від норми. Запаси продуктивної вологи в ґрунті характеризувалися як добрі. У цей період проводили підготовку ґрунту до сівби проса.

Протягом першої декади травня спостерігалася помірно тепла, переважно суха погода. Саме на цей період припав посів проса. Середня температура повітря була на 1,1 °C нижчою за багаторічну норму. Опади були відсутні. За таких умов рівень продуктивної вологи в ґрунті дещо знизився, однак залишався на достатньому для сівби рівні.

У другій декаді травня погодні умови характеризувалися прохолодною температурою та незначною кількістю опадів. Середня декадна температура повітря була на 0,6 °C нижчою за норму, а кількість опадів становила лише 2,7 мм (17 % норми), що призвело до істотного зменшення запасів продуктивної вологи й ускладнило процес проростання насіння та формування сходів.

У третій декаді травня утримувалася прохолодна, але волога погода. Середня температура повітря була на 1,1 °C нижчою за багаторічну норму, а кількість опадів склала 32,4 мм (152 % норми), що сприяло поповненню запасів продуктивної вологи в ґрунті.

Червень 2022 року характеризувався підвищеними температурами повітря та дефіцитом атмосферної вологи. У першій декаді середня температура була на 2,4 °C вищою за багаторічну норму, а кількість опадів склала лише 2,8 мм. Подібна ситуація спостерігалася і в другій декаді червня – випало 1,2 мм опадів (5 % норми). У третій декаді червня зафіксовано 14,6 мм опадів (56 % норми), що в сукупності з високими температурами обумовило зниження запасів вологи у ґрунті до низького рівня.

На початку липня (перша декада) спостерігалася спекотна, суха погода. Середня температура повітря була на 1,9 °C вищою за норму, кількість опадів – 0,8 мм, що становило лише 3 % від норми. У другій декаді липня погодні умови дещо покращилися – фіксувалася прохолодна погода з кількістю опадів 24,1 мм.

Втім, упродовж третьої декади липня знову спостерігалися жаркі та сухі умови: середня температура відповідала багаторічним показникам, проте кількість опадів становила лише 0,3 мм (1 % норми). Запаси продуктивної вологи в ґрунті залишалися на низькому рівні.

Серпень 2022 року характеризувався різкими змінами погодних умов протягом декад. У першій декаді спостерігалася прохолодна дощова погода. Середня температура повітря була на 1,0 °С нижчою за багаторічну норму, кількість опадів становила 34,6 мм, що дорівнює 175 % норми. За таких умов покращилися запаси продуктивної вологи у верхньому шарі ґрунту, що сприяло активному росту та розвитку сільськогосподарських культур. Друга декада серпня була теплою й дощовою. Середня температура повітря перевищувала норму на 1,2 °С, а кількість опадів досягла 40,5 мм, що становить 273 % від середньобагаторічних показників. У третій декаді серпня встановилася спекотна та суха погода. Середня температура повітря була на 3,6 °С вищою за норму, опади були відсутні. Незважаючи на це, запаси продуктивної вологи в ґрунті залишалися на задовільному рівні, що забезпечило належні умови для завершення вегетації.

Вересень 2022 року відзначався прохолодними та вологими погодними умовами. У першій декаді середня температура повітря була на 3,6 °С нижчою за норму, опади становили 25,9 мм, що відповідає 144 % норми. У другій декаді вересня прохолодна погода зберігалася. Відхилення середньої температури повітря від норми становило 1,7 °С у бік зниження. Опади були ще ряснішими – перевищили багаторічні показники на 129 %, що призвело до істотного зростання запасів вологи у ґрунті.

У квітні 2023 року також спостерігалася висока вологість та зниження температурних показників. У першій декаді квітня відзначали нестійку погоду з інтенсивними опадами. Середня температура повітря була на 0,3 °С нижчою за багаторічну норму. Кількість опадів склала 61,5 мм, що дорівнює 564 % норми. Це обумовило значне зволоження ґрунту. У другій декаді квітня утримувалася прохолодна дощова погода. Середня температура повітря була на 0,5 °С нижчою

за норму, опади становили 27,4 мм (150 % норми). Запаси продуктивної вологи в ґрунті місцями перевищили рівень найменшої вологостійкості (НПВ), що унеможливило своєчасне проведення польових робіт через часті опади та перезволоження орного шару.

У третій декаді квітня 2023 року спостерігалась прохолодна погода з незначною кількістю опадів. Середня декадна температура повітря була на 1,9 °С нижчою за багаторічну норму. Кількість опадів становила 7,1 мм, що відповідає 58 % норми. Запаси продуктивної вологи в ґрунті залишалися на достатньому рівні, що забезпечило сприятливі умови для проведення польових робіт з обробки озимих культур від шкідників та хвороб.

Початок травня 2023 року відзначався прохолодною, сухою погодою. Середня температура повітря була на 3,3 °С нижчою за багаторічну норму, опадів не зафіксовано. Запаси продуктивної вологи в ґрунті залишалися достатніми завдяки інтенсивному зволоженню в попередній період. У середині травня встановилася тепла, безопадова погода, що зумовило істотне зниження запасів продуктивної вологи в орному шарі ґрунту. Проте рівень зволоження ще залишався в межах агрономічної норми. У третій декаді травня спостерігалась тепла погода з незначними опадами. Середня температура повітря перевищувала багаторічну норму на 0,7 °С, кількість опадів становила 7,8 мм, або 38 % норми.

Червень 2023 року загалом характеризувався теплою погодою з обмеженою кількістю опадів. У першій декаді середня температура повітря була близькою до багаторічних значень, кількість опадів становила 85 % норми. У другій декаді червня температура повітря була на 0,3 °С нижчою за норму, опади були відсутні, що призвело до помітного зниження запасів продуктивної вологи в ґрунті. У третій декаді червня спостерігали теплу дощову погоду. Середня декадна температура повітря перевищувала норму на 1,0 °С. Кількість опадів становила 43,0 мм, або 159 % норми. Незважаючи на рясні дощі, запаси продуктивної вологи в ґрунті залишалися на низькому рівні, що свідчить про значне попереднє виснаження вологозапасів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Агрокліматичні умови (у період вегетації) 2023 року (за даними Білоцерківської метеостанції)

Місяць	Декада	Температура повітря, °С			Середнє значення відносної вологості повітря, %	Опади, мм
		середня	максимальна	мінімальна		
IV Квітень	I	7,2	14,2	0,9	92	61,5
	II	8,9	15,1	3,5	84	27,4
	III	10,0	18,9	-0,3	69	7,1
	Середнє	8,7	18,9	-0,3	81	96,0
V Травень	I	10,6	23,1	0,9	54	0,0
	II	16,0	26,0	0,0	53	0,0
	III	17,4	27,1	6,3	59	7,9
	Середнє	14,7	27,1	0,0	56	7,9
VI Червень	I	18,0	28,4	4,8	57	16,6
	II	19,0	29,0	9,6	69	0,0
	III	20,1	31,1	10,8	75	43,0
	Середнє	19,0	31,1	4,8	67	59,6
VII Липень	I	21,0	31,4	13,2	73	27,3
	II	20,9	31,9	10,9	68	22,3
	III	19,9	31,6	13,0	75	36,2
	Середнє	20,6	31,9	10,9	72	85,8
VIII Серпень	I	21,7	34,2	9,1	70	3,3
	II	22,4	33,0	12,1	65	0,3
	III	23,6	35,8	11,7	62	18,4
	Середнє	22,6	35,8	9,1	66	22,0
IX Вересень	I	17,5	25,7	3,3	64	4,7
	II	17,7	29,3	4,6	66	17,9
	III	18,8	28,7	7,5	62	0,0
	Середнє	18,0	29,3	3,3	64	22,6

Початок липня 2023 року характеризувався достатньою кількістю опадів і теплою погодою. Середня декадна температура повітря перевищувала багаторічну норму на 1,1 °С, кількість опадів становила 108 % норми. У другій декаді липня температурний режим залишався теплим (на 0,6 °С вище норми), опади становили 92 % норми. У третій декаді опадів зафіксовано 150 % від норми. Загалом протягом місяця спостерігались сприятливі умови для росту і розвитку проса – запаси продуктивної вологи в ґрунті були добрими.

Упродовж першої та другої декад серпня переважала жарка погода з незначними опадами. Середня температура повітря була на 0,8–2,5 °С вищою за багаторічну, кількість опадів становила відповідно 3,3 мм і 0,3 мм. У третій декаді серпня випало 18,4 мм опадів, що становить 120 % норми. Це сприяло відновленню запасів вологи у ґрунті й позитивно вплинуло на формування врожайності проса.

На початку вересня 2023 року погодні умови залишалися теплими та помірно вологими. Середня температура повітря перевищувала багаторічну норму на 1,4 °С, опадів випало 4,7 мм (28 % норми). У другій декаді місяця спостерігалась тепла погода з опадами (середня температура – на 3,1 °С вища за норму, опади – 106 % норми). У третій декаді вересня погодні умови були сухими, середня температура повітря перевищувала багаторічну норму на 6,3 °С.

Протягом першої декади квітня 2024 року спостерігалась тепла, майже безопадова погода. Середня температура повітря була на 6,6 °С вищою за багаторічну, опадів випало лише 5,3 мм (45 % норми). Запаси продуктивної вологи в ґрунті залишалися на достатньому рівні.

У другій декаді квітня 2024 року відмічено нестійку з дощами погоду. Середня декадна температура повітря була на 2,2 °С вищою за багаторічну, кількість опадів склала 39,8 мм (222 % норми). За таких умов верхній шар ґрунту був перезволожений, що унеможливило проведення польових робіт у другій половині декади.

У третій декаді квітня переважала прохолодна дощова погода. Середня декадна температура повітря була на 0,4 °С нижчою за норму, кількість опадів

склала 32,9 мм (275 % норми). У другій половині декади польові роботи в господарствах було відновлено.

Упродовж першої декади травня 2024 року спостерігалась помірно тепла погода з незначною кількістю опадів – 0,8 мм, що становило лише 6 % від багаторічної норми. Середня декадна температура повітря перевищувала середньобагаторічну на 0,9 °С. Незважаючи на дефіцит атмосферної вологи, запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту залишалися на достатньому рівні.

Упродовж другої декади травня зафіксовано прохолодну та переважно суху погоду. Середня температура повітря була на 2,6 °С нижчою за багаторічні показники, опадів не спостерігалось.

Упродовж першої декади червня 2024 року спостерігалась тепла погода з опадами. Середня декадна температура повітря перевищувала багаторічну норму на 3,3 °С. Кількість опадів становила 21,8 мм, що відповідає 110 % норми.

У другій декаді червня фіксувалась тепла дощова погода. Середня температура повітря була на 0,7 °С вищою за багаторічну та становила 20,0 °С. Загальна кількість опадів досягла 58,8 мм, що складає 311 % норми.

Третя декада червня характеризувалась жаркою та посушливою погодою. Середня температура повітря перевищувала багаторічну норму на 2,1 °С, кількість опадів становила лише 0,8 мм, що відповідає 3 % норми.

Упродовж першої декади липня переважала спекотна й суха погода. Середня температура повітря була на 2,6 °С вищою за багаторічну норму, опадів не спостерігалось.

Друга декада липня супроводжувалась спекотною погодою з дощами наприкінці декади. Загальна кількість опадів становила 40,9 мм (171 % норми). Попри це, запаси продуктивної вологи у ґрунті залишались на незадовільному рівні. Середня температура повітря перевищувала багаторічну норму на 6,2 °С (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Агрокліматичні умови (у період вегетації) 2024 року (за даними Білоцерківської метеостанції)

Місяць	Декада	Температура повітря, °С			Середнє значення відносної вологості повітря, %	Опади, мм
		середня	максимальна	мінімальна		
IV Квітень	I	14,1	27,2	0,6	62	5,3
	II	11,6	23,6	-0,1	75	39,8
	III	11,5	22,1	4,7	76	32,9
	Середнє	12,4	27,2	-0,1	71	78,0
V Травень	I	14,8	26,4	2,5	53	0,8
	II	12,9	25,3	1,2	52	0
	III	19,4	28,3	6,6	53	14,8
	Середнє	15,8	28,3	1,2	53	15,6
VI Червень	I	21,3	28,8	11,9	71	21,8
	II	20,0	28,7	11,1	79	58,8
	III	21,2	31,2	11,1	69	0,8
	Середнє	20,8	31,2	11,1	73	81,4
VII Липень	I	22,5	32,4	10,6	68	0
	II	26,5	36,1	15,5	64	40,9
	III	21,4	30,0	14,2	69	1,2
	Середнє	23,4	36,1	10,6	67	42,1
VIII Серпень	I	20,7	29,4	12,4	71	7,8
	II	21,2	35,4	9,6	60	1,8
	III	23,5	35,1	11,1	53	0,0
	Середнє	21,9	35,4	9,6	61	9,6
IX Вересень	I	20,8	32,1	6,7	46	3,9
	II	19,5	28,4	6,1	58	9,3
	III	18,2	29,1	7,0	60	0,0
	Середнє	19,5	32,1	6,1	55	13,2

Упродовж третьої декади липня 2024 року спостерігалась тепла погода з незначною кількістю опадів. Кількість опадів за декаду становила лише 1,2 мм, що відповідає 4 % норми. Середня температура повітря перевищувала багаторічну норму на 0,1 °С.

Перша декада серпня характеризувалась теплою погодою з незначними опадами – 7,8 мм, або 40 % норми. Середня декадна температура повітря була на 0,2 °С нижчою за багаторічну.

Друга декада серпня відзначалась жаркою погодою з незначними опадами – 1,8 мм, що становить 13 % норми. Середня температура повітря перевищувала багаторічну норму на 1,3 °С. Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту залишались низькими.

У третій декаді серпня переважала спекотна й посушлива погода, опади були відсутні. Середня декадна температура повітря була на 5,1 °С вищою за багаторічну норму.

Протягом першої декади вересня спостерігалась аномально тепла, як для початку місяця, погода. Середня температура повітря за декаду перевищувала багаторічну на 4,7 °С. Кількість опадів становила лише 3,9 мм, що дорівнює 22 % норми.

У другій декаді вересня утримувалась дуже тепла погода, середня температура перевищувала багаторічну норму на 4,9 °С. Опади були помірними – 9,3 мм, або 53 % багаторічної норми.

Третя декада вересня характеризувалась сухою та теплою погодою. Середня температура повітря перевищувала багаторічну на 3,6 °С, атмосферні опади були відсутні.

2.3. Схема та методика досліджень

Програмою досліджень передбачалося проведення дослідів: «Ефективність застосування біопрепаратів у посівах проса, за ведення органічного виробництва».

Схема дослідів:

Фактор А. Сорти: Біла Альтанка, Омріяне.

Фактор В. Біопрепарати: Біокомплекс–БТУ, Органік–баланс

Фактор С. Спосіб застосування (обробка насіння; обприскування рослин II, III, VIII ет. о.; комплекс (обробка насіння+обприскування рослин II, III, VIII ет. о.).

Таблиця 2.4

Сорт	Біопрепарати	Спосіб застосування
Омріяне	Без біопрепаратів Біокомплекс–БТУ, Органік–баланс	Без обробки (контроль)
		обробка насіння
		обприскування рослин II, III, VIII ет. о.
		комплекс (обробка насіння+обприскування рослин II, III, VIII ет. о.)
Біла Альтанка	Без біопрепаратів Біокомплекс–БТУ, Органік–баланс	Без обробки (контроль)
		обробка насіння
		обприскування рослин II, III, VIII ет. о.
		комплекс (обробка насіння+обприскування рослин II, III, VIII ет. о.)

У досліді, площа елементарної ділянки в досліді становила 60 м², повторність – триразова. Розміщення ділянок – систематичне.

2.4. Характеристика сортів проса та біопрепаратів

Сорт Омріяне. Оригігатор – Інститут землеробства НААН України. Господарсько цінні ознаки: різновидність – *aurum*. Висота рослин становить 95–115 см. Сорт середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду – 90–98 днів. Характеризується високою стійкістю до вилягання, осипання, посухи

та основних хвороб, зокрема до ураження сажкою. Середня врожайність становить 30–32 ц/га. Вміст білка в зерні – 12,2–13,0 %. Напрямок використання – зерно-круп'яний і кормовий. Якісні характеристики: зерно велике, кремового кольору, із високою вимолочуваністю. Вихід крупи при обрушенні зерна – 78–81 %, колір каші – жовтий. Сорт належить до цінних за якістю.

Сорт проса жовтого Біла альтанка. Різновидність – аурум.

Сорт Біла альтанка селекційно адаптований до складних кліматичних умов, здатний максимально ефективно використовувати весняну вологу та короточасні опади для формування високого врожаю. За даними Державної комісії з сортовипробування, сорт характеризується рівномірним дозріванням і вдвічі більшою стійкістю до осипання порівняно зі стандартом. Включений до Реєстру сортів рослин України як сорт проса з найбільшою масою зерна: маса 1000 зерен становить 7,0–10,6 г.

Сорт стійкий до ураження сажкою, меланозом, просяним комариком. Рослини заввишки 80–96,4 см. Стебло середньої довжини, кількість бічних пагонів – незначна. Волоть щільна, довжиною 20–24,1 см. Зернівка округлої форми, жовтого кольору з глянцеvim блиском. Плівчастість становить 10–15%. Технологічні та кулінарні властивості – добрі.

Сорт ультраскоростиглий, за сприятливих умов досягає протягом 45–55 днів. Вихід крупи становить 78–84%, колір каші – яскраво-жовтий. Сорт стійкий до вилягання, осипання, посухи; вимолочуваність оцінюється на 9 балів. Придатний до прямого комбайнування, що забезпечує можливість додаткового отримання зеленої маси або сіна. Характеризується доброю адаптацією до несприятливих попередників.

Потенціал урожайності у виробничих посівах становить від 28,4 до 74,6 ц/га.

З метою підвищення ефективності використання біопрепаратів застосовували біоприлипач «Ліпосам»: для обробки насіння – у нормі 0,3 л/т, при обприскуванні – 0,5 л/га.

Біокомплекс–БТУ – рідке мікробіологічне добриво на основі консорціуму азотфіксувальних бактерій, фунгіцидних бактерій широкого спектру дії, фосфор- і каліймобілізуючих ґрунтових бактерій. Препарат також містить активні метаболіти, фітогормони, вітаміни, фунгіциди, амінокислоти, макро- і мікроелементи. Забезпечує збалансоване живлення рослин і захист від широкого спектру збудників хвороб без ефекту звикання.

Органік–Баланс – рідка концентрована суміш життєздатних і інактивованих мікроорганізмів та їх активних метаболітів, зокрема: азотфіксувальних і фосфор-каліймобілізуючих бактерій, бактерій із фунгіцидними властивостями, що захищають рослини від бактеріальних та грибкових захворювань. Інактивовані клітини та їх фрагменти сприяють формуванню імунної системи рослин і захисній реакції на дію патогенів. Біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій: фітогормони, вітаміни, антибіотики, фунгіциди, ферменти, амінокислоти, а також компоненти поживного середовища (макро-, мікроелементи та органічні джерела живлення).

Ліпосам – композиція біополімерів природного походження, покращує змочування поверхні листя, в тому числі воскової, гладенької, покращує засвоєння елементів при позакореновому внесенні, підвищує ефективність дії пестицидів і біопрепаратів.

Дослідження за тематикою кваліфікаційної роботи проводилися із застосуванням загальноприйнятих наукових і спеціалізованих агрономічних методів, з використанням комп'ютерних технологій для опрацювання та аналізу результатів експерименту.

Площа облікової ділянки становила 36 м², повторність – триразова. Експериментальні дослідження виконували відповідно до методик польового дослідження та методичних рекомендацій з державного сортовипробування сільськогосподарських культур.

Усі види мікродобрив були внесені до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні, а також до Переліку допоміжних

продуктів та методів, дозволених для застосування в органічному виробництві з урахуванням вимог органічних стандартів Європейського Союзу [53].

Основні обліки та спостереження у досліді:

– фенологічні спостереження за ростом і розвитком проса проводили за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» (2000) [85];

– етапи органогенезу – за методикою Ф.М. Купермана (1984) [86];

– фотосинтетичну активність рослин визначали за показниками площі листової поверхні (метод висічок), фотосинтетичного потенціалу посіву (ФП) і чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) – за методикою А.О. Ничипоровича (1972, 1978) [186];

– облік урожайності проводився подільно: обмолот рослин у фазі повної стиглості насіння, з подальшим зважуванням зернової маси та перерахунком на 14 % вологості і 100 % чистоти насіння (у т/га);

– структуру врожаю визначали на основі аналізу 25 рослин, відібраних з пробних снопів [87];

– вміст органічних речовин та зольних елементів у сухій масі визначали спектроскопічно на інфрачервоному аналізаторі NR Scanner model 4250 з комп'ютерним забезпеченням; нітратний азот – іонометричним методом;

– математична обробка одержаних результатів урожайності та якісних показників проводилася методами дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізу з використанням програмних пакетів Excel, Sigma, Statistica 10;

– економічну ефективність агротехнічних заходів оцінювали за методикою ефективності наукових досліджень; витрати на вирощування сорго в залежності від строків сівби та густоти рослин визначали шляхом складання технологічних карт [88];

– енергетичну оцінку агрозаходів визначали відповідно до відповідних методичних рекомендаціями Медведовського О.К., Іваненко П.І. (1988) [89].

2.5. Особливості технології вирощування проса на дослідних ділянках

Просо – посухостійка і навіть жаростійка культура. В Україні його доцільно висівати пізно, що дозволяє максимально ефективно використовувати літні опади. За умов органічного виробництва вирощування проса супроводжується низкою викликів, пов'язаних із дотриманням технологічних аспектів агротехніки. Агротехнічні заходи в досліді відповідали загальноприйнятим для умов Правобережного Лісостепу України.

Оскільки попередниками проса були зернові культури, першим заходом був обробіток стерні – лушення на глибину 6–8 см дисковими луцильниками. Основну обробку ґрунту здійснювали плугом Lemken Europal 7 на глибину 20–22 см.

Особливо важливими для пізньої ярої культури, вирощуваної без застосування гербіцидів, є весняні культивації. За умов ранньої та сухої весни проводили одну-дві неглибокі культивації (5–6 см) із одночасним коткуванням упоперек або під кутом до напрямку попереднього обробітку. У разі прохолодної та вологої весни, коли бур'яни проростають повільніше, але масово, проводили три-чотири культивації на глибину 10–12 см.

Загалом просо невибагливе до ґрунтів, однак повітряний режим має важливе значення. На ущільнених або перезволожених ґрунтах сходи сповільнюються в рості або гинуть, тому слід уникати розриву в часі між передпосівним обробітком ґрунту і висівом.

Сівбу здійснювали з міжряддям 12,5 см пневматичною сівалкою Amazone Citan із прикочувальними котками (ширина захвату – 12 м), за температури ґрунту на глибині загортання насіння 8–10 °С.

Боротьбу з бур'янами проводили механічним способом із використанням ротаційного штригеля, який поєднує переваги зубової та ротаційної борін і забезпечує широкий спектр дії. Ротаційні штригелі зносять бур'яни з корінням, сприяють куцінню рослин, руйнують ґрунтову кірку й покращують аерацію ґрунту – що є важливим чинником для якісного догляду за посівами проса.

Рідкі органічні добрива вносили ранцевим обприскувачем Sadko SPR-12 відповідно до схеми досліду. Основними бур'янами-засмічувачами посівів проса є пізні ярі види – мишій (*Setaria spp.*) і плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli*). Їх сходи з'являються наприкінці травня – у червні, практично одночасно із появою сходів проса. Щоб уникнути цього, рекомендується висівати просо дещо раніше, щоб фаза масового проростання насіння бур'янів припала на період формування стійких сходів проса. Це забезпечує ефективність післясходового боронування проти мишію та плоскухи.

Збір урожаю проводили згідно з методикою проведення дослідів – поділяночним методом.

Висновки до другого розділу

Місце та умови проведення досліджень повністю відповідали вимогам до виконання польових експериментів в умовах органічного виробництва. Вибір ПСП ім. Т.Г. Шевченка як бази досліджень був зумовлений високим рівнем сертифікації, наявністю замкненого виробничого циклу та відповідністю вимогам Регламенту ЄС № 2018/848 і Закону України про органічне виробництво.

Агрокліматичні умови вегетаційного періоду 2022–2024 років були вкрай мінливими, із різкими температурними коливаннями та нерівномірним розподілом опадів, що зумовлювало необхідність адаптації агротехнічних заходів до погодних умов. Періоди критичної нестачі вологи змінювались на фази надмірного зволоження, особливо в першій половині вегетації. Це створювало додаткові виклики для технології вирощування проса в умовах органічного землеробства.

Технологія вирощування проса на дослідних ділянках була адаптована до вимог органічного землеробства. Механічна боротьба з бур'янами, відмова від синтетичних добрив і гербіцидів, а також застосування біологічних методів підвищення продуктивності забезпечили дотримання принципів сталого агровиробництва.

Методичне забезпечення досліджень ґрунтувалося на використанні загальноприйнятих агрономічних, біохімічних, фізіологічних й статистичних методів, що гарантувало достовірність та наукову обґрунтованість отриманих результатів.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК ПРОСА

3.1. Вплив біопрепаратів на основні показники посівних якостей насіння проса

Якісне насіння є одним із ключових чинників досягнення запрограмованого рівня урожайності. Лише за умови високої якості насіннєвого матеріалу можуть бути реалізовані потенційні можливості сорту. Навпаки, навіть найвисокопродуктивніший сорт при сівбі насінням низької якості забезпечує знижений урожай. Таким чином, одним із найефективніших і економічно доцільних шляхів підвищення врожайності є застосування високоякісного сортового насіння – фундаменту стабільного врожаю.

В умовах впровадження органічного виробництва значна частина операторів в Україні стикається з проблемою забезпечення сертифікованим органічним посівним матеріалом, зокрема проса. Органічне виробництво передбачає жорсткі вимоги до якості насіння: воно має бути не лише високопродуктивним, а й вільним від ГМО, пестицидів та інших шкідливих домішок. Дефіцит органічного насіння на вітчизняному ринку обумовлений недостатньою кількістю сертифікованих виробників насіння проса, адаптованого до умов органічного землеробства. Крім того, таке насіння зазвичай має вищу вартість, що також ускладнює його використання малими та середніми виробниками.

Шляхи вирішення зазначених проблем передбачають: державну підтримку (розроблення програм дотацій, кредитування, зниження податкового навантаження для виробників органічного насіння); співпрацю з науковими установами щодо створення нових сортів, адаптованих до органічного виробництва й кліматичних умов України; кооперацію фермерів для організації спільного виробництва та збуту органічного насіння; удосконалення системи сертифікації органічного насіння – запровадження прозорих процедур

контролю, чітких критеріїв, періодичних інспекцій; проведення освітніх заходів, організацію тренінгів та навчальних програм для фермерів; маркетингову підтримку та популяризацію органічного насіння серед споживачів; співпрацю з міжнародними донорами та залучення грантових коштів на розвиток органічного виробництва.

Таким чином, вирішення питання забезпечення ринку якісним органічним насінням проса потребує комплексного підходу, координації дій з боку держави, науковців, виробників і громадськості.

Посівні якості насіння – сукупність показників, які визначають його придатність до сівби й оптимізацію агротехнічних параметрів, таких як норма висіву. Серед них найбільше значення в практиці насінневого контролю мають: лабораторна схожість, чистота, вологість, енергія проростання, маса 1000 насінин тощо. До найважливіших показників належать лабораторна схожість, енергія проростання, крупність насіння.

Підвищення якісних і кількісних показників урожаю проса може бути досягнуто шляхом застосування адаптованих сортів у поєднанні з технологіями, що базуються на використанні біологічних препаратів. У біологічному землеробстві широке застосування знайшли біопрепарати, які стимулюють фізіолого-біохімічні процеси в рослинах, сприяючи підвищенню їх продуктивності [91–92].

За результатами досліджень 2022–2024 рр. встановлено, що посівні якості насіння проса, зокрема енергія проростання, становила 91,0–93,0 %. Застосування дозволених допоміжних продуктів у межах органічного виробництва позитивно вплинуло на цей показник: при використанні препарату Біокомплекс–БТУ для сорту Омріяне отримано 93,0 %, а для сорту Біла Альтанка – 92,0 % (табл. 3.1).

**Посівні якості насіння проса залежно від сорту та біопрепаратів,
(середнє за 2022–2024 рр.)**

Варіанти обробки	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
Омріяне		
Контроль (без обробки ДП)	91,2	92,3
Біокомплекс-БТУ	93,0	96,7
Органік-Баланс	92,0	95,3
Біла Альтанка		
Контроль (без обробки ДП)	91,0	91,6
Біокомплекс-БТУ	92,0	95,8
Органік-Баланс	92,0	94,1
НІР ₀₅	0,6	2,1

Лабораторна схожість досліджуваних сортів проса варіювала в межах 91,6–96,7 %, що відповідає високому рівню посівної придатності. Вищі значення були характерні для сорту Омріяне – 92,3–96,7 %, у той час як у сорту Біла Альтанка цей показник становив 91,6–95,8 %. Важливо підкреслити, що застосування біопрепаратів (зокрема Біокомплексу–БТУ та Органік-Баланс) позитивно вплинуло на лабораторну схожість насіння. Завдяки обробці насіння зазначеними препаратами було досягнуто збільшення схожості до 94,1–96,7 %, тоді як у контрольних варіантах цей показник не перевищував 91,6–92,3 %. Це свідчить про біологічну ефективність дозволених допоміжних засобів в органічному землеробстві, зокрема в умовах відсутності традиційних хімічних стимуляторів.

За результатами досліджень С.П. Полторецького [93], найбільш якісне насіння проса, що характеризується високою життєздатністю та посівними властивостями, формується за вирощування після удобреного гороху та озимої пшениці. Розміщення проса після зазначених попередників на удобреному

агрофоні сприяє створенню оптимального поживного середовища, що зумовлює покращення морфофізіологічного стану рослин і формування повноцінного насіння. Таким чином, поживний режим ґрунту відіграє одну з ключових ролей у реалізації потенціалу культури.

В умовах органічного виробництва підтримання родючості ґрунту та забезпечення культури необхідними поживними речовинами є особливо актуальними, оскільки застосування мінеральних добрив і більшості синтетичних препаратів заборонене відповідно до чинного законодавства України та органічних стандартів ЄС. У зв'язку з цим важливого значення набуває використання біологічних препаратів, які можуть частково задовольнити потреби рослин у живленні, а також сприяти відновленню й стабілізації ґрунтової біоти. Біопрепарати позитивно впливають на водно-фізичні та агрохімічні властивості ґрунту, підвищують вміст доступних форм поживних речовин, активізують ферментативну активність і мікробіологічні процеси в ризосфері, що у комплексі забезпечує кращі умови для росту й розвитку проса.

Польова схожість сортів проса у дослідженні коливалась у межах 76,3–76,6 %, що відповідає середньому рівню реалізації лабораторної схожості у польових умовах. Водночас використання біологічних препаратів дозволило значно покращити цей показник: у сорту Омріяне – до 79,2–80,4 %, у сорту Біла Альтанка – до 78,9–79,3 %. Збільшення польової схожості на 3–4 % порівняно з контролем свідчить про ефективність передпосівної обробки насіння дозволеними допоміжними засобами та їх адаптивну дію в умовах органічного землеробства (табл. 3.2).

Виживання рослин у досліджуваних сортів проса характеризувалося високими показниками та становило 85,2–91,0 %. Такий рівень виживання обумовлений застосуванням дозволених допоміжних продуктів, які використовувалися відповідно до вимог органічного виробництва. Біопрепарати сприяли створенню більш сприятливих умов для росту й розвитку рослин, підвищували їхню фізіологічну життєздатність та адаптивний потенціал.

Таблиця 3.2

Схожість, густина та виживання проса, середнє за 2022–2024 рр.

Варіанти обробки	Польова схожість, %	Кількість рослин, шт./м ²		Виживан ня рослин, %
		фаза повних сходів	перед скошуван ням	
Омріяне				
Контроль (без обробки ДП)	76,3	243,2	209,1	86,0
Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	77,1	243,6	214,3	88,0
Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	76,4	243,0	213,3	87,8
Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	80,4	245,8	217,7	88,6
Обробка насіння Органік–Баланс	79,2	244,6	216,7	88,6
Комплекс: Біокомплекс–БТУ	79,2	244,2	223,2	91,8
Комплекс: Органік– Баланс	79,3	244,0	221,1	91,0
Біла Альтанка				
Контроль (без обробки ДП)	76,6	241,2	205,5	85,2
Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	77,0	241,4	211,4	87,6
Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	76,5	241,6	210,9	87,3
Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	79,3	243,6	214,3	88,0
Обробка насіння Органік–Баланс	78,9	242,9	214,7	88,4
Комплекс: Біокомплекс–БТУ	79,2	243,7	220,2	91,0
Комплекс: Органік– Баланс	78,9	243,6	219,3	91,0
<i>НІР₀₅</i>	0,6			

Зокрема, дія таких засобів позитивно вплинула на підвищення стійкості рослин до хвороб, а також зменшила вплив несприятливих абіотичних факторів довкілля, зокрема температурного і водного стресу. Застосування біологічно активних препаратів дозволяє активізувати метаболічні процеси, що забезпечує кращу приживаність рослин після сходів і сприяє формуванню рівномірного та дружного посіву, що є особливо важливим в умовах органічного землеробства.

У досліджуваному сорті проса Омріяне кількість рослин у фазу повних сходів упродовж років проведення експерименту становила 243,0–245,8 шт./м². Підвищення цього показника безпосередньо пов'язане із застосуванням біологічно активних препаратів, що сприяли покращенню схожості насіння та забезпеченню оптимальних умов для розвитку проростків (рис. 3.1).

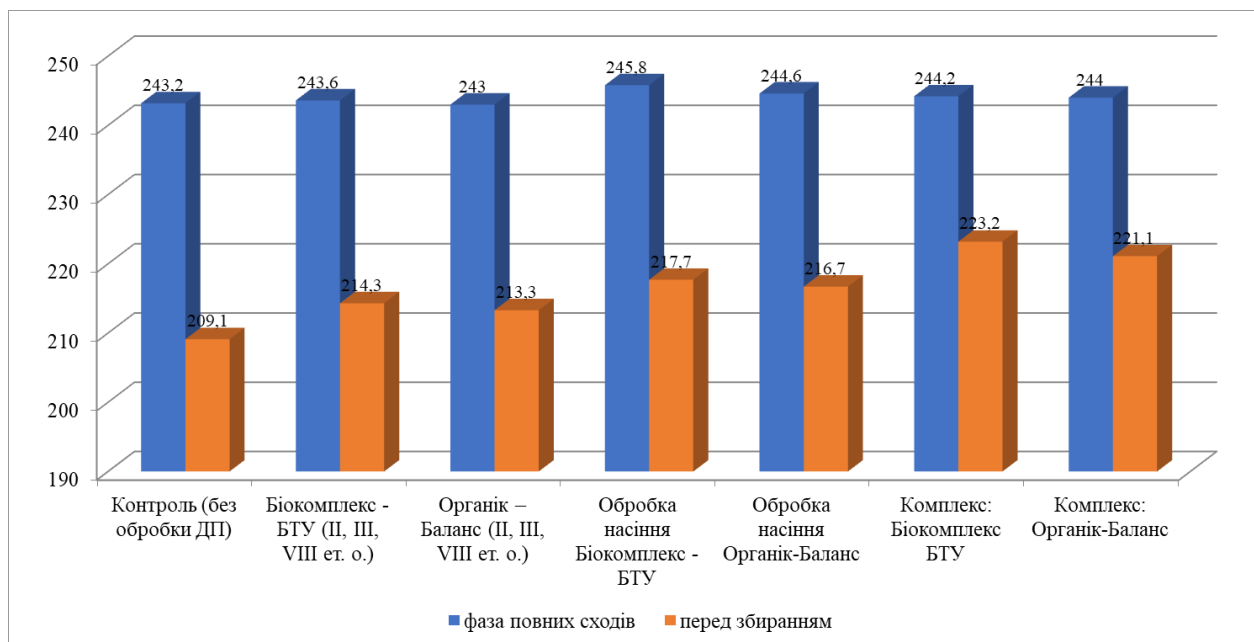


Рис. 3.1. Кількість рослин проса сорту Омріяне, шт./м², середнє за 2022–2024 рр.

На момент збирання врожаю кількість рослин зменшувалась і становила 209,1–223,2 шт./м². Найнижчі показники були зафіксовані на контрольних ділянках, а також у варіантах дослідів, де насіння не обробляли біопрепаратами, що свідчить про зниження життєстійкості рослин у процесі вегетації за відсутності додаткових біологічних стимуляторів.

Натомість найвищу густоту рослин на час збирання забезпечили варіанти з передпосівною обробкою насіння біопрепаратами: Біокомплекс–БТУ (245,8 шт./м²) та Органік–Баланс (244,2 шт./м²), що вказує на ефективність цих засобів у підвищенні життєздатності та збереженості рослин упродовж усього періоду вегетації (див. рис. 3.1).

Перед збиранням культури у сорту Омріяне на контрольних ділянках кількість рослин становила 209,1 шт./м². У варіанті досліді із застосуванням біопрепарату Біокомплекс–БТУ на II, III та VIII етапах органогенезу (ет. о.) цей показник зріс до 214,3 шт./м². Аналогічна тенденція спостерігалась і за використання препарату Органік–Баланс у відповідних фазах органогенезу, де кількість рослин становила 213,3 шт./м², що свідчить про позитивний вплив біологічних засобів на збереження посівів упродовж вегетації.

Дослідні варіанти з передпосівною обробкою лише насіння також забезпечували кращі показники густоти рослин, які становили 216,7–217,7 шт./м² порівняно з контролем. Максимальних результатів досягнуто у варіантах, де проводили комплексне застосування біопрепаратів (обробка насіння та позакореневе підживлення на ключових етапах органогенезу). Зокрема, за застосування Біокомплексу–БТУ кількість рослин перед збиранням досягала 223,2 шт./м², а за використання Органік-Баланс – 221,1 шт./м².

У роки проведення досліджень кількість рослин проса сорту Біла Альтанка у фазу повних сходів варіювала в межах 241,2–243,7 шт./м². Найнижчі показники зафіксовані у контрольних варіантах без використання допоміжних продуктів. Водночас на ділянках, де здійснювали передпосівну обробку насіння біологічними препаратами, кількість рослин зростала до 242,9–243,6 шт./м². Найвищі значення відмічено у варіантах із комплексним застосуванням біопрепаратів, де показник становив 243,6–243,7 шт./м² (рис. 3.2).

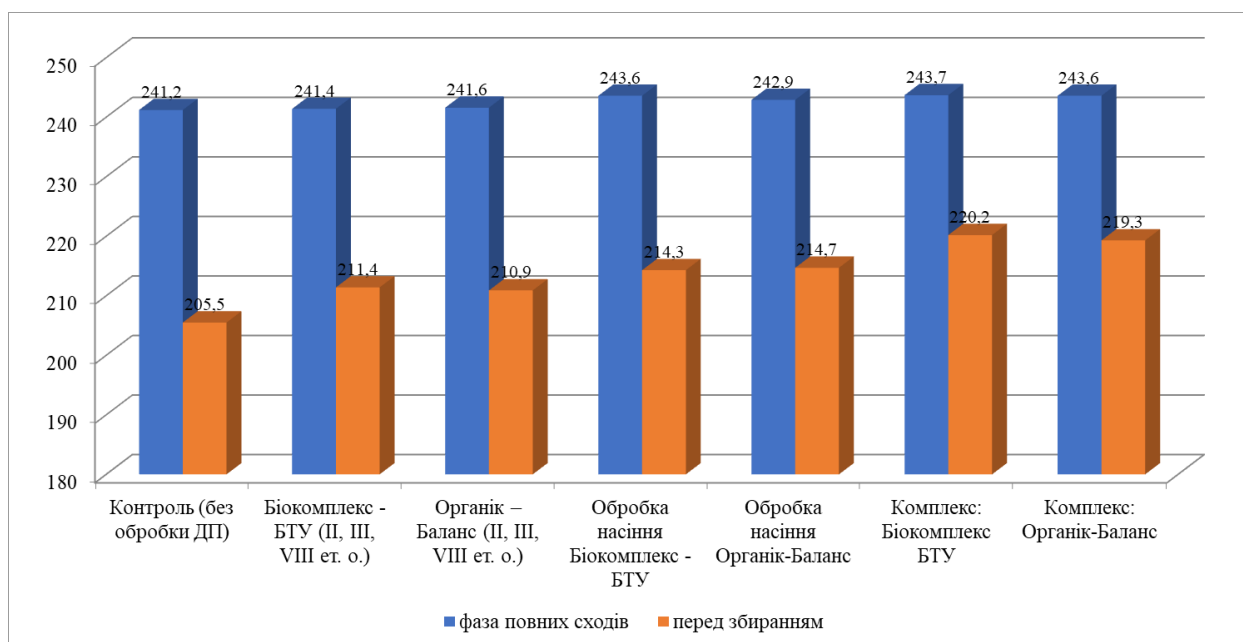


Рис. 3.2. Кількість рослин проса сорту Біла Альтанка, шт./м², середнє за 2022–2024 рр.

У фазу повних сходів сорту Біла Альтанка дещо нижчі показники густоти рослин спостерігались на ділянках, де передбачалось застосування біологічних препаратів виключно на II, III та VIII етапах органогенезу – 241,4–241,6 шт./м². Проте впровадження технологічного заходу із застосуванням допоміжних продуктів Біокомплекс-БТУ та Органік-Баланс забезпечило покращення збереження рослин до періоду збирання, де їх кількість становила відповідно 210,9 та 211,4 шт./м². Це суттєво перевищувало аналогічний показник контрольного варіанту (без використання біопрепаратів), де було зафіксовано лише 205,5 шт./м².

Найвищих результатів за кількістю збережених рослин до моменту збирання врожаю у сорту Біла Альтанка досягнуто за умови комплексного застосування біологічних препаратів (обробка насіння + позакореневі підживлення), де кількість рослин сягала 219,3–220,2 шт./м². Така технологія сприяла не лише збереженню густоти стояння культури, але й створенню сприятливих умов для її подальшого продуктивного розвитку.

3.2 Динаміка росту й розвитку рослин проса

Беручи до уваги біоекологічні вимоги культури проса, варто зазначити, що ґрунтово-кліматичні умови відіграють ключову роль у її вирощуванні, особливо за умов органічного землеробства, де акцент робиться на природних процесах, збалансованому живленні та мінімальному втручанні в агроценози. Саме тому значну увагу вітчизняні та зарубіжні вчені приділяють вивченню адаптації проса до агроекологічних умов різних регіонів.

Так, за результатами досліджень Рудник-Іващенко О.І. та Григоращенко Л.В., для території України проведено оцінку термічного фактору та виділено основні зони вирощування проса з урахуванням водного й температурного режимів. Авторами обґрунтовано залежність продуктивності культури від кліматичних умов на різних міжфазних етапах розвитку сортів, що дозволяє з високою точністю прогнозувати врожайність у конкретних умовах вирощування [100].

Полторецький С.П. з колегами запропонував комплекс елементів технології вирощування високоякісного насіннєвого матеріалу проса, що включає оптимізацію строків і способів сівби, а також доз і співвідношення мінерального живлення (азотного на фосфорно-калійному фоні). Ці заходи спрямовані на підвищення врожайності та поліпшення якості насіння, особливо в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України [101, 103].

У південному Степу України дослідження Шевеля В.І. дозволили сформулювати адаптивні технологічні рішення вирощування проса з урахуванням кліматичних ризиків. Автор визначив оптимальні агрозаходи, які сприяють реалізації потенціалу високопродуктивних сортів у посушливих умовах, включаючи застосування біопрепаратів, зниження хімічного навантаження та визначення оптимального строку сівби [102].

Дослідження Холода С.Г. надали кількісну оцінку впливу погодних умов у міжфазні періоди на реалізацію генетичного потенціалу урожайності проса. Аналогічно, Данілова Н.В. у своїх роботах простежила динаміку змін

агрокліматичних ресурсів на півдні України, що впливають на ефективність формування врожайності проса за умов змін клімату [104–106].

Аналізуючи біологічні особливості досліджуваних сортів проса, слід зазначити, що сорт Омріяне належить до групи середньостиглих і характеризується тривалістю вегетаційного періоду в межах 80–90 днів. Натомість сорт Біла Альтанка – це ультраскоростиглий високопродуктивний сорт жовтого проса, що вирізняється надзвичайно коротким вегетаційним періодом – від 48 до 55 днів, що є особливо цінним для регіонів із коротким вегетаційним сезоном або підвищеною температурною напругою.

Умови мінерального живлення, зокрема їх баланс і доступність елементів, відігравали вирішальну роль у темпах росту та розвитку рослин, безпосередньо впливаючи на тривалість міжфазних періодів та загальну тривалість вегетації. На контрольних варіантах, де не застосовували допоміжних продуктів, тривалість вегетаційного періоду у сорту Омріяне в середньому за роки досліджень становила 86 днів, що свідчить про значну залежність даного сорту від умов живлення (рис. 3.3).

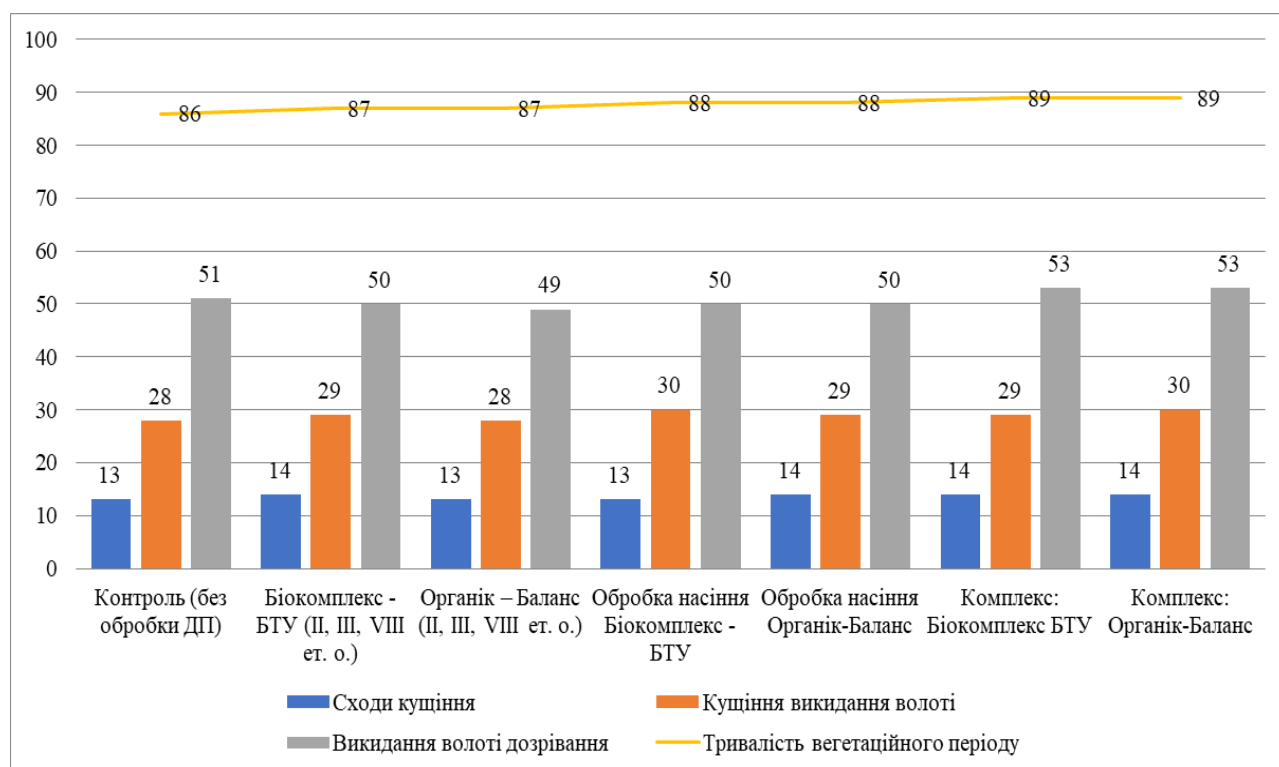


Рис. 3.3. Тривалість міжфазних періодів проса сорту Омріяне, середнє за 2022–2024 рр.

Застосування допоміжних продуктів, дозволених для органічного виробництва, впливало на зміну тривалості вегетаційного періоду проса. Зокрема, при передпосівній обробці насіння препаратом Біокомплекс-БТУ, тривалість вегетації у сорту Омріяне становила 88 днів, що відповідає аналогічному показнику і при обробці насіння препаратом Органік-Баланс. При проведенні позакореневого підживлення Біокомплексом-БТУ (на II, III, VIII етапах органогенезу), а також за використання Органік-Баланс у відповідні фази розвитку, спостерігалось подовження вегетаційного періоду на один день порівняно з контрольними варіантами. Найбільший ефект було зафіксовано за умов комплексного застосування обох біопрепаратів, що сприяло продовженню тривалості вегетації до 89 днів.

Динаміка проходження основних фенологічних фаз – від сходів до фази кушіння – у всіх досліджуваних сортів залишалася практично незмінною. Відчутні сортові відмінності проявлялися, починаючи з фази кушіння, і посилювалися в пізніших фазах органогенезу. Для сорту Біла Альтанка тривалість вегетаційного періоду варіювалася в межах 56–59 днів. Застосування позакореневих підживлень у поєднанні з передпосівною обробкою насіння сприяло подовженню вегетаційного періоду цього сорту на 2–3 дні порівняно з контролем, що свідчить про певну затримку дозрівання за рахунок підвищеної біологічної активності та поліпшеного мінерального живлення (рис. 3.4).

Варто зауважити, що у досліджуваних сортів міжфазний період «викидання волоті – дозрівання» був тривалішим за умови застосування позакореневого підживлення у поєднанні з передпосівною обробкою насіння біологічними препаратами Біокомплекс-БТУ та Органік-Баланс. Зокрема, у сорту Омріяне цей період становив 53 доби, а у сорту Біла Альтанка – 47 діб, що на 2 дні більше порівняно з контрольними варіантами.

Подовження цього міжфазного періоду пояснюється інтенсифікацією процесів генеративного розвитку, зокрема формуванням більшої кількості продуктивних волотей на одну рослину та підвищеним ступенем їх озерненості. Відповідні зміни підтверджено результатами біометричного аналізу, які

засвідчили активніше наливання зерна, що, своєю чергою, зумовило продовження фази дозрівання.

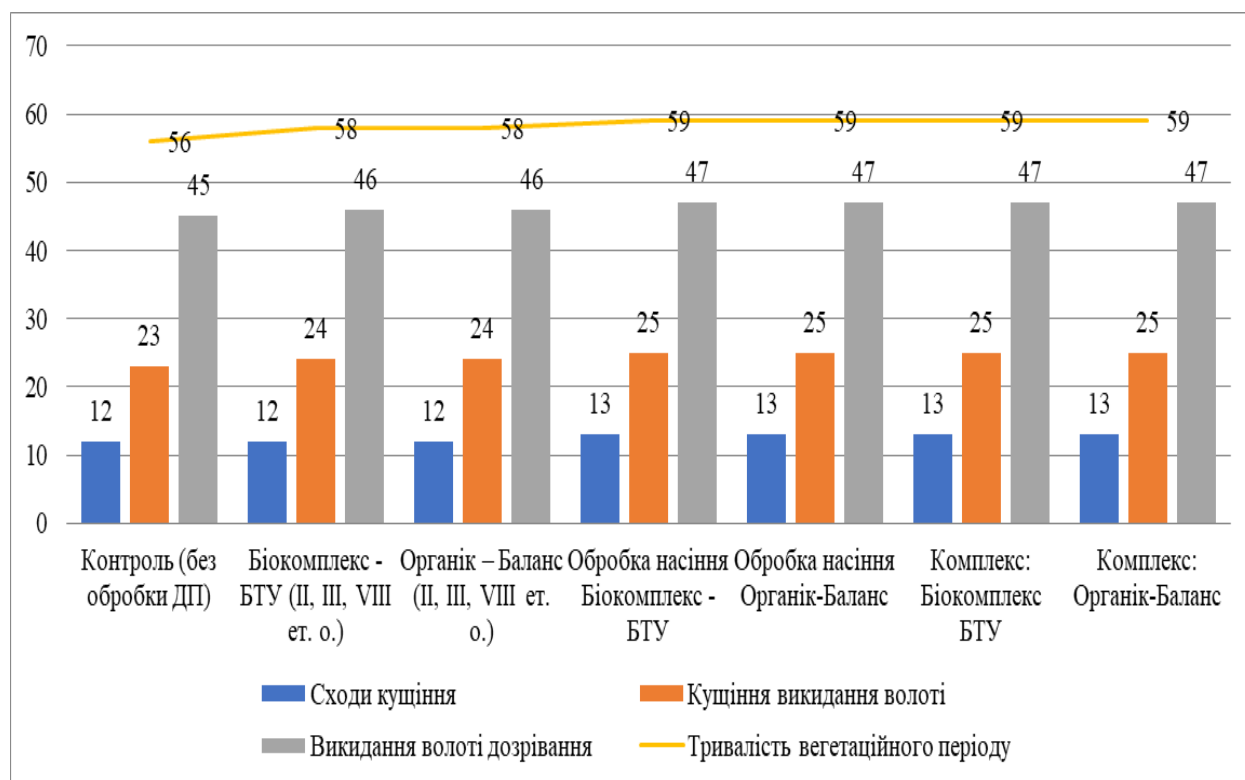


Рис. 3.4. Тривалість міжфазних періодів проса сорту Біла Альтанка, середнє за 2022–2024 рр.

Висота рослин проса – один із найважливіших морфологічних показників, що безпосередньо впливає на врожайність культури. Ця ознака є досить пластичною і залежить як від сортових особливостей, так і від зовнішніх чинників. Висота рослини тісно пов'язана з розмірами й кількістю волотей, а отже – з потенційною урожайністю.

Вищі рослини здатні ефективніше конкурувати за світло й вологу, що має особливе значення в умовах посухи або загущених посівів. Водночас занадто висока рослина може бути схильною до вилягання, що ускладнює збирання врожаю і негативно впливає на його якість.

Кожен сорт проса має генетично обумовлену висоту: існують як низькорослі, так і високорослі сорти. Оптимальна температура для росту проса становить 20–25 °С. Відхилення від цих значень можуть призупинити ріст або

призвести до деформацій рослин. Загущені посіви, як правило, сприяють формуванню низькорослих рослин.

Тип ґрунту, його родючість і структура також істотно впливають на висоту рослин. За умов достатнього зволоження рослини проса зазвичай формуються вищими. Натомість за дефіциту поживних речовин, особливо в перехідний період органічного виробництва, ріст може бути пригнічений. Це є особливо актуальним для операторів органічного виробництва в Україні, які часто стикаються з обмеженнями у використанні дозволених добрив і підживлень [107–109].

Тому обробка насіння та позакореневе підживлення органічними добривами – ефективний спосіб підвищення врожайності проса та покращення його якості. Правильно підібрані добрива у поєднанні з дотриманням технологічних вимог дозволяють отримати здорові, добре розвинені високорослі рослини навіть за умов органічного виробництва.

У результаті проведених досліджень у 2022–2024 рр. було встановлено, що висота рослин проса у фазу повної стиглості становила 80,6–84,0 см. Варіативність цього показника зумовлена як сортовими особливостями культури, так і застосуванням різних допоміжних продуктів та строками їх внесення. Значний вплив мали й погодні умови досліджуваних років. Зокрема, у 2024 році фіксували недостатню кількість опадів у літній період та підвищений температурний режим, що створювало несприятливі умови для росту рослин. Проте застосування допоміжних продуктів частково компенсувало вплив несприятливих гідротермічних факторів, забезпечивши формування оптимальної висоти рослин.

У сорту Омріяне за обробки лише насіння біологічними препаратами висота рослин становила 83,0–83,1 см. У разі позакореневого підживлення в періоди II, III та VIII етапів органогенезу рослини досягали висоти 82,3–82,6 см. Максимальні показники – 83,6–84,0 см – зафіксовано за умов комплексного застосування препаратів Біокомплекс–БТУ та Органік–Баланс, що на 2,2–2,6 см перевищувало контрольні значення (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Висота рослин проса, залежно від сорту та біопрепаратів, см,
середнє за 2022–2024 рр.**

Спосіб застосування	Сорти	
	Біла Альтанка	Омріяне
Контроль (без обробки ДП)	80,6	81,4
Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ґт. о.)	81,6	82,3
Органік–Баланс (II, III, VIII ґт. о.)	81,8	82,6
Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	82,1	83,0
Обробка насіння Органік–Баланс	81,9	83,1
Комплекс: Біокомплекс–БТУ	83,6	84,0
Комплекс: Органік–Баланс	83,4	83,6
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,2</i>	<i>0,3</i>

Упродовж періоду проведення досліджень 2022–2024 рр. у сорту Біла Альтанка показники висоти рослин становили 80,6–83,6 см. За умов позакореневого підживлення препаратом Біокомплекс–БТУ (у періоди II, III та VIII етапів органогенезу) висота рослин збільшувалася до 81,6 см, а при застосуванні Органік–Баланс (у ті самі етапи) – до 81,8 см, що на 1,0–1,2 см перевищувало контрольні значення.

Обробка лише насіння зазначеними препаратами також сприяла зростанню цього показника – до 81,9–82,1 см. Максимальну висоту рослин, як і у сорту Омріяне, зафіксовано у варіантах із комплексним застосуванням допоміжних продуктів, де вона досягала 83,4–83,6 см.

3.3. Фотосинтетичні характеристики посівів

Вибір стійких сортів є ключовим аспектом адаптивних систем землеробства. Використання сортів проса, що демонструють високу стійкість до посухи, засоленості та інших стресових чинників, дає змогу фермерам отримувати стабільні врожаї в умовах змінного клімату. Крім того, підвищення

родючості ґрунту шляхом застосування органічних добрив і покривних культур, таких як люпин або фацелія, сприяє поліпшенню якісного складу ґрунту та його агрохімічних властивостей, що позитивно впливає на вирощування проса.

Фенологічні характеристики проса відіграють важливу роль в адаптації культури до різних кліматичних умов. Глибоке розуміння цих процесів дає змогу розробляти ефективні технології вирощування проса і забезпечувати стабільні врожаї навіть за складних умов господарювання [110–111].

Високі врожаї сільськогосподарських культур із відповідними якісними показниками забезпечуються за умов оптимальної площі листкової поверхні, збалансованого її формування та структури. Розвиток листкової поверхні й формування високого фотосинтетичного потенціалу листя значною мірою залежить від обґрунтованості агротехнічних рішень, які забезпечують більш тривалу та ефективну роботу асиміляційної поверхні [94, 95].

Науковці, зокрема Степанченко Віталій, наголошують, що створення оптимальних умов для росту й розвитку рослин проса є критично важливим чинником, що безпосередньо впливає на приріст площі листкової поверхні й загальну продуктивність культури. Використання препаратів органічного походження для обробки насіння сприяє поліпшенню цих умов, що, своєю чергою, підвищує ефективність технологій вирощування проса. Правильний підбір і застосування таких препаратів здатні істотно вплинути на результати агрономічних заходів і забезпечити істотний приріст урожайності [96–99].

Дослідження, проведені Камінським В.Ф., Нікітенком М.П., Присяжнюком О.І., Мусічем В.В. та іншими, щодо фотосинтетичного потенціалу проса є вкрай актуальними, оскільки саме розуміння механізмів фотосинтезу є ключем до підвищення продуктивності аграрного виробництва та розробки стійких агротехнологій [112–115].

За даними Нікітенка М.П., застосування біодобрив (БІО-ГЕЛЬ, ХЕЛАФІТ-Комбі, Гумікор, Гуміам-01) і багатофункціональних комплексів сприяло зростанню фотосинтетичної активності проса завдяки стимуляції фізіологічних

процесів, поліпшенню живлення та водного режиму. Як наслідок, було зафіксовано підвищення урожайності [112].

Ремобілізація поживних речовин із листків до підземних органів багаторічних рослин є одним з основних механізмів сезонної зміни інтенсивності фотосинтезу. Завдяки цьому процесу рослини ефективніше використовують синтезовані органічні речовини та зменшують втрати поживних елементів, зокрема через опадання листя [116–118].

Фаза цвітіння є критично важливою для проса, адже саме в цей період спостерігається максимальна площа асиміляційної поверхні через інтенсивний ріст листя. Збільшення розмірів й кількості листків стимулює підвищення фотосинтетичної активності, що забезпечує рослину достатньою кількістю поживних речовин для формування повноцінного зерна. Однак після фази цвітіння площа листової поверхні поступово зменшується, а рослина переорієнтовує ресурси на налив зерна. Глибоке розуміння цих фізіологічних процесів є основою для формування ефективних агротехнічних прийомів за органічного виробництва [120, 124–125].

За результатами досліджень встановлено, що недостатня кількість світла в період наливу зерна знижувала фотосинтетичну активність проса. Це проявлялося у зменшенні маси зерна та погіршенні його якості, що пояснюється зниженням вмісту хлорофілу, що ускладнює фотосинтез – тобто процес поглинання й перетворення світлової енергії [121–123, 127].

У результаті досліджень встановлено, що умови живлення впливають на ефективніше використання асимілятів для розвитку листової поверхні в рослин проса (табл. 3.4).

Аналіз динаміки росту листової поверхні проса засвідчив, що максимальна площа асиміляційної поверхні досягається у фазу викидання волоті. Цей показник варіював у межах від 46,20 до 56,60 тис. м²/га залежно від сортових особливостей та умов застосування допоміжних продуктів в органічному виробництві.

Таблиця 3.4

**Закономірності формування площі листкової поверхні проса, тис. м²/га,
середнє за 2022–2024 рр.**

Спосіб застосування	Фаза розвитку		
	кущіння	викидання волоті	достигання
Біла Альтанка			
Контроль (без обробки ДП)	19,30	46,20	15,70
Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	21,61	51,74	17,58
Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	21,59	51,69	17,56
Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	22,27	53,31	18,11
Обробка насіння Органік–Баланс	22,19	53,13	18,05
Комплекс: Біокомплекс–БТУ	22,61	54,14	18,40
Комплекс: Органік–Баланс	22,58	54,05	18,36
Омріяне			
Контроль (без обробки ДП)	21,20	48,30	16,80
Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	23,85	54,33	18,90
Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	23,74	54,09	18,81
Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	24,44	55,68	19,37
Обробка насіння Органік–Баланс	24,38	55,54	19,32
Комплекс: Біокомплекс–БТУ	24,84	56,60	19,68
Комплекс: Органік–Баланс	24,80	56,51	19,65
<i>HIP</i> ₀₅ (способи обробки)	0,2	0,4	0,3
<i>HIP</i> ₀₅ (сорт)	0,6	0,5	0,6

У сорту Біла Альтанка на початкових етапах формування рослин площа листкової поверхні становила 19,30–22,58 тис. м²/га. За умов обробки насіння препаратом Біокомплекс–БТУ показник збільшився на 15,4 %, порівняно з контролем. Аналогічне підвищення спостерігалось і за обробки Органік–Баланс

– площа листків становила 22,19 тис. м²/га, що на 15,0 % більше від контрольного варіанта.

Максимальні значення площі листкової поверхні у сорту Біла Альтанка відмічено у фазу викидання волоті за комплексного внесення Біокомплексу–БТУ – 54,14 тис. м²/га.

У сорту Омріяне площа листкової поверхні була дещо вищою, порівняно з Білою Альтанкою – в середньому на 2 тис. м²/га на всіх етапах вегетації. Найвищі показники зафіксовано у фазу викидання волоті за комплексного застосування Біокомплексу–БТУ та Органік–Баланс – 56,51–56,60 тис. м²/га, що на 17,0–17,2 % перевищувало контрольні варіанти.

Як відомо, однією з характерних ознак завершення вегетаційного періоду проса є поступове зменшення площі листкової поверхні. Листки втрачають здатність до фотосинтезу, жовтіють та відмирають. Так, у сорту Омріяне цей показник зменшувався до 16,80–19,68 тис. м²/га, а у сорту Біла Альтанка – до 15,70–18,36 тис. м²/га.

Процес фотосинтезу в рослинах проса забезпечує утворення органічних речовин, які спочатку відкладаються у вегетативних органах – стеблах й листках. У другій половині вегетації ці речовини ремобілізуються та переміщуються до зерна. Отже, аналіз динаміки накопичення сухої речовини дозволяє оцінити ефективність фотосинтезу й вплив агротехнічних прийомів на врожайність.

Особливого значення в цьому контексті набуває впровадження органічних технологій, адже не всі агрозаходи, які ефективні за класичних умов ведення сільського господарства, є придатними для органічного виробництва.

У початкові періоди розвитку, зокрема на стадії повних сходів, рослини проса накопичували мінімальну кількість сухої речовини. Це було зумовлено здатністю проростків швидко отримувати поживні речовини, необхідні для подальшого росту й розвитку (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Особливості накопичення сухої речовини посівами проса, залежно від досліджуваних факторів, т/га, середнє за 2022–2024 рр.

Спосіб застосування	Фаза розвитку		
	кущіння	викидання волоті	дозрівання
Біла Альтанка			
Контроль (без обробки ДП)	0,90	5,60	12,40
Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	1,00	6,27	13,88
Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	1,00	6,28	13,91
Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	1,03	6,45	14,29
Обробка насіння Органік–Баланс	1,04	6,49	14,38
Комплекс: Біокомплекс–БТУ	1,06	6,60	14,63
Комплекс: Органік–Баланс	1,05	6,58	14,58
<i>НІР</i> ₀₅ (способи обробки)	0,03	0,02	0,02
Омріяне			
Контроль (без обробки ДП)	1,10	8,40	13,60
Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	1,23	9,43	15,27
Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	1,23	9,40	15,23
Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	1,26	9,68	15,68
Обробка насіння Органік–Баланс	1,26	9,66	15,64
Комплекс: Біокомплекс–БТУ	1,29	9,87	15,98
Комплекс: Органік–Баланс	1,28	9,82	15,91
<i>НІР</i> ₀₅ (способи обробки)	0,02	0,04	0,03
<i>НІР</i> ₀₅ (сорти)	0,6	0,5	0,6

Починаючи з фази кущення, було зафіксовано формування сухої речовини на рівні 0,9–1,29 т/га. За умов обробки лише насіння проса накопичення сухої речовини зросло на 15,0–15,2 % порівняно з контрольними варіантами й

становило 1,03–1,26 т/га. На контрольних ділянках цей показник коливався в межах 0,9–1,10 т/га залежно від сорту.

У фазу викидання волоті в сорту Біла Альтанка накопичення сухої речовини становило 5,60–6,60 т/га. Застосування допоміжних продуктів для органічного виробництва обумовило підвищення цього показника при обробці у вегетаційний період (II, III, VIII етапи органогенезу) до 6,28 т/га. Обробка лише насіння препаратами Біокомплекс–БТУ та Органік–Баланс забезпечувала підвищення рівня сухої речовини до 6,49 т/га. Максимальні значення накопичення сухої речовини – 6,60 т/га – було отримано за умов комплексного застосування препаратів, що на 17,9 % більше порівняно з контролем (5,60 т/га).

Щодо сорту Омріяне, то у фазу викидання волоті фіксували накопичення сухої речовини на рівні 8,40–9,87 т/га. Максимальні показники також отримано за умов комплексного застосування біологічних препаратів, що забезпечило приріст на 17,5 % у порівнянні з контрольними варіантами.

На момент повного дозрівання культури рівень накопичення сухої речовини становив 12,40–15,98 т/га, залежно від сортових особливостей, виду застосованих біологічних препаратів та технології їх використання. Найвищий показник – 15,98 т/га – було зафіксовано в сорту Омріяне при комплексному застосуванні препарату Біокомплекс–БТУ.

Проведені дослідження підтверджують, що фотосинтетична активність проса прямо пропорційна площі листової поверхні та тривалості міжфазних періодів. Чим довше листок зберігає функціональний стан, тим інтенсивніше проходять фотосинтетичні процеси. За оцінками вчених, оптимальний фотосинтетичний потенціал проса має становити не менше 2 млн м²/га протягом 100 днів вегетації. Цей показник значною мірою залежить від умов мінерального й біологічного живлення. За умов органічного виробництва одним із головних завдань операторів є отримання якісного врожаю без застосування синтетичних добрив та засобів захисту рослин, не дозволених органічними стандартами. У цьому контексті важливим є підтримання водно-фізичних, агрохімічних і біологічних властивостей ґрунту на оптимальному рівні. Саме тому біологічні

препарати виступають основним інструментом для успішного ведення органічного виробництва. Забезпечення оптимального фотосинтетичного потенціалу в подальшому визначає ефективність агросистеми й дає змогу досягти високої врожайності культури.

У результаті проведених досліджень у 2022–2024 рр. фотосинтетичний потенціал посівів проса в період від фази кушіння до викидання волоті коливався в межах 0,85–1,03 млн м²×днів/га (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Фотосинтетичний потенціал посівів проса, млн.м² × днів/га, залежно від сорту та біопрепаратів, середнє за 2022–2024 рр.

Спосіб застосування	Фаза розвитку	
	кушіння - викидання волоті	викидання волоті - дозрівання
Біла Альтанка		
Контроль (без обробки ДП)	0,85	0,95
Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	0,95	1,06
Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	0,95	1,06
Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	0,98	1,09
Обробка насіння Органік–Баланс	0,97	1,09
Комплекс: Біокомплекс–БТУ	0,99	1,11
Комплекс: Органік–Баланс	0,99	1,11
Омріяне		
Контроль (без обробки ДП)	0,88	1,13
Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	0,99	1,27
Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	0,98	1,26
Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	1,01	1,30
Обробка насіння Органік–Баланс	1,01	1,30
Комплекс: Біокомплекс–БТУ	1,03	1,32
Комплекс: Органік–Баланс	1,03	1,32

Найвищі абсолютні значення цього показника зафіксовано в сорту Омріяне у фазі викидання волоті – дозрівання, де фотосинтетичний потенціал сягав 1,32 млн $\text{м}^2 \times \text{днів/га}$ за умов комплексного застосування біологічних препаратів Біокомплекс–БТУ та Органік–Баланс.

У період інтенсивного росту та розвитку, зокрема у фазі викидання волоті та дозрівання, сорт проса Біла Альтанка продемонстрував значний фотосинтетичний потенціал. На контрольних варіантах цей показник становив 0,95 млн $\text{м}^2 \times \text{днів/га}$. Застосування біологічних препаратів для обробки насіння забезпечило зростання фотосинтетичної активності рослин до 1,09 млн $\text{м}^2 \times \text{днів/га}$. Найвищого значення фотосинтетичного потенціалу (1,11 млн $\text{м}^2 \times \text{днів/га}$) досягнуто за комплексного застосування біологічних препаратів. Це свідчить про позитивний вплив біопрепаратів на фотосинтетичний апарат рослин, стимуляцію ростових процесів та загальне підвищення продуктивності культури.

Одним із визначальних чинників, що впливають на фотосинтетичну активність проса, є система живлення. Фотосинтетичний вуглеводний обмін – важливий біохімічний процес, який безпосередньо пов'язаний з рівнем урожайності та якістю продукції. Раціональне використання азоту сприяє оптимальному балансу між водним режимом та засвоєнням поживних речовин, підвищуючи ефективність використання вологи рослинами [128–130]. Особливо актуальним це є за умов органічного виробництва, коли застосування мінеральних добрив обмежене, що помітно впливає на продуктивність культури [132].

Для комплексної оцінки ефективності фотосинтезу використовують показник чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ), який характеризує швидкість синтезу органічних речовин на одиницю площі листової поверхні з урахуванням витрат на дихання та опадання листя протягом вегетаційного періоду.

Оцінка ЧПФ свідчить, що обидва досліджувані сорти позитивно реагували на застосування біопрепаратів, проте сорт Омріяне демонстрував дещо вищі

значення. У фазі кушіння – викидання волоті цей показник становив 3,71–4,36 г/м² за добу, а у фазі викидання волоті – дозрівання – 6,52–7,66 г/м² за добу (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

**Чиста продуктивність фотосинтезу посівів проса, г/м² за добу,
в середньому за 2022–2024 рр.**

Спосіб застосування	Фаза розвитку	
	кушіння - викидання волоті	викидання волоті - дозрівання
Біла Альтанка		
Контроль (без обробки ДП)	3,51	6,06
Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	3,94	6,80
Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	3,93	6,78
Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	4,05	7,00
Обробка насіння Органік–Баланс	4,03	6,96
Комплекс: Біокомплекс–БТУ	4,12	7,12
Комплекс: Органік–Баланс	4,10	7,09
Омріяне		
Контроль (без обробки ДП)	3,71	6,52
Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	4,17	7,34
Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	4,15	7,30
Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	4,28	7,53
Обробка насіння Органік–Баланс	4,27	7,51
Комплекс: Біокомплекс–БТУ	4,34	7,64
Комплекс: Органік–Баланс	4,36	7,66

Для сорту Біла Альтанка у фазі кушіння – викидання волоті ЧПФ коливалася в межах 3,51–4,12 г/м² за добу. Застосування біопрепарату Біокомплекс–БТУ (у фазах II, III, VIII етапів органогенезу) забезпечило

зростання показника до 3,94 г/м² за добу. За обробки лише насіння досліджуваними біологічними препаратами середнє значення ЧПФ упродовж років досліджень становило 4,03–4,05 г/м² за добу. Для сорту Омріяне за аналогічних умов цей показник досягав 4,28 г/м² за добу.

У період викидання волоті – дозрівання чиста продуктивність фотосинтезу становила 6,06–7,12 г/м² за добу у сорту Біла Альтанка та 6,52–7,64 г/м² за добу у сорту Омріяне. Максимальні значення цього показника були зафіксовані за умов комплексного застосування препарату Біокомплекс–БТУ: у сорту Біла Альтанка – 7,12 г/м² за добу, у сорту Омріяне – 7,64 г/м² за добу, що відповідно на 17,2–17,5 % перевищує показники контрольних варіантів.

3.4. Рівень впливу біологічних препаратів та сортових особливостей на формування структури врожаю проса органічного

Аналіз структурних показників проса дає змогу детально дослідити механізми формування врожаю. Ці показники відображають складну взаємодію генетичних і екологічних чинників, які безпосередньо впливають на рівень продуктивності культури. Окрім кількісних характеристик, вагоме значення мають якісні показники зерна, що можуть суттєво варіювати залежно від технології вирощування та кліматичних умов. Особливо це актуально в умовах ведення органічного виробництва, де пріоритет надається якості продукції, а не лише її кількості. З огляду на дефіцит сертифікованого посівного матеріалу проса в Україні, деякі оператори органічного виробництва змушені використовувати власно вирощене насіння, щоб забезпечити відповідність законодавчим вимогам та стандартам ЄС щодо органічної продукції.

Показники структури врожаю проса суттєво залежать від сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов і технологічних заходів вирощування. В основі формування врожаю лежить продуктивність середньої частини волоті. Надходження поживних речовин у процесі онтогенезу та їх ефективне використання в поєднанні з продуктами фотосинтезу формують врожайність і якість зерна. Однією з характерних особливостей проса є нерівномірне

дозрівання зерен: у верхній частині волоті розміщені найбільші, але менш чисельні зерна, у той час як більшість зерна розташована в середній частині волоті, де воно дрібніше, але становить основну частину врожаю.

Формування посівних і продуктивних властивостей насіння – це складний біологічний процес, який чутливо реагує на вплив зовнішнього середовища. За органічного виробництва умови, що сприяють формуванню якісного насіння, можуть відрізнятися від умов, необхідних для досягнення максимальної урожайності. Такі чинники, як освітлення, температура, вологість і доступність поживних елементів, значною мірою визначають розвиток насіння від етапу закладання зародка до його дозрівання.

Згідно з результатами досліджень науковців ННЦ «Інститут землеробства НААН» (Вишнівський П.С., Юла В.М. та ін.), структура врожаю ярих зернових культур у технологіях органічного землеробства є варіативною та значною мірою залежить від агротехнічних умов. Зокрема, було доведено, що приорювання соломи позитивно впливає на окремі структурні елементи врожаю. За таких умов у проса фіксували підвищення озерненості волоті до 7,9 г, тоді як на контрольних ділянках цей показник становив лише 6,0 г. При цьому найбільший позитивний вплив спостерігався за приорюванням соломи пшениці. Також доведено, що використання сидератів сприяє формуванню довших і краще розгалужених волотей, що підтверджує високу продуктивність таких агроприймів. Внесення гумату калію також сприяло покращенню ростових процесів рослин, хоча ефективність цього заходу була нижчою порівняно з органічними добривами [148–149].

Згідно з дослідженнями Любчича О.Г., обробка насіння проса препаратом Азогран-нано сприяла підвищенню урожайності культури на 16,5–28,6 %, що зумовило покращення економічних показників вирощування проса [150].

У межах проведених досліджень у 2022–2024 рр. було встановлено позитивний вплив біологічних препаратів на показники структури врожаю проса за умов органічного землеробства. Довжина волоті в середньому становила 31,2–33,9 см. У сорту Біла Альтанка застосування допоміжних продуктів

органічного походження сприяло подовженню волоті на 0,8 см порівняно з контролем. Маса волоті варіювалася в межах 8,50–9,01 г. Найвищий показник маси волоті був зафіксований за внесення Біокомплексу–БТУ у II, III, VIII етапах органогенезу – 8,82 г. Обробка лише насіння також мала позитивний ефект – маса волоті зросла на 0,34–0,40 г, порівняно з контролем (таб. 3.8).

Маса зерна з однієї рослини у сорту Біла Альтанка коливалась у межах 7,60–8,05 г. Застосування елементів органічної технології позитивно вплинуло на цей показник: за умов комплексного використання допоміжних продуктів було зафіксовано його зростання на 5,8–6,0 % порівняно з контролем (8,04–8,05 г). Це свідчить про високу ефективність поєднання обробки насіння з позакореневим підживленням упродовж вегетаційного періоду.

Оцінюючи індивідуальну продуктивність рослин сорту Омріяне, слід зазначити, що за впровадження досліджуваних біопрепаратів показники були дещо вищими. Так, довжина волоті на контрольному варіанті становила 32,0 см, тоді як за обробки насіння препаратами Біокомплекс–БТУ та Органік–Баланс вона зростала на 1,2 см. Комплексне застосування препаратів (обробка насіння та позакореневе підживлення) забезпечило максимальну довжину волоті – 33,9 см.

Маса волоті у рослин сорту Омріяне становила 8,90–9,43 г. Підвищення цього показника, в межах 3,8–6,0 %, було обумовлено застосуванням біопрепаратів, що свідчить про їхній вплив на покращення ростових процесів і формування репродуктивних органів. За створення оптимальних умов вирощування було також зафіксовано зростання маси зерна з рослини до 8,42 г за використання Біокомплексу–БТУ та Органік–Баланс у фазах II, III та VIII етапів органогенезу.

За обробки лише насіння цей показник досягав 8,48 г, тоді як найвищі результати – 8,56–8,58 г – було отримано на ділянках, де досліджувані біопрепарати застосовували комплексно (обробка насіння + обробка рослин у вегетаційний період). Це на 5,7–5,9 % більше порівняно з контрольним варіантом, де маса зерна з однієї рослини становила 8,10 г.

Таблиця 3.8

**Структурні показники рослин проса, залежно від сорту та біопрепаратів,
середнє за 2022–2024 рр.**

Сорт	Спосіб застосування	Довжина волоті, см	Маса волоті, г	маса зерна з рослини, г	Маса 1000 зерен, г
Біла Альтанка	Контроль (без обробки ДП)	31,2	8,50	7,60	5,80
	Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	32,3	8,82	7,88	6,02
	Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	32,4	8,84	7,90	6,03
	Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	32,7	8,90	7,96	6,07
	Обробка насіння Органік– Баланс	32,6	8,88	7,94	6,06
	Комплекс: Біокомплекс–БТУ	33,0	9,01	8,05	6,14
	Комплекс: Органік–Баланс	33,0	8,99	8,04	6,13
Омріяне	Контроль (без обробки ДП)	32,0	8,90	8,10	6,20
	Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	33,2	9,23	8,40	6,43
	Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	33,2	9,25	8,42	6,44
	Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	33,5	9,32	8,48	6,49
	Обробка насіння Органік– Баланс	33,4	9,30	8,46	6,47
	Комплекс: Біокомплекс–БТУ	33,9	9,43	8,58	6,57
	Комплекс: Органік–Баланс	33,8	9,41	8,56	6,55
<i>НІР₀₅</i>		0,02	0,02	0,012	0,012

Маса 1000 насінин є досить вагомим показником, що характеризує не лише рівень врожайності культури а і його насіннєву продуктивність, що є важливо за ведення органічного виробництва. Зміни цього показника були обумовлені особливостями застосування біопрепаратів (рис. 3.5).

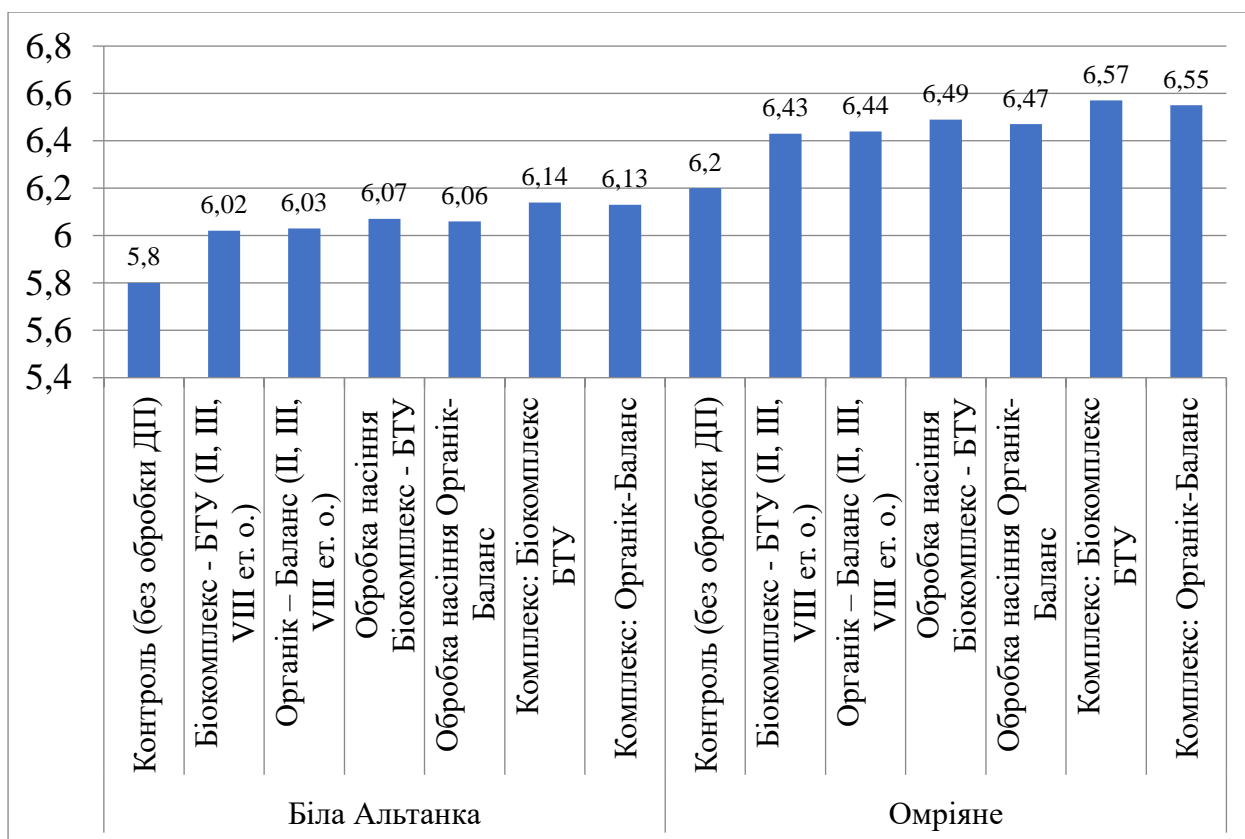


Рис. 3.5. Вплив біологічних препаратів на зміну маси 1000 зерен проса, г, середнє за 2022–2024 рр.

На контрольних варіантах маса 1000 зерен проса фіксувалася в межах 5,8–6,2 г. Застосування біологічних препаратів сприяло підвищенню цього показника на 3,8–6,0 % порівняно з контролем, залежно від способу їх внесення. Так, за обробки лише насіння препаратами Біокомплекс–БТУ та Органік–Баланс маса 1000 зерен збільшувалася до 6,06–6,49 г. За умови позакореневого підживлення у фазах II, III та VIII етапів органогенезу цей показник становив 6,02–6,44 г. Найвищі результати маси 1000 зерен було отримано за комплексного застосування досліджуваних біопрепаратів – 6,14–6,57 г, що на 0,34–0,37 г перевищувало контрольні варіанти.

Аналізуючи зміну показника маси 1000 зерен у розрізі за сортами впродовж років досліджень (2022–2024 рр.), слід відзначити, що сорт Омріяне продемонстрував дещо кращі результати – 6,20–6,57 г, тоді як у сорту Біла Альтанка маса 1000 зерен коливалась у межах 5,80–6,14 г. Це свідчить про

сортів перевагу Омріяне за даним показником, а також підтверджує позитивний ефект використання органічних допоміжних продуктів на посівних якість проса.

Висновки до третього розділу

Застосування біологічних препаратів позитивно впливає на посівні якості насіння проса. Передпосівна обробка насіння біопрепаратами Біокомплекс–БТУ та Органік–Баланс сприяла підвищенню енергії проростання до 92–93 %, а лабораторної схожості – до 95,3–96,7 %, що на 2–5 % вище порівняно з контролем. Це свідчить про ефективність біопрепаратів як альтернативи хімічним стимуляторам в умовах органічного виробництва.

Польова схожість і виживання рослин зростали при використанні біопрепаратів. Найвищих значень – до 91,8 % – досягнуто за комплексної дії обробки насіння і позакоренових підживлень. Застосування біостимуляторів активізувало фізіолого-біохімічні процеси, покращуючи польову схожість на 3–4 % та виживання на 2–6 %.

Комплексне застосування біопрепаратів забезпечило найкращу густоту стояння рослин до моменту збирання. У сорту Омріяне вона досягала 223,2 шт./м², у Білої Альтанки – 220,2 шт./м², що на 14–17 шт./м² перевищувало контрольні значення. Це свідчить про стабілізуючу дію біологічних препаратів протягом вегетаційного періоду.

Застосування біопрепаратів впливало на динаміку росту та тривалість вегетації. Для сорту Омріяне вегетаційний період подовжувався до 89 днів (на 2–3 дні довше контролю), що сприяло кращому наливанню зерна. У сорту Біла Альтанка тривалість зростала до 59 днів при внесенні біостимуляторів.

Висота рослин проса також зростала під впливом біопрепаратів. У сортів Біла Альтанка та Омріяне фіксували максимальну висоту – 83,6–84,0 см – за умови комплексної дії біопрепаратів, що на 2,2–2,6 см вище контролю.

Фотосинтетична активність посівів проса значно зростала при обробці біологічними препаратами. Площа листової поверхні у фазу викидання волоті

сягала 56,6 тис. м²/га (у сорту Омріяне) за комплексного застосування біостимуляторів. Чистий фотосинтетичний потенціал становив 1,32 млн м²×днів/га, що на 17 % перевищувало контроль.

Суттєво зростали темпи накопичення сухої речовини. На завершальних етапах вегетації сорти накопичували 14,58–15,98 т/га сухої речовини за умов обробки біостимуляторами, що на 15–20 % більше від контрольних варіантів.

Біопрепарати сприяли покращенню структури врожаю. Довжина волоті збільшувалася на 1,2–1,9 см, маса волоті – на 0,5–0,6 г, маса зерна з рослини – на 0,3–0,5 г. Маса 1000 зерен за комплексного застосування Біокомплексу–БТУ або Органік–Баланс досягала 6,14–6,57 г, перевищуючи контроль на 6,0 %.

Сорт Омріяне продемонстрував кращу реакцію на використання біопрепаратів порівняно з Білою Альтанкою. Це проявлялося у більш високій польовій схожості, біомасі, довжині волоті, фотосинтетичному потенціалі та структурних показниках урожаю, що свідчить про його високий адаптивний потенціал до органічних технологій.

РОЗДІЛ 4

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОСА ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Застосування добрив в органічному землеробстві забезпечує близько 30–40 % приросту врожаю сільськогосподарських культур, що є підтвердженням чинником ефективності таких агротехнологій [151–152]. В умовах зміни клімату, зокрема підвищення середньорічної температури повітря та збільшення частоти посух, в Україні зростає інтерес до вирощування проса як культури, стійкої до високих температур і дефіциту вологи. Просо демонструє здатність до формування стабільних врожаїв навіть у несприятливих гідротермічних умовах, що робить його перспективною культурою для регіонів із ризикованим землеробством.

Збільшення продуктивності та валового виробництва зерна круп'яних культур, зокрема проса, є пріоритетним завданням аграрного сектору України. Оптимізація технологій виробництва можлива шляхом селекції та широкого впровадження нових сортів проса, які характеризуються стабільно високим рівнем урожайності, підвищеною якістю зерна і крупи, а також адаптацією до місцевих кліматичних умов. Важливо також розробляти та впроваджувати адаптовані агротехнології вирощування з урахуванням сортових особливостей та екологічних умов конкретного регіону [153–154].

За результатами досліджень Грищенка Р.Є., Глієвої О.В., Любича О.Г., встановлено, що у формуванні якісних показників зерна проса провідну роль відіграють два ключові технологічні прийоми – передпосівна обробка насіння мікробіологічними препаратами та позакореневі підживлення рослин мікроелементами органічного походження. Застосування таких допоміжних засобів сприяло підвищенню маси 1000 зерен проса на 3,7–4,6 % порівняно з контролем (8,28 г), а також покращенню вмісту білка та клітковини в зерні [155].

4.1. Урожайність проса залежно від факторів досліду за органічного виробництва

Одним із основних показників, за якими можна оцінити ефективність впровадження технології, є врожайність досліджуваної культури. Стрімкі кліматичні зміни в Україні, зокрема часті посухи, створюють серйозні виклики для сільського господарства. Обмежене водозабезпечення суттєво впливає на планування, витрати та загальну діяльність виробників сільськогосподарської продукції.

В умовах підвищення середньорічної температури, зростання кількості бездощових днів, зливових опадів і зниження рівня ґрунтових вод, забезпечення рослин вологою набуває критичного значення для стабілізації та збереження врожайності. Саме тому за умов органічного виробництва особлива увага приділяється вибору культур та елементів технологій, здатних не лише забезпечити отримання якісного врожаю, а й сприяти підтримці родючості ґрунту.

Упродовж проведення досліджень показники врожайності проса значною мірою залежали від нерегульованих факторів, зокрема погодних умов, а також від застосування біологічних препаратів, умов їх внесення та сортових особливостей. Так, у 2022 році, за менш сприятливих погодних умов, було отримано дещо нижчі показники врожайності культури – на рівні 2,22–3,63 т/га. Натомість 2023 рік виявився більш сприятливим для реалізації біологічного потенціалу проса: врожайність становила 2,73–4,14 т/га.

Хоча просо демонструє високу стійкість до посухи, зниження температури повітря суттєво пригнічує його ростові процеси. Погодні умови 2022 року характеризувалися значними коливаннями. Весна була досить прохолодною (квітень–травень: 8,1–14,5 °C), що зумовило затримку початку активної вегетації ряду культур. У літній період відмічалися як посушливі періоди, так і фази з достатньою кількістю опадів, що вплинуло на неоднорідність показників урожайності проса – 2,22–3,63 т/га (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Урожайність сортів проса, залежно від застосування біопрепаратів, т/га

Сорт	Спосіб застосування	Роки			Середнє
		2022	2023	2024	
Біла Альтанка	Контроль (без обробки ДП)	2,22	2,73	2,52	2,49
	Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	2,98	3,49	3,28	3,25
	Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	3,02	3,53	3,32	3,29
	Обробка насіння Біокомплекс– БТУ	2,58	3,09	2,88	2,85
	Обробка насіння Органік–Баланс	2,52	3,03	2,82	2,79
	Комплекс: Біокомплекс–БТУ	3,48	3,99	3,78	3,75
	Комплекс: Органік–Баланс	3,47	3,98	3,77	3,74
Омріяне	Контроль (без обробки ДП)	2,46	2,97	2,76	2,73
	Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	3,17	3,68	3,47	3,44
	Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	3,20	3,71	3,5	3,47
	Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	2,72	3,23	3,02	2,99
	Обробка насіння Органік–Баланс	2,69	3,20	2,99	2,96
	Комплекс: Біокомплекс–БТУ	3,63	4,14	3,93	3,90
	Комплекс: Органік–Баланс	3,61	4,12	3,91	3,88
НІР ₀₅		0,04	0,06	0,05	0,02

Весна 2023 року була теплою (середньодобові температури у квітні–травні становили 8,7–14,7 °С) та вологою, що створило сприятливі умови для своєчасного посіву культури. Літній період відзначався помірними температурами та достатньою кількістю опадів, що позитивно вплинуло на розвиток рослин й сприяло формуванню високого врожаю – 2,73–4,14 т/га залежно від сорту та варіанту обробки.

Характеризуючи 2024 рік, слід зазначити, що агрокліматичні умови були відносно сприятливими для вирощування проса. Весна була ранньою, з поступовим підвищенням температур (12,4–15,8 °С у квітні–травні) та

задовільним вологозабезпеченням. Літній період характеризувався помірними температурними показниками та рівномірним розподілом опадів, що забезпечило стабільний розвиток культур. За таких умов урожайність проса становила 2,52–3,93 т/га, що підтверджує хорошу адаптацію культури до умов органічного виробництва.

У сорту проса Омріяне врожайність у середньому за роки досліджень була на рівні 2,73–3,90 т/га, що дещо перевищувало показники сорту Біла Альтанка – 2,49–3,75 т/га. Це свідчить про високий генетичний потенціал сорту Омріяне та його кращу адаптацію до умов з недостатнім зволоженням.

Застосування допоміжних продуктів в органічному виробництві справляло істотний вплив на формування врожайності. Зокрема, обробка насіння препаратами Біокомплекс–БТУ та Органік–Баланс забезпечувала підвищення врожайності до 2,79–2,96 т/га, що на 0,20–0,30 т/га більше порівняно з контрольними ділянками. Такі результати пояснюються покращенням стартового розвитку рослин, підвищенням польової схожості та виживання, а також активізацією біологічної активності ґрунту.

Позакореневе підживлення рослин у період вегетації – на етапах органогенезу II, III та VIII – також дало відчутний ефект: врожайність культури підвищилася до 3,25–3,47 т/га. Це свідчить про доцільність поетапного підживлення проса органічними біопрепаратами протягом усього вегетаційного періоду для підтримання оптимального рівня живлення.

Максимальні показники врожайності проса було отримано за умов комплексного застосування біологічних препаратів – як на етапі передпосівної обробки насіння, так і шляхом позакореневих обробок у ключові фази вегетації. За такого підходу врожайність сягала 3,74–3,90 т/га.

Закономірність підвищення врожайності пояснюється покращенням умов мінерального живлення, які створюються завдяки застосуванню дозволених в органічному виробництві допоміжних продуктів. Ці біопрепарати містять у своєму складі азотфіксувальні бактерії, фунгіцидні мікроорганізми широкого спектра дії, а також фосфор- й каліймобілізуючі ґрунтові бактерії, які ефективно

активізують доступні форми поживних речовин у ґрунті. Крім того, препарати сприяють покращенню структури ґрунту, підвищують його водоутримувальну здатність і зменшують ймовірність розвитку хвороб.

Не менш важливо, що застосування біопрепаратів сприяє зниженню вмісту шкідливих домішок у зерні проса, таких як миш'як, кадмій, свинець, що відповідає вимогам органічного виробництва та гарантує безпечність продукції для споживачів [156–159].

4.2. Якість зерна проса за органічного виробництва

Світовий ринок органічних продуктів, що оцінюється в понад 130 млрд доларів США, демонструє стабільне зростання на рівні 10 % щорічно. Основними споживачами органічної продукції є країни Європейського Союзу, Північна Америка та Японія. Зростання попиту обумовлене підвищенням обізнаності споживачів щодо здорового способу життя, екологічної безпеки та якості харчових продуктів. Сприяють розвитку органічного виробництва інноваційні технології, державна підтримка у вигляді субсидій і грантів, а також постійне збільшення кількості сертифікованих виробників. Перспективними напрямками залишаються виробництво органічного дитячого харчування, безглютенових продуктів і впровадження технологій штучного інтелекту для контролю якості продукції [160–165].

У науковому середовищі значну увагу приділяють вивченню якісних показників зерна сільськогосподарських культур, зокрема проса, за умов ведення органічного виробництва. Органічні технології створюють інші умови формування якісних ознак порівняно з класичними інтенсивними системами землеробства. Так, за результатами досліджень Ключевича М.М. та Столяра С.Г., ефективний захист проса від грибкових захворювань в органічному виробництві можливий шляхом комплексного застосування біопрепаратів. Було запропоновано обробку насіння біологічною сумішшю Псевдобактерін-2 та Ендوفіт L1, а також триразове обприскування посівів упродовж вегетації. Такий підхід забезпечував ефективність захисту на рівні

60–64,6 % та підвищував урожайність на 0,38 т/га. Крім того, спостерігалось зростання вмісту білка на 0,72–2,74 %, а жиру – на 0,07–0,17 % у порівнянні з контрольними варіантами [166–176].

Згідно з дослідженнями Мартинюк І.В. та Цимбал Я.С., системи органічного удобрення, що включають використання побічної продукції попередника, сидератів і біодобрив, забезпечили високу врожайність – до 4,42 т/га проса (на 18,9 % вище за контроль) та 1,72 т/га гречки (на 60,7 % вище за контроль). Зерно, вирощене в цих умовах, мало найвищий вміст білка (10,96 % у проса і 13,34 % у гречки) та жиру (3,50 % і 2,82 % відповідно) [177].

Сортові особливості проса також відіграють визначальну роль у формуванні якісних показників. Так, за результатами досліджень Мойсієнка В. В., вміст білка в зерні сорту Київське 96 становив 12,3 %, а у сорту Вітрило – 12,9 %. Варіював також вміст крохмалю (80,5–80,8 %) і жиру (2,8–3,1 %). Ці показники формуються під впливом як генетичних чинників, так і агроєкологічних умов: температурного режиму, вологості, освітлення, забезпеченості елементами живлення [178–180].

У результаті досліджень 2022–2024 рр. було встановлено, що вміст білка у зерні сорту Омріяне становив 10,01–11,24 %, а у сорту Біла Альтанка – 9,82–10,98 % (на абсолютно суху речовину). Внесення біопрепаратів позитивно впливало на цей показник. Зокрема, за обприскування посівів препаратом Біокомплекс–БТУ у фази органогенезу II, III та VIII, вміст білка зростав до 10,42–10,76 %, що на 0,6–0,7 % більше порівняно з контролем. Подібний ефект було зафіксовано за застосування Органік–Баланс у ті ж фази вегетації.

Обробка лише насіння сприяла підвищенню вмісту білка до 10,22–10,76 %, однак максимальних результатів досягли за комплексного підходу, коли поєднували передпосівну обробку насіння та позакореневе підживлення впродовж вегетації. У такому разі вміст білка сягав 10,96–11,24 %, що свідчить про ефективність біологічного методу живлення в умовах органічного землеробства (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**Показники якості зерна проса за органічного вирощування, середнє
за 2022–2024 рр., % на повітряно-суху речовину**

Сорт	Спосіб застосування	Білок	Жир	Клітковина	Крохмаль	P ₂ O ₅	K ₂ O
Біла Альтанка	Контроль (без обробки ДП)	9,82	3,30	6,32	58,38	0,62	0,42
	Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	10,42	3,48	3,40	58,32	0,62	0,43
	Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	10,47	3,40	6,43	58,36	0,62	0,43
	Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	10,27	3,40	6,38	58,40	0,63	0,42
	Обробка насіння Органік–Баланс	10,22	3,42	6,32	58,40	0,63	0,40
	Комплекс: Біокомплекс–БТУ	10,98	3,52	6,52	58,48	0,62	0,40
	Комплекс: Органік–Баланс	10,96	3,51	6,50	58,49	0,62	0,42
Омріяне	Контроль (без обробки ДП)	10,01	3,32	6,45	56,30	0,61	0,40
	Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	10,95	3,44	6,40	57,80	0,62	0,41
	Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	10,97	3,42	6,48	57,60	0,61	0,41
	Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	10,76	3,43	6,48	57,90	0,63	0,43
	Обробка насіння Органік–Баланс	10,74	3,42	6,45	57,80	0,60	0,43
	Комплекс: Біокомплекс–БТУ	11,22	3,55	6,65	58,0	0,63	0,42
	Комплекс: Органік–Баланс	11,24	3,50	6,62	58,0	0,63	0,42
HIP ₀₅		0,21	0,02	0,03	0,30	0,02	0,02

Вміст сирого жиру в зерні проса в роки проведення досліджень (2022–2024 рр.) становив у межах 3,30–3,55 % на повітряно-суху речовину. Деяко вищі значення було зафіксовано за умов комплексного застосування біологічних препаратів – 3,50–3,55 %. Позакореневе підживлення без попередньої обробки насіння сприяло накопиченню жиру на рівні 3,40–3,44 %. Такі результати свідчать про ефективність біологічних стимуляторів у підвищенні якісних показників продукції, що є особливо актуальним в умовах органічного виробництва.

Щодо клітковини, її вміст у зерні проса становив 3,32–6,65 % на повітряно-суху речовину. Максимальні показники зафіксовано за комплексного застосування препаратів Біокомплекс–БТУ та Органік–Баланс: у сорту Омріяне – 6,62–6,65 %, у сорту Біла Альтанка – 6,50–6,52 %. Такий рівень клітковини є важливим для формування харчової цінності зерна, оскільки клітковина впливає на засвоюваність поживних речовин і функціональну активність продуктів харчування.

Не зважаючи на різні методи обробки (обприскування вегетативної маси або передпосівна обробка насіння), вміст крохмалю в зерні залишався відносно стабільним. Зафіксовано незначне його зниження, що підтверджує існуючу у літературі залежність: зі збільшенням вмісту білка – крохмальність зерна дещо знижується. Вміст крохмалю в середньому становив 58,0 % на повітряно-суху речовину. Вважається, що фосфорні сполуки, зокрема нуклеопротеїди, фітин і цукрофосфати, відіграють ключову роль у синтезі та накопиченні крохмалю в зерні. Водночас, для достовірного підтвердження цієї гіпотези потрібні додаткові дослідження, які виходять за межі даної кваліфікаційної роботи.

Аналіз зольного складу зерна показав, що калій і фосфор є основними елементами мінерального живлення проса. Їхній вміст залишався стабільним упродовж трьох років досліджень: фосфор – на рівні 0,60–0,63 %, калій – 0,40–0,43 % на повітряно-суху речовину. Це свідчить про стійкість фізіологічних процесів, пов'язаних з акумуляцією зазначених макроелементів, навіть за умов органічного землеробства.

Одним із ключових питань у сфері органічного виробництва залишається проблема залишків пестицидів у готовій продукції. У рамках проведених досліджень визначення залишкової кількості пестицидів не проводилось, оскільки дослідне господарство є сертифікованим оператором органічного виробництва, який перебуває під постійним контролем відповідних органів. Відбір зразків зерна та зеленої маси здійснювався систематично, що гарантувало дотримання стандартів органічної сертифікації.

Разом з тим, слід зауважити, що навіть за умов дотримання всіх вимог органічного виробництва існує ризик вторинного забруднення продукції. Так, за результатами масштабного дослідження, проведеного на 100 фермах у Швейцарії, виявлено, що пестициди можуть зберігатися в ґрунті протягом десятиліть. Залишки хімікатів виявляли навіть на ділянках, які понад 20 років оброблялися виключно органічними методами. Ймовірними джерелами забруднення є повітряні потоки, ґрунтові води, непридатні до використання пестициди, які не були утилізовані належним чином, а також розташування ділянок поблизу старих складів отрутохімікатів. Встановлено, що залишки пестицидів здатні не лише потрапляти до продукції, а й негативно впливати на мікробіом ґрунту, знижуючи його родючість і біологічну активність [181–183].

Висновки до четвертого розділу

Просо є перспективною культурою для органічного виробництва, оскільки демонструє стабільну врожайність навіть за умов кліматичних стресів, зокрема посухи, високих температур і зниженого вологозабезпечення. За результатами трирічних досліджень урожайність культури становила 2,22–4,14 т/га залежно від погодних умов, сорту та варіанту застосування технологічних прийомів.

Сорт Омріяне проявив вищий потенціал продуктивності порівняно з Білою Альтанкою, зокрема за умов органічного виробництва, де середня врожайність становила 2,73–3,90 т/га проти 2,49–3,75 т/га у Білої Альтанки. Це вказує на його кращу адаптацію до стресових агрокліматичних умов і доцільність його широкого впровадження в системи органічного землеробства.

Застосування біопрепаратів (Біокомплекс–БТУ, Органік–Баланс) позитивно вплинуло на врожайність проса, незалежно від способу застосування. Найбільший ефект було зафіксовано при комплексному використанні – обробці насіння + позакореновому підживленні, що дозволило досягти врожайності на рівні 3,74–3,90 т/га. Усі форми внесення забезпечували суттєве підвищення продуктивності (на 0,20–0,80 т/га) порівняно з контролем.

Використання біопрепаратів забезпечувало не лише приріст урожайності, а й покращення стартового розвитку рослин, підвищення виживання, польової схожості та активацію біологічної активності ґрунту. Позакореневі підживлення у фази II, III, VIII органогенезу забезпечували підтримку рослин на критичних етапах розвитку та сприяли рівномірному формуванню продукції.

Якість зерна проса, вирощеного за органічною технологією, відповідає сучасним вимогам харчової безпеки та функціональної цінності. Вміст білка становив 10,01–11,24 %, жиру – 3,30–3,55 %, клітковини – 6,32–6,65 %, що є високими показниками для круп'яної продукції. Максимальні значення були досягнуті за комплексного використання біологічних препаратів, що підтверджує ефективність біологічного методу живлення.

Зольний склад зерна проса залишався стабільним протягом трьох років досліджень, незалежно від погодних умов чи способу внесення біопрепаратів, що вказує на сталу здатність культури до накопичення фосфору (0,60–0,63 %) та калію (0,40–0,43 %) у зерні, навіть в умовах органічного землеробства.

Просо як органічна культура має значний експортний потенціал завдяки високій якості зерна, відсутності залишків пестицидів та стабільній продуктивності. Водночас, збереження біологічної чистоти продукції потребує системного моніторингу і контролю за ризиками вторинного забруднення, включаючи історію використання ділянок, рух повітряних мас та інші фактори.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА

5.1. Економічна оцінка ефективності вирощування проса

Показники економічної ефективності вирощування проса за органічною технологією залишаються досить нестабільними, що зумовлено коливаннями ринкової кон'юнктури, впливом кліматичних змін, рівнем витрат на виробництво та якістю врожаю. Динаміка закупівельних цін на просо має безпосередній вплив на рентабельність його вирощування. Так, після різкого зростання цін у 2018 році рентабельність цієї культури значно зросла, однак уже в наступні роки її рівень знизився через нестабільність попиту та пропозиції на внутрішньому і зовнішньому ринках.

У 2022–2024 рр. ситуація на ринку проса залишалась нестабільною. Як зазначає директор ТОВ «Агрофірма „Поле“» Іван Томенко, хоча загальна площа посівів проса в Україні залишалася незначною, на ринку дефіциту не спостерігалось. Пропозиції формувалися під очікування трейдерів, а не переробників, що зумовлювало відкладений попит і певну невизначеність цінової політики. Фермери стримували продаж, очікуючи вигідніших умов. Ціна на просо в цей період варіювалася у межах 8 000–8 500 грн/т, що було вищим за показники минулого року. Особливості формування ціни на органічне просо також зумовлювалися скороченням попиту з боку європейських партнерів через загострення енергетичної та економічної кризи, зокрема в країнах ЄС [185].

Директор «Агрофірми Україна-Говтва» Григорій Чикриж зауважив, що виробники органічного соняшнику також зіткнулися зі зменшенням попиту. Падіння закупівельної ціни з 17 тис. грн/т до 11 тис. грн/т зумовило істотні економічні втрати для аграріїв. Разом із цим, він наголосив, що хоча врожайність за органічною технологією може бути нижчою на 25–30 %, відсутність витрат на пестициди та мінеральні добрива знижує собівартість продукції на 30–40 %, а

ціни на органічну продукцію – навпаки – вищі на 30–90 %, що дозволяє досягати прийняттого рівня рентабельності [186].

Підтвердженням доцільності застосування біологічних препаратів є також результати досліджень у Степовій зоні України. Зокрема, за умов посушливого клімату сорт проса Денвікське, оброблений препаратом Діазофіт та підживлений мікродобривами Нановіт Супер і Еколист, забезпечив урожайність до 3,2 т/га – на 0,5 т/га більше, ніж на контрольному варіанті. У результаті рентабельність вирощування зросла до 42 %, а собівартість зерна знизилася до 246 грн/ц. Це демонструє високий потенціал інтеграції мікробіологічних препаратів у технологічні схеми органічного виробництва [187, 188].

Органічне виробництво, окрім потенційної економічної вигоди, передбачає суворе дотримання законодавчих вимог. Щорічна сертифікація продукції та сільськогосподарських угідь є обов'язковою умовою згідно із Законом України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва...», а також у відповідності до Регламенту Європейського парламенту і Ради ЄС № 2018/848 від 30 травня 2018 року та Імплементативного Регламенту Комісії ЄС № 2021/1165 від 15 липня 2021 року. Витрати на сертифікацію, акредитацію лабораторій, аналіз продукції (зерна, зеленої маси) – також мають бути враховані в загальну економічну модель виробництва.

Цінова політика щодо біопрепаратів, які використовувалися у дослідженнях, є наступною: Біокомплекс–БТУ – 165 грн/л (2 л/т насіння, 0,8 л/га на вегетаційний період); Органік–Баланс – 198 грн/л (1,5 л/т насіння, 0,5 л/га на вегетаційний період); Ліпосам – 109 грн/л (0,3 л/т на насіння, 0,5 л/га на посіви).

На контрольних варіантах загальні виробничі витрати склали 22465–22482 грн/га. При застосуванні допоміжних продуктів ці витрати зростали, досягаючи максимуму в 23680–23697 грн/га при комплексному використанні препаратів (обробка насіння + обприскування посівів у II, III, VIII етапи органогенезу).

Проте найбільш інформативним показником при економічній оцінці ефективності технології є собівартість одиниці продукції, тобто 1 т зерна проса.

На контрольних варіантах вона становила 8235–9022 грн/т. Обробка насіння сприяла її зниженню до 7013–8261 грн/т. Ще нижчі значення зафіксовані при проведенні позакореневого підживлення – 6660–7019 грн/т. Найкращі показники досягнуто за комплексного застосування біопрепаратів – 6072–6331 грн/т (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування проса, за органічного виробництва

Сорт	Спосіб застосування	Всього витрат, грн./га	Вартість продукції, грн.	Умовно чистий прибуток, грн/га	Собівартість, грн/т	Рівень рентабельності, %
Біла Альганка	Контроль (без обробки ДП)	22465	42330	19865	9022	88
	Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	23085	55250	32165	7103	139
	Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	23095	55930	32835	7019	142
	Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	23045	48450	25405	8085	110
	Обробка насіння Органік–Баланс	23050	47430	24380	8261	105
	Комплекс: Біокомплекс–БТУ	23665	63750	40085	6310	169
	Комплекс: Органік–Баланс	23680	63580	39900	6331	168
Омріяне	Контроль (без обробки ДП)	22482	46410	23928	8235	106
	Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	23102	58480	35378	6715	153
	Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	23112	58990	35878	6660	155
	Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	23062	50830	27768	7713	120
	Обробка насіння Органік–Баланс	23067	50320	27253	7792	118
	Комплекс: Біокомплекс–БТУ	23682	66300	42618	6072	179
	Комплекс: Органік–Баланс	23697	65960	42263	6107	178

Таким чином, дослідження підтверджують доцільність інтеграції допоміжних продуктів у систему органічного виробництва проса. Їх застосування забезпечує не лише підвищення врожайності та якості продукції, а й покращення економічних показників – зниження собівартості продукції, підвищення прибутковості виробництва та забезпечення стабільної рентабельності, що особливо важливо в умовах ринкової нестабільності та кліматичних викликів

Максимальні показники умовно чистого прибутку були зафіксовані за умов застосування допоміжних продуктів Біокомплекс–БТУ та Органік–Баланс у комплексі – тобто як для обробки насіння, так і для позакореневого підживлення упродовж вегетації. За такої технологічної схеми значення прибутку становило 39990 – 42618 грн/га, а рівень рентабельності коливався у межах 168–179 %, що свідчить про високу ефективність використання біологічних препаратів в органічному виробництві.

Порівнюючи показники економічної ефективності між досліджуваними сортами проса, слід відзначити, що сорт Омріяне демонстрував дещо вищі значення умовно чистого прибутку порівняно з сортом Біла Альтанка. Це, ймовірно, зумовлено вищим потенціалом урожайності сорту Омріяне за однакових умов вирощування та технологічного забезпечення.

5.2. Енергетична оцінка ефективності вирощування проса

Для підвищення ефективності використання ресурсів у сільському господарстві, надзвичайно важливим є проведення енергетичних оцінок технологічних процесів, зокрема у системах органічного виробництва. Цей підхід дозволяє не лише оцінити загальне енергоспоживання, а й виявити найбільш енергоємні етапи технологічного процесу, оптимізувати використання ресурсів, знизити собівартість виробництва та мінімізувати негативний вплив на довкілля. За умов впровадження органічного землеробства енергетична оцінка набуває ще більшої актуальності, адже дозволяє обґрунтувати ефективність

біологічних методів підживлення і захисту рослин без використання традиційних хімічних засобів [189–190, 193].

Згідно з даними С.П. Полторецького, коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ) при вирощуванні таких сортів проса, як Веселоподільське 16, Золотисте, Омріяне, становить від 1,8 до 3,4, що свідчить про відносно високий рівень ефективності використання енергії навіть у класичних технологіях. А отже, застосування адаптованих до органічного виробництва рішень із біопрепаратами дозволяє суттєво підвищити цей показник в умовах Правобережного Лісостепу [192].

Серед ключових аспектів сучасного органічного виробництва виділяють пошук балансу між енерговитратами і біологічною віддачею культури, особливо в умовах зміни клімату. Збільшення частоти посух, зниження вологості ґрунту та підвищення середньорічних температур вимагає впровадження таких технологій, які забезпечують не лише високу врожайність, а й оптимальний енергетичний баланс. За дослідженнями вітчизняних і зарубіжних авторів, саме мінімізація механічного втручання, використання покривних культур, сидератів, а також біологічних стимуляторів дозволяє скоротити витрати палива і зменшити вуглецевий слід виробництва [194].

У результаті трирічних досліджень (2022–2024 рр.) встановлено, що витрати енергії на контрольних варіантах становили 9,45–10,54 ГДж/га. За умов застосування лише обробки насіння біопрепаратами, витрати збільшувалися до 10,56–11,14 ГДж/га, а при позакореновому підживленні у фазах II, III, VIII ет. о. – до 10,65–11,79 ГДж/га. Максимальні енерговитрати фіксувалися при комплексному застосуванні біопрепаратів Біокомплекс–БТУ та Органік–Баланс – 11,05–12,19 ГДж/га.

Водночас, енергетичний вихід з урожаю (тобто кількість енергії, яку містить зібраний врожай) становив 35,60–55,77 ГДж/га, що обумовлено як сортовими особливостями, так і впровадженими агротехнічними заходами. Таким чином, коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ), як співвідношення енерговиходу до енерговитрат, склав у сорту Омріяне – 4,5, а у сорту Біла

Альтанка – 4,8, що свідчить про високу енергетичну окупність агротехнологій із застосуванням дозволених біологічних засобів захисту і живлення рослин.

Таким чином, просо є перспективною культурою для енергозберігаючих та екологічно орієнтованих технологій органічного землеробства. Його здатність адаптуватися до стресових кліматичних умов, ефективно використовувати природні ресурси та демонструвати високий КЕЕ дозволяє рекомендувати його для впровадження у сталих агровиробничих системах [195–200] (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Енергетична ефективність вирощування проса

Сорт	Спосіб застосування	Збір енергії з врожаєм, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Біла Альтанка	Контроль (без обробки ДП)	35,60	9,45	3,7
	Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	46,47	10,65	4,3
	Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	47,04	10,70	4,3
	Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	40,75	10,56	3,8
	Обробка насіння Органік–Баланс	39,89	10,57	3,7
	Комплекс: Біокомплекс–БТУ	53,62	11,05	4,8
	Комплекс: Органік–Баланс	53,48	11,10	4,8
Омріяне	Контроль (без обробки ДП)	39,03	10,54	3,7
	Біокомплекс–БТУ (II, III, VIII ет. о.)	49,19	11,74	4,1
	Органік–Баланс (II, III, VIII ет. о.)	49,62	11,79	4,2
	Обробка насіння Біокомплекс–БТУ	42,75	11,14	3,8
	Обробка насіння Органік–Баланс	42,32	11,13	3,8
	Комплекс: Біокомплекс–БТУ	55,77	12,14	4,5
	Комплекс: Органік–Баланс	55,48	12,19	4,5

Між сортами проса також спостерігаються деякі відмінності в енергетичній ефективності щодо витрат енергії за різних способів обробки проса. Проте КЕЕ є аналогічними відповідно за досліджуваними факторами.

Висновки до п'ятого розділу

Вирощування проса за органічною технологією є економічно доцільним за умов раціонального підбору сортів та застосування адаптованих агрозаходів, зокрема біологічних препаратів. Показники умовно чистого прибутку за комплексного використання Біокомплексу–БТУ та Органік–Баланс сягали 39990–42618 грн/га при рівні рентабельності 168–179 %, що свідчить про високу ефективність таких технологій.

Сорт Омріяне мав перевагу над сортом Біла Альтанка за рівнем економічної ефективності, що зумовлено його вищим потенціалом урожайності за однакових умов вирощування. Максимальний прибуток для цього сорту було отримано при комплексному застосуванні біопрепаратів, де собівартість 1 т продукції становила лише 6072 грн/т, що на 26,3 % менше, ніж у контролі.

Застосування біопрепаратів у якості обробки насіння та позакореневого підживлення сприяло зниженню собівартості зерна до 6072–6331 грн/т, у порівнянні з контролем (8235–9022 грн/т), та підвищенню врожайності на 0,6–0,9 т/га. Це демонструє їх ефективність в умовах органічного виробництва та нестабільної ринкової кон'юнктури.

Енергетичний аналіз підтвердив доцільність використання допоміжних продуктів в органічному виробництві проса. Комплексне застосування біопрепаратів забезпечило найвищі показники збору енергії з врожаю (53,5–55,8 ГДж/га) та коефіцієнта енергетичної ефективності (КЕЕ 4,5–4,8), що значно перевищує контрольні варіанти (КЕЕ 3,7).

Порівняльна енергетична ефективність між сортами показала незначні відмінності, однак сорту Біла Альтанка притаманний дещо вищий КЕЕ за аналогічних умов (4,8 проти 4,5 у сорту Омріяне), що свідчить про його кращу

здатність конвертувати енерговитрати у продукцію за енергозберігаючих технологій.

Енергетична та економічна ефективність підтверджують перспективність проса як культури для сталого органічного виробництва. Його стійкість до посухи, здатність адаптуватися до змін клімату, позитивна реакція на біопрепарати та економічна окупність роблять просо конкурентоспроможною культурою у системах екологічного землеробства.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено науково обґрунтоване та практично апробоване вирішення актуального завдання – оптимізація окремих елементів технології вирощування проса за органічного виробництва в умовах Правобережного Лісостепу України.

1. Застосування біопрепаратів Біокомплекс–БТУ та Органік–Баланс за органічного землеробства суттєво впливало на всі ключові показники росту, розвитку та продуктивності проса. Особливо важливою була реакція культури на застосування біологічних засобів на ранніх етапах – перед сівбою та в критичні фази органогенезу, що закладають основу майбутнього врожаю.

2. Виявлено, що посівні якості насіння, обробленого біологічними препаратами, покращувались: енергія проростання у варіантах із застосуванням Біокомплексу–БТУ підвищувалась на 2,1–4,4 %, порівняно з контролем, а лабораторна схожість – на 1,0–3,6 %. Найвищі показники схожості були зафіксовані у варіантах з комплексною обробкою (насіння + обприскування), де лабораторна схожість сягала 94,4 %, що перевищувало контроль на 3,6 %. Це забезпечило більш дружні й рівномірні сходи, що є надзвичайно важливим для формування однорідного посіву в органічних умовах, де відсутній гербіцидний захист.

3. Зафіксовано, що польова схожість проса за обробки біопрепаратами також зростала: у варіантах, за комплексного застосування Біокомплексу–БТУ (обробка насіння + обприскування у фази II, III, VIII органогенезу) для сорту Омріяне, вона сягала 91,8 %, що на 4,1 % перевищувало контроль (87,7 %). У варіантах із застосуванням Органік–Баланс, за аналогічної схеми, польова схожість становила 90,5 % (на 3,0 % вище за контроль). Це супроводжувалося кращим виживанням рослин до фази кущення – на рівні 89,4–91,2 %, що свідчить про покращене засвоєння вологи й поживних речовин у критичний початковий період розвитку.

4. Визначено, що внаслідок застосування біологічних препаратів вегетаційний період проса подовжувався на 2–3 доби. Це достовірно пов'язано з

інтенсивнішим формуванням генеративних органів та підвищенням фотосинтетичної активності рослин, що, у свою чергу, забезпечувало повніше розкриття продукційного потенціалу кожної рослини.

5. Результати досліджень засвідчили, що у варіантах із застосуванням біологічних препаратів висота рослин проса досягала 83,4–84,0 см, що перевищувало контрольні значення на 2,2–2,6 см. Це свідчить про чітко виражений стимулюючий вплив біопрепаратів на вегетативний ріст. Одночасно спостерігалось активніше наростання листкової поверхні – у фазу викидання волоті її площа сягала 56,60 тис. м²/га, що забезпечувало фотосинтетичний потенціал 2435 тис. м²×днів/га та чисту продуктивність фотосинтезу до 7,66 г/м²/добу. Порівняно з контролем це на 18–22 % більше, що зумовило інтенсивніше накопичення органічної речовини.

6. Виявлено істотне підвищення рівня накопичення сухої речовини у фазу повної стиглості – у сорту Омріяне цей показник досягав 15,98 т/га, що на 3,58 т/га, або 28,9 %, перевищувало контрольні варіанти. Це є переконливим свідченням вираженого біостимулювального ефекту застосованих препаратів, а також ефективнішого перетворення фотосинтетичної енергії в продуктивну біомасу.

7. Результати досліджень засвідчили покращення структурних елементів урожаю під впливом біопрепаратів: довжина волоті сягала 33,9 см, маса волоті – 9,43 г, а маса зерна з однієї рослини – 8,58 г. Порівняно з контролем ці показники були вищими відповідно на 3,3–3,9 см, 1,47 г та 1,11 г. Це свідчить про істотне покращення морфоархітектоніки рослин та підвищення їхньої здатності формувати об'ємніші й продуктивніші генеративні органи.

8. Встановлено чітке зростання маси 1000 зерен проса у варіантах із комплексним застосуванням біологічних препаратів, зокрема в комбінаціях Омріяне + Біокомплекс–БТУ + Ліпосам та Омріяне + Органік–Баланс + Ліпосам, де маса 1000 зерен досягала 6,57 г, що на 0,67 г перевищувало контроль (5,90 г). У сорту Біла Альтанка найвищий показник маси 1000 зерен спостерігався у варіанті з Біокомплексом–БТУ без Ліпосаму – 6,21 г, що також перевищувало

контроль на 0,41 г.

9. Встановлено виражену сортову диференціацію за застосування біологічних препаратів. Сорт Омріяне продемонстрував істотно вищу ефективність, порівняно з сортом Біла Альтанка. Приріст урожайності зерна у варіантах із біопрепаратами становив 7,8–13,4 %, фотосинтетичні показники (зокрема площа листкової поверхні та ЧПФ) зростали на 6,2–9,5 %, а накопичення сухої біомаси перевищувало відповідні показники сорту Біла Альтанка на 1,2–1,6 т/га. Такі результати свідчать про вищу адаптивність сорту Омріяне до умов органічного виробництва, кращу реакцію на біологічну стимуляцію та доцільність його використання як основного сорту в органічному землеробстві Лісостепу України.

10. Біопрепарати Біокомплекс–БТУ і Органік–Баланс забезпечували суттєвий позитивний вплив на фітосанітарний стан посівів проса. Інтенсивність ураження рослин основними хворобами – сажкою та плямистістю – знижувалась на 27–42 %, порівняно з контрольними варіантами. Це надзвичайно важливо в умовах органічного землеробства, де використання синтетичних фунгіцидів заборонено. Крім того, ефективність дії біопрепаратів значно посилювалася за використання біоприлипача Ліпосам, який забезпечував кращу фіксацію робочого розчину на поверхні насіння та листків. Внесення препаратів з Ліпосамом дозволило додатково підвищити біометричні показники продуктивності на 6–9 % порівняно з варіантами без нього.

11. Виявлено сукупний позитивний ефект від застосування біологічних препаратів у поєднанні з адаптивним сортом Омріяне, що забезпечило досягнення найвищої врожайності зерна – 3,82 т/га. Це на 1,16 т/га або 43,6 % вище, порівняно з контрольними ділянками, де не застосовували біологічну стимуляцію. Такий результат є прямим доказом високої біологічної ефективності та рентабельності запропонованої технології, яка не лише відповідає екологічним вимогам органічного виробництва, а й дозволяє формувати стабільно високі врожаї продукції з поліпшеними якісними характеристиками.

12. Економічна ефективність технології з використанням біологічних препаратів була суттєво вищою порівняно з контролем. Так, за результатами економічного аналізу, рівень рентабельності у варіанті Омріяне + Біокомплекс–БТУ + Органік–Стандарт досягав 112,8 %, тоді як у контролі він не перевищував 71,2 %. Чистий прибуток із 1 га у цьому варіанті становив 39,4 тис. грн, що майже на 15,2 тис. грн вище, ніж без застосування біопрепаратів. Це підтверджує економічну доцільність інтеграції біостимуляторів у систему органічного вирощування проса.

13. Енергетична оцінка технологій свідчить про підвищення енергетичної ефективності при використанні біопрепаратів. У найпродуктивнішому варіанті (Омріяне + комплексне внесення біопрепаратів) коефіцієнт енергоефективності становив 3,96, що на 0,81 вище, порівняно з контролем (3,15). Це свідчить про раціональніше використання енергетичних ресурсів та оптимальні витрати на одиницю енергії продукції, що має велике значення для сталого землеробства.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою підвищення ефективності вирощування проса в системі органічного виробництва в умовах Правобережного Лісостепу України рекомендовано:

- застосовувати біопрепарати Біокомплекс–БТУ та Органік–Баланс у технології вирощування проса як ефективні біологічні засоби, що сприяють підвищенню енергії проростання насіння на 1,8–4,4 %, лабораторної схожості – на 1,0–3,6 %, польової схожості – на 3,0–4,1 %, виживання рослин – до 91,8 %, а урожайності – до 3,79 т/га, що на 28,9 % перевищує контрольні показники;

- застосовувати комплексну систему внесення біопрепаратів, що поєднує передпосівну обробку насіння та обприскування рослин у фази II, III та VIII органогенезу, з метою стимулювання ростових процесів, розвитку листової поверхні, збільшення фотосинтетичної активності посівів, приросту біомаси, та підвищення маси 1000 зерен;

- вирощувати сорт проса Омріяне, який в умовах органічного виробництва відзначився високою адаптивністю до біологічної стимуляції, стабільним формуванням продуктивного стеблостою, активним накопиченням біомаси та високим рівнем реалізації генетичного потенціалу урожайності.

.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бегей С.В. Екологічне землеробство: підручник. С.В. Бегей. – Львів: ПП"Новий Світ-2000", 2010. 429 с.
2. Берlach Н. А. Адміністративно-правові засади формування органічного напрямку у сільському господарстві України: монографія. Н. А. Берlach. К.: Нова Ідеологія. 2010. С. 398.
3. Вовк В.І. Сертифікація органічного сільського господарства в Україні: сучасний стан, перспективи, стратегія на майбутнє. Матеріали Міжнародного семінару «Органічні продукти харчування. Сучасні тенденції виробництва і маркетингу». Львів. 2004. С. 3.
4. Гармашов В.В. До питання органічного сільськогосподарського виробництва в Україні. В.В. Гармашов , О.В. Фомічова. Вісн . аграр . науки. 2010. №7. С.11–16.
5. Гудзь В. П. Адаптивні системи землеробства: підручник. В. П. Гудзь, І. Д. Примак та ін. К.: Центр учбової літератури, 2007. С. 334.
6. Закон України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text>
7. Державна цільова програма розвитку українського села на період до 2015 року URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1158-2007-%D0%BF>.
8. Кобець М. І. Органічне землеробство в контексті сталого розвитку. М.І. Кобець. Проект «Аграрна політика для людського розвитку». К., 2004. С. 22.
9. Органік в Україні [Електронний ресурс] / Федерація органічного руху України. URL: <http://organic.com.ua/>.
10. Органічне виробництво: має шанс подолати голод і глобальне потепління [Електронний ресурс]. Український органік журнал «Organic UA». URL: <http://organic.ua>.
11. Petljak, K. Istraživanje kategorije ekoloških prehrambenih proizvoda među vodećim trgovcima hranom u Republici Hrvatskoj, Tržište. Vol. 22. 2010. P. 93–112.

12. Офіційний сайт Міністерства аграрної політики та продовольства України. URL: <http://minagro.gov.ua/>.

13. Слюсар І.Т., Богатир Л.В., Єзерковський А.В. Вплив основного обробітку староорних органогенних ґрунтів на їхні водно-фізичні властивості та продуктивність жита озимого та гречки. Зб. наук. праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. К.: ФОП Корзун Д.Ю., 2016. Вип. 24. С. 127–133.

14. Кузьменко О.Б. Органічне землеробство як фактор євроінтеграції України. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2013. № 3. С. 151–155.

15. Органічне виробництво в Україні: реалії та перспективи. Agronews. Головні аграрні питання. Дата публікації 05 квітня 2017. URL: <https://agronews.ua/node/75635>

16. Камінський В.Ф. Наукові засади біологічного землеробства в умовах біологічного землеробства в умовах зміни клімату. Збірник наукових праць ННЦ «Інституту землеробства НААН», 2016. № 1. С. 3–15.

16. Стратегія розвитку сільського господарства та сільських територій в Україні на період до 2030 року.

17. Ринок органічних продуктів перестає бути нішевим. URL: https://organicinfo.ua/news/organic-no-longer-niche-arket/?utm_source=eSputnik-romo&utm_medium=email&utm_campaign=News_Febr_2024&utm_content=2065895299&utm_term=Organic,organicagriculture,organicfarming

18. Підсумки 2023 року в органічному секторі. URL: https://organicinfo.ua/news/results-of-2023/?utm_source=eSputnikromo&utm_medium=email&utm_campaign

19. Механізм забезпечення розвитку органічного аграрного виробництва в Україні. Н. Ляліна, Г. Матвієнко-Біляєва. Agricultural And Resource Economics: International Scientific E-Journal. 2019. Vol. 5, No. 2. P. 121–140.

20. Скидан О. В.. Формування регіональної політики розвитку органічного виробництва. Органічне виробництво і продовольча безпека. Житомир: Видавець О. О. Євенок, 2016. С. 16–26.

21. Уланчук В. С. Розвиток органічного виробництва в Україні. В. С. Уланчук, О. В. Жарун, С. Ю. Соколюк, С. П. Ткачук. Молодий вчений. 2017. № 3. С. 867 – 870.

21. Милованов Є. В. Регіональна підтримка органічного агровиробництва у світі. Є. В. Милованов. Науковий вісник Ужгородського Університету. 2018. Серія Економіка. Випуск 2 (52). С. 63–74.

22. Healthy food is nutritious, but organic food is healthy because it is pure: The negotiation of healthy food choices by Danish consumers of organic food. K. Ditlevsen, P. Sandoe, J. Lassen. Food Quality and Preference. Vol. 71, January 2019. P. 46–53.

23. Productivist or multifunctional: An activity theory approach to the development of organic farming concepts in Sweden. W. Świergiel, M. P. Querol, B. Rämert, M. Tasin [et al.]. Agroecology and Sustainable Food Systems. Vol. 42, 2018. Issue 2. P. 210–239.

24. Human health implications of organic food and organic agriculture: a comprehensive review

25. A. Mie, H. R. Andersen, S. Gunnarsson [et al.]. Environ Health. Oct. 27. 2017. P. 111.

26. Invited review: Organic and conventionally produced milk An evaluation of factors influencing milk composition. B. H. Schwendel, T. J. Wester, P. C. Morel [et al.]. J. of Dairy Sci. Vol. 98, Issue 2, February 2015. P. 721–746.

27. Buying ‘Organic’ to Get ‘Authenticity’? Or Safer and More Nutritious Food? Think Again. And Again. Henry I. Miller. Mo Med. 2019. Jan - Feb; 116(1). P. 8–11.

28. Польовий А.М. Оцінка впливу змін клімату на зміни агрокліматичних ресурсів Луганського регіону, умови росту та продуктивність сільськогосподарських культур і природної рослинності. Рекомендації щодо адаптації до цих змін : звіт. Одеса, 2012. С. 7.

29. Cline, William R. *Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country*. (Washington: Center for Global Development and Peterson Institute for International Economics), 2007.
30. Meenakshi Sushma. Improved heat tolerance and drought resistance help millet fight climate change. *Down To Earth*, 2017.
31. Elodie Blanc. The Impact of Climate Change on Crop Yields in SubSaharan Africa. *American Journal of Climate Change*, 2012, no.1, P. 1–13.
32. Tirthankar Bandyopadhyay, Mehanathan Muthamilarasan, Manoj Prasad. Millets for next generation climate-smart agriculture. *Front. Plant Sci*, 2017.
33. Івані Жужанна. Підвищення стійкості до зміни клімату сільськогосподарського сектору Півдня України. Сентендре, Угорщина. Жовтень, 2015. С. 5–7.
34. 2023 – рік проса: факти і особливості технології вирощування. URL: <https://superagronom.com/articles/645-2023--rik-prosa-fakti-i-osoblivosti-tehnologiyi-viroschuvannya>.
35. Averchev O., Fesenko H. Analysis of economic aspects of buckwheat, panicum and rice growing and production in central and eastern Europe and Ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2019. Vol 5. № 5. P. 213–221.
36. Averchev O., Nikitenko M. Use of digitalization in agricultural sector in monitoring for weather activity at climate change. *Azərbaycan Hidrotexnika və Meliorasiya Elm-İstehsalat Birliyinin 2020-ci ilə dair : Elmi əsərlər toplusu*. XLII cild. Bakı : “Elm”, 2021-ci il. P. 14–27.
37. Аверчев О.В., Нікітенко М.П., Аналіз виробництва проса в Україні. Формування сучасної парадигми розвитку агропромислового сектору в XXI столітті: колективна монографія Ч. 2 / відп. за випуск О. В. Аверчев. Львів. Торунь : Ліга-Прес, 2021. С. 674–704
38. Аверчев О.В., Нікітенко М.П., Йосипенко І.В., Агроекологічне обґрунтування доцільності вирощування гречки та проса у специфічних умовах рисової сівозміни. Сучасні технології та досягнення інженерних наук в галузі

гідротехнічного будівництва та водної інженерії: збірник наукових праць. 4-й випуск. Херсон: ХДАЕУ, 2022. С. 7–11 с.

39. Dyusibaeva E. N., Esenbekova G. T., Zhirnova I. A., Rysbekova A. B., Makhmudova C. K., Seitzkhodzhaev A. I., Zhakenova A. E. Assessment of millet genetic variability using molecular-genetic approach for increasing the efficiency of breeding. *Eco. Env. & Cons.* 2019. Vol. 25 (1). P. 410–415.

40. Milliano W. Frederiksen R., Bengston G. Sorghum and millets diseases: a second world review. India: International Crops Research Institute for the SemiArid Tropics, 1992. С. 378.

41. Habiyaremye C., Matanguihan J. B., Guedes J. D., Ganjyal G. M., Whiteman M. R., Kidwell K. K., Murphy K. M. Proso millet (*Panicum miliaceum* L.) and its potential for cultivation in the Pacific Northwest, US: a review. *Front Plant Sci.* 2017. No. 7. P. 1–17.

42. Просо: забуті переваги [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <http://www.agro-business.com.ua/component/content/article/732.html?ed=51>.

43. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин: [підр. для студ. вищ. навч. закл.] М.Я. Молоцький, Л.П. Васильківський, В.І. Князюк, В.А. Власенко. К.: Вища освіта, 2006. С. 463.

44. Maman N., Mason S., Sirifi S. Variety and management level influence on pearl millet production in Niger. *African Crop Science Journal.* 2000. № 8. P. 25–34.

45. Ritchie J.T. Cereal growth, development and yield. In *Understanding Options for Agricultural Production*. J.T. Ritchie, U. Singh, D.C. Godwid, W.T. Bowen. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 2008. № 14. P. 79–97.

46. Беленіхіна А.В., Костромітін В.М., Глибокий О.М. Адаптивність і екологічна пластичність сортів проса залежно від умов року. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області.* 2013. Вип. 15. С. 10-16. URL: http://nbuv.gov.ua/jpdf/Vcnzapv_2013_15_4.pdf.

47. Системи сучасних інтенсивних технологій: [Навчальний посібник]. В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, Л.М. Єрмакова, С.М. Каленська. Вінниця: ФОП Рогальська І.О. 2012. С. 370.

48. Пустова З.В. Кореляційні зв'язки між показниками морфології рослин, які впливають на врожайність проса в умовах південної частини західного Лісостепу України. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Вип. 12. Кам'янецьПодільський. 2004. С. 91–94.
49. Рудник-Іващенко О.І. Адаптивний потенціал проса. О.І. Рудник-Іващенко. Насінництво: науково - виробничий журнал. 2010. №1. С. 5–12.
50. Рудник-Іващенко О.І., Григоращенко Л.В. Залежність ознак урожайності проса від впливу кліматичних умов за фазами розвитку. Хімія. Агрономія. Сервіс: Всеукраїнське видання про сучасні агротехнології. 2011. № 8. С. 28–35.
51. Andrews D.J., Rajewski J.F., Mason S.C. Grain pearl millet: A new crop being Developed at UNL. Ext. Visions. 2013. № 2(1). P. 2–6.
52. Arif M., Ihsanullah S., Khan F., Sarhad J. Response of millet varieties to different planting methods. Agric. 2001. № 17. P. 159–163.
53. Перелік допоміжних продуктів та методів дозволених для використання в органічному виробництві з врахуванням вимог органічних стандартів Європейського Союзу. Галашевський С.О., Гавран І.І., Єзерковська Л.В. та ін.. Київ, 2024. 10 видання. С. 180.
54. Біотехнологічні підходи до вирощування товарної і насіннєвої екологічно чистої картоплі [М.В. Ковальчук, В.Б. Рязанцев, І.І. Костюк, Н.О. Козировська]. Основи молекулярно-генетичного оздоровлення людини і довкілля: Матеріали міжнародного форуму (Київ 31 травня-1 червня 2008). Київ, 2008. С. 96–100.
55. Каленська С.М., Черній В.М. Захист посівів проса від бур'янів за умов біологізації технології вирощування. Агробіологія, № 1. 2016. С. 13–18.
56. Бойко Л. Передумови розвитку органічного виробництва в Україні. Землевпорядний вісник. 2011. № 2. С. 30–35.
57. Organically and Conventionally Managed Soils: Biochemical Characteristics. Cardelli R., Levi-Minzi R., Saviozzi A., Riffaldi R.. J. of Sustainable Agriculture. 2004. V. 25(2). P. 63–74.

58. Cavigelli M.A., Teasdale J.R., Conklin A.E. Long-Term Agronomic Performance of Organic and Conventional Field Crops in the Mid-Atlantic Region. *Agronomy J.* 2008. V. 100. № 3. P. 785–794.

59. Любчик О.Г. Визначення біологічної ефективності застосування препарату «Гумат-гель»TM на посівах проса. Любчик О.Г., Грищенко Р.С., Глієва О.В. МАТЕРІАЛИ XI міжнародної науково-практичної конференції, 2020 року. «Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і справедливого продажу якісної органічної продукції». Вінниця, 2020. С. 67 – 69

60. Lori M, Symnaczik S, Mäder P, de Deyn G, Gattinger A. Organic farming enhances soil microbial abundance and activity—a metaanalysis and meta-regression. *PLOS ONE*. 2017. Jul 12;12(7):e0180442.

61. Єкель Г.В. Оцінювання ефективності використання виробничих ресурсів в органічних технологіях вирощування зернових культур. URL: <http://ir.kneu.edu.ua/bitstream/handle/2010/25392/ekel.pdf>;

62. Душко М.В., Лупеха І.М., Коваленко Г.В. Формування оптимальної виробничої структури підприємства за органічного виробництва сільськогосподарської продукції в Лісостепу. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». К. 2014. Вип. 1–2. С.149–157.

63. Буслаєва Н.Г. Використання виробничих ресурсів у технологіях вирощування органічної продукції. Буслаєва Н.Г., Ветрова Н.О. МАТЕРІАЛИ XI міжнародної науково-практичної конференції, 2020 року. «Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і справедливого продажу якісної органічної продукції». Вінниця, 2020. С. 84 – 86

64. Органік Стандарт. URL: <https://organicstandard.ua/clients>

65. Аверчев О.В. Хвороби та шкідники гречки : навч. посіб. Херсон : Грінь Д.С., 2011. С. 268.

66. Нікітенко М.П., Аверчев О.В. «Впровадження елементів біологізації в рослинництві як чинник підвищення кваліфікації в умовах глобальних змін клімату». Збірник тез IV Міжнародної науково-практичної конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та

освіти» – Україна, м. Київ (21 квітня 2021р.). С. 193–196. URL: <http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/6389>

67. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Захист рослин: екологічно обґрунтовані системи. Полтава : Камелот, 1999. С. 188.

68. Зінченко О.І., Алексєєва О.С. Біологічне землеробство : Навч. посіб. Київ : Вища шк., 1996. С. 239.

69. Шикула М.К. Біологізація землеробства в Україні як захід з підвищення родючості ґрунтів. М.К. Шикула. В кн.: Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні. К. : Урожай, 2000. С. 79–94.

70. Ходаківська О.В. Екологізація аграрного виробництва : монографія. О.В. Ходаківська. – К. : ННЦ «ІАЕ», 2015. – 350 с.

71. Ткачук В.І. Виробництво органічної продукції як пріоритетний напрям розвитку сільського господарства. В. І. Ткачук, М. І. Яремова. Органічне виробництво і продовольча безпека : матер. IV Міжнар. наук.-практ. конф. – Житомир : Видавець О.О. Євенок, 2016. – С. 385–390.

72. Ходаківська О. В. Органічне виробництво : світові тенденції та українські реалії. О. В. Ходаківська. Землевпорядний вісник. 2017. № 8. С. 32–37.

73. Довгань О. М. Органічне виробництво : сутність, об'єктивна необхідність, ефективність. О. М. Довгань, Я. В. Мандибура. Сталий розвиток економіки. 2013. № 1. С. 200–206

74. Сахненко А. С. Органічне тваринництво в Україні. А. С. Сахненко. Органічне виробництво і продовольча безпека : матер. III Міжнар. наук.-практ. конф. – Житомир : Вид-во «Полісся». 2015. С. 199–201.

75. Федоров М. М. Розвиток органічного виробництва : монографія. М. М. Федоров, О. В. Ходаківська, С. Г. Корчинська. – К. : ННЦ «ІАЕ», 2011. С.145.

76. Willingness to pay for pesticide reduction in the EU : nothing but organic? P. Bazoche, P. Combris, E. Giraud-Héraud, A. S. Pinto, F. Bunte, E. Tsakiridou.

European Review of Agricultural Economics. 2014. Vol. 41. Is. 1. P. 87– 109. URL: <https://doi.org/10.1093/erae/jbt011>.

77. Dankevych Y. Ecologically certified agricultural production management system development [Electronic resource]. Dankevych, V. Dankevych, O. Chaikin. Agricultural and Resource Economics : International Scientific EJournal. 2016. Vol. 2. No. 4. P. 5–16. URL: www.arejournal.com.

78. Jaime M. M. Interactions between CAP Agricultural and AgriEnvironmental Subsidies and Their Effects on the Uptake of Organic Farming. M. M. Jaime, J. Coria, X. Liu. American Journal of Agricultural Economics. 2016. Vol. 98. Is. 4. P. 1114–1145. URL: <https://doi.org/10.1093/ajae/aaw015>.

79. Karasova N. Organic production as an innovative trend in export-oriented development of Ukraine's agriculture. N. Karasova. Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development. 2014. Vol. 36. No. 2. P. 308–315. URL: <http://dx.doi.org/10.15544/mts.2014.027>.

80. Maslak A. The status and prospects of the organic agricultural products market in Ukraine. A. Maslak. Baltic Journal of Economic Studies. 2017. Vol. 3. No. 2. P. 81–85. 13. Terziev V. Entrepreneurship in organic production – an incentive for sustainable rural development [Electronic resource] V. Terziev. Agricultural and Resource Economics : International Scientific E-Journal. – 2016. – Vol. 2. – No. 4. Pp. 30–42. – Mode of access : www.are-journal.com.

81. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2017. eds. H. Willer, J. Lernoud. – Bio Suisse, FiBL, 2017. – 340 p.

82. Проект «Розвиток органічного ринку в Україні» URL: <http://www.ukraine.fibl.org/ua/ua-a-p.html>.

83. Ініціатива Міністерства аграрної політики та продовольства України. Базові матеріали, робоча група № 8.2 «Виробництво органічної продукції» URL: http://green.ucci.org.ua/wpcontent/uploads/2016/11/8_2_Basic_Material_UKR.pdf.

84. ОРГАНІК СТАНДАРТ. URL: <https://organicstandard.ua/clients/bfb445a8a1844576b3998cbccbca58a8>

85. Методика державного випробування сортів сільськогосподарських культур. Вид. 2, вип. 7. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Державна служба з охорони прав на сорти рослин. Український інститут експертизи сортів рослин. К.: Арефа, 2000.

86. Куперман Ф.М. Морфофізіологія рослин. Морфофізіологічний аналіз етапів органогенезу різних життєвих форм покритонасінних рослин. Вища школа, 1984. С. 240.

87. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вища школа, 1994. С. 334.

88. Методика визначення економічної ефективності використання в сільському господарстві результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій. [Баланюк І. Ф. , Барило С. І., Басун С. Р. та ін.] К.: Урожай. 1986. С. 32.

89. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 205 с.

90. Рудник-Іващенко О.І. Особливості фотосинтезу рослин проса посівного. О.І. Рудник-Іващенко Л.В. Григоращенко. Вісник аграрних наук. 2010. № 7. С. 35–38.

91. Волкогон В.В. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур: монографія В.В. Волкогон. – К. : Аграрна наука, 2007. С. 144

92. Буга Н.Ю., Яненкова І.Г. Перспективи розвитку органічного виробництва в Україні. Актуальні проблеми економіки. 2015. № 2. С. 117–125.

93. Полторецький С.П. Порівняльна оцінка впливу комплексної дії попередників і удобрення на посівні якості та врожайні властивості насіння проса / С.П. Полторецький // Зб. наук. пр. Уманського НУС. – Умань, 2014. – Вип. 84. Ч. 1: Агрономія. С. 21–31.

94. Каленська С. М., Черній В. П. Продуктивність посівів проса залежно від елементів біологізації технології вирощування. Наукові доповіді

Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2017. № 2 (66). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/8456/922>

95. Черній В. П. Урожайність проса за умов біологізації його вирощування у Правобезжному Лісостепу України. Вісник Житомирського агроєкологічного університету. 2015. № 2 (50). Т. 1. С. 458–464.

96. Степанченко Віталій. Фотосинтетична діяльність сортів проса. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції : збірник наукових праць міжнар. наук.-практ. конф. Ч.1. (20-21 березня 2019 р., м. Кам'янець-Подільський). – Тернопіль : Крок, 2019. С. 156 – 158.

97. Любич О.Г. Особливості сівби проса в Поліссі та Лісостепу в умовах весни 2020 р. <https://zemlerobstvo.com/news/osoblivosti-sivbi-prosa-v-polissi-talisostepu-v-umovah-vesni-2020-r/>

98. Василенко Р.М. Вплив способів сівби та норм висіву на продуктивність італійського проса (*setaria italica* maxma) в умовах півдня України - Таврійський науковий вісник №76 С. 45–49.

99. О.Л. Рудік, Н.М. Рудік, Л.А. Сергєєв, В.В, Чугак. Просо посівне в системі адаптації аграрного виробництва до глобальних викликів сьогодення. URL: <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/237>

100. Рудник-Іващенко О. І., Григоращенко Л. В. Залежність ознак урожайності проса від впливу кліматичних умов за фазами розвитку. Селекція і насінництво. 2010. № 98. С. 244–256.

101. Полторецький С. П. Особливості формування густоти насінницьких посівів сортів проса залежно від строку і способу сівби в умовах правобережного Лісостепу. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2013. № 82. С. 29–37.

102. Шевель В.І. Оцінка фотосинтетичної діяльності проса в умовах південного Степу України. Таврійський науковий вісник. 2016. №96. С. 129–134.

103. Полторецький С. П., Карпенко В. П. Посівні якості та врожайні властивості насіння проса за різного рівня азотного живлення. Збірник наукових

праць Уманського національного університету садівництва. Ч.1. Агрономія. 2012. №80. С. 159–169.

104. Холод С. Г. Залежність урожайності проса та її елементів від агрокліматичних умов зони вирощування. Вісник Центру наукового забезпечення агропромислового виробництва Харківської області. 2016. № 20. С. 75–83.

105. Данілова Н. В. Оцінка зміни агрокліматичних умов вирощування проса в південних областях України в зв'язку зі зміною клімату. Український гідрометеорологічний журнал. 2016. №17. С. 93–101. <https://doi.org/10.31481/uhmj.17.2016.11>

106. сисДанілова Н. В. Вплив зміни клімату на урожайність проса в лісостепу україниUkrainian hydrometeorological journal, 2020, 25, 63-73 doi: 10.31481/uhmj.25.2020.06

107. Шевель В.І. Висота рослин проса за різних строків сівби, фонів живлення та сортів. В.І. Шевель. Матеріали IV Міжнародної науковопрактичної конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур», с. Центральне, 21 квітня, 2016 р. С. 122–123.

108. Беленіхіна А. В. Врожайність сучасних сортів проса при взаємодії адаптивних факторів. Бюлетень Інституту сільського господарства Степової зони НААН України. Дніпропетровськ, 2012. № 3. С. 27–32

109. Беленіхіна А.В. Урожайність сучасних сортів проса залежно від погодних умов, фону живлення та способу сівби в умовах східної частини лісостепу України. Селекція і насінництво. 2012. Випуск 101. С.289 – 296.

110. Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Агроекологічне обґрунтування адаптивних технологій вирощування проса в глобальних умовах змін клімату. збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної конференції. НМЦ ВФПО. Київ, 2024. С. 154–157.

111. Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Біологічні особливості проса як фактори його адаптації до зміни клімату. Матеріали III Міжнародної науково-

практичної конференції «Сучасні технології агропромислового виробництва», 14 – 15 листопада 2024. Кропивницький. С. 87– 89.

112. Нікітенко М. П. Вплив багатофункціональних комплексних препаратів на фотосинтетичний потенціал проса посівного (*Panicum miliaceum* L.). Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. ХДАЕУ. Херсон: Вид. дім «Гельветика», 2023. Вип. 134. С. 361–367.

113. Камінський, В.Ф., Глієва О.В. Площа листкового апарату та фотосинтетична продуктивність посівів проса за різних рівнів мінерального живлення. Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН 3. 2014. С. 79–84.

114. Мусіч, В.В., Присяжнюк О.І. Закономірності зміни фотосинтетичних параметрів посівів проса прутоподібного за вирощування на маргінальних ґрунтах Правобережного Лісостепу України. Новітні агротехнології 10.2. 2022. doi: 10.47414/na.10.2.2022.270474

115. Taylor S.H., Lowry D.B., Aspinwall M.J. et al. QTL and drought effects on leaf physiology in lowland *Panicum virgatum*. BioEnergy Research. 2016. Vol.9, Iss.4. P.1241–1259. doi:10.1007/s12155-016-9768-5

116. Massey J., Antonangelo J., Zhang H. Nutrient dynamics in switchgrass as a function of time. Agronomy. 2020. Vol.10, Iss.7. Article 940. doi:10.3390/AGRONOMY1007094027.

117. Yang J., Preiser A.L., Li Z. et al. Triose phosphate use limitation of photosynthesis: short-term and long-term effects. Planta. 2016. Vol.243, Iss.3. P.687–698. doi:10.1007/s00425-015-2436-828.

118. Yang J., Udvardi M. Senescence and nitrogen use efficiency in perennial grasses for forage and biofuel production. Journal of Experimental Botany. 2018. Vol.69, Iss.4. P.855–865. doi:10.1093/JXB/ERX241

119. Рудник-Іващенко О.І. Вплив мінерального живлення на фотосинтез проса посівного. О.І. Рудник-Іващенко. Вісник аграрної науки, №2. – К., 2010. – С. 27-31.

120. Comprehensive Evaluation of Photosynthetic Performance of Foxtail

Millet Varieties and Screening of High Photosynthetic Efficiency Varieties. Yan Feng¹, Dong Yang¹, Zhao Fuyang¹, Hou Xiaomin¹, Li Qingquan¹, Wang Lida¹, Li Qingchao¹, Liu Yang¹, Zhang Lei², Liu Kai³. Journal of Henan Agricultural Sciences 2024, Vol. 53. Issue (5): 40-48.DOI: 10.15933/j.cnki.1004-3268.2024.05.005

121. Lu, H.B., Qiao, Y.M., Gong, X.C. et al. Influence of drought stress on the photosynthetic characteristics and dry matter accumulation of hybrid millet. *Photosynthetica* 53, 306–311. 2015. <https://doi.org/10.1007/s11099-015-0120-7>

122. Pavithra, K.S., Senthil, A., Babu Rajendra Prasad, V. et al. Variations in photosynthesis associated traits and grain yield of minor millets. *Plant Physiol. Rep.* 25, 418–425. 2020. <https://doi.org/10.1007/s40502-020-00525-5>

123. Bhatt, D., Negi, M., Sharma, P., Saxena, S. C., Dobriyal, A. K., & Arora, S. Responses to drought induced oxidative stress in five finger millet varieties differing in their geographical distribution. *Physiology and Molecular Biology of Plants*. 2011. 17(4), P. 347.

124. Flood, P. J., Harbinson, J., & Aarts, M. G. Natural genetic variation in plant photosynthesis. *Trends in Plant Science*. 2011. 16(6), P. 327–335.

125. Padulosi, S., Mal, B., King, O., & Gotor, E. Minor millets as a central element for sustainably enhanced incomes, empowerment, and nutrition in rural India. *Sustainability*. 2015 7(7), P. 8904–8933.

126. Zhang, L.G., Huang, L. et al. Photosynthetic and physiological responses of foxtail millet (*Setaria italica* L.) to low-light stress during grain-filling stage. *Photosynthetica* 55, 491–500. 2017. <https://doi.org/10.1007/s11099-016-0645-4>

127. Hao, X.Y., Li, P., Li, H.Y. et al. Elevated CO₂ increased photosynthesis and yield without decreasing stomatal conductance in broomcorn millet. *Photosynthetica* 55, 176–183. 2017. <https://doi.org/10.1007/s11099-016-0226-6>

128. ZHANG Ya-qi, LI Shu-wen, FU Wei, WEN Hong-da. Effects of nitrogen

application on yield, photosynthetic characteristics and water use efficiency of hybrid millet[J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizers, 2014, 20(5): 1119-1126. DOI: 10.11674/zwf.2014.0508

129. Yang, J., Zhao, H., & Zhang, T. Diurnal patterns of net photosynthetic rate, stomatal conductance, and chlorophyll fluorescence in leaves of field-grown mungbean (*Phaseolus radiatus*) and millet (*Setaria italica*). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 32(3). 2004. P. 273–279. <https://doi.org/10.1080/01140671.2004.9514306>

130. Sun, C. Q., Guo, Z. L., Qu, F., Wang, X. R., Lu, C. D. The influence of different fertilization conditions on chlorophyll content of hybrid millet. 2014. Crops, 72–76. doi: 10.16035/j.issn.1001-7283.2014.03.019

131. Reddy, Y. A. Nanja. Studies on photosynthetic rate, anatomical characters, and grain yield in finger millet genotypes. Current Journal of Applied Science and Technology. 2020, 39 (23). P. 31–39.

132. Book Millets and Other Potential Crops. Chapter. Millets in Organic Agricultural System. Nikumani Choudhury, Ajay, Md Salman A. Choudhury. 2024. 22 p., ISBN 9781003531937.

133. Khairwal IS, Rai KN, Diwakar B, Sharma YK, Rajpurohit BS, Bindu Nirwan and Ranjana Bhattacharjee. Pearl millet: Crop management and seed production Manual. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.2007. P. 104.

134. Костенко М.П. Біометричні показники та структура врожаю проса залежно від умов вирощування. Scientific Progress & Innovations. 2023. No 26 (2). С. 21–26.

135. Шакалій С.М. Вплив фонів живлення на формування продуктивності рослин проса Інтеграція освіти, науки та бізнесу в сучасному середовищі: літні диспути: тези доп. І Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 1-2 серпня 2019 р. С. 809–807

136. Маласай В.М. Просо в Україні / В.М. Маласай, А.Є. Стрихар. //Насінництво. 2011. № 5. С. 7–10.

137. Полторецький С. П. Агроекологічні умови формування врожайності та якості насіння проса/ С. П. Полторецький, В. Я. Білоножко, Н. М. Полторецька. вісник Черкаського університету. Серія : біологічні науки. - 2017. - № 1. - С. 76-82. - режим доступу: http://nbuv.gov.ua/ujrn/vchub_2017_1_13.

138. Полторецький С. П., Білоножко В. Я., Полторецька Н. М., Березовський А. П. Агробіологічні та екологічні основи насіння проса. Підбір попередників та оптимізація удобрення: моногр. 2016. Умань. С. 256.

139. Драган М. І., Любчич О. Г., Крупельницька І. М. Вплив агрометеорологічних умов на ріст і розвиток проса в лісі. *Journal of Agricultural Science*, 9, 2003. С. 23–27

140. Badgley, C. Organic agriculture and the global food supply. C. Badgley. *Renew. Agr. Food Syst.*, 2007. № 22. P. 86–108.

141. Connor, D. J. & Minguez, M. I. Evolution not revolution of farming systems will best feed and green the world. *Glob. D. J. Connor, M. I. Minguez. Food Secur.* 2012. № 1. P. 106–113.

142. Lotter, D. W. Organic agriculture. D. W. Lotter. *J. Sustain. Agr.*, 2003. – № 21. P. 59–128.

143. de Ponti, T., Rijk, B. & van Ittersum, M. K. Te crop yield gap between organic and conventional agriculture. de Ponti, T., Rijk, B. & van Ittersum, M. K. *Agr. Syst.*, 2012. – № 108. P. 1–9.

144. The World of Organic Agriculture, statistics and emerging trends 2016 Інтернет-ресурс: <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2016.html>

145. Рудник-Іващенко О. І. Просо. Особливості біології, фізіології, генетики: [монографія]. О. І. Рудник-Іващенко. – Інститут цукрових буряків, УААН. –Київ: Колобіг, 2009. С. 160.

146. Драган М. І. Оптимізація азотного живлення проса. М. І. Драган. Вісн. Полтав. держ. с.-г. ін-ту, № 1. 2001. С. 77–79.

147. Любчич О. Г. Особливості формування продуктивності та якості зерна проса залежно від умов азотного живлення на сірих лісових ґрунтах: автореф. дис. канд. с.-г. наук. О. Г. Любчич; Нац. наук. центр «Ін-т земл-ва

УААН». – Київ, 2008. С. 24.

148. Вишнівський П.С. Продуктивність ярих зернових культур у технологіях органічного землеробства. П.С. Вишнівський, В.М. Юла, О.Г. Любчич, В.В. Камінська, Р.Є. Грищенко, М.О. Дрозд. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». Випуск 2, 2015. С. 117 – 132.

149. Дерев'янський В. П., Сучек М. М., Каленська С. М., Токмакова Л. М. Ефективність біологічних препаратів при вирощуванні круп'яних культур в умовах Правобережного Лісостепу України (науково-практичні рекомендації). Самчики: Хмельницька ДСГДС ІКСГ НААН, 2015. С. 20.

150. Любчич О.Г. Ефективність застосування нанокompозитного комплексного бактеріального препарату Азогран у технології вирощування проса. Сільськогосподарська мікробіологія. 2020. Вип. 31. С. 57–63. URL: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.31.57-63>

151. Полторецький С. П. Порівняльне вивчення строків і способів сівби проса посівного на насінницькі цілі в Правобережному Лісостепу. С.П. Полторецький. Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодощовівництво». 2013. Вип. 9'13. С. 173–184.

152. Полторецький С. П. Оцінка залежності врожайності і показників якості насіння проса залежно від строку та способу сівби. Полторецький С. П., Полторецька Н. М. Вісник Полтавської державної аграрної академії. С. 29 – 31.

153. Гадзало Я.М., Камінський В.Ф. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія. Київ: Аграрна наука. 2016. С. 592.

154. Дегодюк Е.Г., Літвінова О.А., Ярмоленко Є.В., Дмитренко О.В. Вплив органічних добрив на родючість сірого лісового ґрунту. Агроекологічний журнал. 2019. №2. С. 31–35.

155. Грищенко Р.Є., Любчич О.Г., Глієва О.В.. Показники якості зерна проса за органічного вирощування за застосування біологічних препаратів. Матеріали XV міжнародної науково-практичної конференції. Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і справедливого продажу якісної органічної продукції, 5 листопада 2024 року. С. 26 – 26.

156. Іванюта С.П., Коломієць О.О., Малиновська О.А., Якушенко Л.М. зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. Доповідь. КИЇВ: НІСД, 2020, С. 110.

157. Омаров А.Е. Сучасний стан екологічної безпеки в Україні. Вісник НУЦЗУ. Серія «ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ». 2017. №2. С.156–164. doi.org/10.5281/zenodo.1038892.

158. Мартинюк І. В., Цимбал Я. С., Задубинна Є. В. Історія розвитку та провадження органічного виробництва сільськогосподарської продукції. Землеробство та рослинництво: теорія і практика. 2021. Вип. 2. С. 40–46.

159. Камінський В. Ф., Сайко В. Ф. Стратегія розвитку адаптивних систем землеробства і агротехнологій в Україні. Адаптивні системи землеробства і сучасні агротехнології – основа раціонального землекористування, збереження і відтворення родючості ґрунтів. Київ: ВП «ЕДЕЛЬВЕЙС», 2013. С. 5–24.

160. Kristiansen p., taji a., reganold j. Organic agriculture: a global perspective. Csiro publishing, collingwood, 2006. Url: <https://www.publish.csiro.au/book/5325>

161. Muller a., schade c., el-hage scialabba n. Et al. Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. Nature communications. 2017. Vol. 8. Iss. 1. Art. 1290. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01410-w>

162. Сенишин О. С. Органічне виробництво у системі агропродовольчого виробництва в Україні. Науковий вісник ужгородського національного університету. Серія «міжнародні економічні відносини та світове господарство». 2021. Вип. 36. С. 140–146. doi: <https://doi.org/10.32782/2413-9971/2021-36-25>

163. Fedchyshyn D. Theoretical bases of formation and development of agricultural organic production in 26 бізнесінформ № 2_2024 економіка закордонний досвід www.business-inform.net ukraine in modern economic conditions. Economics of agriculture. 2020. Vol. 67. No. 3. P. 939–953.

164. Yatsenko O., Ovcharenko A. Global organic food market: insights, challenges and opportunities. Lemima 2019 (19–21 april 2019). Belgrade, serbia p. 489–506. URL: https://ir.kneu.edu.ua/bitstream/handle/2010/32669/lem_19_2_489.Pdf?sequence=1.

165. Ткаченко О. С. Стан та перспективи органічного сільського господарства у регіонах України. Вісник полтавської державної аграрної академії. 2018. № 2. С. 49–54.

166. Галуцьких Н. А., Дідорчук І. Л. Сучасні тенденції на світовому ринку органічних продуктів. Бізнесінформ № 2_2024. С. 20–26. doi: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-2-20-26>

167. Kulyk Maksym, Shokalo Natalia, Dinets Olha. Morphometric indices of plants, biological peculiarities and productivity of industrial energy crops. Development of modern science: the experience of European countries and prospects for Ukraine: monograph. Edited by authors. 3rd ed. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2019: P. 411–431.

168. Ключевич М. М., Столяр С. Г., Мельничук А. О. Вплив біологічних препаратів на розвиток мікозів та урожайність проса в Поліссі України. Агробіологія. 2017. № 1 (131). С. 101–105. Столяр С. Г. Вплив строків сівби на розвиток хвороб та урожайність сортів проса в Поліссі України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2017. Вип. 90, ч. 1 : Сільськогосподарські науки. С. 272–281.

169. Ключевич М. М., Столяр С. Г. Вплив норм висіву насіння проса на розвиток грибних хвороб та урожайність культури в Поліссі України. Вісник Сумського національного агроєкологічного університету. Серія Агрономія і біологія. 2017. Вип. 2 (33). С. 108–112.

170. Столяр С. Г. Розвиток пірикуляріозу у посівах проса в Поліссі України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2018. Вип. 92, ч. 1 : Сільськогосподарські науки. С. 238–247

171. Столяр С. Г., Ключевич М. М. Стан та перспективи вирощування проса. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем АПК : матеріали Всеукр. наук.- практ. конф., 22 трав. 2013 р. Житомир : Інститут сільського господарства Полісся, 2013. С. 46–49.

172. Ключевич М. М., Столяр С. Г. Обсяг вирощування проса в Україні та перспективи його збільшення (Wielkość uprawy pszenicy na Ukrainie i perspektywy

jej wzrostu). Aktualne problemy w wspolczesnej nauki : miedzyn. konf. nauk. Sudsection: agronomia, 28–30.07.2013. Warszawa : Diamond trading tour, 2013. Sekcja 16 : Nauki rolnicze. S. 28–30.

173. Столяр С. Г., Ключевич М. М. Просо – перспективна культура органічного виробництва (Millet to obiecujaca kultura produkcji ekologicznej). Badania naukowe naszych czasow : zbior raportow naukowych. 29.10–31.10 2013. Katowice, 2013. Sekcja 4 : Rolnictwo ekologiczne. S. 9–10.

174. Ключевич М. М., Столяр С. Г. Біологічний метод – ефективний напрям захисту проса від хвороб в органічному виробництві. Екологія – основа збалансованого природокористування в агропромисловому виробництві : зб. тез Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 10–11 груд. 2013 р. Полтава : ПДАА, 2013. С. 126–129.

175. Столяр С. Г. Вплив біологічних препаратів на розвиток хвороб в посівах проса на Поліссі України. Органічне виробництво і продовольча безпека : матеріали доп. учасн. IV Міжнар. наук.-практ. конф., 12–13 трав. 2016 р. Житомир : О. О. Євенок, 2016. С. 228–231.

176. Столяр С. Г., Ключевич М. М. Розвиток кореневих гнилей проса посівного залежно від обробки насіння біологічними препаратами. Органічне виробництво і продовольча безпека : матеріали доп. учасн. VI Міжнар. наук.-практ. конф., 25 трав. 2018 р. Житомир : А. А. Євенок, 2018. С. 424–428.

177. Мартинюк І.В. Ефективність вирощування круп'яних культур у короткоротаційних органічних сівоzmінах Лівобережного Лісостепу України. Цимбал Я.С., Савченко С.Д., Савченко Є.Д. Вісник аграрної науки. 2024, № 11. С. 5 – 10.

178. Willer H., Lernoud J., Klicher L. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends. Bonn: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick and IFOAM – Organic International. 2013. 340 p.

179. Мойсієнко В.В., Тимошук Т. М. Оптимізація елементів технології вирощування *Panicum miliaceum* L. в умовах Полісся. Землеробство та рослинництво: теорія і практика. 2022. Вип. 4 (6). С. 39–47.

180. Мойсієнко В.В., Тимощук Т. М. Формування якісних показників зерна проса залежно від сортових особливостей. Матеріали науково-практичної конференції «Актуальні питання сьогодення та післявоєнного відновлення сільського господарства й екології: експертно-аналітичні складові формування продовольчої стратегії України» з нагоди 20-річчя УЛЯБП АПК НУБіП України. 2 жовтня 2023 року. С. 131 – 132.

181. Чому на органічних полях також є пестициди – американські вчені. <https://www.agronom.com.ua/chomu-na-organichnyh-polyah-takozh-ye-pestytsydy-amerykanski-vcheni/>

182. Екологічні ризики забруднення сільськогосподарської продукції непридатними пестицидами [Електронний ресурс]. І. М. Городиська, О. А. Слободенюк, Ю. С. Баранов, В. В. Монарх, Т. О. Моклячук, А. О. Білоус. Збалансоване природокористування. - 2013. - № 4. - С. 17-22. - URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zp_2013_4_5

183. Моделі екологічних ризиків спричинених забрудненням ґрунтів стійкими органічними пестицидами [Електронний ресурс]. О. І. Дребот, О. М. Моклячук, Т. О. Моклячук, В. В. Монарх. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Економіка і менеджмент. - 2013. - Вип. 12. - С. 203-207. - URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_ekon_2013_12_44

184. Оцінка екологічних ризиків у зонах впливу складів отрутохімікатів [електронний ресурс]. Л. І. Моклячук, І. М. Городиська, В. В. Монарх, О. М. Моклячук, Т. О. Моклячук. Збалансоване природокористування. - 2017. - № 3. - С. 145-150. URL: http://nbuv.gov.ua/ujrn/zp_2017_3_29

185. Рентабельність на рівні 20%: просо – це все ж страхова культура чи для заробітку? URL: <https://agroportal.ua/publishing/idei-dlya-biznesa/rentabelnist-na-rivni-20-proso-ce-vse-zh-strahova-kultura-chi-dlya-zarobitku>

186. Ничипорович, А. О. (1982) Фізіологія фотосинтезу і продуктивність. С. 7–38.

187. Органічне просо має стабільнішу реалізацію порівняно з іншими культурами. URL: <https://agrotimes.ua/agromarket/organichne-proso-maye->

stabilnishu-realizacziyu-porivnyano-z-inshymy-kulturamy/

188. Економічна ефективність використання мікробних препаратів та мікродобрив на різних сортах проса в умовах південного Степу України. Р. А. Вожегова, О. Л. Чекамова. Зрошуване землеробство. - 2017. Вип. 67. С. 27–30. URL: http://nbuv.gov.ua/u/jrn/zz_2017_67_10

189. Біоенергетична оцінка соргових культур. В.Л. Курило, О.В. Яланський, В.Л. Гамандій та ін. Зб. наук. пр. ІБКЦБ. 2012. Вип.14. С. 554–558.

190. Kalenska, S., Kashtanova, O., Kalenskyi, V., Hovenko, R., & Antal, T. Economic and energy efficiency of technologies for growing maize hybrids depending on the type and methods of applying fertilisers. *Plant and Soil Science*, 2022. 13(1), 7–16. DOI [https://doi.org/10.31548/agr.13\(1\).2022.7-16](https://doi.org/10.31548/agr.13(1).2022.7-16)

191. Бузовський Є. А. Інновації в оцінюванні енергетичної ефективності та енергоємності сільськогосподарського виробництва. Є. А. Бузовський, О. Д. Витвицька, Б. А. Скрипичеико. Агроінком. – 2008. – № 7/10. – С. 50–56

192. Полторецький С. П. Енергетична ефективність вирощування насіння проса. С. П. Полторецький. Вісник аграрної науки причорномор'я. - 2015. - вип. 1. - С. 115-120. URL: http://nbuv.gov.ua/u/jrn/vanp_2015_1_15.

193. Рудік О.Л. Енергетична оцінка елементів технології вирощування проса посівного як проміжної культури. Таврійський науковий вісник № 137. 2023. С 189 – 194

194. Energy use patterns of pearl millet (*pennisetumglaucum* (l.)) Production in haryana, india. Raveena Kargwal. *World* 2023, 4(2), P. 241–258; URL: <https://doi.org/10.3390/world4020017>

195. Energy budgeting and carbon footprint of pearl millet – mustard cropping system under conventional and conservation agriculture in rainfed semi-arid agro-ecosystem. Mukesh Choudhary, K.S. Rana, R.S. Bana, P.C. Ghasal, G.L. Choudhary, Praveen Jakhar, R.K. Verma. *Energy* Volume 141, 15 December 2017, P. 1052-1058 URL: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.09.136>

196. Millets and sorghum as promising alternatives to maize for enhancing climate change adaptation strategies in the Mediterranean Basin. Lorenzo Negri, Sara

Bosi, Antonio Fakaros a , Francesca Venturaa , Serena Magagnoli, Antonio Masetti , Francesco Lami , Giulia Oliveti , Giovanni Maria Poggi, Laura Bertinazzi, Giovanni Dinelli. Contents lists available at ScienceDirect Field Crops Research. Contents lists available at ScienceDirect Field Crops Research journal homepage: www.elsevier.com/locate/fcr . URL: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109563>

197. Sustainable farming and soil health enhancement through millet cultivation: a review. International Journal of Plant & Soil Science Volume 36, Issue 3, P. 222-233, 2024; Article no.IJPSS.111937 ISSN: 2320-7035. doi: 10.9734/ijpss/2024/v36i34418

198. Branca G, Lipper L, McCarthy N, Jolejole MC. Food security, climate change, and sustainable land management. A review. Agronomy For Sustainable Development. 2013;33:635-650.

199. Muthamilarasan M, Prasad M. Small millets for enduring food security amidst pandemics. Trends in Plant Science. 2021;26(1):33-40

200. Saxena R, Vanga SK, Wang J, Orsat V, Raghavan V. Millets for food security in the context of climate change: A review. Sustainability. 2018;10(7):2228

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ***Статті у наукових фахових виданнях України:***

1. **Федорченко М.М.**, Карпук Л.М. Ефективність допоміжних продуктів за органічного виробництва проса. *Агробіологія*. 2023. № 2. С. 60–66. DOI: 10.33245/2310-9270-2023-183-2-60-66 (65 %, виконання експерименту, аналіз та опис результатів, підготовка статті).

2. **Федорченко М.М.**, Карпук Л.М. Особливості формування фотосинтетичних показників посівів проса за органічного виробництва у Правобережному Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2024. № 32. С. 63–73. DOI: 10.47414/np.32.2024.324679 (65 %, виконання експерименту, аналіз та опис результатів, підготовка статті).

3. Карпук Л.М., **Федорченко М.М.** Вплив допоміжних продуктів в органічному виробництві на посівні якості та врожайні властивості насіння проса. *Агробіологія*. 2024. № 2. С. 43–50. DOI: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-43-50 (65 %, виконання експерименту, аналіз та опис результатів, підготовка статті).

Матеріали науково-практичних конференцій:

4. Хахула В.С., Карпук Л.М., Примак І.Д., Єзерковська Л.В., Караульна В.М., Павліченко А.А., Федорук Ю.В., Тітаренко О.С., **Федорченко М.М.** Особливості розвитку органічного виробництва в Україні. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту». *Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві*. (20 жовтня 2022 р.). Біла Церква: Білоцерківський національний аграрний університет. 2022. С. 49–50.

5. **Федорченко М.М.**, Карпук Л.М. Вирощування проса за органічного виробництва. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції магістрантів і молодих вчених «Наукові пошуки молоді у XXI столітті».

Інноваційні технології в агрономії, землеустрої та садово-парковому господарстві: (26 жовтня 2023 року). Білоцерківський НАУ. С. 62–63.

6. Карпук Л.М., **Федорченко М.М.** Вплив біопрепаратів на продуктивність проса, за органічного виробництва. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції *«Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку присвяченої видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я. – засновникам наукової школи з селекції та виробництва пшениці і картоплі»* (28 березня 2024 року, м. Біла Церква). С. 164–166.

ТОВ «АГРІЛАБ»
Україна, 17600, Чернігівська обл.
смт. Варва, вул. Зарічна, 3а



тел.: +380 67 465 49 09
E-mail: office@agrilab.com.ua
www.agrilab.com.ua

ПРОТОКОЛ ВИМІРЮВАНЬ
№ 090706603/15597 від 03.11.2021 р.

Замовник:
ім. Т.Г. Шевченка ПСП
Код замовника: 15597
№ договору: -

№ поля: Т 1
Площа: 150.6 га
Метод і спосіб відбору зразків:
Автоматичним пробовідбірником AgriSoilSampler з використанням GPS,
елементарна ділянка 10 га, h=0-30см

Вимірювання проведено:
WARD, Laboratories, Inc., США
Дата відбору зразків: 06.10.2021 р.
Дата вимірювань: 19.10.2021 р.

Номер зразка	рН (1:1) ґрунту	рН буф.	Розчинні солі, ммоль/см	Орг. речовина, %	Нітрати (NO ₃), мг/кг	Фосфор (P), мг/кг	Амонійно-ацетатний буфер, мг/кг				Сірка (S), мг/кг	ДТРА				Сума катіонів, мг-екв/100г	Насиченість основами, %				
							K	Ca	Mg	Na		Zn	Fe	Mn	Cu		H	K	Ca	Mg	Na
1	6.2	6.6	0.12	2.7	6.1	71	139	2103	216	19	9	0.42	55.5	19.5	0.77	17.1	25	2	62	11	0
2	6.2	6.6	0.17	3.2	7.9	65	126	2180	213	21	9	0.41	42.5	17.0	0.56	17.1	23	2	64	10	1
3	5.6	6.3	0.23	3.1	22.6	97	205	1797	188	17	8	0.43	77.7	19.7	0.75	18.5	40	3	48	8	0
4	5.7	6.3	0.17	3.3	17.7	66	119	2059	195	17	14	0.37	60.4	14.1	0.62	19.2	36	2	54	8	0
5	5.8	6.4	0.18	3.2	15.5	58	109	2153	172	23	10	0.31	56.7	14.6	0.60	18.2	31	2	58	8	1
6	6.0	6.6	0.18	3.1	16.3	43	99	2289	182	20	8	0.26	37.9	10.7	0.57	17.4	24	1	65	9	1
7	6.0	6.4	0.11	3.3	2.0	52	130	2070	217	18	10	0.36	66.3	24.0	0.84	18.5	32	2	56	10	0
8	5.7	6.3	0.15	3.3	3.5	70	152	2210	224	19	13	0.40	69.2	25.0	0.81	20.5	35	2	54	9	0
9	5.9	6.4	0.12	3.3	3.0	55	126	1948	187	21	13	0.34	64.2	21.8	0.76	18.1	35	2	53	9	1
10	5.2	6.0	0.20	3.1	41.3	85	110	1863	193	22	13	0.39	72.6	24.0	0.81	21.4	47	1	44	7	0
11	5.8	6.4	0.17	3.2	13.2	46	104	2107	176	20	14	0.30	60.3	15.1	0.64	18.3	32	1	58	8	0
12	5.3	6.0	0.21	3.4	25.3	69	127	1985	191	23	14	0.34	70.2	22.3	0.74	21.7	45	2	46	7	0
13	5.5	6.2	0.20	3.3	25.5	66	127	1982	205	24	17	0.30	69.9	20.9	0.83	19.9	40	2	49	9	1

Примітки: 1. Результати вимірювань стосуються тільки поля зазначеного в цьому документі.
2. Без оригіналу підпису протокол вважається не дійсним.

Головний агрохімік

Тарасенко О. В.

АКТ

впровадження науково-технічного досягнення (НТД) як результат закінченої
науково-дослідної роботи (НДР)

1. Назва НДР, що впроваджується: елементи технології вирощування сортів проса Біла Альтанка та Омріяне, спрямовані на формування високого потенціалу продуктивності за органічного виробництва, а саме: комплексне застосування біопрепаратів Біокомплекс-БТУ та Органік-Баланс, що поєднує передпосівну обробку насіння та обприскування рослин на II, III та VIII етапах органогенезу культури.
2. Яким закладом вищої освіти одержано НТД та запропоновано до впровадження, і його авторка: Білоцерківський національний аграрний університет, Федорченко М.М.
2. Коли і ким прийнято рішення про впровадження НТД: вченою радою агробіотехнологічного факультету Білоцерківського національного аграрного університету.
3. Назва господарства і його адреса, де проводиться впровадження: ПСП і. м. Т. Г. Шевченка Київська обл., Обухівський р-н., с. Тростинка вул. Хмельницького Б., будинок, 4.
4. Рік і обсяг впровадження (план, фактично): у 2024 році план 1,5 га, фактично 1,5 га.
5. Отримано фактичний економічний ефект від впровадження на одиницю (га, голову, машину і т. п.) і на весь обсяг впровадження: порівняно з прийнятою в господарстві технологією вирощування проса отримано на всю площу додаткового прибутку 9,0 тис. грн.

Акт складено 01 лютого 2025 року

Представник ЗВО здобувач


Микола ФЕДОРЧЕНКО

Керівник господарств


В.В. Метельський



АКТ

впровадження науково-технічного досягнення (НТД) як результат закінченої
науково-дослідної роботи (НДР)

1. Назва НДР, що впроваджується: елементи технології вирощування сортів проса Біла Альтанка та Омріяне, спрямовані на формування високого потенціалу продуктивності за органічного виробництва, а саме: комплексне застосування біопрепаратів Біокомплекс-БТУ та Органік-Баланс, що поєднує передпосівну обробку насіння та обприскування рослин на II, III та VIII етапах органогенезу культури.

2. Яким закладом вищої освіти одержано НТД та запропоновано до впровадження, і його авторка: **Білоцерківський національний аграрний університет, Федорченко М.М.**

3. Коли і ким прийнято рішення про впровадження НТД: **вченою радою агробіотехнологічного факультету Білоцерківського національного аграрного університету.**

Назва господарства і його адреса, де проводиться впровадження:
Сквирська дослідна станція органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН Київська обл., м. Сквиря, вул. Селекційна, буд. 1

4. Рік і обсяг впровадження (план, фактично): **у 2023 році план 1,5 га, фактично 1,5 га.**

5. Отримано фактичний економічний ефект від впровадження на одиницю (га, голову, машину і т. п.) і на весь обсяг впровадження: **порівняно з прийнятою в господарстві технологією вирощування проса отримано на всю площу додаткового прибутку 8,0 тис. грн.**

Акт складено 31 січня 2024 року

Представник ЗВО здобувач,



Микола ФЕДОРЧЕНКО

Керівник господарства

