

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ФЕДОРЧЕНКО ЯРОСЛАВА ОЛЕГІВНА

УДК 663.63:631.5/9

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

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.

Ярослава ФЕДОРЧЕНКО

Науковий керівник:

Леся КАРПУК, доктор с.-г. наук, декан
агробіотехнологічного факультету БНАУ

АНОТАЦІЯ

Федорченко Я.О. Удосконалення елементів технології вирощування гречки 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, 2026.

Дисертацію присвячено вирішенню актуального науково-прикладного завдання – удосконаленню елементів технології вирощування гречки за органічного виробництва в умовах Правобережного Лісостепу України.

Мета досліджень полягала у встановленні закономірностей формування продуктивності гречки та науковому обґрунтуванні ефективності застосування біопрепаратів і окремих елементів технології вирощування культури в системі органічного землеробства. Для досягнення поставленої мети передбачалося вирішення комплексу завдань, зокрема: оцінка впливу біопрепаратів на посівні якості насіння; дослідження росту й розвитку рослин; визначення показників фотосинтетичної діяльності посівів; аналіз формування структури врожаю та рівня продуктивності гречки залежно від досліджуваних факторів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні особливостей формування продуктивності гречки в умовах органічного виробництва за використання біопрепаратів, уточненні їх впливу на посівні якості насіння, ріст і розвиток рослин та фотосинтетичну діяльність посівів. Обґрунтовано ефективність поєднання передпосівної обробки насіння та позакореневого застосування біологічних препаратів упродовж вегетації як важливого чинника підвищення продуктивності культури. Дістали подальшого розвитку наукові підходи до оптимізації елементів технології вирощування гречки в системі органічного землеробства.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні та науковому обґрунтуванні ефективних елементів технології вирощування гречки

за органічного виробництва, що забезпечують підвищення врожайності та покращення якісних показників продукції. Запропоновані технологічні рішення можуть бути впроваджені у виробництво в господарствах різних форм власності, зокрема в умовах Правобережного Лісостепу України, та сприяють підвищенню ефективності ведення органічного землеробства.

Здійснено системний аналіз наукових джерел щодо особливостей функціонування органічного землеробства, зокрема в частині вирощування круп'яних культур, який показав, що в умовах обмеження або повної відмови від синтетичних засобів хімізації вирішальне значення мають біологічні чинники регуляції продукційного процесу. Узагальнено сучасні підходи до біологізації технологій вирощування сільськогосподарських культур, згідно з якими застосування біопрепаратів забезпечує інтенсифікацію мікробіологічних процесів у ґрунті, покращення доступності елементів живлення, стимуляцію ростових процесів та підвищення адаптивності рослин до абіотичних стресів. Встановлено, що ефективність органічних агросистем значною мірою залежить від оптимального поєднання агротехнічних прийомів і біологічних засобів.

Наведено комплексну характеристику умов проведення досліджень, які формують типовий агрокліматичний потенціал Правобережного Лісостепу України: ґрунти – чорноземи типові з вмістом гумусу на рівні 3,5–4,5 %, середнім забезпеченням рухомими формами фосфору і калію; гідротермічні умови – нестійке зволоження, нерівномірний розподіл опадів упродовж вегетації, що обумовлює ризики зниження продуктивності гречки. Обґрунтовано схему досліду, яка включала варіанти передпосівної обробки насіння та позакореневого застосування біопрепаратів у різні фази росту й розвитку рослин, що дозволило комплексно оцінити їх дію.

Описано систему технологічних заходів вирощування гречки за органічного виробництва, включаючи поверхневий та основний обробіток ґрунту, оптимальні строки сівби, густоту стояння рослин, а також застосування біопрепаратів шляхом обробки насіння й обприскування посівів. Визначено методичні підходи до оцінки посівних якостей насіння (енергія проростання,

лабораторна схожість), біометричних показників (висота рослин, площа листової поверхні), фотосинтетичних параметрів (фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу) та показників продуктивності.

Встановлено, що передпосівна інокуляція насіння біопрепаратами забезпечує істотне покращення його посівних якостей: енергія проростання зростає на 4–9 % (до 95,6 %), лабораторна схожість – на 5–10 % (до 99,1 %) порівняно з контрольними варіантами, що сприяє формуванню більш вирівняних й дружних сходів. Встановлено, що за комбінованого застосування біопрепаратів польова схожість досягає 82,2 %, а виживання рослин – 94 %, що на 5–6 % перевищує контроль. Показано, що використання біологічних препаратів упродовж вегетації активізує ростові процеси: висота рослин збільшується до 109,8–113,0 см (на 8–20 % більше контролю), а площа листової поверхні у фазу цвітіння досягає 38,0–41,5 тис. м²/га (зростання на 12–57 %), що свідчить про формування потужнішого асиміляційного апарату.

Поглиблений аналіз фотосинтетичної діяльності показав, що за використання біопрепаратів фотосинтетичний потенціал посівів зростає на 10–20 % й досягає 1,85–1,96 млн м²×днів/га, а чиста продуктивність фотосинтезу – на 8–18 % (до 5,98 г/м² за добу). Встановлено підвищення ефективності використання фотосинтетично активної радіації, що забезпечує інтенсивніше накопичення органічної речовини. Підтверджено наявність тісного кореляційного зв'язку між основними елементами продукційного процесу: коефіцієнт кореляції між площею листової поверхні, фотосинтетичним потенціалом й врожайністю становить $r = 0,72-0,91$, що свідчить про системний характер дії біопрепаратів.

Встановлено закономірності формування врожайності культури залежно від досліджуваних факторів. Застосування біопрепаратів сприяє збільшенню кількості суцвіть на рослині до 21,5–23,0 шт. (на 10–18 % більше контролю), кількості зерен – до 165–178 шт. (на 12–20 %), маси зерна з рослини – до 5,2–5,8 г (на 15–25 %), маси 1000 насінин – до 26,5–28,5 г (на 5–12 %). Доведено, що найбільш результативним є поєднання передпосівної обробки насіння з

позакореневим внесенням біопрепаратів, яке забезпечує приріст урожайності на 0,3–0,7 т/га (15–30 %) порівняно з контролем. Максимальний рівень продуктивності (2,30 т/га) отримано у сорту Син-3/02 за комплексного застосування гумату калію.

Встановлено, що використання біопрепаратів сприяє стабілізації продукційного процесу за контрастних погодних умов років досліджень, зменшує варіабельність врожайності та підвищує адаптивність агрофітоценозів. Оптимізація елементів технології забезпечує ефективніше використання ресурсів середовища, що проявляється у підвищенні коефіцієнта використання факторів росту та більш повній реалізації біологічного потенціалу культури.

Економічною оцінкою встановлено доцільність застосування біопрепаратів: рівень рентабельності зростав на 10–20 %, а за оптимальних варіантів досягав 168,2 %, при цьому умовно чистий прибуток становив до 40 390 грн/га. Енергетичний аналіз засвідчив підвищення ефективності використання ресурсів: коефіцієнт енергетичної ефективності досягав 2,24. Виявлено позитивний агроекологічний ефект, що проявляється у підвищенні біологічної активності ґрунту, зниженні антропогенного навантаження та забезпеченні екологічної безпечності продукції, зокрема відсутності залишків пестицидів.

На основі отриманих результатів обґрунтовано практичні рекомендації щодо впровадження удосконалених елементів технології вирощування гречки в умовах органічного землеробства, які передбачають застосування біопрепаратів у системі передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення як ефективного інструменту підвищення продуктивності, якості продукції та стабільності виробництва.

Ключові слова: гречка, органічне виробництво, біопрепарати, технологія вирощування, врожайність, фотосинтетична діяльність, посівні якості насіння, ріст й розвиток рослин, структура врожаю, ефективність.

SUMMARY

Fedorenko Ya.O. Improvement of elements of buckwheat cultivation technology under organic production in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Qualification scientific work as 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, 2026.

The dissertation is devoted to solving an actual scientific and applied problem – improving the elements of buckwheat cultivation technology under organic production in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

The aim of the research was to determine the regularities of buckwheat productivity formation and to scientifically substantiate the effectiveness of biological preparations and selected technological elements within an organic farming system. To achieve this goal, a complex of tasks was addressed, including evaluation of the effect of biological products on seed quality, analysis of plant growth and development, assessment of photosynthetic activity, and investigation of yield formation and productivity depending on the studied factors.

The scientific novelty lies in identifying the features of buckwheat productivity formation under organic production using biological preparations and clarification their influence on seed quality, plant growth, and photosynthetic performance. The effectiveness of combining pre-sowing seed treatment with foliar application of biological products during the growing season has been substantiated as a key factor in increasing crop productivity. Scientific approaches to optimizing buckwheat cultivation technology under organic farming have been further developed.

The applied relevance of the obtained results consists in the development and scientific substantiation of effective technological elements of buckwheat cultivation under organic production, which ensure increased yield and improved product quality. The proposed technological solutions can be implemented in farms of various forms

of ownership, particularly in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, contributing to improved efficiency of organic farming.

A systematic analysis of scientific literature demonstrated that under reduced or eliminated use of synthetic inputs, biological factors play a decisive role in regulating crop productivity. Modern approaches to the biologization of crop production technologies indicate that the application of biological products enhances soil microbiological activity, improves nutrient availability, stimulates plant growth processes, and increases resistance to abiotic stress factors.

The experimental conditions were characterized by typical agroclimatic features of the Right-Bank Forest-Steppe: chernozem soils with 3.5–4.5 % humus content and moderate nutrient supply, as well as unstable moisture conditions and uneven precipitation distribution during the growing season. These conditions allowed for a comprehensive assessment of the effectiveness of the studied technological approaches.

It was established that pre-sowing inoculation of seeds with biological preparations significantly improves sowing qualities: germination energy increased by 4–9 % (up to 95.6 %), and laboratory germination by 5–10 % (up to 99.1 %) compared to control, ensuring more uniform seedling emergence. Under combined application, field germination reached 82.2 % and plant survival 94 %, exceeding control by 5–6 %.

The application of biological products during vegetation enhanced plant growth: plant height reached 109.8–113.0 cm (8–20 % higher than control), and leaf area increased to 38.0–41.5 thousand m²/ha (by 12–57 %), indicating the formation of a more developed assimilation apparatus.

Photosynthetic activity was significantly intensified: photosynthetic potential increased by 10–20 % (up to 1.85–1.96 million m²×days/ha), and net photosynthetic productivity by 8–18 % (up to 5.98 g/m² per day). A strong correlation ($r = 0.72–0.91$) was found between leaf area, photosynthetic potential, and yield, confirming the systemic nature of the influence of biological preparations.

Yield formation analysis showed that the application of biological products increased the number of inflorescences per plant to 21.5–23.0 (by 10–18 %), grain number to 165–178 (by 12–20 %), grain weight per plant to 5.2–5.8 g (by 15–25 %), and 1000-grain weight to 26.5–28.5 g (by 5–12 %). The most effective approach was the combination of seed treatment and foliar application, providing yield increases of 0.3–0.7 t/ha (15–30 %). The highest yield (2.30 t/ha) was obtained for the Syn-3/02 variety with complex application of potassium humate.

The use of biological products contributed to stabilizing the production process under variable climatic conditions, reducing yield variability and increasing agroecosystem adaptability. Optimization of technological elements improved resource use efficiency and enhanced the realization of the biological potential of the crop.

Economic analysis confirmed the feasibility of applying biological preparations: profitability increased by 10–20 %, reaching up to 168.2 %, with net profit up to 40,390 UAH/ha. Energy evaluation showed improved efficiency, with an energy efficiency coefficient reaching 2.24. An agroecological effect was also identified, including increased soil biological activity, reduced anthropogenic load, and the absence of pesticide residues in the harvested products.

Based on the results obtained, practical recommendations have been developed for implementing improved elements of buckwheat cultivation technology under organic farming, involving the use of biological products in seed treatment and foliar application as an effective tool for increasing productivity, product quality, and production stability.

Keywords: buckwheat, organic production, biological preparations, cultivation technology, yield, photosynthetic activity, seed quality, plant growth and development, yield structure, efficiency.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях:

1. Карпук Л.М., Федорченко Я.О. Ефективність застосування біопрепаратів за вирощування органічної продукції гречки. *Агробіологія*. 2025. № 2. С. 81–87. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2025-199-2-81-87> (65 %, виконання експерименту, аналіз та опис результатів, підготовка статті).

2. Карпук Л.М., Федорченко Я.О. Особливості формування продуктивності гречки за органічного виробництва. *Новітні агротехнології*. 2025. № 13(3). <https://doi.org/10.47414/na.13.3.2025.348877> (65 %, виконання експерименту, аналіз та опис результатів, підготовка статті).

3. Карпук Л.М., Федорченко Я.О. Формування якісних показників гречки за органічного виробництва. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2025. № 33, С. 19–28. <https://doi.org/10.47414/np.33.2025.350952> (65 %, виконання експерименту, аналіз та опис результатів, підготовка статті).

Матеріали науково-практичних конференцій:

4. Федорченко Я.О., Карпук Л.М. Удосконалення елементів технології вирощування гречки за органічного виробництва. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції магістрантів і молодих вчених «Наукові пошуки молоді у ХХІ столітті» Інноваційні технології в агрономії, землеустрої та садово-парковому господарстві: (26 жовтня 2023 року). Білоцерківський НАУ. С. 63–64.

5. Федорченко Я.О., Карпук Л.М. Ефективність застосування допоміжних продуктів, дозволених в органічному виробництві за вирощування гречки. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві» (3 жовтня 2024 року). Білоцерківський НАУ. С. 28–29.

6. Карпук Л.М., **Федорченко Я.О.** Продуктивність гречки за органічного виробництва. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Ресурсозберігаючі технології вирощування культурних рослин» (20 березня 2025 року). Білоцерківський НАУ. С. 13–15.

7. Карпук Л.М., **Федорченко Я.О.** Фітосанітарний стан посівів гречки за органічного виробництва. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві» (02 жовтня 2025 року). Білоцерківський НАУ. С. 27–28.

Інші публікації:

8. Карпук Л.М., Тітаренко О.С., Тітаренко В.А., Петракова О.О., Федорченко М.М., Федорченко Я.О. Параметри схожості, густоти та виживання сорго зернового залежно від елементів технології вирощування. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві»: (17 листопада 2022 року). Білоцерківський НАУ. С. 27–28.

ЗМІСТ

ВСТУП	12
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ	19
1.1. Особливості ведення органічного виробництва	19
1.2. Динаміка розширення сектору органічного виробництва в Україні	26
1.3. Роль допоміжних засобів у забезпеченні ефективності органічного господарювання	33
1.4. Технологічні особливості вирощування гречки за органічного виробництва	38
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	43
2.1. Характеристика господарства й ґрунтові умови проведення досліджень	43
2.2. Агрокліматичні умови проведення досліджень	45
2.3. Схема та методика досліджень	60
2.4. Характеристика сортів гречки та допоміжних продуктів	61
2.5. Особливості технології вирощування гречки на дослідних ділянках	66
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК ГРЕЧКИ	69
3.1. Вплив біопрепаратів на основні показники посівних якостей насіння гречки	69
3.2. Динаміка росту й розвитку рослин гречки	80
3.3. Фотосинтетичні характеристики посівів	88
3.4. Рівень впливу біологічних препаратів та сортових особливостей на формування структури врожаю гречки органічної	101
РОЗДІЛ 4. ПРОДУКТИВНІСТЬ ГРЕЧКИ ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	107
4.1. Урожайність гречки залежно від факторів дослідів за органічного виробництва	108
4.2. Якість зерна гречки за органічного виробництва	111
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ	124
5.1. Економічна ефективність вирощування гречки	124
5.2. Енергетична оцінка ефективності вирощування гречки	129
ВИСНОВКИ	134
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	137
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	138
ДОДАТКИ	160

ВСТУП

Обґрунтування теми дослідження. У сучасних умовах питання збереження екологічної рівноваги та популяризації здорового способу життя набули статусу стратегічних пріоритетів розвитку суспільства. Глобальна інтенсифікація сільськогосподарського виробництва призвела до системної деградації агроєкосистем унаслідок надмірного хімічного та техногенного навантаження. Погіршення агрофізичних й біологічних показників ґрунтів, прогресуюча втрата гумусу та порушення природного балансу в агроландшафтах зумовлюють нагальну потребу впровадження систем органічного землеробства. Саме органічне виробництво, засноване на принципах біологізації та екологічної безпеки, є найбільш адекватною відповіддю на виклики сучасності, забезпечуючи відтворення природних ресурсів без порушення біологічної рівноваги.

Теоретичні та практичні засади становлення органічного сектору, а також його вплив на економічну, соціальну та екологічну складові аграрної сфери висвітлено у працях відомих вітчизняних та зарубіжних науковців: О.М. Довганя, С.Е. Дегодюка, О.В. Ходаківської, Р. Vazoche, Р. Combris, A.S. Pinto, E. Tsakiridou та інших. Проте, попри ґрунтовність наявних напрацювань, питання оптимізації конкретних елементів технології вирощування нішевих культур в органічних системах, адаптованих до динамічних змін клімату та сучасних умов господарювання в Україні, залишаються вивченими недостатньо.

Гречка посідає особливе місце в органічному землеробстві як культура універсального призначення з високою біологічною цінністю. За вмістом незамінних амінокислот вона перевершує більшість злакових культур, а її дієтичні властивості зумовлюють високу цінність продуктів переробки в раціоні здорового харчування. Україна має унікальні конкурентні переваги на світовому ринку органіки, забезпечуючи значну частку глобального виробництва органічної гречки. На фоні динамічного розширення площ під

органічним землеробством (понад 400 тис. га), критичного значення набуває заміна синтетичних агрохімікатів на інноваційні біотехнологічні засоби. Застосування рідких органічних мікродобрив та біопрепаратів є не лише екологічно обґрунтованим, а й економічно доцільним заходом, оскільки вартість таких засобів у 2–3 рази нижча за хімічні аналоги за умови досягнення співставного рівня ефективності.

Зважаючи на викладене, метою роботи було наукове обґрунтування та удосконалення елементів технології вирощування різних сортів гречки для виробництва високоякісної органічної продукції на основі принципів збереження та відтворення родючості в умовах Правобережного Лісостепу України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження, представлені в дисертаційній роботі, проводилися в Білоцерківському національному аграрному університеті на базі ПСП «Шевченка» с. Тростинка Обухівського району Київської області, у 2023–2025 рр. у межах ініціативної науково-дослідної теми «Удосконалення елементів технології вирощування гречки за органічного виробництва в умовах Правобережного Лісостепу» (номер державної реєстрації 0124U001082).

Мета дослідження полягала у виявленні впливу біологічних препаратів, строків й способів їх застосування, позакореневого підживлення упродовж вегетації на фотосинтетичну діяльність, формування продуктивності та врожайності гречки, а також у визначенні економічної ефективності їх застосування за органічного виробництва в умовах Правобережного Лісостепу України.

Завдання дослідження:

- здійснити аналіз українського та світового досвіду у сфері становлення органічного сектору агровиробництва;
- провести добір сортів гречки, придатних для ведення органічного виробництва;
- з'ясувати вплив біологічних препаратів на продуктивність та посівні

якості насіння гречки;

- дослідити особливості формування фотосинтетичних показників посівів гречки;

- визначити вплив досліджуваних чинників на формування елементів структури врожаю гречки за органічного виробництва;

- ідентифікувати вплив досліджуваних факторів на урожайність та якісні показники продукції гречки;

- визначити ризик забруднення пестицидами, які не дозволено для використання в органічному виробництві;

- провести економічну й енергетичну оцінку технологій органічного виробництва гречки;

Об'єкт дослідження: процеси росту й розвитку та формування продуктивності сортів гречки в органічному виробництві.

Предмет дослідження: сорти гречки, біопрепарати, структурні показники рослин гречки, урожайність, якість зерна, показники харчової цінності зерна гречки.

Методи дослідження. У ході виконання досліджень застосовано комплекс загальнонаукових й спеціальних методів. Польові дослідження у поєднанні з візуальними спостереженнями використано для встановлення особливостей взаємодії рослин гречки з ґрунтово-кліматичними умовами та досліджуваними технологічними чинниками. Ваговим методом визначено рівень продуктивності рослин. Лабораторні дослідження проведено з метою оцінки посівних якостей насінневого матеріалу. Біохімічні методи застосовано для визначення хімічного складу насіння.

Для обробки експериментальних даних використано статистичні методи, зокрема дисперсійний й кореляційно-регресійний аналізи, що дозволило виявити достовірність отриманих результатів та визначити взаємозв'язки між досліджуваними показниками. Розрахунково-порівняльний метод використано для оцінки економічної та енергетичної ефективності запропонованих елементів технології вирощування гречки.

База дослідження: Дослідження проводили впродовж 2023–2025 рр. на базі ПСП ім. Т.Г. Шевченка с. Тростинка, Обухівського району Київської області.

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

Уперше в умовах Правобережного Лісостепу України з'ясовано комплексні закономірності формування продуктивності та показників якості зерна гречки за вимогами органічного виробництва. Виявлено характер взаємодії генетичного потенціалу сучасних сортів із дією багатофункціональних біопрепаратів (гумінової та мікробної природи). Здійснено порівняльну оцінку сортового складу та ідентифіковано найбільш адаптивні генотипи гречки, здатні формувати сталу врожайність та високі кондиції насінневого матеріалу в екологічно безпечних системах землеробства.

Удосконалено технологічні алгоритми підвищення врожайності та оптимізації посівних якостей насіння гречки шляхом інтеграції альтернативних засобів біологізації. Обґрунтовано ефективність застосування допоміжних продуктів (ДП) для органічного насінництва, що дозволяє мінімізувати антропогенне навантаження на агрофітоценоз, забезпечити раціональне використання ресурсів ґрунту та підвищити енергетичну окупність вирощування культури.

Дістали подальшого розвитку наукові підходи до формування цілісних систем ведення органічного виробництва гречки в аграрних формуваннях регіону. Розширено теоретичні положення щодо управління мінеральним живленням та адаптивним потенціалом рослин шляхом використання біотехнологічних заходів, що сприяє збереженню біологічної рівноваги та відтворенню родючості сірих лісових ґрунтів.

Практичне значення отриманих результатів полягає у науковому обґрунтуванні та розробленні ефективних елементів технології вирощування гречки в системі органічного виробництва, спрямованих на підвищення

продуктивності культури та якості отриманої продукції.

Обґрунтовано доцільність використання біопрепаратів «Біокомплекс–БТУ», «Гумат калію» та «Гумісол» у технології вирощування гречки, зокрема для передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення посівів. Встановлено, що їх застосування сприяє активізації початкових етапів росту й розвитку рослин, підвищенню інтенсивності проходження фотосинтетичних процесів та оптимізації формування елементів структури врожаю.

Визначено, що в умовах Правобережного Лісостепу України найбільш адаптованими до органічного виробництва є сорти гречки «Син-3/02», «Антарія» та «Ярославна». Зокрема, сорт «Син-3/02» характеризується високим рівнем реалізації продукційного потенціалу, тоді як сорт «Ярославна» відзначається стабільністю продуктивних показників й високою чутливістю до застосування біологічних препаратів, що забезпечує зростання рівня рентабельності виробництва (до 135,3 %) та підвищення енергетичної ефективності за різних гідротермічних умов.

Отримані результати підтверджують екологічну безпечність виробленої продукції. На відміну від переважної частини досліджень у сфері органічного землеробства, у роботі проведено поглиблений аналіз зерна гречки на вміст залишкових кількостей пестицидів. Встановлено повну відповідність отриманої продукції вимогам міжнародних стандартів органічного виробництва, що є важливим для сертифікації насіннєвого матеріалу та підвищення експортного потенціалу.

Доведено економічну та енергетичну доцільність запропонованих технологічних рішень. Встановлено, що їх впровадження сприяє зниженню собівартості виробництва органічного насіння гречки порівняно з традиційними варіантами. Результати біоенергетичної оцінки засвідчили високий рівень окупності витрат: коефіцієнт енергетичної ефективності за оптимальних схем застосування біопрепаратів становив 1,94–2,24.

На основі результатів польових досліджень визначено найбільш ефективні поєднання агротехнологічних заходів, зокрема комбіноване

застосування біопрепаратів (обробка насіння та обприскування посівів у період вегетації). Зазначені технологічні рішення пройшли виробничу перевірку в умовах господарств регіону (ПСП ім. Т.Г. Шевченка с. Тростинка, Обухівського району Київської області та Сквирська дослідна станція органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН) та рекомендовані для впровадження у спеціалізованих аграрних підприємствах, орієнтованих на виробництво високоякісної органічної продукції гречки.

Особистий внесок здобувача. Кваліфікаційну наукову працю виконано самостійно. У процесі дослідження здійснено ґрунтовний аналіз наукових джерел вітчизняних й зарубіжних учених, на основі якого розроблено програму та схему проведення експериментальних досліджень. Упродовж років досліджень авторкою особисто закладено та проведено польові досліді, забезпечено їх супровід й облік показників.

За результатами експериментальної частини виконано оцінку економічної та енергетичної ефективності досліджуваних елементів технології. На основі узагальнення отриманих даних сформульовано науково обґрунтовані висновки та практичні рекомендації для виробництва. Результати досліджень апробовано шляхом публікації наукових статей, у яких відображено основні положення дисертаційної роботи.

Апробація результатів дисертаційної роботи. Упродовж 2023–2025 рр. результати наукових досліджень обговорювалися на засіданнях кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства Білоцерківського НАУ, а також були апробовані на науково-практичних конференціях різних рівнів, зокрема: 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.); Міжнародній науково-практичній конференції: «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві»: (м. Біла Церква, 03 жовтня 2024 року); I Міжнародній науково-практичній конференції «Ресурсозберігаючі технології вирощування

культурних рослин» (м. Біла Церква, 20 березня 2025 року); Міжнародній науково-практичній конференції: «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві»: (м. Біла Церква, 02 жовтня 2025 року).

Публікації результатів досліджень. За результатами виконання дисертаційного дослідження опубліковано 7 наукових праць, зокрема, три статті – у фахових виданнях України (категорія Б), чотири тези доповідей наукових конференцій (Додаток А).

Обсяг та структура дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 163 сторінках машинописного тексту. Вона ілюстрована 22 таблицями та 8 рисунками. Структурно робота складається зі вступу, 5 розділів основної частини, висновків та рекомендацій виробництву. Список використаних джерел налічує 187 найменувань, з яких 134 подано іноземною мовою (латиницею).

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Особливості ведення органічного виробництва

Сучасний стан світового агропромислового комплексу характеризується стрімким переходом до інноваційної моделі розвитку, у межах якої провідне місце займає виробництво органічної продукції. Упродовж останніх десятиліть уряди та бізнес-спільноти багатьох країн активно інвестують у розвиток цього перспективного сегмента, формуючи державні системи регулювання, національні стандарти та механізми сертифікації. Це сприяло динамічному зростанню галузі та стабільному нарощуванню обсягів виробництва. Популярність органічної продукції зумовлена глобальним попитом на безпечні харчові продукти: відмова від використання пестицидів, мінеральних добрив, шкідливих добавок й генетично модифікованих організмів не лише позитивно впливає на здоров'я населення, а й сприяє збереженню екологічної рівноваги, забезпечуючи охорону довкілля та відтворення природної родючості ґрунтів [16].

За даними IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements), органічне виробництво набуло глобального характеру та охоплює 153 країни світу, об'єднуючи понад 2,3 млн виробників. При цьому, незважаючи на те, що переважна кількість фермерів зосереджена у країнах, що розвиваються (Азія, Африка), найбільші площі органічних угідь припадають на Австралію та регіон Океанії. Світовий ринок органічної продукції, вартість якого оцінюється приблизно у 60 млрд доларів США, демонструє стійку тенденцію до зростання. У країнах ЄС під органічне господарювання відведено понад 11 млн га, що підтверджує високу значущість цього напрямку для європейського аграрного сектору [1, 184].

Згідно з Законом України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції», система

органічного виробництва базується на дотриманні низки обов'язкових вимог. Зокрема, передбачається просторове або часове розмежування процесів виробництва та зберігання органічної й неорганічної продукції, включаючи продукцію перехідного періоду, із обов'язковим веденням відповідного обліку. Важливою умовою є використання технологій, що відповідають чинним нормативно-правовим вимогам у сфері органічного виробництва. Пріоритет надається застосуванню відновлюваних та власних ресурсів, у тому числі продуктів переробки відходів та побічної продукції рослинного та тваринного походження, за умови їх відповідності встановленим стандартам. Органічне виробництво також передбачає використання безпечних технологічних рішень, які не завдають шкоди здоров'ю людей, рослин та тварин та спрямовані на мінімізацію негативного впливу на довкілля. Застосування харчових добавок, мікроелементів й допоміжних речовин допускається лише у межах установлених нормативів, а вода, що використовується у виробництві, повинна відповідати вимогам до питної. Особливою вимогою є недопущення змішування органічних та неорганічних компонентів у складі одного продукту [28, 185].

Спільна аграрна політика Європейського Союзу, започаткована у 1957 році з метою подолання продовольчого дефіциту, забезпечила населення доступними продуктами харчування завдяки механізмам державного субсидування. Водночас надмірна індустріалізація сільського господарства спричинила явища перевиробництва та загострення екологічних проблем. Це зумовило необхідність перегляду стратегічних підходів до розвитку аграрного сектору, що знайшло відображення у підписанні у 1994 році Генеральної угоди з тарифів й торгівлі (ГАТТ), яка обмежила прямі виробничі субсидії та стала основою для формування правил Світової організації торгівлі (WTO). Відтоді вектор розвитку Спільної аграрної політики змістився від кількісних показників до системного реформування аграрного сектору з урахуванням сучасних економічних, екологічних та безпекових викликів [17].

Замість повної відмови від державної підтримки, країни ЄС трансформували механізми фінансування, переорієнтувавши їх на екологічно

безпечні системи господарювання, що забезпечують високу якість продукції, добробут тварин та сталий розвиток сільських територій. У межах Спільної аграрної політики впроваджено поетапну систему стимулювання органічного сектору на основі принципу «cross-compliance», відповідно до якого всі виробники отримують базові виплати за дотримання екологічних стандартів, тоді як органічні господарства мають право на додаткову фінансову підтримку в межах добровільних агроекологічних програм. Такий підхід створює ефективний механізм переходу від традиційного до сталого агровиробництва та є характерною рисою європейської моделі розвитку аграрного сектору .

Реформування Спільної аграрної політики ЄС передбачає поетапну модель переходу до органічного виробництва, у якій доступ до фінансової підтримки безпосередньо залежить від дотримання екологічних вимог. На першому етапі виробники зобов'язані забезпечувати належний агроекологічний стан угідь (GAEC), дотримання стандартів харчової безпеки та добробуту тварин для отримання базових виплат. Другий етап спрямований на розвиток сільських територій й стале управління ресурсами через участь у спеціалізованих програмах та проектах. Органічні господарства, які найбільш повно відповідають цим критеріям, отримують пріоритетну фінансову підтримку як на рівні ЄС, так й окремих держав-членів [18–20].

Аналіз історичних аспектів розвитку органічного виробництва засвідчує наявність чітких етапів становлення цього напрямку. Так, Німеччина, будучи одним із піонерів органічного руху ще з 1920-х років, сформувала повноцінну систему екологічного землеробства та впровадила нормативні стандарти вже у 1984 році. На сучасному етапі країна має один із найбільших внутрішніх ринків органічної продукції у світі (9,7 млрд євро) та виступає ключовим імпортером органічної сировини, зокрема з України. Державна підтримка реалізується через Федеральну програму органічного сільського господарства (BÖLN), яка орієнтована на збалансований розвиток попиту й пропозиції, підтримку наукових досліджень та формування високого рівня екологічної свідомості населення.

Швейцарія демонструє один із найвищих у світі рівнів споживання органічної продукції на душу населення (274 євро), що досягнуто завдяки моделі, у якій провідну роль відіграють фермерські асоціації, тоді як держава забезпечує нормативно-правове та фінансове підґрунтя. Особливістю цієї системи є високий рівень прямих виплат на гектар (до 1336 євро для спеціалізованих культур) та жорстка вимога повної відмови від конвенційного виробництва для отримання державної підтримки. Додатково уряд фінансує маркетингові заходи, компенсуючи до 50 % витрат на просування органічної продукції [21].

Нідерланди характеризуються унікальною моделлю розвитку органічного сектору, що базується на стимулюванні попиту та розвитку ринку, а не лише первинного виробництва. Незважаючи на обмежені земельні ресурси, країна є одним із провідних експортерів органічної продукції. Державна підтримка зосереджена на розвитку інновацій, маркетингу та податкових стимулів, тоді як пряме фінансування виробників є мінімальним.

Данія вважається одним із світових лідерів за рівнем інтеграції органічного виробництва у державну політику. Частка органічної продукції у загальному обсязі споживання продуктів харчування становить близько 9,7 %. У країні реалізується комплексний Національний план розвитку органічного сектору, який передбачає субсидії за площу (до 161 євро/га на етапі конверсії), підтримку експорту та освітніх програм. Важливим елементом є стимулювання використання органічної продукції у громадському секторі (школи, лікарні тощо).

Польща після вступу до ЄС у 2004 році демонструє динамічний розвиток органічного сектору, поєднуючи національні програми підтримки з європейськими агроекологічними механізмами. Наразі площа органічних угідь перевищує 500 тис. га, а кількість сертифікованих виробників становить понад 22 тис., що забезпечує країні провідні позиції у Східній Європі. Основні інструменти підтримки спрямовані на компенсацію витрат на сертифікацію та стимулювання участі у міжнародних системах якості [26].

Досвід Туреччини свідчить про ефективність використання органічного виробництва як інструменту розвитку сільських територій. Починаючи з 1980-х років, країна орієнтується на експорт органічної продукції до країн ЄС. Державна підтримка включає прямі виплати (близько 75 євро/га), а також пільгове кредитування зі зниженими відсотковими ставками (до 60 %). Значна увага приділяється просвітницьким заходам та реалізації міжнародних проєктів, спрямованих на підтримку екологічно вразливих регіонів.

Сполучені Штати Америки мають найбільший у світі ринок органічної продукції (близько 39 млрд євро), розвиток якого закріплений на законодавчому рівні та періодично оновлюється. Державна підтримка органічного сектору в США характеризується значними обсягами фінансування наукових досліджень (понад 100 млн дол. США), компенсацією витрат на сертифікацію, а також звільненням виробників органічної продукції від участі у загальних рекламних кампаніях. Федеральна система управління дозволяє окремим штатам впроваджувати додаткові регіональні програми підтримки, що сприяє стабільному щорічному зростанню галузі.

Органічний сектор Канади розвивався у тісній взаємодії зі США та Великою Британією й нині входить до десятки світових лідерів за рівнем споживання органічної продукції на душу населення. Державна політика Канади орієнтована на підтримку інновацій та розвиток міжнародної торгівлі. Значні інвестиції спрямовуються на створення технічних посібників, підтримку зайнятості молоді у сфері органічного виробництва та просування національного бренду на зовнішніх ринках. Підтримка реалізується через спеціалізовані програми (зокрема AgriMarketing), що сприяють адаптації виробників до міжнародних стандартів та виходу на глобальні ринки [19, 20].

Традиційне агровиробництво, попри високі економічні показники, супроводжується деградацією ґрунтів й забрудненням довкілля, що зумовлює необхідність екологізації аграрного сектору як складової національної безпеки України. Європейський досвід підтверджує ефективність функціонування єдиної нормативно-правової бази, яка регламентує вимоги до виробництва та

маркування органічної продукції. Зокрема, з 1 січня 2022 року набув чинності Регламент (ЄС) 2018/848, який замінив Регламент (ЄК) № 834/2007 та визначає сучасні правила ведення органічного виробництва в ЄС. Світовий ринок органічної продукції демонструє стабільне зростання: площі органічних земель перевищують 57 млн га, при цьому провідні позиції займають Австралія, Аргентина та Китай, а в окремих країнах (Ліхтенштейн, Австрія) частка органічних угідь перевищує 20 %. Розвиток сектору забезпечується через систему державної підтримки, включаючи субсидії на період конверсії, пільгове митне регулювання та компенсацію витрат на сертифікацію [6–8] .

Згідно з стратегічними документами Європейської Комісії «The Vision for Agriculture and Food» та «Organic rulebook fit for the future» (2025 р.), органічне виробництво визначено ключовим елементом сталого агропродовольчого сектору. Органічне господарювання офіційно визначено «зеленим за визначенням», що дозволяє виробникам автоматично відповідати екологічним вимогам Спільної аграрної політики та зменшує адміністративне навантаження. Наразі площа органічних земель у ЄС становить близько 17 млн га (понад 11 % сільськогосподарських угідь), а обсяг роздрібного ринку перевищує 45 млрд євро. Окрім екологічних переваг, органічне виробництво сприяє розвитку сільських територій, створенню робочих місць та формуванню коротких ланцюгів постачання [2].

У межах удосконалення нормативно-правової бази Регламент (ЄС) 2018/848 зазнає подальших змін, спрямованих на спрощення адміністративних процедур при збереженні високих стандартів якості. Значну увагу приділено регулюванню імпорту з третіх країн: передбачено продовження терміну визнання еквівалентності стандартів після 2026 року. Дорожня карта на 2026–2027 рр. включає оновлення вимог до тваринництва, перегляд переліку дозволених дезінфікуючих засобів й кормових інгредієнтів, а також впровадження цифрових систем контролю (OFIS, TRACES). Очікувані звіти щодо забезпеченості органічним насінням та білковими кормами стануть основою для подальшого вдосконалення нормативної бази [3, 4, 181] .

Подальший розвиток органічного сектору ЄС пов'язаний із реалізацією нового Органічного плану дій, який буде інтегровано з багаторічним бюджетним плануванням та стратегіями розвитку біоекономіки. Важливим інструментом стимулювання попиту стане реформування системи публічних закупівель, що передбачає пріоритет органічної продукції у закладах освіти та охорони здоров'я. Зокрема, оновлена програма «EU School Scheme» передбачає пріоритетне використання органічних продуктів харчування у шкільному забезпеченні [5].

Порівняльний аналіз систем виробництва харчових продуктів свідчить, що органічне землеробство має суттєві екологічні переваги, знижує вплив пестицидів на організм людини та сприяє подоланню проблеми антибіотикорезистентності. Доведено, що органічна продукція може містити вищі концентрації окремих поживних речовин, зокрема аскорбінової кислоти та фосфору [13, 14].

Інтенсивне використання земельних ресурсів, що супроводжується надмірним механічним навантаженням, розвитком ерозійних процесів й хімічним забрудненням, зумовлює необхідність переходу до екологічно безпечних систем землеробства. Відновлення родючості ґрунтів потребує впровадження науково обґрунтованих сівозмін, систем мінімальної обробки ґрунту, використання органічних добрив й природних меліорантів (сидератів, сапропелю, мергелю), а також заходів із відновлення агроландшафтів, зокрема полезахисних лісосмуг [14].

У країнах Західної Європи (Швейцарія, Австрія, Німеччина) органічне землеробство розвивається у двох основних напрямках – біодинамічному та органо-біологічному. Біодинамічний підхід передбачає врахування природних й космічних факторів розвитку рослин, тоді як органо-біологічний ґрунтується на активізації мікробіологічних процесів у ґрунті та мінімізації механічного впливу [180].

Система сертифікації органічної продукції базується на міжнародних, національних й приватних стандартах, серед яких ключове значення мають:

IFOAM, Регламент (ЄС) 2018/848, Японські сільськогосподарські стандарти (JAS), Національна органічна програма США (NOP), , а також приватні стандарти Bio Suisse й Demeter. В Україні діє гармонізоване із європейськими нормами законодавство, а функції сертифікації здійснюють акредитовані органи (зокрема «Органік Стандарт») [29].

Слід зазначити, що спроба впровадження приватного стандарту «БЮЛан» у 2008–2010 рр. не набула широкого поширення, поступившись державній системі сертифікації та європейським нормам [30].

Отже, інтенсифікація сільського господарства, незважаючи на підвищення врожайності, спричинила деградаційні процеси в ґрунтовому покриві та порушення екологічної рівноваги. У відповідь на ці виклики формується концепція органічного рослинництва як цілісної системи господарювання, що базується на використанні природних ресурсів, біологічних методів захисту рослин й науково обґрунтованих агротехнологій. Органічне виробництво виконує важливу соціально-економічну функцію, поєднуючи забезпечення населення безпечними продуктами харчування з охороною довкілля та розвитком сільських територій.

Україна займає важливе місце на світовому ринку органічної продукції, входячи до числа провідних постачальників до Європейського Союзу. Відповідно до стратегічних документів держави, передбачено збільшення частки органічних земель до 3 % загальної площі до 2030 року. Реалізація цього потенціалу сприятиме зміцненню позицій країни на міжнародних ринках, забезпеченню внутрішнього попиту на якісну продукцію та сталому розвитку аграрного сектору.

1.2. Динаміка розширення сектору органічного виробництва в Україні

Україна володіє значним агроекологічним потенціалом для розвитку органічного сектору, що підтверджується динамічним зростанням кількості сертифікованих господарств – з 80 у 2006 році до понад 400 у 2017 році. Основу

вітчизняного органічного виробництва складають зернові (48,1 %), олійні та виноград, проте подальша експансія на внутрішній та європейський ринки стримується низкою факторів. Ключовими перепонами залишаються недосконалість законодавчої бази, висока вартість кредитних ресурсів (на рівні 25–29 %) та відсутність дієвих механізмів страхування ризиків. Попри інституційні та економічні складнощі, висока врожайність українських чорноземів у поєднанні з близькістю до європейського ринку споживання створюють унікальні можливості для трансформації України в одного з провідних постачальників екологічно чистої продукції у світі [10-12].

Становлення та розвиток сегмента органічного агровиробництва в Україні відбувалися в контексті глобальних трендів екологізації сільського господарства та посилення інтеграційних процесів з Європейським Союзом. Вихідною точкою формування галузі став кінець 1990-х – початок 2000-х років, коли під впливом високого експортного попиту та за сприяння міжнародних донорських проєктів було сертифіковано перші масиви сільськогосподарських угідь. Початковий етап характеризувався домінуванням зернових культур, орієнтованих виключно на зовнішні ринки, та відсутністю національної нормативно-правової бази, що змушувало суб'єктів господарювання використовувати виключно приватні міжнародні стандарти.

Процес інституціоналізації органічного сектору в Україні пройшов шлях від поодиноких ініціатив до формування комплексної системи державного контролю, що можна структурувати за наступними ключовими етапами:

Етап зародження (кінець 1990-х – середина 2000-х рр.), формування первинної інфраструктури за підтримки громадських організацій та міжнародних експертних груп. У цей період закладалися методологічні основи сертифікації та розпочався перехід окремих господарств на методи органічного землеробства.

Етап сертифікаційної розбудови (2000-ні рр.), систематизація процесів контролю та поява вітчизняних інституцій, зокрема створення ТОВ «Органік

Стандарт», що дозволило адаптувати міжнародні вимоги до специфіки українського агросектору.

Етап первинної законодавчої апробації (2014 р.), ухвалення Закону України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини». Незважаючи на певні декларативні риси, цей документ став першою спробою правової дефініції статусу органічної продукції на державному рівні.

Етап гармонізації та імплементації європейських норм (2018–2019 рр.) характеризується прийняттям базового Закону № 2496-VIII «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції». Дана законодавча ініціатива забезпечила синхронізацію вітчизняних регламентів із вимогами Регламентів ЄС, впровадивши прозору систему акредитації органів сертифікації та державного нагляду.

Сучасна фаза розвитку галузі (2023–2026 рр.) позначена переходом до повноцінного функціонування цифрової інфраструктури та державного моніторингу. Запуск Державного реєстру операторів органічного виробництва та завершення процесів акредитації національних органів сертифікації дозволили остаточно сформувати легітимний внутрішній ринок. Це забезпечує не лише захист прав споживачів від фальсифікату (greenwashing), а й підвищує конкурентоспроможність українських агровиробників у глобальних ланцюгах доданої вартості, відповідаючи вимогам стратегії «European Green Deal».

Концепція Organic 3.0 є сучасним етапом розвитку світового органічного руху, який прийшов на зміну періодам становлення (Organic 1.0) та стандартизації (Organic 2.0). Якщо попередні етапи фокусувалися на закладенні наукових основ піонерами-візіонерами та створенні жорстких систем сертифікації й державного законодавства, то Organic 3.0 спрямований на виведення органіку з вузької ніші у широкий суспільний простір. Загальна мета цієї стратегії, запропонованої IFOAM, полягає у забезпеченні масового переходу до стійких продовольчих систем через інновації, справедливе

ціноутворення та холістичний підхід, що об'єднує екологію, економіку та культуру в єдину модель сталого розвитку [33].

Для України перехід до концепції Organic 3.0 є стратегічним завданням, що сприятиме євроінтеграції та зміцненню позицій на світовому агроринку. Хоча вітчизняна органічна сфера наразі переважно відповідає рівню Organic 2.0 з активним формуванням законодавчої бази та сертифікацією експортно-орієнтованих господарств – існує нагальна потреба в імплементації нових підходів. Важливим підґрунтям для цього є неоціненний внесок видатних українських вчених, таких як С. Подолинський, В. Вернадський та І. Овсінський, чії ідеї щодо енергоощадного землеробства та гармонії з біосферою фактично випередили свій час й заклали фундамент для сучасної регенеративної агрокультури.

Впровадження Organic 3.0 в українську практику базується на шести ключових підходах: культурі інновацій, постійному вдосконаленні практик, прозорості через нові ІТ-технології, широкій взаємодії з екологічними рухами, розширенні прав фермерів та справедливому обліку витрат. Це передбачає використання смарт-технологій й робототехніки без шкоди для довкілля, а також створення живих стосунків між виробником та споживачем. Реалізація цієї інвестиційно-інноваційної моделі дозволить Україні не лише нарощувати обсяги експорту, а й трансформувати внутрішній аграрний сектор у сучасну, стійку систему, що гарантує екологічну безпеку та процвітання всього суспільства [34-36].

Органічне сільське господарство в Україні, незважаючи на критичні виклики повномасштабної війни, демонструє вражаючу стійкість: за даними моніторингу, Україна стабільно посідає 3-тє місце серед 125 країн-постачальників органічної продукції до ЄС, забезпечуючи близько 10 % загального європейського імпорту зернових та олійних культур. Значні кроки в законодавчому регулюванні, зокрема запуск Державного реєстру операторів та органів сертифікації у 2023 році, суттєво підвищили прозорість сектору, що дозволило експортувати понад 225 тисяч тон продукції навіть у складних

логістичних умовах. Попри скорочення площ сертифікованих угідь через окупацію частин територій, українські виробники продовжують забезпечувати як внутрішній ринок, так й зовнішніх партнерів якісною сировиною – від кукурудзи та сої до ягід та меду. Такий тривалий розвиток органічного руху є стратегічно важливим для повоєнного відновлення країни, оскільки він гарантує продовольчу безпеку, сприяє збереженню родючості ґрунтів та підтримує здоров'я нації через доступ до екологічно чистої їжі, підтверджуючи високу конкурентоспроможність українського агросектору на міжнародній арені [45-48].

Управління розвитком органічного виробництва розглядається як стратегічний інструмент забезпечення продовольчої безпеки України, де якість та безпечність продуктів є пріоритетними складниками. Концепція управління ґрунтується на ланцюгу «від поля до столу», що охоплює одинадцять самодостатніх ланок – від вирощування сировини до реалізації кінцевому споживачу. Ключовим принципом тут є забезпечення завершеного управлінського циклу (інформація – рішення – реалізація), де особливий акцент робиться на стадії виконання. Органічне виробництво виступає альтернативою інтенсивно-індустріальним технологіям, оскільки виключає використання агрохімікатів й ГМО, що є критично важливим для захисту вразливих верств населення (дітей, пенсіонерів) та збереження здоров'я нації як вищої цінності [72, 73, 182].

Ефективний розвиток цього сектору вимагає дотримання низки фундаментальних принципів, серед яких провідне місце посідає поєднання адміністративних (сертифікація та контроль), економічних та психологічних методів керівництва. Формування цивілізованого внутрішнього ринку залежить від стимулювання попиту через популяризацію еко-продуктів та підвищення платоспроможності громадян, оскільки органічні товари об'єктивно мають вищу собівартість. Важливими елементами управління є також урахування місцевих ґрунтово-кліматичних умов для збереження біорізноманіття, міжнародне співробітництво з адаптацією до стандартів ЄС (зокрема через

IFOAM) та активна державна підтримка фермерів у період конверсії. Таким чином, державне управління на макrorівні має забезпечити фінансові пільги та об'єктивну статистичну базу для сталого зростання органічної галузі [74–76].

Оцінюючи сучасний стан органічного виробництва в Україні характеризується високим ступенем адаптивності, навіть за умов воєнного стану країна утримує позиції на світовій арені, експортуючи продукцію до ЄС та інших регіонів. Аналіз показав, що попри скорочення державної підтримки наукових досліджень на 35,5% та фінансування АПК на 75%, сектор продовжує розвиватися завдяки активній міжнародній співпраці (проекти USAID, QFTP, COA) та залученню грантових коштів. Зокрема, через програму «Підтримка органічного сектору в Україні» понад 120 операторів отримали допомогу на суму близько 440 тис. доларів США, що дозволило стабілізувати внутрішній ринок, обсяг споживання на якому у 2023 році склав понад 75 млн дол. США [49–53, 183].

Перспективи подальшого розвитку галузі тісно пов'язані з реалізацією стратегічних науково-освітніх проєктів та вдосконаленням законодавчої бази. Основними векторами визначено розширення органічних площ до 3 млн гектарів (7 % від загальної території) згідно зі Стратегією сталого розвитку до 2030 року, а також впровадження інноваційних технологій вирощування та суворого контролю якості. Проведений SWOT-аналіз підтверджує, що посилення конкурентних переваг української органіки на глобальному ринку можливе за умови реструктуризації наукових проєктів, діджиталізації сертифікаційних процесів та інтеграції в Європейський зелений курс, що забезпечить довгострокову продовольчу безпеку та екологічну стабільність держави [54–56].

Одним з вагомих кроків розвитку держави у напрямку органічного виробництва є постійна участь у різних виставках та заходах міжнародного рівня. Виставка SIAL PARIS 2024 стала стратегічним майданчиком для масштабування українського продовольчого сектору, зібравши 7 500 експонентів та понад 8 000 лідерів індустрії зі 130 країн світу. Україну

представили понад 80 виробників, серед яких особливу роль відіграли 13 компаній органічного сектору. Робота Національного стенда, організованого під патронатом Мінагрополітики та за підтримки міжнародних програм (Швейцарії та EU4Business), дозволила 6 ключовим експортерам провести понад 320 результативних B2B-зустрічей. Це відкрило прямий доступ до ринків Європи, США, Близького Сходу, Африки та Азії, підтвердивши статус України як надійного постачальника високоякісної та інноваційної продукції [57, 58].

Окремим акцентом експозиції стала демонстрація синергії органічного та молочного секторів, зокрема через презентацію унікальних поєднань українських сирів із сертифікованою продукцією таких брендів, як «Органік Мілк», «Стодола» та «Дунайський аграрій». Такий формат співпраці, що вже став традиційним завдяки Львівському ярмарку смаку, дозволяє створювати товари з вищою доданою вартістю та зміцнювати впізнаваність українських брендів. Завдяки злагодженій роботі ГС «Ю-Фуд», Офісу з розвитку підприємництва та експорту, а також платформ Дія, Бізнес й Nazovni, українські аграрії отримали потужну інституційну підтримку [59, 60].

Дослідження світового досвіду, яке спирається на праці таких вчених, як В.І. Артиш, Р.М. Безус, О.В. Ходаківська та О.В. Шубравська, свідчить про трансформацію органічного сектору в потужний глобальний ринок обсягом понад 96,7 млрд євро. Провідні науковці, зокрема І.Г. Кириленко та М.М. Федоров, наголошують, що успіх країн-лідерів (США, Німеччини, Франції) базується на системній державній підтримці та жорсткому контролю всіх етапів – від сертифікації земель до дистрибуції. Світова практика, проаналізована у статті, підтверджує, що органічне землеробство є не лише економічно вигідним напрямом через зниження енергоємності виробництва, а й екологічно необхідним кроком для відновлення біорізноманіття агроландшафтів.

Україна, попри значні площі сертифікованих угідь, наразі стикається з низкою бар'єрів, які досліджували Є.В. Милованов, В.В. Писаренко та О.М. Варченко. Основною проблемою залишається відсутність чіткої

державної стратегії та низька купівельна спроможність населення, через що вітчизняна продукція є переважно експортоорієнтованою (близько 70 % постачається до ЄС). Як зазначають дослідники Н.В. Бородачева та Т.О. Зайчук, для стабілізації внутрішнього ринку необхідно впроваджувати закордонні моделі субсидування та популяризації екологічної продукції. Використання потенціалу українських чорноземів у поєднанні з науково обґрунтованими підходами дозволить країні посилити конкурентні позиції та забезпечити перехід до сталого розвитку сільських територій [67 – 70].

Одним з актуальних напрямків органічного виробництва є інтеграція органічної продукції в систему харчування закладів загальної середньої освіти є стратегічною ініціативою, яка забезпечує комплексний позитивний ефект: від зміцнення регіональної економіки та створення нових робочих місць до збільшення надходжень у бюджет через ПДФО та стимулювання внутрішнього попиту. Оскільки 70% аграріїв області становлять малі фермерські господарства, гарантований державний збут через школи стає для них ключовим фактором фінансової стабільності, зниження ризиків та модернізації виробництва, що безпосередньо сприяє розвитку територіальних громад. Понад економічну вигоду та підтримку малого бізнесу, така модель мінімізує залежність від імпорту та підвищує якість дитячого раціону, що є найважливішою довгостроковою інвестицією у здоров'я нації та формування екологічно свідомого майбутнього покоління [76 – 86].

1.3. Роль допоміжних засобів у забезпеченні ефективності органічного господарювання

Ряд науковців, підкреслюють, що негативний вплив інтенсивного механічного обробітку ґрунту (ущільнення та ерозію) слід компенсувати використанням широкозахватної техніки, насиченням сівозміни покривними культурами та посівами суцільної дії. Водночас природне зниження врожайності та дефіцит азоту пропонується вирішувати через стратегічне

планування, інтеграцію бобових культур для біологічної фіксації азоту та переорієнтацію на вирощування високомаржинальних нішевих продуктів, вища ринкова вартість яких перекриває кількісні втрати врожаю [61, 64].

Органічна система землеробства постає як сертифікована та науково обґрунтована форма агровиробництва, що базується на принципах біологізації та повної відмови від синтетичних добрив, пестицидів й ГМО на користь гармонізації з природними циклами. Фундаментом цієї технології є біорізноманіття та здоров'я ґрунту, що досягається через динамічні сівозміни, використання сидератів та бобових культур для накопичення азоту, а також застосування мікробіологічних препаратів й механічних методів контролю шкідників замість агрохімікатів. Попри те, що органічне виробництво вимагає високого рівня управління, інтенсивного моніторингу та складнішого планування, воно забезпечує високу якість й безпечність продукції, зміцнюючи соціальну довіру та відкриваючи доступ до преміальних міжнародних ринків. Інтеграція сучасних інновацій, таких як «смарт-фермерство», точне землеробство та адаптивні агроценози, перетворює цей сектор на стратегічний напрям сталого розвитку, який сприяє збереженню ресурсів, відновленню родючості ґрунтів та адаптації аграрного сектору до кліматичних змін [63–65].

Система удобрення в органічному землеробстві базується на принципах біологічного кругообігу речовин, де синтетичні добрива замінено на компости, перегній, сидерати та мікробіологічні препарати, що активують природну ґрунтову біоту. Оскільки азот є дефіцитним елементом, його постачання забезпечується переважно через вирощування бобових культур й процеси атмосферної азотфіксації, що вимагає ретельного контролю співвідношення вуглецю до азоту (C:N) та адаптації агротехніки до гідротермічних умов. Провідну роль у перетворенні органіки на доступні для рослин форми відіграють мікроорганізми, підтримка життєдіяльності яких гарантує збалансоване живлення без хімічних залишків та сприяє накопиченню вітамінів й сухих речовин у продукції. Така комплексна стратегія живлення не лише

забезпечує поточну врожайність, а й підтримує довгострокову родючість ґрунту, роблячи всю аграрну систему стійкою та екологічно безпечною [64].

У контексті євроінтеграційних процесів, членства України у Світовій організації торгівлі та активного поширення органічних підходів до ведення сільського господарства суттєво зростає інтерес до використання біологічних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур.

У світовій практиці для регулювання чисельності шкідливих організмів офіційно використовують значну кількість біологічних агентів, серед яких близько 30 природних біологічно активних речовин, понад 45 феромонних препаратів, близько 60 видів вірусів, бактерій, грибів і нематод, а також понад 30 видів ентомофагів. В Україні питання біологізації систем захисту рослин тривалий час залишалося одним із пріоритетних напрямів розвитку аграрної науки та практики. До середини 1990-х років біологічний метод захисту рослин застосовували на площі близько 5 млн га, а функціонування 268 біофабрик і біолабораторій забезпечувало виробництво необхідних біологічних засобів. Однак у подальшому через економічні труднощі обсяги виробництва та використання біопрепаратів суттєво скоротилися [105].

На даний час в Україні наявно близько 600 продуктів, що є дозволеними до використання в органічному виробництві та містяться у Переліках дозволених до використання в органічному виробництві речовин/субстанцій/інгредієнтів/компонентів відповідно Регламенту Європейського Парламенту й Ради (ЄС) № 2018/848, Національного стандарту Канади (COR), Закону України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» [106].

Органічне виробництво, що базується на мінімізації використання мінеральних добрив і пестицидів або повній відмові від них, набуває дедалі більшого поширення у сучасному аграрному секторі. У зв'язку з цим комплексне вивчення впливу біологічних препаратів на ріст, розвиток і продуктивність сільськогосподарських культур є одним із пріоритетних

напрямів наукових досліджень у процесі впровадження органічних технологій ведення аграрного виробництва [107–110].

Тенденції розвитку органічного землеробства в Україні, що базується на інтелектуальному управлінні природними процесами, відкриває шлях до сталого аграрного виробництва та продовольчої безпеки. Ключовим фактором цього переходу є впровадження біологічних методів захисту рослин, які дозволяють не лише повністю відмовитися від агресивних пестицидів й мінеральних добрив, а й значно підвищити якість врожаю за рахунок гармонізації ґрунтової мікрофлори. Застосування сучасних біопрепаратів у поєднанні з глибоким розумінням екологічних взаємозв'язків забезпечує високу врожайність та економічну ефективність, роблячи вітчизняну органічну продукцію доступною та безпечною для кінцевого споживача [111–113].

Сучасний науковий підхід демонструє посилену увагу до оптимізації органічного землеробства як інструменту адаптації агросектору до глобальних кліматичних змін. Зокрема, результати праць М. І. Поліщука та І. О. Мачок [114] підтверджують, що використання сидератів (зелених добрив) на чорноземах опідзолених суттєво покращує їхню структуру, підвищує концентрацію гумусу та здатність ґрунту утримувати вологу, що є критично важливим для сталого виробництва в періоди посух. Паралельно з цим, у роботі С. Г. Мельниченка та Л. М. Богадьорової [115] обґрунтовано необхідність диференційованого підходу до впровадження органічних технологій. Автори доводять, що ефективність органічних методів безпосередньо залежить від регіональної специфіки рослинництва та природно-кліматичного зонування України, що вимагає адаптації агротехнічних рішень до конкретних територіальних умов.

Дослідження П. І. Бойка та Н. П. Коваленка [116] присвячені модернізації технологічних підходів до культивування озимої пшениці в межах науково обґрунтованих сівозмін. Автори доводять, що синергія органічних методів із перевіреними часом агротехнічними практиками є запорукою стабільної продуктивності культур в умовах кліматичної нестабільності. Водночас С.В. Скок [117] акцентує на перевагах біологізації рослинництва,

обґрунтовуючи, що використання біотехнологій не лише відновлює природну родючість ґрунту, а й оптимізує витрати, підвищуючи загальну еколого-економічну результативність господарювання

Проведені дослідження підтверджують, що фундаментом стійкості органічних агроecosистем є перехід від хімічного навантаження до інтелектуального управління біопотенціалом ґрунту, де особлива роль належить активному впровадженню біопрепаратів. Саме використання біологічних засобів захисту та стимуляції росту дозволяє активізувати природні механізми саморегуляції, відновити біологічну активність ґрунту та забезпечити стабільність врожаїв зернових культур навіть за екстремальних кліматичних коливань. Завдяки заміні синтетичних компонентів високоефективними біопрепаратами, господарства не лише знижують собівартість продукції та викиди парникових газів, а й досягають глибокої секвестрації вуглецю та збереження біорізноманіття, що перетворює органічне землеробство на ключовий інструмент еколого-економічної адаптації сучасного аграрного сектору [118, 176].

Оцінюючи ефективність застосування біологічних препаратів, слід зазначити, що в умовах інтенсивного використання хімічних засобів вони сприяють зниженню накопичення нітратів у рослинницькій продукції. Найнижчий вміст нітратів відзначено за використання препарату Вермісол – екстракту біогумусу, отриманого в результаті переробки органічної речовини каліфорнійськими черв'яками, де цей показник становив 202,0 мг/кг. Водночас найвищу концентрацію нітратів зафіксовано у варіанті із застосуванням ЕМ-препарату «Емочки-родючість» – 267,0 мг/кг [119].

Ефективним заходом щодо підвищення продуктивності сільськогосподарських культур є обробка їх посівів біологічними препаратами. За внесення біопрепаратів стимулюються процеси росту й розвитку рослин, поліпшується розвиток кореневої системи та зростає врожайність. Дослідженнями, проведеними науковцями ННЦ «Інститут землеробства НААН» встановлено, що при проведенні полицевого обробітку ґрунту за

внесення біопрепаратів урожайність зерна озимої пшениці підвищилася на 0,1 т/га [120].

Удосконалення підходів до впровадження органічного виробництва в Україні представлено актуальними рішеннями щодо технологій виробництва екологічно безпечних продуктів. Результати дослідження підтверджують високу ефективність розробленої технології отримання екологобезпечних добрив, де ключову роль відіграє дія мінерального бішофіту та інноваційного біопрепарату-пробіотику. Завдяки комплексному впливу пробіотику (у дозі 100 л/т) та бішофіту досягається потужний фумігаційний та біологічний ефект, що призводить до повної деструкції насіння найбільш злісних бур'янів, таких як осот польовий та лобода біла, вже після чотирьох місяців експозиції. Отримане таким чином біоактивне добриво забезпечує рекордне підвищення врожайності кукурудзи на 58,1%, що на третину перевищує результати традиційної підготовки ґною, демонструючи перевагу біологічних методів у створенні високопродуктивних й безпечних агротехнологій [122, 123, 175].

1.4. Технологічні особливості вирощування гречки за органічного виробництва

Одним із актуальних напрямів сучасного аграрного виробництва є впровадження органічного землеробства, зокрема у технології вирощування гречки. Поєднання сучасних агротехнологічних підходів із застосуванням біопрепаратів та біодобрив створює передумови для підвищення продуктивності культури та забезпечує реалізацію потенціалу сучасних сортів в умовах органічного виробництва.

Для забезпечення високої продуктивності гречки необхідно дотримуватися комплексу агротехнічних заходів: розміщувати посіви на відстані не менше 0,5 км від інтенсивних автомагістралей та обирати кращих попередників (озимі, зернобобові, просапні), що гарантує приріст урожаю на 15–30%. Агротехнологія передбачає ефективну боротьбу з бур'янами через

багаторазовий передпосівний обробіток й боронування у фазі першого листка, а на широкорядних посівах – дво-триразове розпушування міжрядь із підгортанням. Окрім фітосанітарної та меліоративної ролі, гречка є цінним медоносом, тому вивезення пасіки (5–6 бджолосімей на гектар) перед цвітінням не лише забезпечує збір до 100 кг меду, а й підвищує врожайність зерна на 3–5 ц/га [37, 38, 126, 167].

П'ятирічні дослідження Соколовської І.М. та Мащенко Ю.В., у короткоротаційній зернопросапній сівозміні з 40 %-м насиченням соєю підтвердили значний вплив систем удобрення на продуктивність гречки. Найвищу ефективність продемонструвала органо-мінеральна система у поєднанні з поживними рештками попередника, що забезпечила максимальний приріст урожаю на 54,1 %, тоді як використання мінеральних добрив окремо або з інокуляцією насіння біопрепаратами дало дещо менші показники приросту – від 33,8 % до 49,1 %. Таким чином, поєднання органічних та мінеральних ресурсів виявилось найбільш раціональним підходом для підвищення врожайності культури в даних умовах [124].

За даними авторів [125] використання в органічному землеробстві технології з триразовим внесенням допоміжних продуктів (з інтервалом 10–15 діб) забезпечило суттєве зростання врожайності гречки, прибавка якої відносно контролю склала 1,88 т/га. Загальна продуктивність культури в межах досліджу варіювала від 0,92 до 2,9 т/га, при цьому найвищий результат – 2,9 т/га було досягнуто завдяки застосуванню гумату калію з мікроелементами.

Дослідження проведені Шуваром А.М., Рудавською Н.М., вказують, що в умовах Лісостепу Західного підтвердили високу ефективність передпосівної обробки насіння гречки сорту Антарія біопрепаратами за органічної технології вирощування. Встановлено, що застосування комплексу препаратів (Планриз, Діазофіт та Фосформобілізатор) або біокомплексу БТУ підвищує польову схожість на 4–5% та суттєво покращує структуру врожаю за рахунок збільшення кількості гілок першого порядку, числа та маси повноцінних зерен на рослині. Найвищу врожайність (1,39 т/га) та максимальну економічну ефективність із

рівнем рентабельності 239 % забезпечило поєднання Планризу, Діазофіту та Фосформобілізатора, що дозволило отримати приріст 0,33 т/га відносно контролю та підтвердило перевагу мікробіологічних засобів над фізичними методами (мікрохвильовим опроміненням) [128].

Дослідження впливу біопрепаратів та амінокислот на продуктивність різних сортів гречки засвідчили, що найвищий рівень урожайності (2,02–2,11 т/га) та найбільший відгук на інокуляцію насіння препаратами Біонорма Азот й Фосфор продемонстрував сорт Подільська, забезпечивши приріст на 27,0–32,7 %. Ефективність позакореневого підживлення амінокислотним комплексом Експерт Гроу залежала від кратності внесення: дворазова обробка виявилася продуктивнішою, підвищивши врожайність на 9,4–16,9 % (зокрема, максимальний результат у сорту Володар), тоді як одноразове обприскування дало приріст у межах 7,6–9,8 %. Сприятливі погодні умови в період досліджень додатково сприяли якісному запиленню та реалізації генетичного потенціалу сортів Подільська, Володар й Кам'янчанка на фоні застосованих біологічних засобів [129–130].

Щодо вивчення норм та композицій застосування мікробіологічного препарату Діазобактерин у поєднанні з регулятором росту, відмічено, що Радостим забезпечує суттєве зростання продуктивності гречки. Найвищу ефективність продемонструвала комбінована схема, яка передбачає передпосівну обробку насіння (200 мл Діазобактерину та 250 мл Радостиму на тонну) подальшим обприскуванням посівів препаратом Радостим (50 мл/га), що дозволило отримати приріст урожайності на рівні 42 % відносно контролю [131].

За даними В.А. Тінея [132], застосування біопрепаратів Екозорф-1 та Байкал ЕМ-1 при вирощуванні гречки сорту Вікторія після сидерального попередника забезпечувало приріст урожайності на 4,4 та 2,9 ц/га відповідно.

Згідно з дослідженнями О.С. Гораш та співавторів, застосування регуляторів росту рослин (Емістим С, Агростимулін, Вермістим) позитивно трансформує морфоструктуру гречки, стимулюючи розгалуження, формування

суцвіть та наливу зерна. Зокрема, використання Агростимуліну забезпечило найбільш виражений ефект у сорту Зеленоквітна 90, де кількість гілок зросла на 47 %, а число повноцінних зерен – на 36 % порівняно з контролем. У сортів Вікторія та Роксолана також спостерігалось стабільне покращення показників: кількість гілок збільшилася на 19–20 %, суцвіть – на 15–18 %, а озерненість рослин – на 16–18 %, що разом із підвищенням маси 1000 насінин зумовило вищу продуктивність посівів [133].

У дослідженнях В.Я. Хоміної встановлено високу ефективність передпосівної обробки насіння гречки сортів Вікторія, Роксолана, Зеленоквіткова 90 і Рубра регуляторами росту, зокрема препаратами Агростимулін, Емістим С, Ембо, Альфа, Вермістим, Протон та Сяйво. Застосування цих екзогенних стимуляторів забезпечило високий рівень виживання рослин (85–93 %), а найбільш суттєве зростання продуктивності було зафіксовано при використанні препарату Альфа, який забезпечив приріст урожайності на 22–27 % відносно контрольних показників [133, 135].

За ґрунтовних досліджень (Карпенко В.П., Даценко А.А., Притуляк Р.М., Леонтюк І.Б., Шутко С.С.) встановлено, що поєднання мікробіологічного препарату Діазобактерин із регулятором росту Радостим (шляхом передпосівної інокуляції та наступного обприскування посівів) суттєво інтенсифікує розвиток ризосферної мікробіоти гречки. Така комплексна обробка стимулює якісну та кількісну перебудову мікрофлори: загальна чисельність бактерій у прикореневій зоні зростає на 26 %, а популяції критично важливих амоніфікуючих, нітрифікуючих та азотфіксувальних бактерій родів *Azotobacter* й *Azospirillum* збільшуються до 48 %, що створює оптимальні умови для азотного живлення культури [133].

Висновки за 1 розділом:

Узагальнення наукових джерел показало, що органічне виробництво є стратегічним напрямом розвитку аграрного сектору, зумовленим необхідністю

отримання безпечної продукції, збереження родючості ґрунтів та забезпечення екологічної рівноваги агроєкосистем.

З'ясовано, що ефективний розвиток органічного сектору у провідних країнах світу забезпечується поєднанням державної підтримки, нормативно-правового регулювання, системи сертифікації та стимулювання попиту, тоді як в Україні галузь перебуває на етапі активного становлення й гармонізації з європейськими вимогами.

Доведено, що підвищення ефективності органічного землеробства базується на біологізації технологій, зокрема використанні сівозмін, органічних добрив, сидератів й біопрепаратів, які відіграють ключову роль у регуляції продукційного процесу та відновленні родючості ґрунту.

Узагальнення результатів досліджень свідчить, що застосування біологічних препаратів сприяє покращенню посівних якостей насіння, активізації росту й розвитку рослин, підвищенню фотосинтетичної діяльності та формуванню вищого рівня продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема гречки.

Виявлено, що продуктивність гречки за органічного виробництва визначається комплексом агротехнічних заходів й біологічних чинників, а інтеграція біопрепаратів у технологію вирощування є перспективним напрямом підвищення врожайності та стабільності продукційного процесу.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика господарства й ґрунтові умови проведення досліджень

Дослідження виконувалися упродовж 2023–2025 рр. на базі приватного сільськогосподарського підприємства імені Т. Г. Шевченка, розташованого в с. Тростинка Обухівського району Київської області. Господарство функціонує з 2001 року, основним напрямом діяльності якого є змішане сільське господарство. Виробнича система підприємства організована за принципом замкненого циклу, що передбачає використання органічних добрив власного виробництва, переробку сировини та отримання готової органічної продукції.

ПСП ім. Т. Г. Шевченка є сучасним агропромисловим формуванням із диверсифікованою структурою виробництва, у межах якого ефективно поєднуються галузі рослинництва та тваринництва. Діяльність підприємства орієнтована не лише на досягнення економічних результатів, а й на інтеграцію у науковий простір через участь у міжнародних грантових програмах та інноваційних дослідженнях. Стратегія розвитку господарства ґрунтується на принципах сталого розвитку, що передбачає забезпечення контролю якості продукції на всіх етапах виробництва, впровадження еколого-безпечних технологій та інвестування у розвиток сільських територій й мінімізацію негативного впливу на довкілля.

Діяльність підприємства сертифікована відповідно до вимог чинних стандартів органічного виробництва, зокрема Регламенту (ЄС) № 2018/848 щодо органічного виробництва та маркування органічної продукції, а також Закону України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції». Крім того, господарство відповідає вимогам стандарту сталого виробництва «Дунайська соя». Сертифікація здійснюється щорічно акредитованими органами – CONTROL UNION

CERTIFICATIONS B.V. та ТОВ «Органік Стандарт». Підприємство належить до числа перших операторів в Україні, які розпочали сертифікацію за Регламентом (ЄС) 2018/848 (з 2024 року). Станом на сьогодні господарство має чинний сертифікат № UA-BIO-108.804-0000002.2025.001 (від 04.09.2025, дійсний до 31.12.2026), що підтверджує відповідність вимогам органічного виробництва Європейського Союзу. Відповідно до національного законодавства продукція сертифікована 04.09.2025 (сертифікат № 25-0548-03-UA-01, чинний до 04.12.2026), а також за стандартом «Дунайська соя» (сертифікат № 25-0548-03-01 від 05.01.2026, дійсний до 31.12.2026). Така система сертифікації забезпечує послідовність й стабільність впровадження принципів органічного виробництва на підприємстві.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений типовим вилугуваним чорноземом середньої глибини, сформованим на карбонатному лесі, із грубопилувато-легкосуглинковим гранулометричним складом. За агрохімічними показниками ґрунт характеризується достатнім рівнем родючості: вміст органічної речовини становить 3,8 %; легкогідролізованого азоту – 90–120 мг/кг; нітратів (NO_3^-) – 23,0–42,0 мг/кг; рухомого фосфору – 48–86 мг/кг; обмінного калію – 100–106 мг/кг; сірки – 15–18 мг/кг. Реакція ґрунтового розчину слабкокисла (рН 6,0–6,2). Вміст мікроелементів становить: цинку – 0,30–0,42 мг/кг, марганцю – 19,7 мг/кг, заліза – 55,5 мг/кг, міді – 0,75 мг/кг. Сума катіонів обміну знаходиться в межах 17,1–21,7 мг-екв/100 г ґрунту.

Відбір ґрунтових зразків здійснювали з використанням автоматичного пробовідбірника AgriSoilSampler із застосуванням GPS-навігації на глибині 0–30 см. Лабораторні аналізи виконувалися у WARD Laboratories, Inc. (США).

Отже, ґрунт дослідної ділянки характеризується високим природним потенціалом родючості, що зумовлено оптимальним вмістом гумусу, сприятливими фізико-хімічними властивостями та достатнім забезпеченням основними елементами живлення. Поєднання високого вмісту азоту, фосфору й калію зі слабкокислою реакцією ґрунтового розчину створює оптимальні

умови для росту й розвитку сільськогосподарських культур. Значення суми катіонів обміну свідчить про високу буферну здатність ґрунту та його спроможність утримувати поживні речовини у доступній для рослин формі, що є важливим чинником стабільності продукційного процесу в умовах органічного виробництва.

2.2. Агрокліматичні умови проведення досліджень

Клімат території проведення досліджень характеризується як помірно континентальний. Для умов Лісостепової зони України властива відносна стабільність температурного режиму та розподілу атмосферних опадів порівняно зі східнішими регіонами. Разом із тим упродовж останніх років спостерігаються виражені кліматичні зміни, що проявляються у коливаннях температурного фону, нерівномірності випадання опадів, зростанні частоти зливового характеру дощів й появі екстремальних погодних явищ.

Кліматичні умови регіону загалом сприятливі: літній період характеризується помірними температурами без тривалих періодів надмірної спеки, зимовий – відносною м'якістю, а сезонні переходи мають поступовий характер. У більшості років у ґрунті формується достатній запас продуктивної вологи, хоча в окремі періоди можливі відхилення від цього показника. Вологість повітря, як правило, залишається на рівні, що не є критичним для росту та розвитку рослин.

Розподіл атмосферних опадів має зональні особливості: їх кількість зменшується у напрямку із заходу на схід. У межах досліджуваної території середньорічна сума опадів становить 670–680 мм, причому основна їх частина припадає на теплий період року. Це зумовлено переважанням конвективних опадів, які формуються внаслідок інтенсивного прогрівання підстильної поверхні.

Разом із тим клімат регіону характеризується значною міжрічною варіабельністю. Відзначаються істотні відхилення від середніх багаторічних

показників як у бік надлишкового зволоження (що може спричиняти підтоплення), так й у бік дефіциту вологи, що призводить до розвитку посушливих явищ.

Температурний режим також відзначається контрастністю: середня температура найхолоднішого місяця становить $-4...-5$ °С, найтеплішого – $+17...+19$ °С. Абсолютні температурні коливання протягом року знаходяться в межах від $-34...-35$ °С до $+35...+36$ °С. Тривалість безморозного періоду становить у середньому 140–160 днів, період із середньодобовою температурою понад $+5$ °С – 205–210 днів, а понад $+10$ °С – 155–166 днів, що визначає агрокліматичний потенціал території.

Загалом поєднання достатнього рівня зволоження, помірного температурного режиму та тривалого вегетаційного періоду створює сприятливі умови для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема в системі органічного землеробства. Водночас значна мінливість погодних умов, особливо за роками, може призводити до виникнення періодів посухи або надлишкового зволоження, що потребує адаптації технологій вирощування.

Клімат досліджуваної території характеризується нестійкістю погодних умов упродовж року: періоди підвищеної вологості змінюються посушливими, з проявами суховіїв. У межах вегетаційного періоду нерідко спостерігаються пізні весняні та ранні осінні заморозки, сильні зливи, інколи з градом, що суттєво впливає на стан посівів та строки проведення агротехнічних заходів.

На дослідних полях встановлено, що стійкий перехід середньодобової температури повітря через позначку $+5$ °С відбувається, як правило, у першій декаді квітня. Останні весняні заморозки найчастіше припадають на третю декаду квітня, проте в окремі роки можуть спостерігатися й в третій декаді травня.

Початок квітня 2023 року відзначився мінливими метеоумовами та рясними дощами. Температурний фон тримався на позначці, що на $0,3$ °С не досягала кліматичного стандарту. Справжньою аномалією стала кількість опадів: випало 61,5 мм вологи, що в 5,5 рази (564 %) перевищило звичні

показники. Це призвело до інтенсивного насичення землі вологою вже на старті місяця.

У середині місяця прохолода та дощі не відступали. Середня температура залишалася нижчою за норму на 0,5 °С, а рівень опадів склав 27,4 мм 150 %. Такий надлишок води призвів до того, що вміст продуктивної вологи в ґрунті подекуди перетнув межу найменшої вологості. Через постійну сирість та «важкий» орний шар аграрії були змушені призупинити польові роботи.

Заключний етап квітня залишався досить холодним – дефіцит температури відносно норми зріс до 1,9 °С. Проте інтенсивність дощів суттєво знизилася: випало лише 7,1 мм опадів (58 %). Попри це, накопичені раніше запаси вологи в ґрунті були цілком достатніми. Такі умови нарешті дозволили вивести техніку в поля для захисту озимини від хвороб та шкідників (табл. 2.1).

Старт травня характеризувався дефіцитом тепла та повною відсутністю дощів. Середньодобова температура повітря виявилася суттєво нижчою за кліматичну норму - різниця склала 3,3 °С. Попри відсутність нових опадів, стан посівів залишався стабільним: ґрунт зберіг достатній рівень вологи, накопичений під час інтенсивних квітневих злив. У середині місяця погода змінилася на теплу, проте засуха тривала. Відсутність дощів на фоні підвищення температури призвела до швидкого випаровування вологи з верхнього шару ґрунту. Хоча запаси води в землі помітно скоротилися, їхній рівень усе ще відповідав допустимим агрономічним нормам для розвитку культур. Наприкінці травня встановилася тепла погода, а показники термометрів навіть дещо перевищили багаторічні значення (на 0,7 °С). З'явилися перші незначні опади – близько 7,8 мм вологи. Проте цей обсяг склав лише 38 % від звичної норми, що вказувало на збереження тенденції до дефіциту зволоження.

Початок літа відзначився збалансованою погодою. Температурні показники практично не відхилялися від багаторічних кліматичних норм. Рівень опадів був дещо зниженим, але тримався на позначці 85 % від запланованого обсягу, що забезпечувало відносно стабільні умови для вегетації. У середині червня 2023 р. спостерігалось незначне похолодання – середня температура

повітря виявилася на 0,3 °С нижчою за норму. Проте головним чинником стала повна відсутність дощів.

Таблиця 2.1.

**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	-0,30	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	0,75	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

Це спровокувало інтенсивне випаровування вологи, через що запаси продуктивної води в орному шарі ґрунту почали стрімко скорочуватися. Завершення місяця принесло потепління: середня температура на 1,0 °С перевищила норму. На зміну посуші прийшли інтенсивні опади – випало 43,0 мм вологи (159 % від норми). Попри таку значну кількість дощів, загальний стан

грунту залишався складним. Попередній посушливий період настільки виснажив землю, що навіть рясні опади не змогли повністю відновити оптимальний рівень вологозапасів.

Липень 2023 року став надзвичайно сприятливим періодом для вегетації сільськогосподарських культур, зокрема гречки. Початок місяця відзначився теплими показниками (на $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ вище норми) та достатніми опадами (108 % норми). У другій декаді температурний фон стабілізувався на рівні $+0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ до норми при вологості повітря 92 %, а завершився місяць рясними дощами, обсяг яких сягнув 150 % від середніх багаторічних значень. Таке щедre зволоження забезпечило добрі запаси продуктивної вологи в ґрунті протягом усього липня.

Серпень розпочався з інтенсивної спеки та значного дефіциту опадів, що тривали впродовж перших двох декад. Температура повітря в цей період коливалася в межах $0,8\text{--}2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ вище норми, тоді як сумарна кількість опадів була мізерною – лише 3,3 мм та 0,3 мм відповідно. Ситуація докорінно змінилася лише в третій декаді, коли випало 18,4 мм дощу (120 % норми). Це дозволило відновити вологозапаси в орному шарі та позитивно вплинуло на фінальні етапи формування врожаю гречки.

Вересень 2023 року характеризувався аномально високими температурами та нестабільним зволоженням. У першій декаді спостерігалось помірне тепло ($+1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ до норми) при сухій погоді (лише 28 % норми опадів). Друга декада принесла суттєвіше потепління ($+3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$) та необхідну вологу (106 % норми). Проте третя декада відзначилася повною відсутністю опадів й надзвичайною спекою, коли середня температура повітря перевищила багаторічну норму на рекордні $6,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Квітень 2024 року характеризувався різкою зміною погодних умов, розпочавшись аномальним теплом (на $6,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ вище норми) та дефіцитом опадів при збереженні достатньої вологості ґрунту, місяць перейшов у стадію надмірного зволоження в другій декаді, коли випало 39,8 мм опадів (222 % норми), що через перезволоження верхнього шару землі тимчасово заблокувало польові роботи. Заключний період відзначився прохолодою (на $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ нижче

норми) та ще інтенсивнішими дощами, які сягнули 275 % від норми, проте вже у другій половині третьої декади господарства змогли відновити активну діяльність у полях.

Перша декада травня 2024 року пройшла за помірно теплої погоди, де середня температура на 0,9 °С перевищила кліматичну норму. Попри критично малу кількість опадів – лише 0,8 мм, що становить мізерні 6 % від багаторічного показника, – стан посівів залишався стабільним. Глибокі шари ґрунту (до 1 метра) все ще утримували достатні запаси продуктивної вологи, накопичені раніше.

У другій декаді травня характер погоди змінився на прохолодний та посушливий. Середньодобова температура повітря опустилася на 2,6 °С нижче за норму, а будь-які опади в цей період були повністю відсутні, що посилювало навантаження на верхній шар ґрунту (табл. 2.2).

Початок літа 2024 року характеризувався різким потеплінням та приходом дощів. У першій декаді червня температурний фон суттєво перевищив багаторічні значення – аномалія склала +3,3°С. Одночасно з теплом спостерігалось інтенсивне зволоження: випало 21,8 мм опадів (110 % норми), що сприяло покращенню умов для вегетації після сухого травня. Друга половина червня 2024 року відзначилася різким контрастом метеорологічних умов, якщо в другій декаді панувало помірно тепло (20,0 °С) із надзвичайно інтенсивними опадами, що втричі перевищили норму (58,8 мм або 311 %), то вже в заключній декаді місяця встановилася спекотна й посушлива погода з температурною аномалією +2,1 °С та критичним дефіцитом вологи, оскільки випало лише 0,8 мм опадів (3 % від норми).

Початок липня відзначився встановленням сухої та спекотної погоди. Середньодобова температура повітря перевищила кліматичну норму на 2,6 °С, а будь-які атмосферні опади в цей період були повністю відсутні, що призвело до посилення температурного тиску на екосистему.

**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

У середині місяця спостерігалася екстремальна спека, де відхилення від багаторічних температурних показників сягнуло критичних +6,2 °С. Лише наприкінці декади пройшли інтенсивні дощі, загальний обсяг яких склав 40,9 мм (171 % від норми). Проте навіть такі рясні опади не змогли виправити ситуацію – через попередній перегрів та випаровування запаси продуктивної вологи в ґрунті залишалися на незадовільному рівні.

Серпень 2024 року пройшов з наростання спеки та прогресуючої посухи, розпочавшись із відносно помірних температур (на 0,2 °С нижче норми) та

незначних опадів (40 % від норми), місяць перейшов у спекотну фазу в другій декаді (+1,3 °C до норми) за критичного дефіциту вологи (13 % норми), що призвело до виснаження її запасів у метровому шарі ґрунту, а завершився екстремальною посухою та температурною аномалією у +5,1 °C за повної відсутності дощів у третій декаді

Вересень 2024 року відзначився стабільно високими температурними показниками та суттєвим дефіцитом вологи, розпочавшись із аномального тепла в першій декаді (+4,7 °C від норми) при мінімальних опадах (22 %); надалі температурна аномалія посилилася до +4,9 °C у другій декаді на фоні помірних дощів (53 % норми), а завершився місяць сухою й теплою погодою з перевищенням норми на 3,6 °C та повною відсутністю опадів у третій декаді.

Перша декада квітня 2025 року відзначилася нестабільною синоптичною ситуацією з характерними нічними заморозками та змішаними опадами у вигляді дощу з мокрим снігом. Метеорологічні спостереження зафіксували суттєве похолодання: середня температура повітря виявилася на 2,6 °C нижчою за кліматичну норму, а порівняно з аналогічним періодом минулого року падіння температури склало вражаючі 9,2 °C. Рівень опадів за цей період сягнув 25,2 мм, що перевищує багаторічні показники (227 % від норми). Попри несприятливий температурний режим, надмірна кількість опадів забезпечила формування достатніх запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, що є позитивним фактором для вегетації (табл. 2.3).

Друга декада квітня характеризувалася теплою та сухою погодою. Середньодекадна температура повітря перевищила багаторічну норму на 2,1 °C, хоча й виявилася на 0,1 °C нижчою, ніж за аналогічний період минулого року. Опади протягом звітнього періоду були повністю відсутні (0,0 мм). Попри бездощів'я, у метровому шарі ґрунту зберігаються достатні запаси продуктивної вологи, що створює сприятливі агрометеорологічні умови для активного росту та розвитку озимих зернових.

**Агрокліматичні умови (у період вегетації) 2025 року
(за даними Білоцерківської метеостанції)**

Місяць	Декада	Температура повітря, °С			Середнє значення відносної вологості повітря, %	Опади, мм
		середня	максимальна	мінімальна		
IV Квітень	I	4,9	19,4	-4,5	81	25,2
	II	11,5	25,0	-4,4	54	0
	III	14,7	27,6	-2,0	46	1,7
	Середнє	10,4	27,6	-4,5	60	26,9
V Травень	I	11,9	28,0	0,9	63	19,7
	II	10,5	20,1	1,8	75	25,7
	III	16,7	25,0	9,4	77	41,2
	Середнє	13,1	28,0	0,9	72	86,6
VI Червень	I	21,8	31,7	11,0	65	8,8
	II	17,0	25,7	7,2	71	15,6
	III	17,5	25,8	9,6	70	5,4
	Середнє	18,8	31,7	7,2	68	29,8
VII Липень	I	22,4	33,7	11,3	60	1,3
	II	20,1	31,2	11,9	72	19,6
	III	21,7	30,5	13,9	77	75,7
	Середнє	21,4	33,7	11,3	68	96,6
VIII Серпень	I	20,2	28,7	9,4	71	13,2
	II	18,2	27,1	8,3	69	4,7
	III	18,5	32,8	6,8	63	3,6
	Середнє	18,9	32,8	6,8	67	21,5
IX Вересень	I	19,1	31,8	8,1	63	0
	II	16,9	27,3	8,0	64	23,4
	III	12,3	27,8	-0,2	71	10,0
	Середнє	16,1	31,8	-0,2	66	33,4

У третій декаді зберіглася тенденція до підвищення температур, що були на 2,8 °С вищими за багаторічні та на 3,2 °С перевищували показники попереднього року. Випала незначна кількість опадів (1,7 мм), що покрито лише 17 % від декадної норми. Критичним моментом став кінець декади, коли було зафіксовано різке зниження температури (заморозки) у повітрі та на поверхні ґрунту. Це призвело до часткового пошкодження вегетативної теплолюбних

культур. На фоні зниження запасів продуктивної вологи, загальний стан посівів оцінюється як задовільний.

Початок травня приніс прохолодну погоду з інтенсивними опадами. Температурний фон був на 2,0 °С нижчим за середньостатистичний та на 2,9 °С нижчим за аналогічний період минулого року. Протягом десяти днів випало 19,7 мм опадів (143 % декадної норми), що дозволило суттєво поповнити запаси продуктивної вологи у верхньому шарі ґрунту. Стан сільськогосподарських культур у цей період оцінюється як задовільний.

У середині травня трималася холодна погода з інтенсивними опадами. Середня температура повітря виявилася суттєво нижчою за норму – на 5,0 °С, а порівняно з попереднім роком була нижчою на 2,4 °С. Сума опадів за декаду сягнула 25,7 мм (144 % норми), що призвело до подальшого зростання вологозапасів у ґрунті. Умови для розвитку сільськогосподарських культур залишалися на задовільному рівні.

Температурний фон стабілізувався до рівня багаторічних показників, хоча залишився на 2,7 °С нижчим за минулорічний. Декада була надзвичайно вологою: випало 41,2 мм опадів, що майже вдвічі перевищує норму (195 %). Це забезпечило достатній рівень гідратації ґрунту та створило добрі умови для розвитку культур наприкінці весни.

У першій декаді червня переважала тепла погода з незначними опадами. Середньодекадна температура повітря перевищила багаторічну норму на 3,8 °С, а показник минулого року – на 0,5 °С. Сума опадів склала 8,8 мм (45 % від норми). Попри це, рівень продуктивної вологи в ґрунті залишається достатнім, що забезпечує сприятливі умови для вегетації сільськогосподарських культур.

Протягом другої декади червня спостерігався знижений температурний режим із незначними опадами. Середня температура повітря була на 2,3 °С нижчою за багаторічну норму та на 3,0 °С нижчою порівняно з аналогічним періодом минулого року. Сума опадів за цей час склала 15,6 мм, що відповідає 84 % норми. Попри загалом достатні запаси продуктивної вологи в ґрунті, під

посівами озимої пшениці вони оцінюються як дуже низькі. Умови для росту та розвитку сільськогосподарських культур залишаються добрими.

Кінець місяця також відзначився прохолодною погодою та слабкими опадами. Температура була на 1,6 °C нижчою за багаторічні дані та на 3,7 °C нижчою за тогорічну. Спостерігався суттєвий недобір опадів – випало лише 5,4 мм, що становить 19 % норми. Ситуація з вологою ідентична попередній декаді: загальні запаси в нормі, проте під озимою пшеницею вони вкрай низькі. Умови для вегетації залишаються сприятливими.

На початку липня встановилася по-літньому тепла погода з дуже слабкими опадами. Середня температура перевищила багаторічну норму на 2,5 °C, проте була на 0,1 °C нижчою за показник минулого року. За декаду випало всього 1,3 мм опадів (4 % норми). Через спеку та відсутність дощів запаси вологи в ґрунті скоротилися до задовільного рівня, але умови для розвитку культур все ще залишалися добрими.

У другій декаді липня переважала тепла погода, а в другій половині періоду пройшли дощі. Середньодекадна температура повітря виявилася на 0,2 °C нижчою за кліматичну норму та на 6,4 °C нижчою порівняно з минулим роком. Сума опадів склала 19,6 мм (83 % від норми). Рівень продуктивної вологи в ґрунті знизився до задовільних показників, проте завдяки дощам умови для вегетації сільгоспкультур покращилися.

Протягом третьої декади липня спостерігався теплий температурний режим із рясними опадами наприкінці періоду. Середня температура повітря перевищила багаторічні показники на 0,4 °C, а минулорічні – на 0,3 °C. Загальна кількість опадів склала 75,7 мм, що становить 317 % від норми. Завдяки дощам рівень продуктивної вологи в ґрунті зріс, що забезпечило добрі умови для розвитку сільськогосподарських культур.

Початок серпня характеризувався теплою погодою з періодичними опадами. Температурний фон був дещо нижчим за звичний: на 0,7 °C відносно багаторічних значень та на 0,5 °C порівняно з минулим роком. Випало 13,2 мм

опадів (65 % від норми). Попри це, у ґрунті зберігся достатній запас вологи, що підтримувало сприятливі умови для сільськогосподарських культур.

Протягом другої декади серпня спостерігалася помірно тепла погода з незначними опадами у кількості 4,7 мм, що становить лише 33 % від норми. Середня температура повітря була на 1,7 °С нижчою за багаторічні показники та на 3,0 °С нижчою порівняно з аналогічним періодом минулого року. Попри дефіцит дощів, запаси продуктивної вологи в ґрунті залишалися достатніми, а загальні умови для росту та розвитку сільськогосподарських культур оцінювалися як добрі.

Агrometeorологічні умови у період з кінця липня по кінець серпня характеризувалися поступовим переходом від надмірного зволоження до дефіциту опадів на тлі помірних температур. Якщо третя декада липня була аномально дощовою (317 % норми), то протягом серпня рівень опадів неухильно знижувався, досягнувши мінімуму у 27 % від норми наприкінці місяця. Температурний режим переважно був близьким до багаторічних значень або дещо нижчим, суттєво поступаючись спекотним показникам попереднього року (зокрема, у третій декаді серпня різниця склала 5,0 °С). Попри посушливу тенденцію в серпні, завдяки липневим запасам вологи та періодичним дощам, стан зволоження ґрунту залишався достатнім, що забезпечило стабільно добрі умови для росту та розвитку сільськогосподарських культур протягом усього періоду

Початок вересня відзначився теплою та безвітряною погодою без опадів. Середньодекадна температура повітря була на 3,0 °С вищою за багаторічну норму, але на 1,7 °С нижчою за торішню. Через повну відсутність дощів запаси вологи в ґрунті почали знижуватися, проте умови для дозрівання врожаю все ще оцінюються як добрі.

Упродовж другої декади пройшли дощі (23,4 мм, або 135 % норми) на фоні теплої погоди. Температура повітря була на 2,3 °С вищою за норму та на 1,3 °С нижчою за торішню. Опади покращили стан вологозапасів у ґрунті, підтримуючи добрі умови для культур.

Декада розпочалася тепло, проте завершилася похолоданням із заморозками та опадами. Температура була на 0,2 °С нижчою за середню багаторічну та на суттєві 5,9 °С нижчою за торішню. Випало 10,0 мм опадів (53 % норми), при цьому загальні умови для рослин залишалися стабільно добрими (рисунок 2. 1).

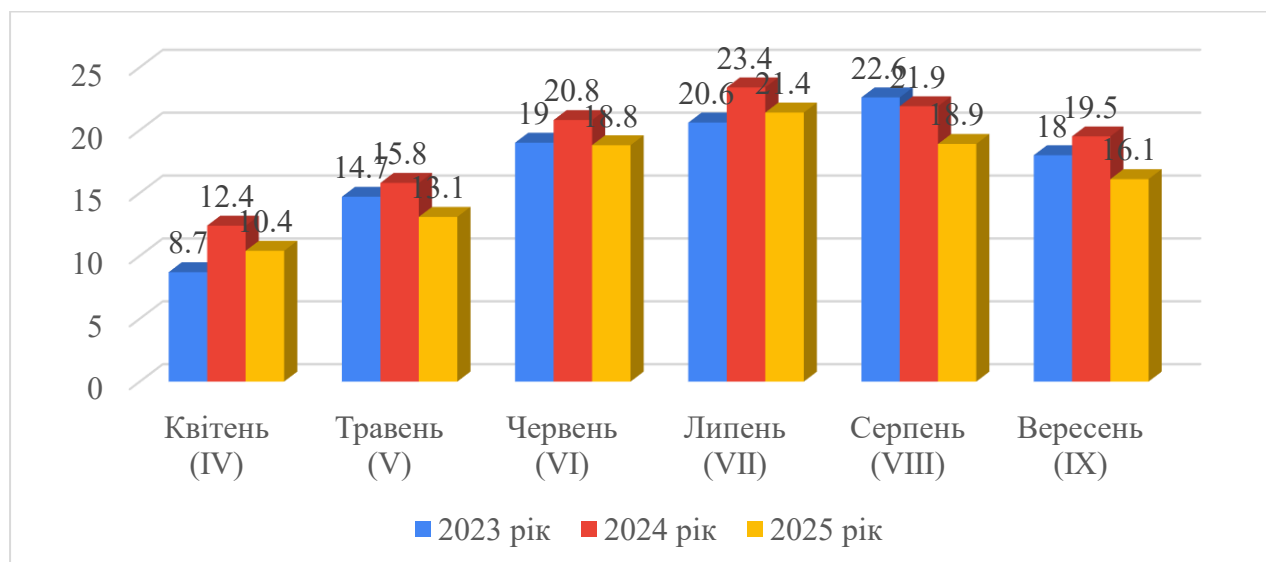


Рис. 2.1. Температурний режим у період проведення досліджень, за даними Білоцерківської метеостанції

Вегетаційний період 2025 року для гречки характеризувався складними температурними умовами, які, проте, були компенсовані значними запасами вологи у критичні фази розвитку. Холодна весна із заморозками у квітні та травні (зокрема, падіння температури на 5,0 °С нижче норми у другій декаді травня) зумовила пізні терміни сівби, проте рясні травневі опади (143–195 % норми) створили ідеальний вологозапас для старту культури. Незважаючи на посушливі періоди у червні та серпні, коли рівень опадів падав до 19–33 % від норми, аномально дощова третя декада липня (317 % норми) стала вирішальним фактором для забезпечення нектарності та успішного запилення в період масового цвітіння. Завершення сезону у вересні з теплою першою декадою та подальшим зволоженням у другій (135 % норми) дозволило культурі сформувати повноцінний врожай, хоча різке похолодання та заморозки

наприкінці вересня (температура на 5,9 °С нижча за торішню) могли створити ризики для недозрілих плодів пізніх посівів.

Порівняльний аналіз свідчить про значну нестабільність зволоження на фоні поступового зростання температурних піків, що безпосередньо впливає на вегетацію гречки. Зокрема, 2024 рік став найбільш стресовим для культури через поєднання екстремальної липневої спеки з критичним дефіцитом опадів у серпні (лише 9,6 мм), що в сукупності з низькою вологістю повітря (до 53 %) створювало умови для жорсткої повітряно-грунтової посухи. Натомість 2025 рік продемонстрував кардинально інший сценарій, попри холодний старт у квітні та ранні заморозки у вересні, він мав найкращий розподіл вологи в критичні фази розвитку рослин (травень та липень), що дозволило нівелювати температурні коливання. А 2023 рік виявився найбільш збалансованим за накопиченою вологою на початку сезону, проте його аномально теплий серпень вимагав від рослин високої транспірації при відносно низькій кількості опадів (рисунок 2.2).

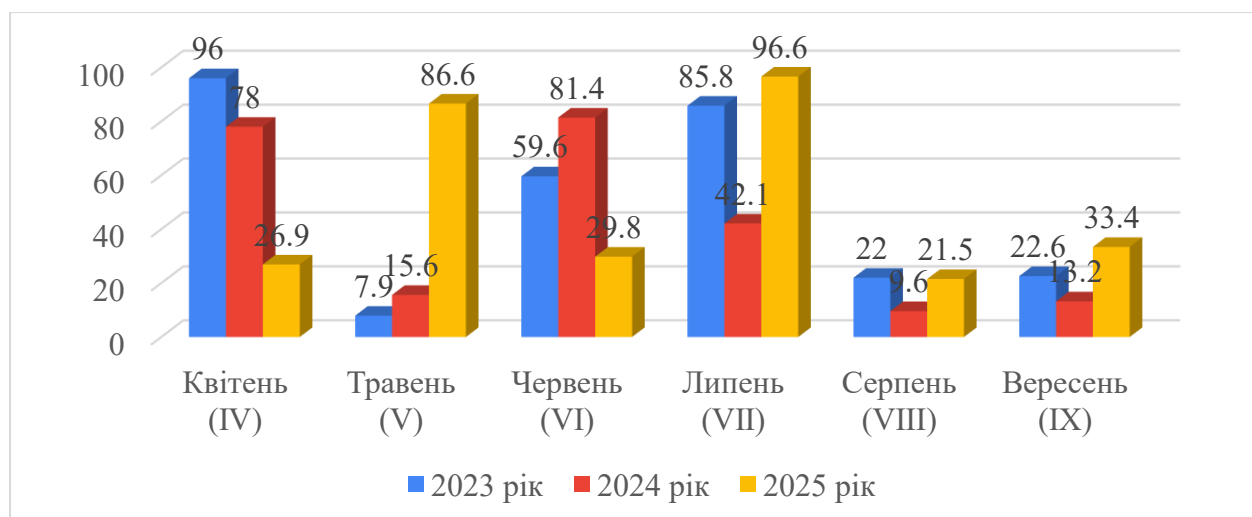


Рис 2.2. Динаміка накопичення атмосферних опадів за роками досліджень, за даними Білоцерківської метеостанції

Аналіз агрокліматичних умов за 2023–2025 роки вказує на виражену тенденцію до посилення літньої посушливості, що є критичним викликом для органічного вирощування гречки. Найбільш сприятливим за зволоженням

виявився 2025 рік з оптимальним ГТК у липні (1,46), що забезпечило гарний налив зерна, тоді як 2024 рік став екстремально складним через жорстку липневу спеку та дефіцит вологи. Органічна технологія в такі періоди стає вразливою, оскільки без мінеральної підтримки рослини змушені покладатися лише на природну мінералізацію азоту, яка практично зупиняється за показників ГТК нижче 0,5.

Особливу увагу привертає стабільна посуха в серпні, де коефіцієнт зволоження у всі роки опускався до критичних позначок (0,14–0,37). Це створює загрозу «запалу» квіток та недогону зерна для пізніх посівів. В органічному секторі це вимагає зміщення термінів сівби на максимально ранні дати, щоб фаза масового цвітіння завершилася до піку серпневої депресії зволоження. Наявність опадів у травні 2025 року (86,6 мм) порівняно з посушливим початком 2023 року демонструє, що позитивний в період проведення досліджень на 70 % залежить від весняних запасів вологи та інтенсивності роботи бджіл-запилювачів у вологій липень (рисунок 2.3).

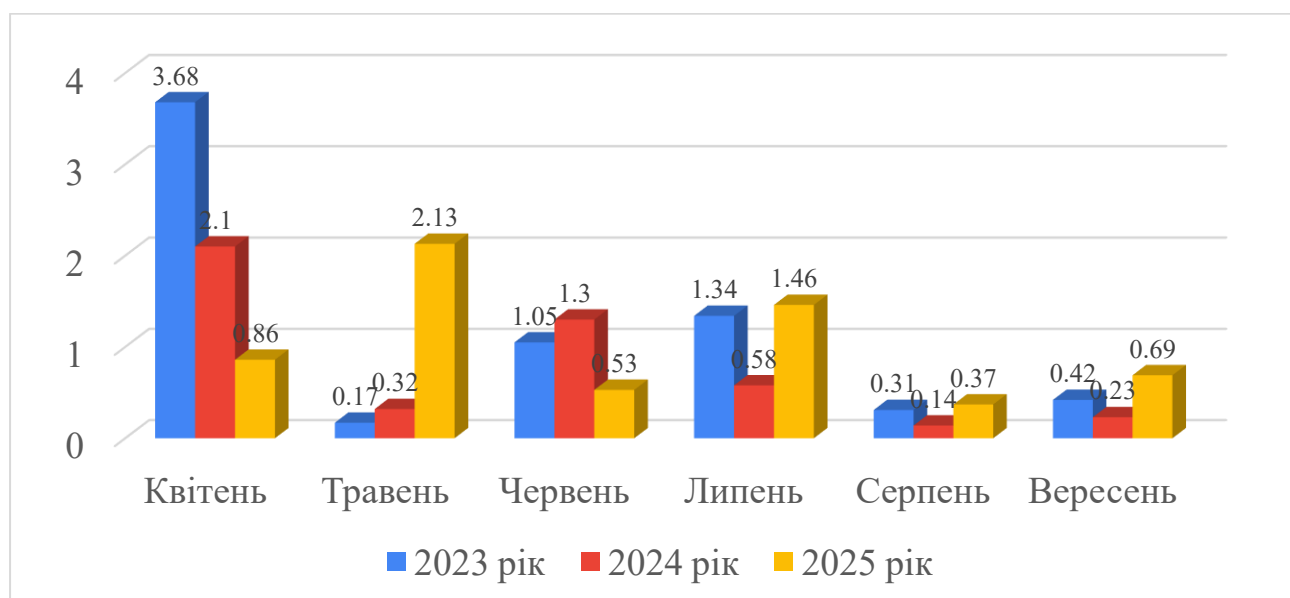


Рис. 2.3. Гідротермічний коефіцієнт за період вегетації, за даними Білоцерківської метеостанції

Температурний режим у вересні 2025 року з приморозками до $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ обумовлював ризик передчасного припинення вегетації. Враховуючи динаміку,

органічним господарствам варто обирати скороспілі сорти та застосовувати широке міжряддя для збереження вологи через механічну аерацію ґрунту. Такий підхід дозволить нівелювати наслідки нестабільного ГТК, який за три роки коливався від надлишкових 3,68 у квітні до критичних 0,14 у серпні, забезпечуючи сталу врожайність навіть за умов кліматичних коливань.

2.3. Схема та методика досліджень

Програмою досліджень передбачалося проведення дослідів: Оцінка ефективності застосування біопрепаратів у посівах гречки в умовах органічного виробництва (табл. 2.1):

Чинник А: Сорти: Антарія (ср), Син-3/02 (сс), Ярославна (рс),

Чинник В: Біопрепарати: Біокомплекс–БТУ, Гумат калію, Гумісол

Чинник С: Спосіб застосування (обробка насіння обприскування рослин, комплекс (обробка насіння+обприскування рослин)).

Таблиця 2.4.

Схема дослідів

Сорт (чинник А)	Біопрепарати (чинник Б)	Спосіб застосування (чинник В)
Антарія (ср)	Біокомплекс–БТУ, Гумат калію, Гумісол	Контроль (без застосування ДП)
		обробка насіння
		обприскування рослин
		комплекс (обробка насіння+обприскування рослин)
Син-3/02 (сс)	Біокомплекс–БТУ, Гумат калію, Гумісол	Контроль (без застосування ДП)
		обробка насіння
		обприскування рослин
		комплекс (обробка насіння+обприскування рослин)
Ярославна (рс)	Біокомплекс–БТУ, Гумат калію, Гумісол	Контроль (без застосування ДП)
		обробка насіння
		обприскування рослин
		комплекс (обробка насіння+обприскування рослин)

Площа облікової ділянки становила 36 м², повторність досліду – триразова. Технологію вирощування гречки в досліді здійснювали згідно з рекомендованими вимогами для умов Правобережного Лісостепу України, за винятком елементів, що підлягали експериментальному вивченню.

2.4. Характеристика сортів гречки та допоміжних продуктів

Сорти:

Сорт гречки «*Антарія*» належить до середньостиглих високопродуктивних сортів, що характеризується стабільністю врожайності та високими технологічними показниками. Рослини формують міцне стебло заввишки близько 1 м, що забезпечує підвищену стійкість до вилягання та створює сприятливі умови для механізованого збирання врожаю. Сорт відзначається широкою екологічною пластичністю й придатний для вирощування в різних природно-кліматичних зонах України – від Полісся до Степу, реалізуючи потенціал урожайності до 3,8 т/га.

Зерно сорту «*Антарія*» характеризується великим розміром, високими технологічними та смаковими якостями. Вихід крупки становить 75–76 %, вміст білка досягає 16 %, що визначає його високу харчову цінність. Сорт також вирізняється оптимальними медоносними властивостями, що підвищує його значення для бджільництва. Завдяки стійкості до осипання та ураження основними хворобами, «*Антарія*» належить до надійних сортів, рекомендованих для використання у виробничих посівах.

Оригіратором сорту є Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН» (сmt Чабани), що забезпечує його наукове супроводження та впровадження у виробництво.

Сорт гречки «*Син-3/02*» належить до середньоранніх синтетичних сортів й характеризується високою екологічною пластичністю та стабільністю формування врожаю в різних ґрунтово-кліматичних умовах України. Рослини досягають висоти до 110 см, формують міцне стебло, що забезпечує підвищену

стійкість до вилягання та посухостійкість. Сорт відзначається дружністю цвітіння та досягання, а також наявністю великих квіток, що зумовлює його високі медоносні властивості.

Зерно сорту «*Син-3/02*» характеризується високими технологічними показниками: вихід крупи перевищує 75 %, вміст білка становить до 16 %, що визначає його значну харчову цінність. Сорт вирізняється стійкістю до осипання та ураження основними хворобами, що сприяє зниженню втрат під час збирання та дозволяє обмежити застосування засобів хімічного захисту.

Оригіраторами сорту є Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН» та ТОВ НВМП «Антарія», що забезпечує наукове супроводження та високу якість насінневого матеріалу.

Сорт гречки «*Ярославна*» належить до ранньостиглих високопродуктивних сортів детермінантного типу селекції Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України. Він характеризується високим рівнем адаптивності до різноманітних агрокліматичних умов, зокрема відзначається підвищеною посухо- та жаростійкістю, що забезпечує стабільність формування врожаю за несприятливих погодних умов. Рослини формують міцне стебло, стійке до вилягання, та відзначаються рівномірністю досягання, що сприяє зниженню втрат під час збирання.

Зерно сорту «*Ярославна*» має високі технологічні показники: вихід крупи становить 78–80 %, вміст білка – 15–16 %, що свідчить про його значну харчову цінність. Завдяки широкій екологічній пластичності сорт придатний для вирощування в усіх природно-кліматичних зонах України – від Полісся до Степу. Потенційна врожайність досягає 3,0 т/га, що у поєднанні з крупністю зерна та добрими смаковими властивостями зумовлює його поширення у виробничих посівах.

Біопрепарати:

Біокомплекс-БТУ належить до мікробіологічних препаратів, що містять асоціацію живих мікроорганізмів, зокрема азотфіксуючих, фосфор- та

каліймобілізує бактерій, а також біологічно активні речовини (вітаміни, амінокислоти) й метаболіти з фунгістатичною дією. Застосування препарату спрямоване на оптимізацію мінерального живлення рослин, стимулювання розвитку кореневої системи та підвищення їх стійкості до біотичних та абіотичних чинників середовища. Завдяки природному походженню складових, препарат є екологічно безпечним, не спричиняє накопичення шкідливих речовин у продукції та сприяє активізації біологічної активності ґрунту.

У технології вирощування сільськогосподарських культур Біокомплекс-БТУ використовується для передпосівної обробки насіння, підживлення розсади та позакореневого внесення упродовж вегетаційного періоду. Його застосування сприяє підвищенню доступності важкорозчинних форм елементів живлення, покращенню засвоєння поживних речовин рослинами та, як наслідок, зростанню врожайності й поліпшенню якісних показників продукції. Препарат характеризується доброю розчинністю у воді, що забезпечує зручність його використання як у виробничих умовах, так й в системах органічного землеробства.

Гумат калію належить до органо-мінеральних добрив із вираженими регуляторними властивостями, що отримується шляхом екстракції гумінових речовин із торфу, леонардиту або бурого вугілля. Основна дія препарату полягає в активації фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, зокрема стимулюванні розвитку кореневої системи, підвищенні ефективності засвоєння елементів мінерального живлення та посиленні стійкості до абіотичних стресових чинників, таких як посуха або зниження температури.

Окрім прямого впливу на рослини, гумат калію позитивно впливає на властивості ґрунту, сприяючи поліпшенню його структури, підвищенню вологоутримувальної здатності та активізації ґрунтової мікробіоти. У технологіях вирощування сільськогосподарських культур препарат застосовується для передпосівної обробки насіння, кореневого підживлення та позакореневого внесення упродовж вегетаційного періоду.

Систематичне використання гумату калію забезпечує підвищення врожайності (у середньому на 15–20 %), покращення якісних показників продукції, зокрема сприяє накопиченню біологічно цінних речовин й зниженню вмісту нітратів. Препарат характеризується доброю розчинністю у воді та може застосовуватися у складі бакових сумішей, у тому числі з засобами захисту рослин, з метою зменшення їх фітотоксичної дії.

Гумісол є органічним добривом рідкої форми, отриманим на основі вермікомпосту – продукту переробки органічної сировини дощовими черв'яками. Препарат містить комплекс біологічно активних речовин, зокрема гумінові та фульвокислоти, амінокислоти, вітаміни, а також корисну мікрофлору. Його дія спрямована на активізацію фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, зокрема стимулювання проростання насіння, інтенсифікацію формування кореневої системи та підвищення стійкості до збудників хвороб й несприятливих абіотичних чинників.

Застосування Гумісолу у технологіях вирощування сільськогосподарських культур сприяє поліпшенню фізико-хімічних властивостей ґрунту, підвищенню вмісту гумусу та зниженню токсичності окремих сполук. Завдяки високій біологічній активності препарат забезпечує можливість зменшення норм внесення мінеральних добрив, водночас сприяючи підвищенню врожайності (на 15–30 % залежно від умов вирощування). Гумісол застосовується для кореневого підживлення та позакореневого обприскування різних сільськогосподарських культур, що визначає його ефективність у системах органічного землеробства.

Ліпосам є багатофункціональним біологічним прилипачем, створеним на основі природних полісахаридів мікробного походження. Після нанесення препарат формує на поверхні рослин еластичну повітропроникну плівку, яка забезпечує фіксацію засобів захисту рослин та мікродобрив. Застосування Ліпосаму зменшує втрати робочого розчину внаслідок стікання та випаровування, підвищує його стійкість до змивання атмосферними опадами та

продовжує дію діючих речовин. Водночас препарат не порушує природний восковий наліт листкової поверхні.

Додатково Ліпосам сприяє збереженню вологи на поверхні насіння та рослин, що забезпечує покращення умов проростання, підвищення приживлюваності розсади та зниження негативного впливу абіотичних стресових чинників, зокрема посухи та інтенсивної сонячної радіації. Завдяки природному походженню компонентів препарат є екологічно безпечним й придатним для застосування у системах органічного землеробства.

Дослідження за тематикою кваліфікаційної роботи виконано з застосуванням загальноприйнятих наукових й спеціалізованих агрономічних методів із використанням сучасних комп'ютерних технологій для обробки та аналізу експериментальних даних.

Усі застосовані мікродобрива та допоміжні препарати включені до Переліку пестицидів й агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, а також до Переліку допоміжних продуктів та методів, дозволених для застосування в органічному виробництві згідно з вимогами органічних стандартів Європейського Союзу. Окрім того, зазначені препарати представлені на сучасних інформаційних платформах, зокрема OrganicTech.

Основні обліки та спостереження у досліді:

- фенологічні спостереження за ростом й розвитком гречки проводили за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» (2000) [136];
- фотосинтетичну активність рослин визначали за показниками площі листкової поверхні (методом висічок) [137], фотосинтетичного потенціалу посіву (ФП) й чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) – за методикою М.М. Мусієнка [138];
- Облік урожайності здійснювали поділяночно шляхом обмолоту рослин у фазі повної стиглості насіння з подальшим зважуванням отриманої зернової маси. Отримані дані перераховували на стандартну вологість 14 % й 100 % чистоту насіння з вираженням показників у т/га;

- структуру врожаю визначали на основі аналізу 30 рослин, відібраних із пробних снопів [139];
- вміст органічних речовин і зольних елементів у сухій речовині визначали спектроскопічним методом із використанням інфрачервоного аналізатора NR Scanner model 4250, оснащеного відповідним програмним забезпеченням; вміст нітратного азоту визначали іонометричним методом; аналіз рослинних зразків (зеленої маси та зерна) на вміст залишкових кількостей пестицидів проводили у лабораторії GALAB Laboratories GmbH (Am Schleusengraben 7, D-21029 Hamburg, Germany). Дослідження виконували за методом DIN EN 15662:2018-07 (модульний метод QuEChERS). Визначення залишків пестицидів здійснювали за програмою GALAB Pesticides 500Plus® BNN та феноксикарбонових кислот (лужний гідроліз) із використанням методів GC-MS/MS, GC-NCI та LC-MS/MS);
- математичну обробку отриманих результатів урожайності та якісних показників здійснювали з застосуванням дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізу з використанням програмних пакетів Microsoft Excel й Sigma;
- ефективність досліджуваних агротехнічних заходів визначали згідно з загальноприйнятими методиками оцінки ефективності наукових досліджень [139];
- енергетичну оцінку агрозаходів визначали згідно з методичними рекомендаціями Медведовського О.К., Іваненко П.І. (1988) [140].

2.5. Особливості технології вирощування гречки на дослідних ділянках

В умовах ПСП «Шевченка», що працює за принципами органічного землеробства в зоні Лісостепу, вирощування гречки базується на інтегрованому підході до родючості, культуру розміщують у сівозміні після озимої пшениці

або зернобобових на полях, прилеглих до лісосмуг для залучення природних запилювачів. В дослідженнях попередником гречки була соя.

Технологія підготовки ґрунту під органічну гречку базується на прецизійних заходах, що дозволяє ефективно поєднувати механічний контроль бур'янів із менеджментом органічної речовини. Процес розпочинається із загортання пожнивних решток дисковими знаряддями (Lemken Rubin). Основний обробіток ґрунту здійснювали плугом Lemken Europal 7 на глибину 20–22 см.

Для ПСП «Шевченка» стратегія сівби гречки базується на принципі «фітосанітарного очікування»: сівбу розпочинають лише після повної ліквідації загрози весняних заморозків та провокації масових сходів бур'янів. Механічний контроль забур'яненості у допосівний період дозволяє значно знизити інфекційний фон та ризик ураження рослин хворобами. У разі високого потенційного засмічення поля доцільно змістити строки сівби на більш пізні, що дасть змогу провести додаткові цикли боронування та культивуації у фазі «білої нитки», забезпечуючи гречці чистий старт без конкуренції з бур'янами. Сівбу здійснювали з міжряддям 45 см пневматичною сівалкою Amazone Citan із прикочувальними котками (ширина захвату – 12 м).

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

Рідкі органічні добрива вносили ранцевим обприскувачем Sadko SPR-12 відповідно до схеми досліджу.

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

Висновки за 2 розділом:

Дослідження виконано в умовах Правобережного Лісостепу України на базі ПСП ім. Т. Г. Шевченка, яке функціонує за принципами органічного виробництва та має відповідну сертифікацію, що забезпечує об'єктивність оцінки ефективності біологізованих технологічних рішень.

Ґрунтові умови дослідної ділянки представлені типовим вилугуваним чорноземом із високим природним потенціалом родючості, оптимальними агрохімічними показниками та сприятливими фізико-хімічними властивостями, що створює належні передумови для формування продуктивності гречки.

Агрокліматичні умови в роки досліджень характеризувалися значною варіабельністю температурного режиму та зволоження, що проявлялося у чергуванні періодів надмірного зволоження й посухи, особливо в літній період, що дало змогу об'єктивно оцінити адаптивність культури та ефективність досліджуваних агротехнічних заходів.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК ГРЕЧКИ

3.1. Вплив біопрепаратів на основні показники посівних якостей насіння гречки

Гречка займає унікальну нішу серед зернових як єдина не злакова культура, що поєднує високі смакові якості з винятковою поживною цінністю (13 % білка, вітаміни групи В, Р та залізо). Завдяки своєму хімічному складу вона є незамінним дієтичним продуктом для дітей та людей похилого віку, а її роль як потужного медоноса дозволяє отримувати до 100 кг меду з гектара. В системі органічного виробництва гречка є неоціненною: вона виступає чудовим попередником для інших культур, ефективно пригнічує бур'яни без гербіцидів й може висіватися двічі на рік, що робить її ідеальним інструментом для відновлення сівозміни або пересіву загиблих озимих [168, 174].

Попри ці переваги, площі під посівами скорочуються через нестабільну врожайність, що сильно залежить від зовнішніх факторів. Для мінімізації ризиків аграрії часто висівають суміш кількох сортів, проте ключем до успіху, особливо в органічному землеробстві, залишається якісна передпосівна обробка насіння біопрепаратами. Це стимулює швидке проростання, дозволяючи рослині випередити конкурентів-бур'янів, ефективніше споживати елементи живлення з ґрунту та формувати високий врожай екологічно чистої продукції навіть за несприятливих умов [177].

За даними (Кислинська А.С., Халеп Ю.М) наукових досліджень, що підтверджують високу ефективність біологізації технологій вирощування гречки, що є критично важливим для переходу на органічне виробництво. Зокрема, застосування передпосівної інокуляції насіння біопрепаратами Діазобактерин та Хетомік продемонструвало стабільне зростання врожайності:

використання цих засобів окремо забезпечило приріст у середньому на 21 %, тоді як їхня синергічна дія при сумісному застосуванні дозволила підвищити збір зерна на 35 %. Така стратегія не лише покращує живлення рослин за рахунок фіксації азоту та захисту від патогенів, а й гарантує високу економічну доцільність – коефіцієнт енергетичної ефективності на рівні 3,64 та додатковий умовний прибуток у розмірі 7463 грн з кожного гектара [143].

Подальша оптимізація технології передбачає інтегрований підхід до стимуляції росту на різних етапах вегетації, що дозволяє отримати максимально високі врожаї навіть за мінливих погодних умов. Найкращі результати було зафіксовано при поєднанні передпосівної обробки насіння сумішшю Діазобактерину (200 мл/т) та Радостиму (250 мл/т) із наступним позакореневим підживленням посівів Радостимом у фазі вегетації (50 мл/га). Таке двоетапне застосування біостимуляторів забезпечує пролонгований захист та підтримку імунітету гречки, що є основою сталого розвитку культури в межах екологічно чистого землеробства без використання синтетичних добрив [142].

Проведені дослідження (Пшениченко О.І., Радченко М.В.) підтвердили, що передпосівна інокуляція насіння біологічними препаратами позитивно впливає на посівні якості досліджуваних сортів гречки, причому найбільш суттєвий ефект спостерігається у підвищенні енергії проростання та лабораторної схожості. Для формування дружних, вирівняних та стійких до стресових факторів сходів у системі органічного землеробства рекомендовано застосовувати стимулятори росту «Ековіт-насіння» та Біолан, а подальшим етапом наукової роботи стане детальний аналіз впливу цих органічних агентів на показники індивідуальної продуктивності та фінальну врожайність сортів Мальва й Українка. [141].

У результаті проведених досліджень встановлено, що посівні якості насіння гречки істотно залежали від дії досліджуваних біопрепаратів показник енергії проростання був на рівні 91,0–95,6 %. Передпосівна обробка біопрепаратами є високоефективним заходом інтенсифікації початкових етапів органогенезу. Встановлено, що досліджувані чинники справляють суттєвий

вплив на фізіологічний стан насіння, активізуючи його метаболічний потенціал. Енергія проростання відображає здатність насіння давати швидкі та однорідні сходи, що є фундаментом формування густоти посіву.

Найвищу стимулюючу дію виявлено у варіантах із застосуванням Гумату калію. Зокрема, у сорту Син-3/02 цей показник досяг 95,6 %, а у сорту Ярославна приріст відносно контролю склав 4,9 %, що є вагомим показником для забезпечення дружності сходів у польових умовах (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

**Посівні якості насіння гречки залежно від сорту та біопрепаратів,
(середнє за 2023-2025 рр.)**

Варіанти обробки	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість,%
Антарія		
Контроль (без застосування ДП)	91,0	94,1
Біокомплекс–БТУ	94,3	96,1
Гумат калію	95,3	98,2
Гумісол	93,2	97,2
Син-3/02		
Контроль (без застосування ДП)	92,2	95,1
Біокомплекс–БТУ	94,2	96,2
Гумат калію	95,6	99,1
Гумісол	92,3	98,2
Ярославна		
Контроль (без застосування ДП)	90,3	94,3
Біокомплекс–БТУ	93,6	97,1
Гумат калію	95,2	98,2
Гумісол	93,5	97,1
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,5</i>	<i>2,1</i>

Використання Біокомплексу–БТУ забезпечило підвищення енергії проростання на 2,0–3,3 % порівняно з контрольними варіантами. За

застосування Гумісолу показники енергії проростання були на рівні 92,3–93,5 %, що на 3,2 % вище порівняно з контролем.

Лабораторна схожість, як фундаментальний показник біологічної придатності насіння до формування повноцінних проростків, продемонструвала позитивну динаміку під впливом усіх досліджуваних чинників. Встановлено, що передпосівна обробка насіння біопрепаратами сприяє максимальній реалізації генетичного потенціалу сортів, підвищуючи життєздатність зародка та його стійкість до стресових умов проростання.

Згідно з отриманими даними, найбільш виражену стимулюючу дію на лабораторну схожість виявив Гумат калію. Найвищий показник зафіксовано у сорту Син-3/02, де схожість досягла майже абсолютного значення – 99,1 %, що на 4,0 % перевищує контроль. У сортів Антарія та Ярославна застосування Гумату калію забезпечило ідентичний результат – 98,2 %, при цьому приріст відносно контрольних варіантів склав 4,1 % та 3,9 % відповідно. Таке суттєве зростання показників свідчить про глибоку фізіологічну корекцію обмінних процесів у насінні під дією солей гумінових кислот.

Високу ефективність також продемонструвало застосування препаратів Біокомплекс–БТУ та Гумісол. Показники схожості у варіантах із цими препаратами варіювали в межах 96,1–98,2 %. Характерно, що сорт Антарія виявив вищу чутливість до дії Гумісолу (97,2 %), тоді як для сорту Ярославна обидва препарати забезпечили рівноцінний приріст схожості до рівня 97,1 %. Сорт Син-3/02 позитивно зреагував на обробку Гумісолом, підвищивши показник до 98,2 %, що підкреслює універсальність використання вермікомпостних основ для покращення посівних стандартів гречки.

Результати досліджень засвідчили, що застосування досліджуваних біопрепаратів сприяло суттєвому підвищенню польової схожості насіння порівняно з контрольними варіантами. Найвищу адаптивну здатність виявив сорт Син-3/02, де за умови передпосівної обробки Гуматом калію польова схожість досягла 82,2 %, що на 6,0 % перевищує показники контролю. Сорти Антарія та Ярославна також продемонстрували позитивну динаміку (приріст

4,2 % та 5,0 % відповідно), що підтверджує стимулюючий вплив гумінових речовин на енергію проростання в польових умовах.

Аналіз динаміки чисельності рослин протягом вегетації дозволив встановити рівень стійкості агроценозів до несприятливих факторів середовища. Встановлено, що найщільніший стеблостій у фазі повних сходів формувалася у варіантах із комплексним застосуванням препаратів (обробка насіння + у період вегетації). Зокрема, у сорту Син-3/02 кількість рослин на 1 м² становила 266 шт., що на 7 шт. більше за контроль.

Визначальним показником технологічної ефективності біопрепаратів є відсоток виживання рослин перед збиранням. Дослідженнями встановлено, що інтегрована схема застосування (насіння + у період вегетації) забезпечує максимальну життєздатність посівів. Найвищий рівень виживання зафіксовано у сорту Син-3/02 при застосуванні Гумату калію – 94 %, що на 6 % вище за контроль. Сорти Антарія та Ярославна продемонстрували виживаність на рівні 92 %, що свідчить про високу антистресову дію препаратів (табл. 3.2).

У досліджуваного сорту гречки Антарія в період проведення досліджень кількість рослин у фазу повних сходів становила 258–265 шт./м².

Таблиця 3.2.

Схожість, густина та виживання гречки, середнє за 2023-2025 рр.

Варіанти обробки	Польова схожість, %	Кількість рослин, шт./м ²		Вживання рослин, %
		фаза повних сходів	перед збиранням	
Антарія				
Контроль (без застосування ДП)	75,0	258	222	86
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	78,4	262	233	89
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	76,3	259	228	88
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	78,5	263	237	90
Гумат калію (обробка насіння)	79,2	264	236	90

Продовження таблиці 3.2.

Гумат калію (у період вегетації)	76,2	258	230	89
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	78,6	265	244	92
Гумісол (обробка насіння)	76,8	262	233	89
Гумісол (у період вегетації)	77,0	260	229	88
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	79,0	262	233	89
Син-3/02				
Контроль (без застосування ДП)	76,2	259	228	88
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	79,6	263	239	91
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	77,0	260	234	90
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	79,0	264	243	92
Гумат калію (обробка насіння)	82,2	266	245	92
Гумат калію (у період вегетації)	76,8	261	238	91
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	82,0	266	250	94
Гумісол (обробка насіння)	79,4	262	238	91
Гумісол (у період вегетації)	78,0	260	234	90
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	79,8	262	236	90
Ярославна				
Контроль (без застосування ДП)	76,4	256	220	86
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	78,4	259	230	89
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	77,0	258	227	88

Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	78,6	260	234	90
Гумат калію (обробка насіння)	81,4	262	236	90
Гумат калію (у період вегетації)	77,5	261	232	89
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	81,4	262	241	92
Гумісол (обробка насіння)	80,2	258	230	89
Гумісол (у період вегетації)	79,3	257	226	88
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	80,0	261	232	89

Застосування досліджуваних біопрепаратів справляє диференційований вплив на щільність стеблостою, починаючи з фази повних сходів. Найвищі показники стартової густоти зафіксовано у варіантах із передпосівною обробкою насіння Гуматом калію, де кількість рослин становила 264–265 шт./м², що на 2,3–2,7 % перевищує контроль (258 шт./м²). Характерно, що варіанти з використанням препаратів виключно у період вегетації за кількістю сходів фактично відповідали контрольному фону, що підтверджує визначальну роль передпосівної стимуляції у підвищенні польової схожості (рис. 3.1).

За комплексного застосування біопрепаратів спостерігали стабілізацію агрофітоценозу. Зокрема, у варіанті з комплексним використанням Гумату калію кількість рослин перед збиранням становила 244 шт./м², що забезпечило збереженість на рівні 92 %. Для порівняння, на контрольному варіанті цей показник був найнижчим й становив 222 шт./м² (виживання 86 %). Це свідчить про те, що досліджувані препарати підвищують конкурентоспроможність рослин та їхню стійкість до несприятливих біотичних та абіотичних чинників. Використання Біокомплексу-БТУ та Гумісолу за комбінованою схемою також

продемонструвало позитивні результати, забезпечивши збереження 237 та 233 шт./м² відповідно. Варіанти, що передбачали лише обробку насіння, поступалися за фінальною густрою стояння комплексним схемам, проте перевершували контроль. Це вказує на те, що стартовий імпульс росту, наданий на етапі проростання, потребує подальшої підтримки під час критичних фаз органогенезу (бутонізації та цвітіння) для мінімізації природного відпаду рослин.

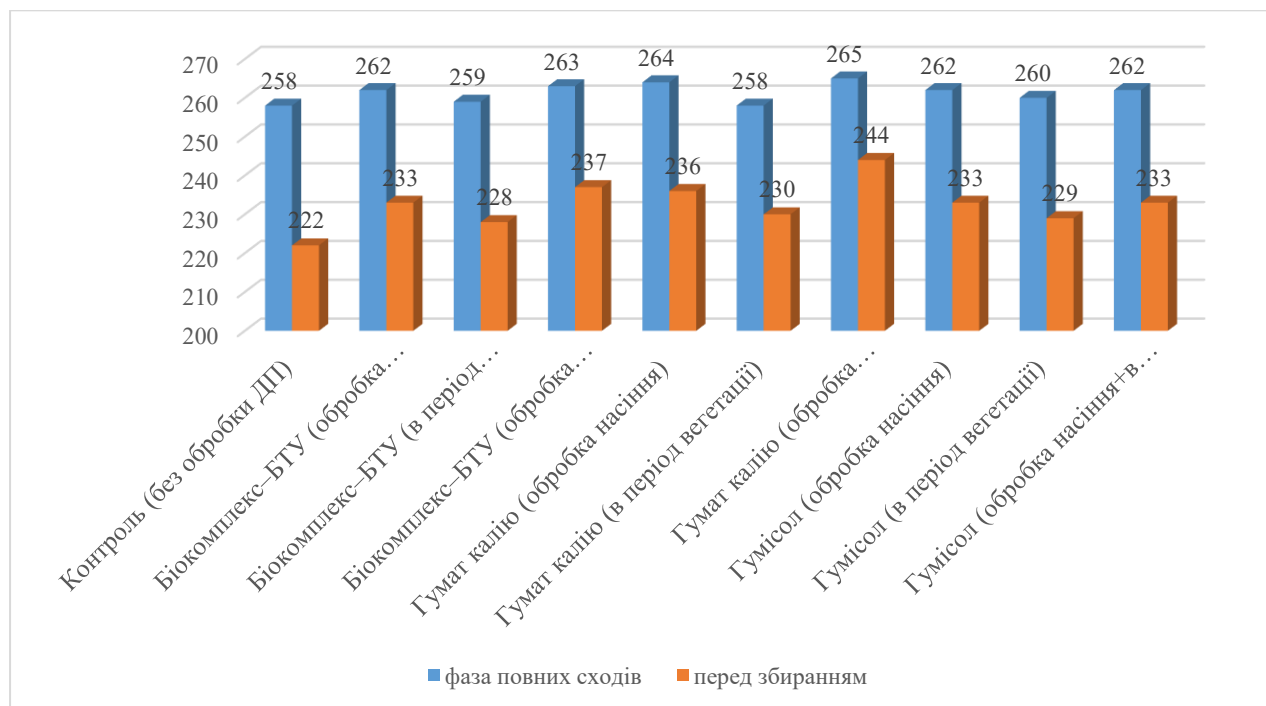


Рис. 3.1. Кількість рослин гречки сорту Антарія, шт./м², середнє за 2023-2025 рр.

Сорт Син-3/02 у ході досліджень 2023–2025 рр. виявив найвищий рівень адаптивності до застосування біопрепаратів серед усіх досліджуваних сортів. Аналіз показників густоти стояння (рис. 3.2) свідчить про значний вплив передпосівної обробки насіння на формування первинного стеблостою та подальшу виживаність рослин до моменту збирання. У фазі повних сходів на контрольному варіанті кількість рослин становила 259 шт./м², тоді як застосування Гумату калію, за обробки насіння та у період вегетації забезпечило формування найщільнішого посіву – 266 шт./м², що на 2,7 % вище за контроль.

Важливою особливістю сорту Син-3/02 є низька інтенсивність природного зрідження посівів за умови адекватного біологічного живлення. У варіанті з комплексним застосуванням Гумату калію (обробка насіння + вегетація) до кінця вегетації збереглися 250 шт./м², що відповідає рівню виживаності – 94 %. Для порівняння, на контролі цей показник становив лише 88 % (228 шт./м²). Це вказує на те, що біопрепарати не лише стимулюють ріст, а й суттєво підвищують екологічну пластичність сорту, дозволяючи мінімізувати втрати від внутрішньовидової конкуренції.

Аналогічна тенденція спостерігалася й при застосуванні Біокомплексу-БТУ, за комплексної обробки кількість рослин перед збиранням становила 243 шт./м², що на 15 шт./м² перевищує контроль. Варіанти, де препарати застосовувалися лише по вегетації, продемонстрували проміжний ефект: вони не впливали на стартову густоту сходів, проте забезпечували краще збереження рослин (на 2,6–4,4 % вище порівняно з контролем) за рахунок зміцнення загального імунітету в критичні фази розвитку.

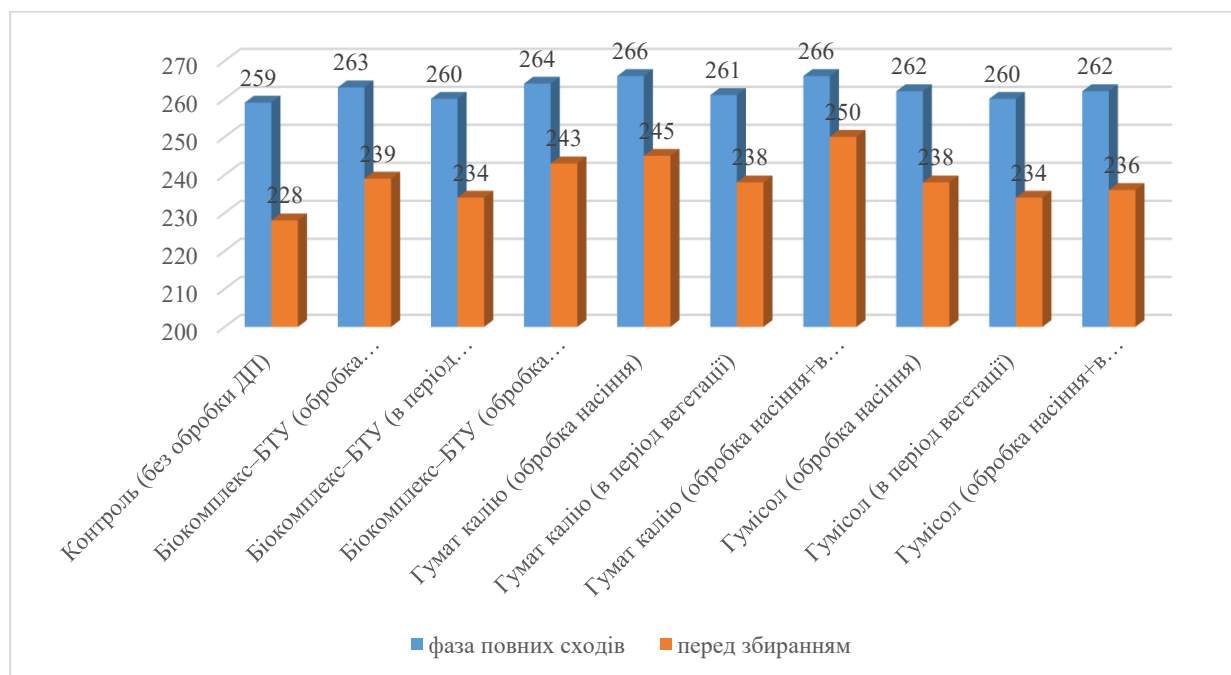


Рис. 3.2. Кількість рослин гречки сорту Син-3/02, шт./м², середнє за 2023-2025 рр.

Сорт Ярославна характеризується зниженням виживаності посівів на контрольному варіанті, що робить застосування біопрепаратів стратегічно

важливим для збереження продуктивного стеблостою (рис. 3.3), стартова густина стояння рослин у фазі повних сходів на контролі була найнижчою серед досліджуваних варіантів й становила 256 шт./м². Натомість передпосівна обробка насіння Гуматом калію та Гумісолем дозволила сформувати щільніші сходи – 262 та 258 шт./м² відповідно.

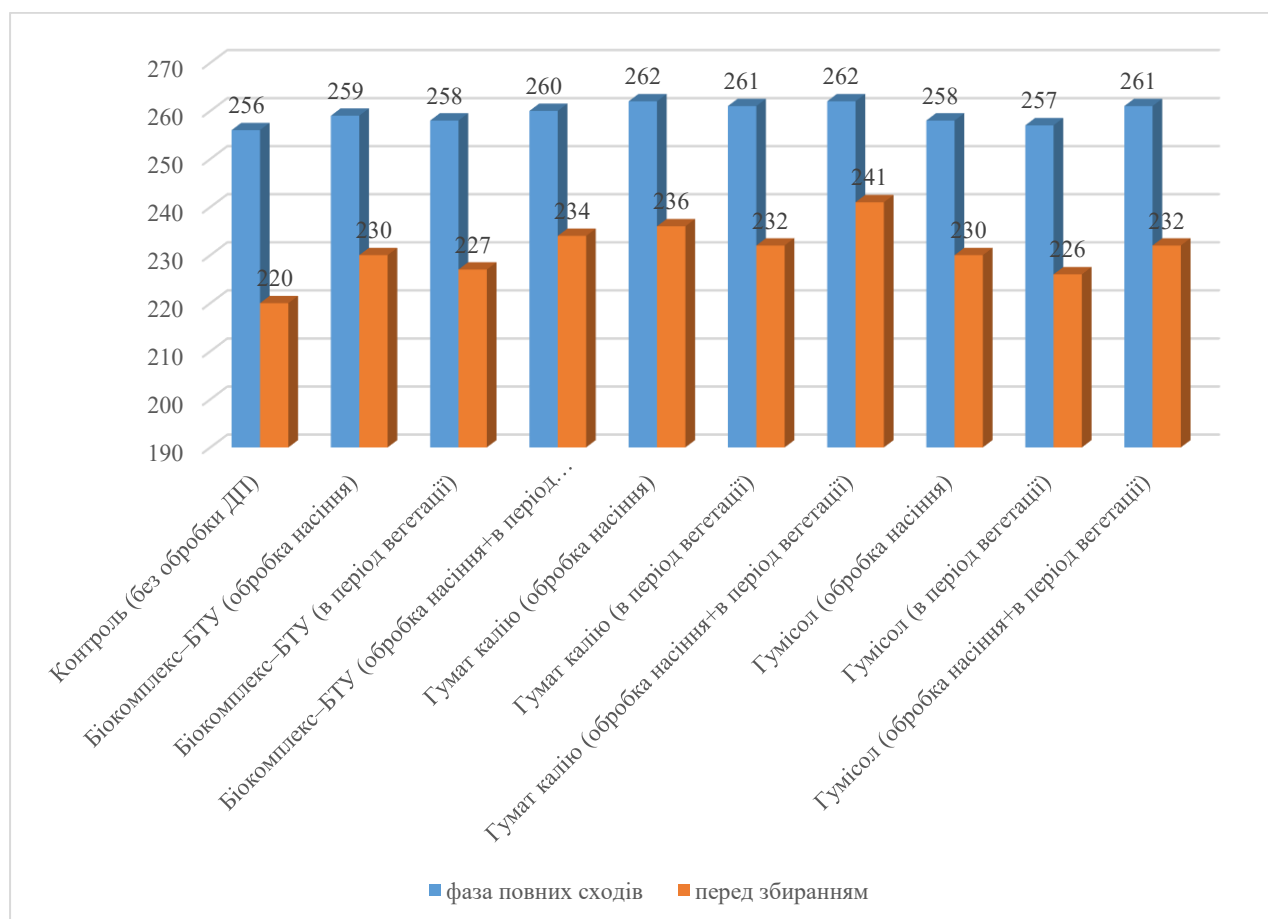


Рис. 3.3. Кількість рослин гречки сорту Ярославна, шт./м², середнє за 2023-2025 рр.

На контрольному варіанті до моменту збирання фіксували лише 220 шт./м², що відповідає рівню виживання 86 %. Застосування комплексної схеми (обробка насіння + у період вегетації) препаратом Гумат калію дозволило суттєво загальмувати цей процес, забезпечивши збереження 241 рослини на 1 м², що відповідає рівню виживаності 92 %. Це підтверджує, що для

ранньостиглих сортів підтримка фізіологічного статусу в критичні фази розвитку є вирішальним фактором формування структури врожаю.

Використання Біокомплексу-БТУ за комбінованою схемою також забезпечило високий результат – 234 шт./м² перед збиранням (виживання 90 %), що на 14 шт./м² більше порівняно з контролем. Слід зазначити, що варіанти з обробкою лише у період вегетації продемонстрували найнижчу ефективність щодо збереження густоти стояння у цього сорту, що пояснюється коротким вегетаційним періодом сорту Ярославни, рослина просто не встигає повноцінно компенсувати слабкий старт без передпосівної стимуляції.

Відповідно, сорт Син-3/02 володіє найвищим адаптивним потенціалом, реалізуючи максимальну польову схожість (82,2 %) та виживаність (94 %) за комплексного застосування Гумату калію, водночас сорт Антарія характеризується стабільністю формування стеблостою (збереженість 92 %), а ранньостигла Ярославна виявляє виражену стабілізацію густоти стояння стеблостою під дією біопрепаратів. Комплексне застосування досліджуваних препаратів є універсально ефективним для всіх генотипів, оскільки забезпечує синергію між інтенсивним стартовим розвитком та підтриманням імунного статусу в критичні фази органогенезу, що гарантує збереження густоти продуктивного агроценозу перед збиранням.

В умовах переходу до органічного виробництва, де використання синтетичних протруйників та мінеральних добрив заборонено, роль обраних сортів стає визначальною для формування біологічної стійкості посівів. Використання препаратів гумусової природи та мікробіологічних комплексів дозволяє не лише замінити хімічні аналоги, а й стимулювати природний потенціал ґрунтової мікрофлори, що забезпечує екологічну пластичність рослин. Такий підхід позитивно впливає на формування продуктивності гречки з високими показниками якості зерна, мінімізуючи при цьому антропогенне навантаження на довкілля та сприяючи відновленню природної родючості ґрунту в межах органічних сівозмін.

3.2 Динаміка росту й розвитку рослин гречки

В умовах глобальних кліматичних змін та переходу до екологічно безпечного землеробства, передпосівна інокуляція насіння біопрепаратами на основі азотфіксуючих мікроорганізмів стає критично важливою. Такі засоби не лише покращують азотний баланс рослин, а й виступають потужними стимуляторами росту, що підвищує адаптивність культур до абіотичних стресів. Зокрема, використання бактерій родів *Azotobacter* та *Azospirillum* дозволяє збільшити врожайність гречки на 5–15 % завдяки поєднанню біологічної фіксації азоту та продукуванню фітогормонів (ауксинів й цитокінінів) у прикореневій зоні.

Попри важливість фенологічних спостережень для оцінки адаптивного потенціалу культури [144], вплив біопрепаратів на темпи онтогенезу та формування фотосинтетичної поверхні гречки в умовах нестабільного зволоження й температурних коливань залишається малодослідженим.

За даними (Шевчук В.) застосування біопрепаратів (Азотофіт, Діазобактерин та їхня комбінація) забезпечує інтенсифікацію метаболічних процесів гречки, що дозволяє скоротити період проростання насіння до 8 діб за субоптимальних температур та пришвидшити загальний вегетаційний період на 2–3 доби (до 85 діб при ранній сівбі та 80 діб при пізній) порівняно з контрольними варіантами. Завдяки дії фітогормонів та активізації ферментативного гідролізу, препарати оптимізують азотне живлення на ранніх етапах, що стабілізує тривалість фази від сходів до цвітіння на рівні 27–29 діб, а також прискорює фінальний етап дозрівання на 2 доби за рахунок ефективної ремобілізації пластичних речовин. Найвищу ефективність демонструє комплексне використання обох препаратів, яке мінімізує вплив температурних коливань та дефіциту вологи, забезпечуючи стабільний розвиток культури в межах сортових характеристик (80–86 діб) [145].

Дослідження фенологічних особливостей гречки сорту Антарія підтвердили значну регулюючу роль біопрепаратів у проходженні основних

етапів органогенезу. Встановлено, що застосування стимуляторів росту та мікробіологічних комплексів сприяє прискоренню початкових фаз розвитку при одночасному подовженні репродуктивного періоду, що має стратегічне значення для формування повноцінного зерна (табл. 3.3).

На початкових етапах вегетації спостерігалось скорочення міжфазного періоду «сходи – бутонізація». На контрольному варіанті цей етап тривав 18 діб, тоді як за умови передпосівної обробки насіння Гуматом калію він скоротився до 16 діб, а при використанні Біокомплексу–БТУ та Гумісолу - до 17 діб. Таке прискорення початкового росту свідчить про інтенсифікацію метаболічних процесів у молодих рослинах, що дозволяє їм швидше переходити до генеративного розвитку. Міжфазний період «бутонізація – цвітіння» залишався стабільним для всіх варіантів дослідів й становив 16 діб.

Таблиця 3.3.

Тривалість міжфазних періодів гречки сорту Антарія, середнє за 2023-2025 рр.

	Сходи - бутонізація	Бутонізація - цвітіння	Цвітіння - побуріння плодів	Побуріння плодів - дозрівання	Тривалість вегетаційного періоду
Контроль (без застосування ДП)	18	16	13	33	80
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	17	16	14	34	81
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	17	16	14	34	81
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	17	16	14	36	83
Гумат калію (обробка насіння)	16	16	15	34	81

Продовження таблиці 3.3.

Гумат калію (у період вегетації)	17	16	14	35	82
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	16	16	16	37	85
Гумісол (обробка насіння)	17	16	14	34	81
Гумісол (у період вегетації)	17	16	14	34	81
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	17	16	15	35	83

Найбільш суттєві зміни зафіксовано у тривалості заключних етапів вегетації, що відповідають за налив та дозрівання плодів. Застосування біопрепаратів зумовило пролонгацію періодів «цвітіння – побуріння плодів» та «побуріння плодів – дозрівання». Зокрема, у варіанті з комплексним застосуванням Гумату калію тривалість цих етапів зросла до 16 та 37 діб відповідно (проти 13 та 33 діб на контролі). Це дозволило збільшити загальну тривалість вегетаційного періоду сорту Антарія до 85 діб, що на 5 діб довше порівняно з контрольними ділянками.

Подовження періоду наливу зерна є ключовим фізіологічним чинником, оскільки це забезпечує тривалішу роботу фотосинтетичного апарату та активне надходження асимілятів до репродуктивних органів. Схожа тенденція до подовження вегетації на 3–4 доби спостерігалася також при комплексному використанні Біокомплексу–БТУ (83 доби) та Гумісолу (83 доби).

У сорту Син-3/02 тривалість вегетаційного періоду була на рівні 81–84 днів (табл. 3.4).

Відповідно застосування біопрепаратів зумовлює раціональний перерозподіл тривалості міжфазних періодів гречки даного сорту, зокрема, на ранніх етапах розвитку використання комплексного застосування досліджуваних препаратів забезпечило скорочення періоду «сходи – бутонізація» до 14 діб, що на 2 доби менше порівняно з контрольним варіантом.

На ділянках з застосуванням Гумату калію тривалість періоду від цвітіння до повного дозрівання плодів зросла на 6 діб порівняно з контролем. Це дозволяє подовжити функціонування фотосинтетичного апарату та активізувати відтік асимілятів до репродуктивних органів, що в умовах органічного землеробства є ключовим фізіологічним чинником підвищення маси та якості зерна. Загальна тривалість вегетаційного періоду під дією біостимуляції зросла на 1–3 доби, досягнувши максимуму (84 доби) при поєднанні передпосівної обробки насіння й позакореневого підживлення Гуматом калію.

Таблиця 3.4.

Тривалість міжфазних періодів гречки сорту Син-3/02, середнє за 2023-2025 рр.

Варіанти обробки	Сходи - бутонізація	Бутонізація - цвітіння	Цвітіння - побуріння плодів	Побуріння плодів - дозрівання	Тривалість вегетаційного періоду
Контроль (без застосування ДП)	16	16	14	35	81
Біокомплекс– БТУ (обробка насіння)	15	15	15	37	82
Біокомплекс– БТУ (у період вегетації)	15	15	16	37	83
Біокомплекс– БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	14	15	16	37	82

Гумат калію (обробка насіння)	15	15	15	37	82
Гумат калію (у період вегетації)	15	15	16	37	83
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	14	15	17	38	84
Гумісол (обробка насіння)	15	15	15	37	82
Гумісол (у період вегетації)	15	15	16	37	83
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	14	15	16	37	82

Аналіз результатів фенологічних спостережень за гречкою сорту Ярославна (табл. 3.5) свідчить про високу пластичність цього ранньостиглого генотипу та його здатність до суттєвої корекції темпів онтогенезу під впливом біопрепаратів. Встановлено, що застосування досліджуваних чинників забезпечує інтенсифікацію початкових етапів росту при одночасному подовженні періодів формування продуктивності.

Під дією біопрепаратів загальний вегетаційний період сорту Ярославна збільшився на 1–3 доби, досягнувши максимуму (71 доба) у варіанті Гумат калію (насіння + вегетація). Варіанти з використанням Біокомплексу–БТУ та Гумісолу забезпечили стабільну тривалість життєвого циклу на рівні 69–70 діб. Це свідчить про те, що досліджуванні допоміжні продукти виступають в ролі регуляторів, що стабілізують темпи онтогенезу. В системі органічного землеробства така стратегія є ключовою для стабілізації врожайності ранньостиглої гречки.

**Тривалість міжфазних періодів гречки сорту Ярославна, середнє за
2023-2025 рр.**

Варіанти обробки	Сходи - бутонізація	Бутонізація - цвітіння	Цвітіння - побуріння плодів	Побуріння плодів - дозрівання	Тривалість вегетаційного періоду
Контроль (без застосування ДП)	14	13	11	30	68
Біокомплекс– БТУ (обробка насіння)	13	12	12	32	69
Біокомплекс– БТУ (у період вегетації)	13	12	13	32	70
Біокомплекс– БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	12	12	13	32	69
Гумат калію (обробка насіння)	13	12	13	31	69
Гумат калію (у період вегетації)	13	12	13	32	70
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	12	12	14	33	71
Гумісол (обробка насіння)	13	12	13	31	69
Гумісол (у період вегетації)	13	12	14	31	70
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	13	12	13	32	70

У результаті проведених досліджень, встановлено, що найбільш тривалим вегетаційним періодом характеризується сорт Антарія, де на контролі цей показник становив 80 діб. Під дією біостимуляції тривалість вегетації зростає до 81–85 діб. Сорт Син-3/02 продемонстрував дещо стисліший цикл (81 доба на контролі) з подовженням до 82–84 діб у дослідних варіантах. Найменшу тривалість вегетації зафіксовано у ранньостиглого сорту Ярославна (68 діб на контролі), проте він виявив високу реактивність на біопрепарати, збільшивши період активного росту до 69–71 доби (рис. 3.4).

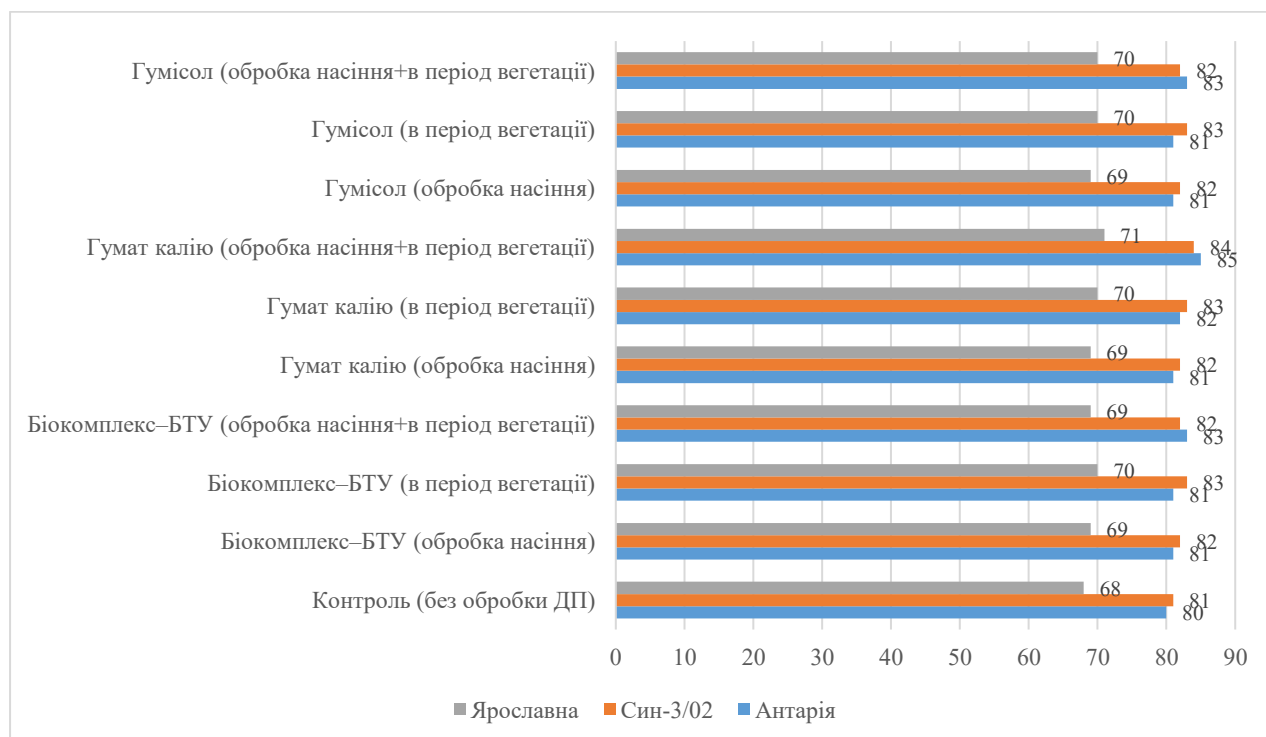


Рис. 3.4. Вплив допоміжних продуктів на тривалість вегетаційного періоду досліджуваних сортів, середнє за 2023–2025 рр.

Максимальне подовження періоду вегетації зафіксовано на варіантах із комплексним застосуванням препарату Гумат калію. Зокрема, у сорту Антарія тривалість циклу зростає на 5 діб, у Син-3/02 – на 3 доби, у Ярославни – на 3 доби порівняно з контрольними варіантами. Використання Біокомплексу–БТУ та Гумісолу також забезпечило стабільне подовження вегетації на 1–3 доби. Подовження вегетаційного періоду за рахунок застосування біопрепаратів має позитивне значення для формування врожаю. Як свідчать дані досліджень,

продлонгація відбувається переважно за рахунок репродуктивних фаз (цвітіння та наливу), що забезпечує тривалішу роботу фотосинтетичного апарату. В умовах органічного виробництва така закономірність є критично важливою, оскільки вона дозволяє рослинам максимально реалізувати генетичний потенціал продуктивності та сформувати вищу масу зерна з одиниці площі.

Аналіз результатів досліджень, (табл. 3.6), свідчить про суттєвий вплив біопрепаратів на морфологічні показники гречки, зокрема на лінійний ріст стебла. Встановлено, що застосування допоміжних продуктів стимулює ростові процеси у всіх досліджуваних сортів, забезпечуючи формування потужнішого розвитку рослин порівняно з контрольними варіантами (90–93 см).

Таблиця 3.6.

**Висота рослин гречки, залежно від сорту та біопрепаратів, см,
середнє за 2023-2025 рр.**

Спосіб обробки	Сорти		
	Антарія	Син 3/02	Ярославна
Контроль (без застосування ДП)	91	93	90
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	102	104	100,8
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	100	102	99
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	105	104	104,65
Гумат калію (обробка насіння)	110	107	104,4
Гумат калію (у період вегетації)	104	106	103,5
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	111	113	109,8
Гумісол (обробка насіння)	101	103	99,9
Гумісол (у період вегетації)	99	101	98,1
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	104	106	102,6
<i>HIP₀₅</i>	<i>1,2</i>	<i>1,4</i>	<i>1,3</i>

Найбільш виражений стимулюючий ефект зафіксовано за умови комплексного застосування Гумату калію, де висота рослин сягала

109,8–113,0 см, що підтверджує синергічну дію передпосівної стимуляції та наступних позакореневих підживлень на активізацію клітинного поділу та розтягнення тканин.

У сортовому розрізі найвищу інтенсивність ростових процесів продемонстрував сорт Син 3/02, висота якого у варіанті з комплексним використанням Гумату калію досягла максимального значення – 113 см. Сорт Антарія виявив дещо меншу, проте стабільну реакцію на застосування допоміжних продуктів, збільшивши висоту до 111 см за аналогічної схеми обробки. Ранньостиглий сорт Ярославна, попри стислий період вегетації, також позитивно зреагував на біостимуляцію, показавши приріст висоти стебла на 19,8 см відносно контролю, що свідчить про високу екологічну пластичність даного генотипу в умовах органічного землеробства.

3.3. Фотосинтетичні характеристики посівів

Фотосинтез виступає основним компонентом накопичення біомаси, проте його ефективність у системі органічного виробництва визначається не лише генетичним потенціалом культури, а й поєднанням природних факторів та архітектоніки посіву. Оскільки органічне землеробство виключає використання синтетичних стимуляторів росту, особливого значення набуває формування потужної асиміляційної поверхні. Оптимальна площа листкового апарату стає ключовим інструментом для максимальної кумуляції сонячної енергії, що дозволяє рослині раціонально синтезувати органічні сполуки та підтримувати інтенсивний газообмін. Це створює надійний базис для формування високої врожайності без надмірного хімічного навантаження на екосистему.

У межах органічних технологій розвиток листкової маси безпосередньо корелює зі станом ґрунтового біоти та природною родючістю, оскільки рослина змушена самотійно адаптуватися до умов довкілля. Замість швидкого азотного живлення, що часто призводить до надмірного розростання слабких тканин, в органічному секторі ставка робиться на збалансований розвиток листового

апарату. Це забезпечує не лише повне поглинання фотоактивної радіації, а й підвищує природну резистентність культури. Таким чином, керування площею листків стає стратегічним чинником сталого продукування чистої органічної речовини.

Згідно з науковими дослідженнями Дорошенко О.Л. встановлено значну роль мікроелементів, зокрема магнію, у стимуляції розвитку асиміляційного апарату гречки. Результати експериментів демонструють, що позакореневе підживлення цією речовиною забезпечує формування максимальної площі листя. Зокрема, у сорту Вікторія зазначений показник становив 44,0 тис. м²/га, у сорту Зеленоквіткова 90 – 48,5 тис. м²/га, а у сорту Роксолана – 43,9 тис. м²/га. Використання магнію забезпечувало перевищення контрольних варіантів на 1,4–1,6 тис. м²/га, що підтверджує його позитивний вплив на формування асиміляційного апарату рослин різних сортів гречки [146].

Інтегроване застосування мікробіологічного препарату Діазобактерин та регулятора росту Радостим виступає потужним чинником оптимізації фізіологічних процесів у посівах гречки. Відповідно, азотфіксуючі бактерії препарату Діазобактерин покращують азотне живлення рослин природним шляхом, тоді як біостимулятор Радостим активізує генетичний потенціал культури. Такий підхід забезпечує гармонійний розвиток вегетативної маси, створюючи ідеальні умови для формування розлогої листової поверхні та максимальної фотосинтетичної активності посіву, що є критично важливим для накопичення сухої речовини в екологічно чистому агровиробництві. Найбільшу ефективність демонструє комплексна схема обробки, що включає передпосівну інокуляцію насіння сумішшю Діазобактерину (175 мл) та Радостиму (250 мл/т) з наступним вегетаційним обприскуванням у дозі 50 мл/га. Така технологія дозволяє суттєво інтенсифікувати наростання асиміляційної площі, що вже у фазі галуження стебла показники перевищують контрольні значення на 20 %, а у критично важливу фазу цвітіння – на 30 %. Це свідчить про пролонговану дію біопрепаратів, які не лише стимулюють ранній старт рослин, а й підтримують

високу життєздатність листкового апарату протягом усього періоду формування врожаю, забезпечуючи стабільну продуктивність гречки [147].

Аналіз формування асиміляційного апарату рослин гречки протягом 2023–2025 рр. свідчить про суттєвий вплив біологічних препаратів та сортових особливостей на динаміку площі листкової поверхні. Дослідженнями встановлено, що максимальні показники площі асиміляційної поверхні рослин гречки формувалися у фазу масового цвітіння (табл. 3.7).

Таблиця 3.7.

**Динаміка формування площі листкової поверхні посівів гречки,
тис. м²/га, середнє за 2023–2025 рр.**

Спосіб застосування	Фаза розвитку		
	Бутонізація	Масове цвітіння	Плодоутворення
Антарія			
Контроль (без застосування ДП)	12,4	24,5	17,2
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	13,8	27,8	20,4
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	13,5	28,4	21,5
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	15,2	32,6	24,8
Гумат калію (обробка насіння)	14,2	29,1	22,3
Гумат калію (у період вегетації)	13,9	30,5	23,8
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	16,4	35,8	28,2
Гумісол (обробка насіння)	13,1	25,9	18,8
Гумісол (у період вегетації)	12,8	26,5	19,4
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	14	28,2	20,6
Син 3/02			
Контроль (без застосування ДП)	13,2	26,4	18,5
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	15,2	31,5	22,8
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	14,8	32,8	24,1
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	17,4	38,2	29,6
Гумат калію (обробка насіння)	16,1	33,4	24,5
Гумат калію (у період вегетації)	15,6	35,2	26,8

Продовження таблиці 3.7.

Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	18,8	41,5	33,4
Гумісол (обробка насіння)	14,4	28,6	20,4
Гумісол (у період вегетації)	14,1	29,8	21,9
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	15,8	33,1	24,2
Ярославна			
Контроль (без застосування ДП)	11,8	23,2	16,5
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	13,2	26,4	19,2
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	12,9	27,1	20,4
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	14,5	30,8	23,2
Гумат калію (обробка насіння)	13,6	27,5	21,1
Гумат калію (у період вегетації)	13,2	28,9	22,6
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	15,6	33,4	26,5
Гумісол (обробка насіння)	12,5	24,8	18,1
Гумісол (у період вегетації)	12,2	25,4	18,7
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	13,4	26,9	19,6
<i>НІР</i> ₀₅ (спосіб застосування)	0,2	0,4	0,3
<i>НІР</i> ₀₅ (сорт)	0,6	0,5	0,6

За різних варіантів застосування біопрепаратів й сортових особливостей культури цей показник становив 23,2–41,5 тис. м²/га. Найбільш інтенсивний розвиток фотосинтетичного апарату зафіксовано у сорту Син 3/02, де площа листя на контролі становила 26,4 тис. м²/га, що перевищувало показники сортів Антарія та Ярославна на 7,7 % та 13,8 % відповідно. Максимальний ефект отримано за комплексного застосування Гумату калію, що передбачало передпосівну обробку насіння та позакореневе підживлення рослин. Зокрема, у сорту Син 3/02 за такого способу застосування площа листя у фазу масового цвітіння сягала свого максимуму – 41,5 тис. м²/га, що на 57,2% вище за контрольний показник. Аналогічна тенденція простежувалася й в інших сортів: у Антарії та Ярославни приріст відносно контролю за умови комплексного використання Гумату калію становив 46,1 % та 43,9 % відповідно.

За застосування Біокомплекс–БТУ фіксували стимулюючу дію, дещо поступаючись Гумату калію. За його поєднаного застосування площа листкової поверхні у сорту Син 3/02 становила 38,2 тис. м²/га. Варто зазначити, що позакореневе підживлення у період вегетації виявилось більш результативним у порівнянні з лише передпосівною обробкою насіння для всіх досліджуваних препаратів. За застосування Гумісолу отримали дещо нижчі показники формування площі листкової поверхні, де максимальні значення площі у сорту Антарія не перевищували 28,2 тис. м²/га.

Оцінюючи способи застосування допоміжних продуктів, слід відмітити, що передпосівна обробка насіння виступила фундаментом для початкового розвитку асиміляційного апарату. За нашими даними, цей захід забезпечив приріст ПЛП уже на етапі бутонізації в межах 9–22 % відносно контролю. Найбільшу ефективність на цьому етапі продемонстрував Гумат калію, що пояснюється стимулюючим впливом мікроелементів на енергію проростання та швидке формування перших трьох-чотирьох ярусів листків, які є критично важливими для раннього фотосинтезу. Обробка посівів у період вегетації дозволила збільшити ПЛП у фазі масового цвітіння на 16–33 % порівняно з варіантами без обробки. Це пов'язано з безпосереднім поглинанням діючих речовин листковою пластинкою, що інтенсифікує поділ клітин та збільшує лінійні розміри листків, особливо у сортів інтенсивного типу, таких як Син 3/02 та Антарія.

За комплексного застосування зафіксовано не лише максимальні показники площі у фазі цвітіння (до 41,5 тис. м²/га), а й найбільш стабільну роботу фотосинтетичного апарату на завершальних етапах вегетації.

Зокрема, у фазі плодоутворення саме комплексна обробка Гуматом калію дозволила утримувати площу листків на рівні, що у 1,6–1,8 раза перевищує контроль. Це підтверджує, що системна біологізація не лише нарощує вегетативну масу, а й суттєво пролонгує її життєздатність, забезпечуючи безперервний відтік асимілятів до репродуктивних органів гречки.

Питання адаптації технологій до умов органічного виробництва через використання біоагентів залишається у фокусі сучасних досліджень. Зокрема, наукові пошуки В.П. Дерев'янського та М.М. Сучек (Хмельницька ДС) підтверджують, що застосування біопрепаратів у Правобережному Лісостепу покращує трофічний режим рослин не лише гречки, а й інших круп'яних культур (проса, сорго). Це сприяє формуванню потужної фотосинтетичної поверхні та забезпечує стабільну врожайність високої якості [150].

Згідно з результатами досліджень Р.Є. Грищенко та співавторів, інтенсифікація фотосинтетичної діяльності листкового апарату під впливом Гумату калію сприяла суттєвому зростанню виходу сухої біомаси відносно контрольних значень. Процеси накопичення сухої речовини та формування листкової поверхні перебували у прямій залежності від гідротермічних умов вегетації. Встановлено, що в роки з достатнім рівнем вологозабезпечення у фазу дозрівання спостерігалися найвищі показники площі листкової поверхні (14,4–15,8 тис. м²/га) та накопичення сухої речовини (6,13–7,92 т/га) [148].

Аналіз накопичення сухої речовини в посівах гречки свідчить про виражений позитивний вплив досліджуваних біопрепаратів на ріст й розвиток рослин (табл. 3.8).

Таблиця 3.8.

Накопичення сухої речовини посівами гречки, залежно від досліджуваних факторів, т/га, середнє за 2023-2025 рр.

Спосіб застосування	Фаза розвитку		
	Бутонізація	Масове цвітіння	Плодоутворення
Антарія			
Контроль (без застосування ДП)	1,83	4,10	5,20
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	2,06	4,69	6,08
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	2,02	4,83	6,31
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	2,33	5,48	7,28
Гумат калію (обробка насіння)	2,14	4,97	6,49

Продовження таблиці 3.8.

Гумат калію (у період вегетації)	2,11	5,2	7,0
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	2,68	6,49	8,01
Гумісол (обробка насіння)	1,94	4,37	5,65
Гумісол (у період вегетації)	1,90	4,49	5,81
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	2,08	4,78	6,14
Син 3/02			
Контроль (без застосування ДП)	1,99	4,61	5,82
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	2,34	5,64	7,26
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	2,28	5,8	7,58
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	2,75	6,67	8,96
Гумат калію (обробка насіння)	2,48	6,05	7,77
Гумат калію (у період вегетації)	2,42	6,33	8,38
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	3,25	7,8	10,07
Гумісол (обробка насіння)	2,16	5,03	6,36
Гумісол (у період вегетації)	2,12	5,23	6,65
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	2,4	5,73	7,35
Ярославна			
Контроль (без застосування ДП)	1,72	3,88	4,96
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	1,94	4,45	5,76
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	1,91	4,60	6,05
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	2,19	5,20	6,93
Гумат калію (обробка насіння)	2,02	4,66	6,26
Гумат калію (у період вегетації)	1,99	4,86	6,66
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	2,41	5,82	7,60
Гумісол (обробка насіння)	1,84	4,15	5,30
Гумісол (у період вегетації)	1,80	4,27	5,51
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	2,01	4,54	5,88
<i>НІР</i> ₀₅ (спосіб застосування)	0,02	0,04	0,03
<i>НІР</i> ₀₅ (сорти)	0,5	0,6	0,4

Встановлено, що динаміка цього показника протягом вегетації мала висхідний характер, досягаючи максимальних значень у фазі плодоутворення.

Важливо зауважити, що інтенсивність накопичення біомаси визначалася не лише фазою розвитку, а й генетичним потенціалом сорту. Зокрема, сорт Син 3/02 за рівнем накопичення сухої речовини на контрольному варіанті (5,82 т/га) суттєво перевершував показники сортів Антарія (5,20 т/га) та Ярославна (4,96 т/га), що підтверджує його високу адаптивність до умов вирощування. У фазі бутонізації накопичення сухої речовини рослинами гречки значною мірою залежало від стартового ефекту біопрепаратів, при цьому показники варіювали від 1,72 т/га на контролі сорту Ярославна до 3,25 т/га за комплексної обробки сорту Син 3/02. Встановлено, що передпосівна інокуляція насіння забезпечувала стабільне зростання накопичення біомаси на ранніх етапах онтогенезу. Найкращі результати отримано за застосування Гумату калію, де маса сухої речовини становила 2,48 т/га у сорту Син-3/02 та 2,14 т/га у сорту Антарія. Біокомплекс–БТУ й Гумісол також сприяли активізації ростових процесів, забезпечуючи перевищення контрольних варіантів на 11–17 %, що підтверджує їх ефективність як біостимуляторів розвитку кореневої системи та вегетативної маси рослин.

У фазі масового цвітіння інтенсивність накопичення сухої речовини суттєво зростає, що зумовлено максимальним розвитком асиміляційної поверхні та активним формуванням репродуктивних органів. Показники в цей період варіювали від 3,88 т/га на контролі сорту Ярославна до 7,8 т/га за комплексної обробки сорту Син 3/02. Характерно, що позакореневе підживлення в цій фазі виявилось ефективнішим за одноразову передпосівну інокуляцію: наприклад, у сорту Син 3/02 обприскування Гуматом калію забезпечило 6,33 т/га, тоді як обробка насіння – 6,05 т/га. Це свідчить про високу здатність листового апарату гречки засвоювати поживні речовини безпосередньо в період найбільшої фізіологічної потреби.

Окреме застосування препаратів у період вегетації на момент настання фази бутонізації показало дещо нижчу ефективність порівняно з інокуляцією насіння, з різницею у 0,03–0,06 т/га на користь останньої. Це пояснюється коротким часовим проміжком між першим позакореневим обприскуванням та

моментом обліку, через що рослини ще не встигли повною мірою реалізувати фізіологічний відгук на підживлення. Проте навіть за такого способу внесення спостерігалася позитивна динаміка відносно контролю.

Найбільш результативним у фазі бутонізації виявився комплексний підхід, що поєднує обробку насіння та вегетацію, створюючи виражений синергетичний ефект вже на старті органогенезу. Максимальне значення зафіксовано у сорту Син 3/02 при використанні Гумату калію – 3,25 т/га, що на 63,3 % вище за контроль, тоді як у сортів Антарія та Ярославна показники склали 2,68 та 2,41 т/га відповідно.

На етапі плодоутворення зафіксовано найвищі абсолютні значення сухої біомаси, оскільки в рослинах завершуються процеси акумуляції органічної речовини та її перерозподілу до зерна. Беззаперечним лідером за всіма варіантами залишався сорт Син 3/02, який при поєднанні передпосівної обробки насіння та обприскування Гуматом калію сформував рекордні 10,07 т/га, що на 73 % перевищує показники контрольного варіанта. Препарат Біокомплекс–БТУ за аналогічної схеми також продемонстрував високу результативність (8,96 т/га), забезпечуючи тривалу роботу фотосинтетичного апарату та запобігаючи його передчасному старінню, що є критично важливим для наливу зерна. Аналіз фінальної фази вегетації підтверджує, що роздільне застосування препаратів (лише для насіння або лише по вегетації) значно поступається за ефективністю їх двоетапному поєднанню. У сортів Антарія та Ярославна комплексне використання Гумату калію дозволило досягти показників 8,01 та 7,60 т/га відповідно.

Разом з тим авторами [149] встановлено, що фундаментом високої врожайності гречки при органічній моделі вирощування є оптимізація умов живлення, яка активізує роботу фотосинтетичного апарату. Максимальні біометричні та фізіологічні показники зафіксовано за використання бобового сидерату як попередника та інтеграції у технологію мікробного комплексу Азогран нано та антистресанта Мегафол. Зазначена комбінація сприяла не лише розширенню листової поверхні на 60 % відносно контролю, а й підвищенню

стабільності чистої продуктивності фотосинтезу протягом усієї вегетації. Як наслідок, фотосинтетичний потенціал досяг позначки 1,98 млн м²/га за добу, що супроводжувалося посиленням накопиченням сухої речовини, понад 100 %.

У результаті проведених досліджень у 2023–2025 рр. фотосинтетичний потенціал посівів гречки в період від фази бутонізації до масового цвітіння коливався в межах 0,64–1,17 млн м²×днів/га (табл. 3.9).

Встановлено, що фотосинтетичний потенціал посівів гречки суттєво змінювався залежно від генотипу й досліджуваних допоміжних продуктів, коливаючись у період від бутонізації до масового цвітіння в межах 0,64–1,17 млн м²×днів/га, а у фазі плодоутворення досягав пікових значень – 0,97–1,96 млн м²×днів/га. Максимальні значення фотосинтетичного потенціалу відзначено у сорту Син-3/02 у фазі плодоутворення за поєднання передпосівної інокуляції насіння та позакореневого застосування Гумату калію. За цих умов ФП становив 1,96 млн м²×днів/га, перевищуючи контроль на 76,5 %.

Таблиця 3.9

Фотосинтетичний потенціал посівів гречки залежно від генотипу та застосування біопрепаратів, млн м²×днів/га, середнє за 2023-2025 рр.

Спосіб застосування	Фаза розвитку	
	Бутонізація – масове цвітіння	Плодоутворення
Антарія		
Контроль (без застосування ДП)	0,68	1,02
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	0,76	1,20
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	0,78	1,26
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	0,89	1,45
Гумат калію (обробка насіння)	0,81	1,31
Гумат калію (у період вегетації)	0,84	1,38
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	0,99	1,57

Продовження таблиці 3.9.

Гумісол (обробка насіння)	0,71	1,12
Гумісол (у період вегетації)	0,73	1,14
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	0,79	1,22
Син 3/02		
Контроль (без застосування ДП)	0,73	1,11
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	0,88	1,41
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	0,90	1,46
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	1,05	1,75
Гумат калію (обробка насіння)	0,96	1,51
Гумат калію (у період вегетації)	0,99	1,62
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	1,17	1,96
Гумісол (обробка насіння)	0,80	1,21
Гумісол (у період вегетації)	0,83	1,26
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	0,91	1,39
Ярославна		
Контроль (без застосування ДП)	0,64	0,97
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	0,73	1,13
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	0,75	1,18
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	0,86	1,35
Гумат калію (обробка насіння)	0,77	1,24
Гумат калію (у період вегетації)	0,80	1,31
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	0,92	1,50
Гумісол (обробка насіння)	0,69	1,06
Гумісол (у період вегетації)	0,71	1,10
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	0,75	1,16

Схожа тенденція до інтенсифікації роботи асиміляційного апарату спостерігалася й при використанні Біокомплексу–БТУ (1,75 млн м²×днів/га), тоді як мінімальні параметри в усіх фазах вегетації стабільно демонстрував сорт Ярославна на варіантах без застосування біопрепаратів.

Аналіз показників чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) посівів гречки за 2023–2025 рр. свідчить про позитивну динаміку інтенсивності накопичення органічної маси одиницею листової поверхні під впливом

досліджуваних чинників. Характерною особливістю є зростання ЧПФ у всіх варіантах при переході від міжфазного періоду «бутонізація – масове цвітіння» до фази «плодоутворення», що вказує на високу фізіологічну активність посівів саме під час формування врожаю. Сорт Син 3/02 стабільно демонстрував найвищу інтенсивність фотосинтетичної роботи, випереджаючи сорти Антарія та Ярославна як на контролі, так й на фоні застосування біопрепаратів.

Найбільш суттєвий вплив на ефективність роботи фотосинтетичного апарату забезпечило використання Гумату калію. За комплексної схеми (обробка насіння + вегетація) ЧПФ у сорту Син 3/02 досягла максимального значення – 5,98 г/м² за добу у фазі плодоутворення, що на 27,8 % вище за контроль (табл. 3.10).

Таблиця 3.10.

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів гречки, г/м² за добу, в середньому за 2023-2025 рр.

Спосіб застосування	Фаза розвитку	
	Бутонізація – масове цвітіння	Плодоутворення
Антарія		
Контроль (без застосування ДП)	3,12	4,25
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	3,34	4,56
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	3,31	4,62
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	3,52	4,88
Гумат калію (обробка насіння)	3,45	4,71
Гумат калію (у період вегетації)	3,48	4,79
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	3,82	5,24
Гумісол (обробка насіння)	3,19	4,34
Гумісол (у період вегетації)	3,21	4,38
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	3,28	4,45
Син 3/02		
Контроль (без застосування ДП)	3,41	4,68
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	3,68	5,02
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	3,72	5,14

Продовження таблиці 3.10.

Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	3,95	5,42
Гумат калію (обробка насіння)	3,84	5,21
Гумат калію (у період вегетації)	3,89	5,35
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	4,26	5,98
Гумісол (обробка насіння)	3,48	4,75
Гумісол (у період вегетації)	3,52	4,81
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	3,61	4,94
Ярославна		
Контроль (без застосування ДП)	3,05	4,12
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	3,21	4,35
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	3,24	4,41
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	3,4	4,58
Гумат калію (обробка насіння)	3,32	4,51
Гумат калію (у період вегетації)	3,36	4,57
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	3,65	4,92
Гумісол (обробка насіння)	3,11	4,2
Гумісол (у період вегетації)	3,14	4,24
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	3,19	4,3

Для сортів Антарія та Ярославна пікові значення за аналогічної обробки становили відповідно 5,24 та 4,92 г/м² за добу. Це підтверджує стимулювальну дію гумінових речовин на інтенсивність газообміну та швидкість синтетичних процесів у листках.

Порівнюючи способи внесення біопрепаратів Біокомплекс–БТУ й Гумісол встановлено, що позакореневе підживлення у період вегетації має дещо вищу ефективність порівняно з лише передпосівною інокуляцією насіння. Проте в усіх випадках роздільне застосування препаратів поступалося двоетапній схемі, яка створювала умови для найбільш стабільної роботи асиміляційного апарату. Статистично достовірне зростання ЧПФ у фазі плодоутворення свідчить про те, що біопрепарати сприяють оптимізації функціонального стану рослин, забезпечуючи високу продуктивність фотосинтезу навіть у період активного відтоку поживних речовин до плодів.

3.4. Рівень впливу біологічних препаратів та сортових особливостей на формування структури врожаю гречки органічної

Визначальна роль у забезпеченні продуктивності гречки належить ефективним агротехнологіям, які оптимізують функціонування агрофітоценозу та стабілізують процеси росту й розвитку рослин. Пріоритетним напрямом є модернізація технологічних схем вирощування та впровадження дієвих прийомів, адаптованих до сучасних гідрокліматичних умов. Це дозволяє не лише досягти максимально можливої врожайності, а й гарантувати відповідність зерна встановленим стандартам якості.

За дослідженнями (Пелех Л.В., Онуфрійчук О.М.) встановлено, що найвищі показники насінневої продуктивності гречки забезпечуються за поєднання багаторазового механічного обробітку ґрунту (культивуації та боронування у фазі 1–2 листків) із комплексною передпосівною обробкою насіння біопрепаратами Діазофіт та Біокомплекс-БТУ. За такої технології кількість суцвіть на рослині зростає до 10,3 шт., а кількість виповнених зерен – до 68,5 шт., що створює фундамент для отримання високого рівня врожайності [151].

У результаті проведених досліджень, було встановлено, показник кількості зерен на рослині коливався від 148 до 187 штук, що було обумовлено сортовими особливостями та застосуванням допоміжних продуктів. Важливо зазначити, що комплексна обробка в усіх випадках сприяла формуванню вищих показників порівняло з досліджуваними способами обробки, причому передпосівна інокуляція насіння забезпечувала кращий старт для закладання майбутнього врожаю, ніж одноразове обприскування по вегетації (табл. 3.11).

Таблиця 3.11.

Структурні показники рослин гречки, залежно від сорту та біопрепаратів, середнє за 2023-2025 рр.

Сорти	Спосіб застосування	Кількість зерен на рослині	Маса зерен, г	Кількість суцвіть, шт	Маса 1000 насінин, г
Антарія	Контроль (без застосування ДП)	150	4,8	20	24,6
	Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	168	5,37	22,4	27,55
	Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	165	5,28	22	27,06
	Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	172	5,52	23	28,29
	Гумат калію (обробка насіння)	174	5,56	23,2	28,53
	Гумат калію (у період вегетації)	173	5,52	23	28,29
	Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	183	5,85	24,4	30,0
	Гумісол (обробка насіння)	166,5	5,32	22,2	27,30
	Гумісол (у період вегетації)	163	5,23	21,8	26,81
	Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	171	5,47	22,8	28,04
Син-3/02	Контроль (без застосування ДП)	154	5,0	22	24,89
	Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	172	5,6	24,64	27,87
	Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	169	5,5	24,2	27,37
	Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	177	5,75	25,3	28,62
	Гумат калію (обробка насіння)	178	5,8	25,52	28,87
	Гумат калію (у період вегетації)	177	5,75	25,3	28,62
	Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	187	6,1	26,84	30,36
	Гумісол (обробка насіння)	170	5,55	24,42	27,62
	Гумісол (у період вегетації)	167	5,45	23,98	27,13
	Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	175	5,7	25,08	28,37

Продовження таблиці 3.11.

Ярославна	Контроль (без застосування ДП)	148	4,7	19	24,22
	Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	165	5,26	21,28	27,12
	Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	162	5,17	20,9	26,64
	Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	170	5,42	21,85	27,85
	Гумат калію (обробка насіння)	171	5,45	22,04	28,09
	Гумат калію (у період вегетації)	170	5,40	21,85	27,85
	Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	180	5,73	23,18	29,54
	Гумісол (обробка насіння)	164	5,21	21,09	26,88
	Гумісол (у період вегетації)	161	5,12	20,71	26,39
	Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	168,72	5,35	21,66	27,61
<i>НІР 05</i>		3,0	0,1	2,0	1,4

Застосування Біокомплексу–БТУ, в комплексній схемі забезпечило формування від 170 (Ярославна) до 177 шт. (Син-3/02) зерен на рослині. Препарат Гумісол також сприяв зростанню озерненості порівняно з контролем, проте його показники були дещо нижчими – у межах 168,7–175 шт. Найвищу озерненість продемонстрував сорт Син-3/02, де за комплексного застосування Гумату калію (обробка насіння + вегетація) кількість зерен сягнула свого максимуму – 187 шт., що на 21,4 % перевищує показники контрольного варіанта.

Разом з тим, найвищі значення маси зерен, зафіксовано у сорту Син-3/02 за комплексного застосування Гумату калію, де маса зерна склала 6,1 г, що на 22 % вище за контрольний варіант (5,0 г). Сорти Антарія та Ярославна за аналогічної схеми обробки також продемонстрували суттєвий приріст, досягнувши показників 5,85 г та 5,73 г відповідно. Це свідчить про те, що поєднання передпосівної та вегетаційної обробок гуміновими препаратами забезпечує максимальне накопичення пластичних речовин у репродуктивних органах.

Аналіз кількості суцвіть на рослинах гречки вказує на виражену тенденцію до зростання продуктивності за застосування допоміжних продуктів. На варіантах без обробки кількість суцвіть була мінімальною й становила 19 шт. у сорту Ярославна, 20 шт. у Антарії та 22 шт. у сорту Син-3/02. З поступовим впровадженням агрозаходів цей показник планомірно зростав, демонструючи позитивну динаміку навіть за одноразового внесення препаратів. Зокрема, застосування Гумату калію лише для насіння дозволило отримати 23,2 шт. суцвіть у Антарії, 25,52 шт. у сорту Син-3/02 та 22,04 шт. у Ярославни. Препарати Біокомплекс–БТУ та Гумісол при такому способі також забезпечили приріст на рівні 2–3 шт. порівняно з контролем. Одноразове обприскування рослин стимулювало розвиток генеративних органів трохи меншою мірою. Показники коливалися від 20,71–21,85 шт. у сорту Ярославна до 23,98–25,3 шт. у сорту Син-3/02. Найкращий результат серед одноразових позакореневих

підживлень стабільно демонстрував Гумат калію, який додавав у середньому 10–15 % до кількості суцвіть відносно контрольних ділянок.

Аналіз маси 1000 насінин свідчить про те, що застосування біопрепаратів є вирішальним чинником підвищення виповненості та якості зерна гречки. На контрольних ділянках без обробки цей показник був мінімальним й варіював у межах 24,22–24,89 г залежно від сорту. Найвищий рівень ефективності продемонстрував Гумат калію, особливо за комплексної схеми застосування. У сорту Син-3/02 маса 1000 насінин сягнула рекордних 30,36 г, що на 22 % перевищує контроль. Сорти Антарія та Ярославна за аналогічної обробки сформували насіння масою 30,0 г та 29,54 г відповідно.

Висновки за 3 розділом:

Встановлено, що застосування біопрепаратів суттєво підвищує посівні якості насіння гречки: енергія проростання зростає до 95,6 %, а лабораторна схожість – до 99,1 %, що на 3,9–4,0 % перевищує контрольні показники.

Доведено, що передпосівна обробка насіння є визначальним чинником формування дружних сходів, тоді як додаткове позакореневе підживлення забезпечує їх подальшу стабілізацію та збереження впродовж вегетації.

Встановлено, що найбільш ефективною є комплексна схема застосування біопрепаратів (насіння + вегетація), яка забезпечує максимальну польову схожість (до 82,2 %) та виживання рослин (до 94 %), що перевищує контроль на 5–6 %.

Визначено, що серед досліджуваних сортів найвищу адаптивність до біостимуляції проявив сорт Син-3/02, який формував найбільшу густоту стояння та найвищу життєздатність агроценозу.

Доведено, що застосування біопрепаратів оптимізує проходження фаз онтогенезу: скорочується тривалість початкових міжфазних періодів на 1–2 доби та подовжується репродуктивна фаза (на 3–6 діб), що створює умови для кращого наливу зерна.

Встановлено, що біостимуляція сприяє подовженню загальної тривалості вегетаційного періоду гречки на 1–5 діб, причому найбільший ефект зафіксовано при застосуванні Гумату калію.

Доведено, що біопрепарати інтенсифікують ростові процеси рослин: висота рослин зростає до 109,8–113,0 см, що на 18–20 % перевищує контрольні значення.

Встановлено, що формування асиміляційного апарату значно покращується під впливом біопрепаратів: площа листкової поверхні у фазу цвітіння зростає до 41,5 тис. м²/га, що на 43,9–57,2 % більше порівняно з контролем.

Доведено, що застосування біопрепаратів забезпечує суттєве підвищення фотосинтетичної продуктивності: фотосинтетичний потенціал досягає 1,96 млн м²×днів/га, а чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) – до 5,98 г/м² за добу, що на 25–30 % перевищує контроль.

Встановлено, що біопрепарати сприяють інтенсивному накопиченню сухої речовини: максимальні показники досягали 10,07 т/га у сорту Син-3/02, що на 63–73 % перевищує контрольні варіанти та свідчить про високу ефективність біологізації технології.

РОЗДІЛ 4

ПРОДУКТИВНІСТЬ ГРЕЧКИ ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Гречка (*Fagopyrum esculentum* Moench) посідає чільне місце серед круп'яних культур як джерело повноцінного білка, незамінних амінокислот, вітамінів групи В та потужних антиоксидантів, зокрема рутину. У контексті глобального тренду на екологізацію агровиробництва, перехід до органічного землеробства стає стратегічним напрямом, що забезпечує отримання безпечної продукції без застосування синтетичних агрохімікатів та ГМО. Проте виключення інтенсивних чинників вимагає глибшого вивчення механізмів формування якості зерна, оскільки в органічних системах цей процес повністю базується на природній взаємодії генотипу з ґрунтово-кліматичними умовами та біологічними методами інтенсифікації.

Відмова від традиційних інтенсивних технологій на користь природних механізмів відтворення родючості та біозахисту створює особливі умови для онтогенезу рослин. Це безпосередньо впливає на складний процес біосинтезу поживних речовин й біологічно активних сполук.

Гречка посідає особливе місце в агровиробництві як високорентабельна та безвідходна культура з вираженою екологічною орієнтацією. Попри те, що за показниками врожайності вона дещо поступається кукурудзі чи сої, рівень прибутку від її вирощування є цілком порівнюваним із озимою пшеницею та значно вищим за більшість зернобобових культур. Максимальна економічна ефективність досягається за умови дотримання технологічної дисципліни та розвитку інфраструктури для переробки всієї отриманої біомаси.

Завдяки своїм фізіологічним особливостям гречка виступає природним фундаментом екологізації землеробства: будучи чутливою до хімічного забруднення, вона водночас сприяє поліпшенню фітосанітарного стану агроценозів, ефективно пригнічуючи бур'яни без інтенсивного пестицидного навантаження. Особливої уваги заслуговує її роль у збереженні біорізноманіття: квітучі посіви гречки є потужним джерелом живлення для широкого спектра

комах-запилювачів, відновлюючи життєво важливі трофічні ланцюги. При цьому гречаний мед, що традиційно вважається побічним продуктом, за своїми унікальними характеристиками та ринковою цінністю може набувати статусу основної продукції галузі [152].

4.1. Урожайність гречки залежно від факторів досліду за органічного виробництва

Врожайність сільськогосподарських культур залишається визначальним критерієм для оцінки ефективності та доцільності впровадження будь-якої технологічної схеми. В сучасних реаліях аграрний сектор України стикається із безпрецедентними викликами, зумовленими стрімкою трансформацією клімату. Часті та тривалі посухи стають дедалі інтенсивнішими, що змушує виробників кардинально переглядати підходи до планування виробничих витрат та загальної стратегії господарювання.

В умовах прогресуючого підвищення середньорічної температури, збільшення кількості бездощових періодів, що чергуються із деструктивними зливовими опадами, та критичного зниження рівня ґрунтових вод, питання вологозабезпечення агроценозів набуває першочергового значення. Для гречки, яка є вологолюбною культурою, особливо в критичні фази цвітіння та плодоутворення, дефіцит доступної вологи стає основним лімітуючим чинником стабілізації врожайності. Відтак, за умов органічного виробництва, де використання синтетичних регуляторів заборонено, особливий науково-практичний інтерес викликає селекція адаптивних сортів та розробка елементів технологій, здатних мінімізувати негативний вплив гідротермічного стресу [169].

Пріоритетним завданням органічного землеробства за таких умов є формування стійкої екосистеми поля. Це досягається через впровадження агрозаходів, спрямованих на депонування вологи та відновлення структури ґрунту. Використання мікробіологічних препаратів та гумінових речовин у

поєднанні з раціональним обробітком ґрунту дозволяє не лише забезпечити отримання екологічно безпечного врожаю з високими якісними характеристиками, а й активно сприяти підтримці родючості – єдиного надійного буфера проти кліматичної нестабільності [170-171].

Впровадження енергоощадних та екологічно безпечних технологій вирощування гречки стає не лише питанням екології, а й стратегією виживання агробізнесу. Обмеженість фінансових ресурсів та ризики, пов'язані з веденням господарства поблизу зон бойових дій, вимагають від аграріїв переходу до адаптивних систем землеробства. Використання біопрепаратів та гумінових стимуляторів дозволяє забезпечити стабільний врожай за мінімальних капіталовкладень. У період війни саме такі гнучкі підходи дозволяють агропідприємствам зберігати рентабельність, забезпечувати населення якісними харчовими продуктами та підтримувати економічну стійкість аграрного сектору України.

Результати проведених досліджень демонструють виражений стимулювальний вплив досліджуваних біопрепаратів (Біокомплекс–БТУ, Гумат калію, Гумісол) на формування продуктивності гречки (табл. 4.1).

Застосування цих засобів сприяє максимально повній реалізації генетичного потенціалу сортів, що проявляється у суттєвому зростанні врожайності порівняно з контрольними показниками. Це підтверджує доцільність інтеграції біостимуляторів у сучасні технологічні схеми вирощування культури

Досліджувані сорти позитивно реагують на застосування біопрепаратів та регуляторів росту, показуючи приріст врожайності у всіх варіантах обробки порівняно з контролем. Сорт Син-3/02 не тільки має найвищу базову врожайність, але й демонструє найбільший абсолютний приріст врожайності від обробки (0,41 т/га), що свідчить про його високу чутливість до агротехнічних прийомів. Дещо нижчі показники врожайності отримали за вирощування сорту Ярославна (1,56 – 1,90 т/га), що пов'язано з біологічними осями сорту. У сорту Антарія врожайність була в межах 1,71–2,08 т/га.

**Врожайність гречки, залежно від сорту та біопрепаратів, т/га,
середнє за 2023-2025 рр.**

Спосіб застосування	Сорти		
	Антарія	Син-3/02	Ярославна
Контроль (без застосування ДП)	1,71	1,89	1,56
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	1,91	2,11	1,74
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	1,88	2,07	1,71
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	1,96	2,17	1,79
Гумат калію (обробка насіння)	1,98	2,19	1,80
Гумат калію (у період вегетації)	1,96	2,17	1,79
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	2,08	2,30	1,90
Гумісол (обробка насіння)	1,89	2,09	1,73
Гумісол (у період вегетації)	1,86	2,06	1,70
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	1,94	2,15	1,77
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,02</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>

Серед досліджуваних біопрепаратів, слід відмітити, що застосування Гумату калію забезпечило найбільш стрімке зростання продуктивності. На варіантах із дворазовою обробкою цим препаратом зафіксовано, формування 2,30 т/га для сорту Син-3/02, 2,08 т/га для Антарії та 1,90 т/га для Ярославни. Препарати Біокомплекс–БТУ та Гумісол також показали позитивну динаміку, проте за силою впливу на формування кінцевого врожаю вони дещо поступалися гуміновим сполукам, що вказує на вищу біологічну ефективність Гумату калію як фізіологічного стимулятора.

Оцінка способів внесення препаратів дозволяє стверджувати, що найвищий рівень врожайності досягається при поєднанні передпосівної обробки насіння та обприскування у період вегетації. Такий комплексний підхід створює синергетичний ефект, де початкова стимуляція кореневої системи доповнюється підтримкою рослин на етапі цвітіння та наливу зерна.

4.2. Якість зерна гречки за органічного виробництва

Україна впевнено утримує статус глобального лідера в сегменті органічного землеробства, забезпечуючи виробництво майже половини світового обсягу органічної гречки. Цей стратегічний статус, підкріплений зростаючим інтересом з боку агробізнесу та державною підтримкою, відкриває значні перспективи для зміцнення експортного потенціалу країни та насичення внутрішнього ринку високоякісним продуктом. На сучасному етапі ключовим завданням є не лише утримання наявних позицій, а й системне розширення посівних площ під цією культурою, що дозволить масштабувати валові збори зерна та задовольнити глобальний попит на екологічно безпечне продовольство в умовах світової продовольчої кризи.

Для забезпечення сталого розвитку та повної автономії вітчизняного органічного сектору критично важливою є розробка та впровадження власної науково-технічної бази, зокрема формування замкненого циклу насінництва. Створення національного фонду сертифікованого органічного насіння дозволить виробникам позбутися залежності від імпорту та гарантувати високу якість продукції з ранніх етапів вирощування. Такий підхід, що поєднує розширення масштабів виробництва з науково обґрунтованим відбором адаптивних сортів, стане фундаментом для перетворення України на ключовий хаб органічного гречкосіяння, здатний забезпечувати стабільність та екологічну безпеку аграрного сектору навіть у складних геополітичних умовах [153–155].

Вміст білка в обрешеному зерні варіює в межах 12–16 %, причому його біологічна цінність визначається збалансованим амінокислотним складом, зокрема високим вмістом лізину, аргініну, триптофану, цистину та гістидину. Ліпідна фракція зерна (2–4 %) вирізняється високою стійкістю до окислювальних процесів, що забезпечує тривале зберігання крупи без втрати її органолептичних та поживних якостей. Крім енергетичної цінності, зерно є багатим джерелом органічних кислот, мінеральних солей та флавоноїдів. Особливе значення має рутин (вітамін Р), який сприяє зміцненню капілярів та

оптимізації роботи серцево-судинної системи, що робить гречку незамінною сировиною для фармакологічної промисловості та народної медицини. Слід зазначити, що для одержання врожаю високого рівня необхідно, щоб усі фактори, які впливають на зростання рослин, були представлені в оптимальних значеннях у відповідні періоди росту та розвитку. В основі технології вирощування ставиться рослина з її біологічними особливостями, які необхідно вчасно врахувати й таким чином керувати процесом формування [156].

Процес формування якісних характеристик зерна, що охоплює концентрацію нутрієнтів, біологічно активних компонентів та параметрів екологічної безпеки, має багатофакторну природу. Він визначається складною взаємодією генетичного потенціалу сорту, специфіки агротехнічних заходів та впливу гідротермічних й ґрунтових умов конкретної місцевості. На відміну від інтенсивних технологій, де стабілізація цих показників досягається за рахунок масованого використання синтетичних агрохімікатів, органічне землеробство базується на принципово інших засадах. Перехід до екологічно орієнтованих методів вимагає перегляду стандартних операційних протоколів на користь природних механізмів: науково обґрунтованої сівозміни, застосування органічних добрив та впровадження біологічних агентів захисту рослин.

Попри ґрунтовну вивченість фундаментальних основ органічного виробництва, залишається дефіцит порівняльних даних щодо специфічного впливу біологізації на біохімічний профіль гречки. Зокрема, недостатньо висвітленими є механізми накопичення білків, ліпідів, мікроелементів, а також вторинних метаболітів – поліфенольних сполук, які визначають антиоксидантну цінність культури. Окремого наукового опрацювання потребує моніторинг показників безпечності в органічних агроценозах, зокрема оцінка ризиків акумуляції важких металів та розвитку мікотоксинів, що є критично важливим для гарантування якості фінального продукту.

У сучасній системі органічного виробництва контроль хімічної чистоти продукції є фундаментальним аспектом, що визначає комерційну життєздатність сектора та рівень довіри споживачів. Одним із найскладніших

викликів останніх років є виявлення залишків фосфонової кислоти (H_3PO_3) та її солей (фосфітів). Хоча ці сполуки характеризуються низькою токсичністю, їх використання в органічному землеробстві суворо регламентоване або повністю заборонене через їхню функціональну роль як системних фунгіцидів та активаторів імунітету рослин [172–173].

Основна аналітична проблема полягає в тому, що наявність фосфонової кислоти в зерні гречки часто розцінюється як пряме свідчення застосування забороненого пестициду фосетил-алюмінію, продуктом метаболізму якого вона є. Це автоматично ставить під сумнів органічний статус врожаю, спричиняючи значні репутаційні та фінансові втрати для виробників [186–187].

Результати трирічних досліджень (2023–2025 рр.) демонструють стійку тенденцію до покращення показників харчової цінності вегетативної маси та зерна гречки під впливом біостимуляції (табл. 4.2). Аналіз даних свідчить, що вміст сирого протеїну та сирого білка є динамічним показником, який досягає своїх максимальних значень у фазу цвітіння.

У сорту Син-3/02 накопиченням азотистих сполук на контролі було на рівні - вміст сирого протеїну у фазу цвітіння становив 15,8 %, а в зерні – 14,0 %, що дещо перевищує показники сортів Антарія та Ярославна. Застосування біопрепаратів дозволило суттєво інтенсифікувати біохімічні процеси, найбільший приріст забезпечив Гумат калію за умови поєднання обробки насіння та вегетаційного обприскування. Зокрема, у сорту Син-3/02 цей показник зріс до 16,48 % у фазу цвітіння та 14,68 % у зерні.

Важливим критерієм енергетичної цінності гречки є вміст сирого жиру, який в усіх варіантах дослідження позитивно корелював із застосуванням допоміжних продуктів. На контрольних ділянках рівень жиру варіював у межах 2,40–2,48 % (у фазу цвітіння) та 2,30–2,36 % (у зерні). Використання Гумату калію за комплексної обробки дозволило підвищити цей показник до максимальних значень – 3,08–3,16 % у зеленій масі та 2,98–3,04 % у зерні, що вказує на суттєве покращення ліпідного обміну рослин.

Таблиця 4.2.

Формування показників харчової цінності зерна гречки у фазу цвітіння, середнє за 2023–2025 рр., % на суху речовину

Сорт	Засоби та період застосування	Сирий протеїн		Сирий білок		Сирий жир		Сира клітковина	Перетравність
		цвітіння	зерно	цвітіння	зерно	цвітіння	зерно	цвітіння	цвітіння
Антарія	Контроль (без застосування ДП)	15,6	13,9	12,7	13,0	2,45	2,32	32,0	48,8
	Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	16,0	14,6	13,0	13,5	2,78	2,41	32,4	49,9
	Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	15,9	13,93	12,73	13,03	2,48	2,35	32,03	48,83
	Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	15,81	13,92	12,72	13,02	2,471	2,34	32,02	48,82
	Гумат калію (обробка насіння)	16,05	14,35	13,15	13,45	2,9	2,77	32,45	49,25
	Гумат калію (у період вегетації)	16,0	14,3	13,1	13,4	2,85	2,72	32,4	49,20
	Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	16,28	14,58	13,38	13,68	3,13	3,0	32,68	49,48
	Гумісол (обробка насіння)	15,85	14,15	12,95	13,25	2,70	2,57	32,25	49,05
	Гумісол (у період вегетації)	15,86	14,16	12,96	13,26	2,71	2,58	32,26	49,06
	Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	15,96	14,26	13,06	13,36	2,81	2,68	32,36	49,16
Син-3/02	Контроль (без застосування ДП)	15,8	14,0	12,8	13,2	2,48	2,36	32,9	49,90
	Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	16,02	14,22	13,02	13,42	2,7	2,58	33,12	50,12
	Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	16,0	14,2	13,0	13,4	2,68	2,56	33,1	50,1
	Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	16,1	14,3	13,1	13,5	2,78	2,66	33,2	50,2
	Гумат калію (обробка насіння)	16,12	14,32	13,12	13,52	2,8	2,68	33,22	50,22

Продовження таблиці 4.2.

	Гумат калію (у період вегетації)	16,21	14,41	13,21	13,61	2,89	2,77	33,31	50,31
	Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	16,48	14,68	13,48	13,88	3,16	3,04	33,58	50,58
	Гумісол (обробка насіння)	16,05	14,25	13,05	13,45	2,73	2,61	33,15	50,15
	Гумісол (у період вегетації)	16,08	14,28	13,08	13,48	2,76	2,64	33,18	50,18
	Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	16,12	14,32	13,12	13,52	2,8	2,68	33,22	50,22
Ярославна	Контроль (без застосування ДП)	15,7	14	12,6	13,1	2,4	2,3	32,4	49,8
	Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	15,92	14,22	12,82	13,32	2,62	2,52	32,62	50,02
	Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	16,03	14,33	12,93	13,43	2,73	2,63	32,73	50,13
	Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	16,06	14,36	12,96	13,46	2,76	2,66	32,76	50,16
	Гумат калію (обробка насіння)	16,05	14,35	12,95	13,45	2,75	2,65	32,75	50,15
	Гумат калію (у період вегетації)	16,12	14,42	13,02	13,52	2,82	2,72	32,82	50,22
	Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	16,38	14,68	13,28	13,78	3,08	2,98	33,08	50,48
	Гумісол (обробка насіння)	15,95	14,25	12,85	13,35	2,65	2,55	32,65	50,05
	Гумісол (у період вегетації)	16,08	14,38	12,98	13,48	2,78	2,68	32,78	50,18
	Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	16,12	14,42	13,02	13,52	2,82	2,72	32,82	50,22
<i>НІР₀₅</i>		<i>0,06</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>	<i>0,04</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>	<i>0,02</i>	<i>0,04</i>

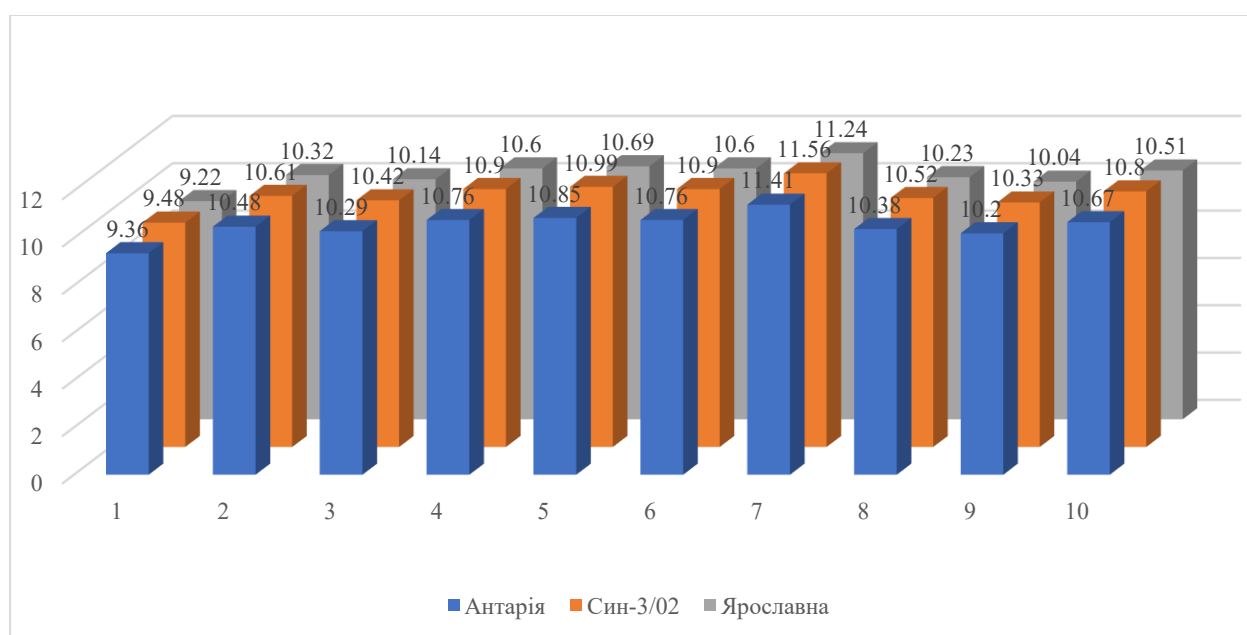
Встановлено, що препарати Біокомплекс–БТУ та Гумісол також забезпечували достовірний стимулюючий вплив на досліджувані показники, однак рівень їх ефективності поступався варіантам із застосуванням гумінових препаратів. Зокрема, за комплексного застосування Біокомплексу–БТУ вміст жиру становив 2,76–2,81 % у фазу цвітіння та 2,66–2,68 % у зерні. Показники при використанні Гумісолу були подібними й зафіксовані на рівні 2,81–2,82 % (цвітіння) та 2,68–2,72 % (зерно). Така динаміка накопичення жирів підтверджує загальну позитивну роль біостимуляції у підвищенні поживної цінності продукції незалежно від обраного препарату.

Оцінка технологічних та кормових якостей через показники сирової клітковини та перетравності підтверджує доцільність біологізації технології вирощування. Вміст клітковини у фазу цвітіння коливався від 32,0 % до 33,58 %, причому вищі показники спостерігалися у варіантах з максимальною продуктивністю. Важливим є те, що паралельно зі зростанням вмісту поживних речовин спостерігалось підвищення коефіцієнта перетравності маси у фазу цвітіння (до 50,58 % у сорту Син-3/02). Це свідчить про те, що біопрепарати не лише збільшують кількість біомаси, а й покращують її якісний склад, роблячи культуру більш цінною як у харчовому, так й в еколого-орієнтованому кормовому аспектах.

Узагальнюючи результати досліджень, слід зазначити, що використання біопрепаратів у технології вирощування органічної гречки забезпечує комплексне покращення її харчової та кормової цінності, при цьому найвища ефективність зафіксована у сорту Син-3/02 при поєднанні передпосівної обробки насіння та обприскування посівів Гуматом калію (протеїн у зерні – 14,68 %, жир – 3,04 %, перетравність – 50,58 %). Сорт Антарія також виявив високу чутливість до комплексної дії Гумату калію, досягши показників сирового протеїну в зерні на рівні 14,58 % та продемонструвавши високий вміст сирового жиру (3,0 %), що суттєво перевищує контрольні значення (13,9 % та 2,32 % відповідно). Сорт Ярославна продемонстрував стабільну позитивну динаміку за

використання аналогічної схеми: вміст сирого протеїну в зерні зріс до 14,68 % (проти 14,0 % на контролі), а рівень перетравності досяг 50,48 %, що підтверджує загальну закономірність: застосування гумінових та мікробних засобів (зокрема Біокомплекс-БТУ та Гумісол).

Аналіз динаміки накопичення сирого золи свідчить про суттєвий вплив біостимуляції на інтенсивність мінерального обміну рослин гречки. Найвищу здатність до акумуляції мінеральних речовин продемонстрував сорт Син-3/02, показник якого на контролі становив 3,29 %, що вище за сорт Ярославна (3,24 %) та Антарія (3,20 %) (рис. 4.1).



1 Контроль (без застосування ДП); 2 Біокомплекс-БТУ (обробка насіння); 3 Біокомплекс-БТУ (у період вегетації); 4 Біокомплекс-БТУ (обробка насіння + у період вегетації); 5 Гумат калію (обробка насіння); 6 Гумат калію (у період вегетації); 7 Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації); 8 Гумісол (обробка насіння); 9 Гумісол (у період вегетації); 10 Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)
 НІР₀₀₅ 0,023 0,021 0,032

Рис. 4.1. Накопичення сирого золи гречки (фаза цвітіння) залежно від сорту та біопрепаратів, % на суху речовину, середнє за 2023-2025 рр.

Встановлено, що двоетапна обробка цим препаратом забезпечує пікові значення вмісту сирого золи для всіх генотипів, 3,43 % у Антарії, 3,58 % у Син-3/02 та 3,38 % у Ярославни. Це обумовлено високою біологічною активністю гумінових речовин як потужних стимуляторів клітинного

метаболізму. Препарати Гумісол й Біокомплекс-БТУ також показали позитивну динаміку, забезпечивши показники в межах 3,32–3,36 % за комплексної обробки, проте за рівнем впливу вони дещо поступалися гуматам.

Аналіз мінерального складу зерна гречки в середньому за 2023–2025 рр. свідчить про виражену здатність культури до акумуляції фосфору (P_2O_5) та калію (K_2O) під впливом біостимуляції. Встановлено, що найвищі концентрації елементів спостерігаються у фазу цвітіння, що пояснюється інтенсивним метаболізмом у цей період. Зокрема, вміст калію у вегетативній масі сорту Син-3/02 досягав пікових значень 3,06 % при комплексній обробці Гуматом калію, що суттєво перевищує контрольний показник (2,51 %) (табл. 4.3).

Таблиця 4.3.

Мінеральний склад зерна гречки у фазу цвітіння, середнє за 2023–2025 рр., % на суху речовину

Засоби та період застосування	P_2O_5		K_2O	
	цвітіння	зерно	цвітіння	зерно
Антарія				
Контроль (без застосування ДП)	0,82	0,79	2,49	0,58
Біокомплекс-БТУ (обробка насіння)	0,91	0,88	2,78	0,64
Біокомплекс-БТУ (у період вегетації)	0,90	0,86	2,73	0,63
Біокомплекс-БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	0,94	0,90	2,86	0,66
Гумат калію (обробка насіння)	0,95	0,91	2,88	0,67
Гумат калію (у період вегетації)	0,94	0,90	2,86	0,66
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	1,00	0,96	3,03	0,70
Гумісол (обробка насіння)	0,91	0,87	2,76	0,64
Гумісол (у період вегетації)	0,89	0,86	2,71	0,63
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	0,93	0,90	2,83	0,66
Син -3/02				
Контроль (без застосування ДП)	0,92	0,82	2,51	0,62
Біокомплекс-БТУ (обробка насіння)	1,03	0,91	2,81	0,69
Біокомплекс-БТУ (у період вегетації)	1,01	0,90	2,76	0,68
Біокомплекс-БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	1,05	0,94	2,88	0,71
Гумат калію (обробка насіння)	1,06	0,95	2,91	0,71

Продовження таблиці 4.3.

Гумат калію (у період вегетації)	1,05	0,94	2,88	0,71
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	1,12	1,00	3,06	0,75
Гумісол (обробка насіння)	1,02	0,91	2,78	0,68
Гумісол (у період вегетації)	1,00	0,89	2,73	0,67
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	1,04	0,93	2,86	0,70
Ярославна				
Контроль (без застосування ДП)	0,79	0,75	2,42	0,52
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	0,88	0,84	2,71	0,58
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	0,86	0,82	2,66	0,57
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	0,90	0,86	2,78	0,59
Гумат калію (обробка насіння)	0,91	0,87	2,80	0,60
Гумат калію (у період вегетації)	0,90	0,86	2,78	0,59
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	0,96	0,91	2,95	0,63
Гумісол (обробка насіння)	0,87	0,83	2,68	0,57
Гумісол (у період вегетації)	0,86	0,81	2,63	0,56
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	0,90	0,85	2,75	0,59
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>	<i>0,01</i>	<i>0,02</i>

Динаміка накопичення фосфору (P_2O_5) у рослинах гречки характеризується чітко вираженою реутилізацією елемента: його концентрація у фазу цвітіння стабільно перевищувала аналогічні показники у дозрілому зерні. Така закономірність обумовлена інтенсифікацією метаболічних процесів та високою енергетичною потребою рослин у період бутонізації та активного цвітіння. Максимальні показники накопичення фосфору відзначено у сорту Син-3/02 за поєднання передпосівної інокуляції насіння та позакореневого внесення Гумату калію: вміст елемента досягав 1,12 % у зеленій масі та 1,00 % у зерні.

Особливу фізіологічну реакцію культура виявила щодо накопичення калію (K_2O) у вегетативних органах. У фазу цвітіння вміст калію в біомасі варіював у межах 2,42–3,06 %. На момент дозрівання концентрація калію в зерні

суттєво знижувалася до діапазону 0,52–0,75 %, оскільки основна частина елемента залишається у соломі, виконуючи структурні та транспортні функції.

Установлено, що найбільш інтенсивне накопичення мінеральних сполук у рослинах сортів Антарія, Син-3/02 та Ярославна спостерігалось за комплексного застосування Гумату калію (обробка насіння + обприскування посівів). Така технологічна схема забезпечувала найефективнішу оптимізацію мінерального живлення, зокрема підвищення вмісту калію в зерні на 19–21 % відносно контрольних варіантів.

За результатами оцінки сортового потенціалу встановлено, що сорт Син-3/02 вирізнявся найбільшою інтенсивністю поглинання мінеральних елементів. Вміст P_2O_5 у зерні цього сорту був на 8–10 % вищим порівняно із сортом Ярославна, що характеризує його як більш адаптивний до умов органічного виробництва.

Аналіз органічної продукції на вміст залишкових кількостей пестицидів виконує не лише функцію лабораторного контролю, а й є важливим механізмом верифікації якості та безпечності продукції, формуючи належний рівень довіри між виробником й споживачем. Попри сувору заборону використання синтетичних агрохімікатів в органічному землеробстві, ризик їхнього випадкового потрапляння залишається актуальним. Екзогенні чинники, такі як транскордонне забруднення (дріфт хімікатів з сусідніх традиційних полів через вітер або ґрунтові води) та персистентність певних сполук (наприклад, залишки ДДТ, що зберігаються в ґрунті десятиліттями), створюють загрозу навіть для найбільш сумлінних операторів. Додатковим ризиком є людський фактор: використання неретельно промитого обладнання або приховане забруднення придбаного насіння, що вимагає від виробника безперервного моніторингу та ретельної оцінки ризиків на кожному етапі діяльності.

Згідно з оцінкою ризиків оператора, яка має бути на кожному господарстві. Для формування об'єктивної картини динаміки міграції потенційних токсикантів у наших дослідженнях було впроваджено комплексний

підхід, що включає аналіз як зеленої маси, так й кінцевої продукції – зерна. Перевірка вегетативних органів (стебел та листя) безпосередньо перед збиранням має критичне превентивне значення, вона дозволяє вчасно виявити факт аерозольного занесення пестицидів від суміжних землекористувачів. Така рання діагностика дає можливість оператору локалізувати та відокремити отриману продукцію, не допускаючи змішування забрудненого врожаю з чистою партією за зберігання. Зерно ж, як кінцевий продукт, підлягає обов’язковій сертифікаційній перевірці, особливо за умов експорту до країн ЄС та США, де стандарти вимагають лабораторного скринінгу на широкий спектр (понад 500–700 видів) діючих речовин, включаючи складські фуміганти (табл. 4.4).

Таблиця 4.4.

**Результати аналізу зерна гречки на забруднення пестицидами,
(10.11.2025 р.)**

Pesticides

Method: DIN EN 15662:2018-07 Modular QuEChERS-method Scope of substances and methods: GALAB Pesticides 500Plus® BNN and phenoxy carboxylic acids (alkaline hydrolysis) (GC-MS/MS, GC-NCI & LC-MS/MS) dated 10.11.2025.

Method: SOP-0559:2019-05

Parameter	Content	Unit	RL	MRL acc. to Reg. (EC) No. 396/2005
Phosphane	n.d.	mg/kg	0,001	0,70

Method: SOP-0657; 2022-12

Parameter	Content	Unit	RL	MRL acc. to Reg. (EC) No. 396/2005
AMPA	n.d.	mg/kg	0,010	
Glyphosate	n.d.	mg/kg	0,010	0,10
Glufosinate	n.d.	mg/kg	0,010	

Method: SOP-Nr. 495:2016-10; EU-SRM QuPPE 2019-05

Parameter	Content	Unit	RL	MRL acc. to Reg. (EC) No. 396/2005
Chlormequat (Sum)	n.d.	mg/kg	0,010	0,010
Chlormequat	n.d.	mg/kg	0,010	
Мепікуат (Sum)	n.d.	mg/kg	0,010	0,020
Мепікуат	n.d.	mg/kg	0,010	

Результати проведених випробувань у сертифікованій європейській лабораторії GALAB Laboratories GmbH (Німеччина) підтвердили бездоганну екологічну чистоту досліджуваних сортів гречки. У ході аналізу зеленої маси та зерна, вирощених із застосуванням допоміжних біопрепаратів, не було виявлено жодних залишків пестицидів, фосфонової кислоти чи фосетил алюмінію.

Лабораторний звіт зафіксував відсутність гліфосату (вміст був нижчим за межу визначення – 0,010 мг/кг), фосфіну, хлормеквату та мепіквату, що свідчить про повну відповідність зразків Регламентам (ЄС) та законодавству України. Отримані дані підтверджують високу якість органічної технології, проте питання міграції фосфонової кислоти, яка часто зустрічається у виробничій практиці як залишкове явище, залишається пріоритетним напрямом для подальших наукових пошуків.

Висновки за 4 розділом:

Встановлено, що застосування біопрепаратів у технології вирощування гречки за органічного виробництва забезпечує достовірне підвищення врожайності культури незалежно від сорту, що підтверджує ефективність біологізації технологічних процесів.

Найвищі показники продуктивності сформовано у сорту Син-3/02, де врожайність за комплексного застосування гумату калію досягла 2,30 т/га, що перевищує контрольні варіанти на 0,41 т/га та свідчить про високу адаптивність й реакцію сорту на агротехнічні заходи.

Визначено, що найбільш ефективним є поєднання передпосівної обробки насіння та обприскування посівів у період вегетації, яке забезпечує максимальну реалізацію потенціалу культури за рахунок синергетичної дії біопрепаратів.

Встановлено позитивний вплив біопрепаратів на якість зерна гречки: за їх використання підвищується вміст сирого протеїну (до 14,68 %), сирого жиру

(до 3,04 %) та показники перетравності, що свідчить про покращення харчової та кормової цінності продукції.

Доведено, що біостимуляція сприяє активізації мінерального живлення рослин, зокрема підвищенню вмісту фосфору та калію в біомасі й зерні, при цьому максимальні значення (P_2O_5 – до 1,12 %, K_2O – до 3,06 %) зафіксовано за комплексного застосування гумату калію.

Встановлено, що застосування біопрепаратів забезпечує покращення фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, що проявляється у зростанні вмісту сирової золи, клітковини та підвищенні загальної біологічної цінності продукції .

Підтверджено екологічну безпечність вирощеної продукції: за результатами лабораторного аналізу у зерні та вегетативній масі гречки не виявлено залишків пестицидів, що засвідчує відповідність продукції вимогам органічного виробництва та міжнародним стандартам якості.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ

5.1. Економічна ефективність вирощування гречки

Проблема нарощування обсягів виробництва гречки як стратегічно важливої круп'яної культури залишається пріоритетним завданням агропромислового сектору. Нестабільність показників урожайності в минулому та сьогодні зумовлена високою чутливістю культури до абіотичних стресів, спричинених кліматичними змінами, а також дефіцитом науково обґрунтованих підходів до впровадження спеціалізованих технологій. Саме тому в отриманні стабільних врожаїв вирішальне значення має вдосконалення екологічно безпечних алгоритмів вирощування, де особливий акцент робиться на управлінні адаптивним потенціалом рослин.

Ключовим фактором впливу на продуктивність гречки в органічній системі є оптимізація та систематизація живлення через активізацію природного потенціалу ґрунту. Сучасні вимоги ринку та запит на якісне дієтичне харчування роблять впровадження біологічного землеробства не просто актуальним, а критично необхідним. Використання біотехнологічних прийомів, зокрема інокуляції насіння та позакореневої біостимуляції, дозволяє суттєво підвищити продуктивність агрофітоценозів без залучення синтетичних компонентів.

Сучасний підхід ефективного сільського господарства повинен базуватися на взаємозв'язку між економічною доцільністю, технологічною гнучкістю та наукових досягнень. Створення стійких органічних систем вирощування гречки дозволяє не лише забезпечити продовольчу безпеку, а й гарантувати високу біологічну цінність кінцевого продукту, що є фундаментальною засадою сталого розвитку аграрної галузі [157–159].

Згідно з аналітичними даними компанії «Органік Стандарт», експортний сектор органічної продукції України у I кварталі 2026 року продемонстрував стійку позитивну динаміку, досягнувши рекордного показника у 40,1 тис. тон, що підтверджує статус держави як одного з ключових гравців на світовому ринку. Порівняльний аналіз свідчить про планомірне зростання обсягів відвантажень порівняно з аналогічними періодами минулих років (від 30,6 тис. тон у 2020 році до 39,4 тис. тон у 2025-му), при цьому березень 2026 року став піковим місяцем із результатом понад 15,4 тис. тон. Враховуючи, що зазначена статистика охоплює до 75% усього українського органічного експорту до ЄС, поточні темпи дають вагомні підстави для втримання України у ТОП-3 провідних постачальників та свідчать про високу конкурентоспроможність вітчизняних виробників, які успішно інтегруються у міжнародні торговельні мережі попри виклики сьогодення.

В органічній системі землеробства фундаментальна роль у забезпеченні продуктивності гречки належить не просто поповненню поживних речовин, а створенню цілісного агрофітоценозу, де взаємодія біологічних добрив із мікробними препаратами є визначальним чинником. Оптимізація живлення через регулювання якісного складу біопрепаратів, їх дозування та термінів внесення дозволяє не лише наростити врожайність, а й цілеспрямовано покращити хімічний склад зерна, підвищити його біологічну цінність та посилити адаптивну здатність рослин до несприятливих факторів довкілля.

Ефективність використання сучасних біотехнологічних засобів, зокрема багатофункціональних біопрепаратів, прямо залежить від їхньої гармонізації з екологічними нішами конкретних сортів гречки та відповідності специфічним ґрунтово-кліматичним характеристикам Лісостепу. Тільки за умови максимальної синергії між мікробіологічною активністю ґрунту та фізіологічними потребами культури можлива повна реалізація генетичного потенціалу гречки в умовах органічного виробництва [160, 179].

Економічний аналіз результатів досліджень свідчить про високу фінансову доцільність впровадження біостимуляторів у технологію вирощування органічної гречки (табл. 5.1).

Найбільш рентабельним виявився сорт Син-3/02, який за умови комплексної обробки Гуматом калію забезпечив умовно чистий прибуток на рівні 40 390 грн/га, що на 10 670 грн перевищує показники контрольного варіанту. Висока ефективність даного сорту підтверджується також найнижчим рівнем собівартості виробництва одиниці продукції – 10 439 грн/т та рекордним рівнем рентабельності – 168,2 %.

Для розрахунків взято актуальні ринкові ціни на органічну гречку (середня ціна реалізації - 28 000 грн/т).

Сорти Антарія та Ярославна також продемонстрували суттєве покращення економічних показників під впливом біопрепаратів. Зокрема, у сорту Антарія при використанні Гумату калію прибуток зріс до 34 930 грн/га, а собівартість знизилася до 11 207 грн/т порівняно з 13 158 грн/т на контролі. Сорт Ярославна, попри нижчі абсолютні показники врожайності, за оптимальної схеми живлення досяг рівня рентабельності 135,3 %, що доводить економічну виправданість біологізації технології навіть для генотипів із середнім потенціалом продуктивності.

Порівняльна оцінка препаратів показала, що найбільш вагомий внесок у формування чистого прибутку забезпечив Гумат калію. Препарати Біокомплекс-БТУ та Гумісол також забезпечили стабільний приріст рентабельності (у середньому на 20–25 % відносно контролю), проте дещо поступилися гуміновим сполукам за окупністю витрат. Важливо зауважити, що двоетапна система обробки (насіння + вегетація), хоч й передбачає збільшення сукупних витрат на гектар до 22,6–24,1 тис. грн, є найбільш ефективним заходом, оскільки отриманий приріст вартості врожаю значно перекидає інвестиції в біостимуляцію.

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування гречки, за органічного виробництва

Спосіб застосування	Всього витрат, грн./га	Вартість продукції, грн.	Умовно чистий прибуток, грн/га	Собівартість, грн/т	Рівень рентабельності, %
Антарія					
Контроль (без застосування ДП)	22500	47880	25380	13158	112,8
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	22850	53480	30630	11963	134
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	23100	52640	29540	12287	127,9
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	23450	54880	31430	11964	134
Гумат калію (обробка насіння)	22780	55440	32660	11505	143,4
Гумат калію (у період вегетації)	23030	54880	31850	11750	138,3
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	23310	58240	34930	11207	149,8
Гумісол (обробка насіння)	22820	52920	30100	12074	131,9
Гумісол (у період вегетації)	23070	52080	29010	12403	125,7
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	23390	54320	30930	12057	132,2
Син -3/02					
Контроль (без застосування ДП)	23200	52920	29720	12275	128,1
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	23550	59080	35530	11161	150,9

Продовження таблиці 5.1

Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	23800	57960	34160	11498	143,5
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	24150	60760	36610	11129	151,6
Гумат калію (обробка насіння)	23480	61320	37840	10721	161,2
Гумат калію (у період вегетації)	23730	60760	37030	10935	156
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	24010	64400	40390	10439	168,2
Гумісол (обробка насіння)	23520	58520	35000	11254	148,8
Гумісол (у період вегетації)	23770	57680	33910	11539	142,7
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	24090	60200	36110	11205	149,9
Ярославна					
Контроль (без застосування ДП)	21800	43680	21880	13974	100,4
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	22150	48720	26570	12730	120
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	22400	47880	25480	13099	113,8
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	22750	50120	27370	12709	120,3
Гумат калію (обробка насіння)	22080	50400	28320	12267	128,3
Гумат калію (у період вегетації)	22330	50120	27790	12475	124,4
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	22610	53200	30590	11900	135,3
Гумісол (обробка насіння)	22120	48440	26320	12786	119,0
Гумісол (у період вегетації)	22370	47600	25230	13159	112,8
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	22690	49560	26870	12819	118,4

5.2. Енергетична оцінка ефективності вирощування гречки

Критичне загострення глобальних екологічних проблем, прогресуюча деградація ґрунтового покриву та нестабільність агроценозів диктують необхідність докорінного перегляду підходів до управління земельними ресурсами. У межах розбудови адаптивно-ландшафтного землеробства особливого значення набуває системний аналіз речовинно-енергетичних потоків. Це потребує точного оцінювання як природного енергетичного потенціалу ґрунтів, так й масштабів антропогенного впливу на їхній стан, щоб забезпечити збалансоване функціонування екосистем.

Сучасні тенденції в аграрному секторі вказують на небезпечне зростання енергоємності виробництва. Науково підтверджено, що модель господарювання, за якої для отримання однієї калорії харчової енергії залучається 10 калорій з невідновлюваних джерел, є стратегічно тупиковою та економічно недоцільною. Перехід до енергоефективних органічних технологій є єдиним шляхом подолання цієї кризи, оскільки він дозволяє мінімізувати використання зовнішніх ресурсів та відновити природний енергетичний баланс ґрунту.

Згідно з науковим підходом Ю.О. Тараріка, ключова перевага енергетичного оцінювання полягає у можливості звести всі чинники сільськогосподарського виробництва до єдиних стабільних показників. На відміну від вартісних параметрів, які піддаються впливу інфляції та ринкових коливань, енергетичні одиниці дозволяють об'єктивно аналізувати витрати та результати діяльності у незмінних величинах протягом будь-якого проміжку часу [161–162].

Результати тривалого моніторингу підтверджують, що інтенсивне сільськогосподарське використання сірих лісових ґрунтів призводить до критичного виснаження їхнього енергопотенціалу, який у природних екосистемах (перелогах) у 2,5 раза вищий, ніж на орних землях (1739 проти

627–752 ГДж/га). В умовах органічного виробництва відновлення цього балансу можливе завдяки впровадженню адаптивних стратегій відтворення родючості.

Встановлено, що поєднання дозволених в органічному секторі меліорантів (зокрема вапнування для нейтралізації кислотності) з біологічними чинниками – сидератами та побічною продукцією – забезпечує не лише зростання вмісту гумусу до 1,21 %, а й максимізацію біологічної акумуляції енергії (до 170 ГДж/га).

Особливе значення має вибір культури: найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності зафіксовано саме при вирощуванні гречки (9,0–11,2), що значно перевершує показники інших культур сівозміни. Це доводить, що оптимізація трофічного режиму ґрунту через синергію органічного удобрення та біологічних методів є фундаментальним механізмом регенерації енергетичного потенціалу агросфери та переходу до самовідновлюваних систем господарювання [163 – 165, 178].

Біоенергетична оцінка технології вирощування гречки свідчить про високу ефективність використання біопрепаратів в органічній системі. Встановлено, що найвищі показники акумуляції енергії з врожаєм характерні для сорту Син-3/02, де при комплексному застосуванні Гумату калію (обробка насіння + вегетація) збір енергії досяг максимуму – 33,35 ГДж/га. Це суттєво перевищує показники контрольних варіантів усіх досліджуваних сортів, де збір енергії коливався в межах 22,62–27,41 ГДж/га. Така динаміка вказує на здатність біостимуляторів активізувати фотосинтетичний потенціал рослин та сприяти глибшій трансформації природних ресурсів у біологічну масу.

Технологічні витрати енергії при впровадженні біопрепаратів зростають лише незначно, що є важливою перевагою органічного землеробства. Сукупні енерговитрати на гектар посіву варіювали від 13,8 ГДж/га (контроль сорту Ярославна) до 14,95 ГДж/га (максимальний рівень інтенсифікації для сорту Син-3/02). Оскільки приріст енергії, отриманої з врожаєм, значно випереджає приріст витрат на застосування препаратів, використання біотехнологічних

засобів є повністю виправданим з точки зору енергозбереження та раціонального природокористування.

Ключовий показник – коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ) – демонструє стабільну тенденцію до зростання під впливом біостимуляції. Найбільш високий рівень окупності енерговитрат зафіксовано у сорту Син-3/02, де за оптимальної схеми з Гуматом калію КЕЕ досяг 2,24, тоді як на контролі він становив лише 1,89 (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Енергетична ефективність вирощування гречки

Спосіб застосування	Збір енергії з врожаєм, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Антарія			
Контроль (без застосування ДП)	24,8	14,2	1,75
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	27,7	14,35	1,93
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	27,26	14,48	1,88
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	28,42	14,65	1,94
Гумат калію (обробка насіння)	28,71	14,32	2,01
Гумат калію (у період вегетації)	28,42	14,45	1,97
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	30,16	14,6	2,07
Гумісол (обробка насіння)	28,41	14,34	1,98
Гумісол (у період вегетації)	27,97	14,47	1,93
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	28,13	14,63	1,92
Син 3/02			
Контроль (без застосування ДП)	27,41	14,5	1,89
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	30,6	14,65	2,09
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	30,02	14,78	2,03
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	31,47	14,95	2,11
Гумат калію (обробка насіння)	31,76	14,62	2,17
Гумат калію (у період вегетації)	31,47	14,75	2,13
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	33,35	14,9	2,24
Гумісол (обробка насіння)	30,31	14,64	2,07
Гумісол (у період вегетації)	29,87	14,77	2,02
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	31,18	14,93	2,09

Ярославна			
Контроль (без застосування ДП)	22,62	13,8	1,64
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння)	25,23	13,95	1,81
Біокомплекс–БТУ (у період вегетації)	24,8	14,08	1,76
Біокомплекс–БТУ (обробка насіння + у період вегетації)	25,96	14,25	1,82
Гумат калію (обробка насіння)	26,10	13,92	1,88
Гумат калію (у період вегетації)	25,96	14,05	1,85
Гумат калію (обробка насіння + у період вегетації)	27,55	14,2	1,94
Гумісол (обробка насіння)	25,09	13,94	1,8
Гумісол (у період вегетації)	24,65	14,07	1,75
Гумісол (обробка насіння + у період вегетації)	25,67	14,23	1,8

Сорти Антарія та Ярославна також продемонстрували позитивний відгук на біопрепарати, підвищивши свій КЕЕ до 2,07 та 1,94 відповідно. Це підтверджує, що синергія адаптивного сорту та біологічних факторів живлення забезпечує формування найбільш стійких та енергоефективних агрофітоценозів гречки.

Висновки за 5 розділом:

Встановлено, що застосування біопрепаратів у технології вирощування гречки за органічного виробництва є економічно доцільним, оскільки забезпечує істотне зростання умовно чистого прибутку та рівня рентабельності порівняно з контрольними варіантами .

Найвищі економічні показники отримано за вирощування сорту Син-3/02 із використанням гумату калію (комплексна обробка), де рівень рентабельності досяг 168,2 %, а умовно чистий прибуток – 40 390 грн/га, що свідчить про ефективність поєднання адаптивного сорту та біостимуляції .

Енергетична оцінка підтвердила високу ефективність застосування біопрепаратів: за їх використання відзначено суттєве зростання збору енергії з урожаєм при незначному збільшенні енерговитрат, що забезпечує підвищення коефіцієнта енергетичної ефективності до 2,24 .

Доведено, що найбільш ефективною є комплексна система застосування біопрепаратів (обробка насіння + обприскування посівів), яка забезпечує максимальну реалізацію продуктивного потенціалу гречки, підвищення економічної та енергетичної ефективності й формування стійких агрофітоценозів в умовах органічного виробництва.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено ефективність застосування біологічних препаратів як елементу технології вирощування гречки в умовах органічного виробництва, що забезпечує оптимізацію ростових процесів, формування продуктивності та підвищення якості продукції.

1. Встановлено, що передпосівна обробка насіння біопрепаратами підвищує енергію проростання до 95,6 % та лабораторну схожість до 99,1 %, що перевищує контроль на 3,9–4,0 % й забезпечує формування більш вирівняних та дружних сходів.

2. Доведено, що комплексне застосування біопрепаратів (обробка насіння + обприскування у вегетації) є найбільш ефективним агрозаходом, забезпечуючи підвищення польової схожості до 82,2 % та виживання рослин до 94 %, що на 5–6 % вище порівняно з контролем.

3. Встановлено, що застосування біопрепаратів сприяє оптимізації проходження фаз органогенезу: скорочення тривалості початкових фаз розвитку на 1–2 доби та подовження репродуктивного періоду на 3–6 діб, що позитивно впливає на формування врожаю.

4. Виявлено, що біопрепарати подовжують загальну тривалість вегетаційного періоду гречки на 1–5 діб, що забезпечує більш повну реалізацію потенціалу продуктивності культури.

5. Доведено, що біологізація технології вирощування сприяє інтенсифікації ростових процесів: висота рослин зростає до 109,8–113,0 см, що на 18–20 % перевищує контроль.

6. Встановлено, що під впливом біопрепаратів значно покращується розвиток асиміляційного апарату: площа листової поверхні у фазу цвітіння досягає 41,5 тис. м²/га, що на 43,9–57,2 % перевищує контроль.

7. Доведено, що застосування біопрепаратів забезпечує підвищення фотосинтетичного потенціалу посівів до 1,96 млн м²×днів/га та чистої

продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) до 5,98 г/м² за добу, що перевищує контроль на 25–30 %.

8. Встановлено, що інтенсифікація фотосинтетичної діяльності сприяє більш ефективному накопиченню сухої речовини, рівень якої досягає 10,07 т/га, що на 63–73 % більше, ніж у контрольному варіанті.

9. Виявлено істотний вплив сортових особливостей на ефективність дії біопрепаратів, при цьому сорт Син-3/02 характеризується найвищою адаптивністю та формує більш продуктивний агроценоз.

10. Доведено, що застосування біопрепаратів сприяє покращенню структури врожаю: кількість зерен на рослині зростає до 165–178 шт. проти 140–150 шт. у контролі (на 15–22 % більше), маса зерна з однієї рослини – до 5,2–5,8 г (проти 4,3–4,8 г), кількість суцвіть – до 21,5–23,0 шт. (проти 18,0–20,0 шт.), що свідчить про інтенсифікацію генеративного розвитку рослин.

11. Встановлено, що формування врожайності гречки тісно пов'язане з показниками фотосинтетичної діяльності та густотою стояння рослин: за підвищення площі листової поверхні до 38,0–41,5 тис. м²/га та фотосинтетичного потенціалу до 1,85–1,96 млн м²×днів/га урожайність зростає до 1,9–2,4 т/га, при густоті стояння 280–320 рослин/м²; коефіцієнт кореляції між цими показниками становить $r = 0,82–0,91$, що підтверджує системний характер дії біопрепаратів.

12. Доведено, що за органічного виробництва використання біопрепаратів забезпечує достовірне підвищення урожайності гречки до 1,8–2,4 т/га порівняно з контролем 1,4–1,7 т/га, що становить приріст на 0,3–0,7 т/га (15–30 %) залежно від варіанту застосування, причому найбільший ефект отримано за комплексного використання препаратів.

13. Встановлено, що якість зерна гречки покращується під впливом біопрепаратів: маса 1000 насінин зростає до 26,5–28,5 г проти 23,5–25,0 г у контролі (на 8–14 %), вирівняність зерна підвищується на 6–10 %, вміст білка збільшується до 13,5–14,8 % (проти 12,0–13,0 %), що свідчить про покращення технологічних й харчових показників продукції.

14. Економічною оцінкою доведено доцільність застосування біопрепаратів: рівень рентабельності виробництва зростає з 45–60 % (контроль) до 65–85 %, умовно чистий прибуток – на 6–12 тис. грн/га, при цьому собівартість 1 т продукції знижується на 8–15 % за рахунок підвищення врожайності та оптимізації витрат.

15. Встановлено, що застосування біологічних препаратів сприяє підвищенню енергетичної ефективності: вихід валової енергії зростає до 45–52 ГДж/га проти 35–40 ГДж/га у контролі, коефіцієнт енергетичної ефективності підвищується до 2,8–3,4 (проти 2,2–2,6), а енерговитрати на виробництво одиниці продукції знижуються на 10–18 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою підвищення ефективності вирощування гречки за органічного виробництва в умовах Правобережного Лісостепу України доцільно впроваджувати такі технологічні заходи:

Сорти:

- вирощувати адаптивні сорти гречки Син-3/02, Антарія та Ярославна, які в умовах органічного виробництва забезпечують формування врожайності на рівні 1,8–2,4 т/га, характеризуються високою екологічною пластичністю та стабільністю продукційного процесу;
- віддавати перевагу сорту Син-3/02, який виявив найвищу реакцію на біологізацію технології, забезпечуючи приріст урожайності до 0,6–0,7 т/га (до 30 %) та формування більш розвиненого агрофітоценозу.

Біопрепарати:

- застосовувати біопрепарати Біокомплекс-БТУ, гумат калію та Гумісол як ефективні засоби регуляції росту та живлення рослин, що забезпечують підвищення енергії проростання на 3,9–4,0 %, польової схожості – до 82,2 %, виживання рослин – до 94 %, а також для інтенсифікації фотосинтетичної діяльності, що проявляється у збільшенні площі листової поверхні до 38,0–41,5 тис. м²/га, фотосинтетичного потенціалу – до 1,96 млн м²×днів/га та накопиченні сухої речовини до 10,07 т/га;

Способи застосування:

- впроваджувати комплексну систему застосування біопрепаратів, що передбачає обов'язкову передпосівну обробку насіння у поєднанні з позакореневим підживленням посівів у фазах бутонізації – початку цвітіння з урахуванням біологічних особливостей розвитку культури, що забезпечує формування вирівняних сходів й підвищення польової схожості на 3–6 %, а також сприяє покращенню структури врожаю та приросту урожайності на 0,3–0,7 т/га (15–30 %).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. International Federation of Organic Agriculture Movements. URL: <https://www.ifoam.bio/> дата звернення: 27.02.2018.
2. Organic rulebook fit for the future. https://agriculture.ec.europa.eu/media/news/organic-rulebook-fit-future-2025-12-17_en
3. Нова візія розвитку та підтримки агросектора в ЄС – одного рецепту на всіх немає! <https://www.dossier.org.ua/news/euagro-vision-1/>
4. Майбутнє, яке зростає сьогодні: молоді голоси, сміливі бачення – фокус BIOFACH 2026. <https://organicinfo.ua/news/generation-renewal-at-biofach-2026/>
5. Органічне сільське господарство ЄС у 2012–2023 рр.: розвиток, тенденції та виклики. <https://organicinfo.ua/news/organic-in-eu-2012-2023/>
6. Довгань О.М. Органічне виробництво: сутність, об'єктивна необхідність, ефективність. Сталий розвиток економіки. 2013. № 1. С. 200–206
7. Сідельникова І.В. Ринок органічної продукції та особливості його формування в умовах трансформаційної економіки. Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди. «Економіка». 2015. Вип. 15. С. 142–148
8. Whatmore S. What's alternative about alternative food networks. Environment and planning. 2003. № 35. P. 389–391
9. Безус Р.М. Ринок органічної продукції в Україні: проблеми та перспективи. Економіка АПК. 2011. № 6. С. 47–52.
10. Бубела Т.З. Нормативно-технічні аспекти контролю органічної продукції в Україні. Стандартизація, сертифікація, якість. 2012. № 1. С. 62–65.
11. Бурляй А.П. Роль України у формуванні пропозиції європейського ринку органічної продукції. Економічний часопис – XXI. 2013. № 11–12 (2). С. 15–18.

12. Вовк В.І. Сертифікація органічного сільського господарства в Україні: сучасний стан, перспективи, стратегія на майбутнє. Агроогляд – АПК-Інформ: овочі і фрукти. URL: <http://www.lol.org.ua/ukr/vegetables>

13. US Food and Drug Administration. The dangers of raw milk: unpasteurized milk can pose a serious health risk. Available at: www.fda.gov/Food/ResourcesForYou/Consumers/ucm079516.htm.

14. Centers for Disease Control and Prevention. Raw milk questions and answers. Available at: www.cdc.gov/foodsafety/rawmilk/raw-milk-questions-and-answers.html.

15. Артиш, В., & Артиш, Н. Стан сучасного розвитку та виробництва органічної продукції в світі. *Scientific Collection «InterConf»*, (127), 8–13, 2022. Retrieved from <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/article/view/1377>

16. Милованов Є.В. Правові засади регулювання органічного виробництва в країнах ЄС. *Економіка АПК* 2018. №5. С. 117 – 125.

17. Міжнародний досвід державної підтримки виробництва органічної продукції. О.М. Маслак. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Економіка і менеджмент.* –2014. –Вип. 8. –С. 72–76.

18. Милованов, Є.В. 0Правові засади регулювання органічного виробництва в країнах ЄС. Є.В.Милованов. *Міжнародний науково-виробничий журнал Економіка АПК.* –2018. –№5(283). –С. 117–125.

19. Офіційний сайт Департаменту сільського господарства США [Електронний ресурс]. –Режим доступу: <https://www.usda.gov/topics/organic>.

20. Офіційний сайт Канадського Уряду [Електронний ресурс]. –Режим доступу: https://www.canada.ca/en/agriculture-agri-food/news/2018/01/supporting_the_growth_of_canadas_organic_sector.html .

21. Офіційний сайт Федерального відомства сільського господарства Швейцарії [Електронний ресурс]. –Режим доступу: <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home.html>.

22. Урбан І. Можливості державної підтримки для розвитку органічного сільського господарства. Досвід інших країн. Іржі Урбан, Беате Хубер, Кароліна Дмитрова [та ін.]. –Київ : Дослід. ін-т орган. землеробства (FiBL, Швейцарія), Біоінститут (Чеська Республіка), 2013. –122с

23. Франція: шляхи розширення органічного сільського господарства [Електронний ресурс] // Журнал ORGANIC UA04'2009. Режим доступу: <http://organic.ua/uk/2010/08/542-francija-shljahy-rozshyrennja-organichnogo-silskogo-gospodarstva>.

24. OrganicAction Plan for Denmark [Electronic resource]. –Accessed mode: https://www.foedevarestyrelsen.dk/english/SiteCollectionDocuments/Kemi%20og%20foedevarekvalitet/Oekologiplan%20Danmark_English_Print.pdf.

25. Willer,H. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging trends. H.Willer, J.Lernoud.FiBL&IFOAM –Organic International. Germany: Medienhaus Plump, 2018. –348 p.

26. Żywność ekologiczna w Polsce [Electronic resource]. IMAS International Sp. 2017. Accessed mode: http://imas.pl/wpcontent/uploads/2017/12/Zywnosc_ekologiczna_w_Polsce_2017_IMAS_International.pdf.

27. Милованов, Є. Найкращі світові практики державної підтримки органічного сільськогосподарського виробництва та перспективи для України. Mechanism of an Economic Regulation, 2018. (2 (80), 14-33. <http://www.mer-journal.sumy.ua/index.php/journal/article/view/291>

28. Закон України. Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text>

29. Гуцаленко О.О. Сертифікація органічної продукції в Україні [Електронний ресурс] Гуцаленко О.О.- Режим доступу до ресурсу: <https://www.sworld.com.ua/index.php/ru/economy-411/environmental-economics-and-the-environment-411/11827-411-1103>

30. Довідник міжнародних стандартів для органічного агровиробництва. Навчально-координаційний центр сільськогосподарських дорадчих служб; За ред. Капшика М.В. та Котирло О.О. – К.: СПД Горобець Г.С., 2007. – 356 с. (С.22-28).

31. Виробництво органічної сільськогосподарської продукції в умовах воєнного стану / за редакцією президента Національної академії аграрних наук України, академіка НААН Я.М. Гадзала. – Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. – 136 с.

32. Курман Т. В. Сталий розвиток сільськогосподарського виробництва: проблеми правового забезпечення: моногр. Харків: Юрайт, 2018. С. 273.

33. Милованов Є.В. Історія становлення концепції Organic 3.0 та перспективи її подальшого розвитку в Україні. балансване природокористування № 3/2018. С. 15 – 25

34. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні: монографія. За ред. д-ра с.-г. наук, проф., М.К. Шичули. К.: Оранта, 2000. 389 с

35. Подолинський С.А. Вибрані твори. ред. Є.В. Милованов. К.: Поліграф-Сервіс, 2008. 128 с.

36. Регіональна підтримка органічного виробництва в Україні. [Є. Милованов, М. Мартинюк, О. Ковальова, О. Ходаківська та ін.]; за ред. к.е.н. Є. Милованова. К.: Органік Прінт, 2018. 56 с.

37. Антонєць С. Ми створили землі комфортні умови – і вона нам віддячила. Механізація сільського господарства. 2007. №5. С. 4–8. 19.

38. Антонєць С.С., Антонєць А.С., Писаренко В.М. Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області. Полтава: РВВ ПДАА, 2010. 200 с.

39. Антонєць С.С., Писаренко В.М., Антонєць А.С. Органічне землеробство: думка, дія, турбота. Миргород: Миргород, 2016. 35 с.

40. Артиш В.І., Чорний Г.М. Перспективи формування ринку органічної продукції в Україні. Науковий вісник НУБіП України. 2010. Вип. 154. С. 23–29.

41. Артиш В.І. Особливості органічного агровиробництва в концепції сталого розвитку АПК України. *Економіка АПК*. 2012. №7. С. 19–23.
42. Бегей С.В., Шувар І.А. *Екологічне землеробство*. Львів: Новий світ – 2000, 2007. 432 с.
43. Беляєва Н.В. Формування ринку органічної продукції в Україні: шляхи, чинники, ефекти. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2015. Вип. 1(1). С. 135–142.
44. Беляєва Н.В., Прутська О.О. Сучасний стан виробництва органічної продукції в Україні та світі. *Інноваційна економіка*. 2013. Вип. 1(39). С. 151–155.
45. Бурденюк І.І., Волонтир Л.О. Органічне виробництво: аналіз стану та прогнозування розвитку. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2017. №2. С. 50–59.
46. Хаєцька, О., & Удалов, Д. (2024). Сучасні аспекти розвитку органічного сільського господарства України в умовах війни. *Економіка та суспільство*, (65). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-65-107>
47. Хаєцька О. П. Перспективи розвиткуринку органічної продукції в Україні та світі. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2019. № 6 (46). С. 38–48. DOI: 10.37128/2411-4413-2019-6-5 URL: <http://efm.vsau.org/uk/particles/perspektivi-rozvitku-rinku-organichnoyi-produkciyi-v-ukrayini-ta-sviti>
48. Принципи органічного сільського господарства. Федерація органічного руху в Україні. URL: <http://www.organic.com.ua/uk/homepage/2010-01-26-13-40-47>
49. European commison. EU Agricultural Economic briefs. URL: https://agriculture.ec.europa.eu/document/download/3f8a9f29-8093-4d67-9a26-0655ef1f1cbb_en?filename=analytical-brief-4-eu-organic-imports_en.pdf
50. Білокінна І. Д. Інституційні аспекти розвитку органічного виробництва під час військового стану в Україні. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 2024. № 330(3), С. 15-20. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-330-2>

51. Болоховська, А. Тренд на органічне в Україні: як розвивається та що пропонує ринок. Економічна правда, 2024. № 1. С. 1-5. DOI: <https://www.epravda.com.ua/columns/2024/01/18/708903/>

52. Корогод О. М. Стратегії розвитку органічного ринку в Україні: шляхи збільшення виробництва та зміцнення позиції на міжнародному ринку. Економіка та суспільство, 2024. № (61). С. 1-8. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-114>

53. Негода Ю. В. Ринок органічної продукції в Україні. Економіка та суспільство, 2024. № (54). С. 1- 7. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-54-34>

54. Скороход І. С., Сніжок С. Ю. Проблеми та перспективи розвитку ринку органічної продукції України в умовах євроінтеграції. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2022. № 45. С. 73-76. DOI: <https://doi.org/10.32782/2413-9971/2022-45-13>

55. Pavlov, K., Pavlova, O. et al. (2021) Economic Diagnostics and Management of Eco-Innovations: Conceptual Model of Taxonomic Analysis. In: Russo D., Ahram T., Karwowski W., Di Bucchianico G., Taiar R. (eds) Intelligent Human Systems Integration 2021. IHSI 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1322. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68017-6_84

56. Zinoviy Siryk, Oryslava Hrafska, Kostiantyn Pavlov, Bohdan Samoilenko and Roman Chorny. Sustainable development trends in the Ukrainian logistics market. E3S Web Conf., 567 (2024) 01024. Volume 567 (2024). DOI: DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456701024>
https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/abs/2024/97/e3sconf_pcg2024_01024/e3sconf_pcg2024_01024.html

57. Скороход І., Павлов К., Павлова О., Сичук О. Розробка та управління галузевими науковими проектами в сфері органічного виробництва. Вісник

Хмельницького національного університету. Серія: Економічні наук. 2025, № 1. 383-389. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-338-56>

58. Українські органічні виробники представили свою продукцію на SIAL Paris 2024. https://organicinfo.ua/news/sial-2024-results/?utm_source=eSputnik-promo&utm_medium=email&utm_campaign=News_Oct_2024&utm_content=2065895299&utm_term=Organic,organicagriculture,organicfarming&utm_term=Y2lkPTIwNjU4OTUyOTk=

59. Українські експортери органічної продукції на SIAL 2024. <https://business.diaa.gov.ua/history-of-success/ukrainski-eksportery-orhanichnoi-produktsii-na-sial-2024>

60. Швейцарсько-українська програма «Розвиток торгівлі з вищою доданою вартістю в органічному та молочному секторах України» (коротка назва: Quality FOOD Trade Program. <https://qftp.org/>

61. U-food Association <https://u-food.org/uk>

62. Посібник з органічного виробництва, приклади сталих органічних практик. М. Биков, В. Воронцов – Київ : ГС Зелені Агро Рішення, 2024. – 272 с.

63. Основи органічного рослинництва : навчальний посібник. В. Пиндус, О. Гуцаленко, С. Омельчук, Л. Василенко, С. Горбань. – Київ : Науко-во-методичний центр ВФПО, 2022. – 326 с.

64. Органічне землеробство: Навч.посібник. М.П. Косолап, О.С. Павлов, М.І. Биков, В.М. Воронцов, О.В. Башта, О.Є. Бикова, В.О. Іванюк, В.М. Козак, Ю.О. Миронова, О.М. Журавель – Київ: НУБіП України, ГС «Зелені Агро Рішення», 2025. – 240 с.

65. М. П. Косолап, О. П. Кротінов, М. Ф. Іванюк, І. Д. Примак, О. М. Журавель, М. І. Биков. Система зберігаючого землеробства NO-TILL і STRIP-TILL. Навчальних посібники УДК 631.51(075), ISBN 978-617-8351-18-2, НУБіП, 2023 рік. 378 с.

66. Мумінджанов Х. А., Косолап М. П., Биков М. І., Журавель О. М., Статівка О. І. Ґрунтозахисне та ресурсощадне землеробство в Україні"

Навчальних посібники" УДК 631.5(072), ISBN 978-617-8351-17-5, НУБіП, 2023 рік. 120 с.

67. Камінська А. І. Світовий досвід розвитку органічного виробництва. *Агросвіт*. 2020. № 17-18. С. 23–27. DOI: [10.32702/2306-6792.2020.17-18.23](https://doi.org/10.32702/2306-6792.2020.17-18.23)

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

69. Чайка Т.О. Розвиток виробництва органічної продукції в аграрному секторі економіки України: монографія. Донецьк: Вид-во "Ноулідж", 2013. 320 с.

70. Вінюкова О.Б., Чугрій Г. А. Ринок органічної продукції в Україні: проблеми та перспективи розвитку. *Причорноморські економічні студії*. 2018. Вип. 26-1. С. 42–47.

71. Казанджі А.В. Стратегічні вектори розвитку ринку органічної продукції України. *Інтелект XXI*. 2018. № 1. С. 72–76.

72. Милованов Є.В., Коняшин А.В. Особливості розвитку ринку органічних круп в Україні. *Наукові праці НУХТ*. 2019. № 1, т. 25. С. 73-83.

73. Андрєєва Н.М. Органічне виробництво як складова забезпечення продовольчої безпеки України: економікоправовий аспект впровадження / Н.М. Андрєєва. *Органічне виробництво і продовольча безпека: Зб. матеріалів доп. учасн. Міжнар. наук.-практ. конф. – Житомир: Полісся, 2013. – С. 25-30.*

74. Камінський В.Ф. Органічне виробництво – шлях до продовольчої безпеки. В.Ф. Камінський. *Віче*. – 2014. – № 9. – С. 58-61.

75. . Присяжнюк О.Ф. Управління проектними ризиками при переході на виробництво органічної продукції. О.Ф. Присяжнюк, А.В. Савич. *Зб. наук. праць: Органічне виробництво і продовольча безпека. – Житомир: Видавець О.О. Євенок, 2016. – С. 450–455.*

76. Arvidsson A. Value in Informational capitalism and on the Internet. A. Arvidsson, E. Colleoni. *The information Society*, 2012. – Vol. 28, №3. – P. 135–150.

77. D'Amico S. Overview of Participatory guarantee systems in 2015 / S. D'Amico, F. Castro. *The World of Organic Agriculture*. – Bonn: FiBL, 2016. – P. 147–151. 12. May C. PGS guidelines. How Participatory guarantee systems can develop and function. C.May. – Germany:IFOAM, 2008. – 36 p.

78. Петровський, С., Петровська, М., Федяй, Н., Чоловська, Н., & Шор, К. Впровадження органічного харчування в школах Львівщини як маркетинговий інструмент розвитку органічного виробництва в Україні. *Київський економічний науковий журнал*, 2025 (11), 225-232. <https://doi.org/10.32782/2786-765X/2025-11-28>

79. Актуальні тренди розвитку галузевого маркетингу в Україні : монографія; кол. авторів; за наук. ред. д-ра екон. наук, проф. Є. Й. Майовця. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2025. 460 с.

80. Артиш В., Артиш Н. Стан сучасного розвитку та виробництва органічної продукції в світі. *Науковий збірник "InterConf"*. 2022. No 127. С. 8–13. URL: <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/article/view/13773>.

81. Городняк І., Петровський С. Аналіз ринку органічної продукції в Україні. *Економічний простір*. 2023. No 184. С. 31–35.

82. Грановська В. Перспективи розвитку ринку органічної продукції в Україні. *Економіка АПК*. 2017. No 4. С. 31–40.

83. Дейнеко О., Петровський С., Федяй Н., Чоловська Н., Шор К. Впровадження органічних харчових продуктів у шкільному харчуванні України на прикладі Львівської області: аналітичне дослідження. Львів, 2025. 47 с.

84. Єрошина Т. В. Екологічно чиста продукція АПК: суть поняття, суспільно-географічні підходи до дослідження. *Український географічний журнал*. 2012. No 2. С. 33–37.7.

85. Милованов Є. В. Правові засади регулювання органічного виробництва в країнах ЄС. *Економіка АПК*. 2018. No 5. С. 117–123.

86. Органічні продукти в шкільних їдальнях: делегація зі Львівщини переймає досвід Франції. URL: <https://loda.gov.ua/news/13239611>.

87. Петровська М. А., Петровський С. В. Сертифікація – невід’ємна складова ринку органічної продукції в Україні. Екологічні науки: науково-практичний журнал. 2024. № 2 (53). С. 266–271.

88. Петровський С. В. Стан і перспективи розвитку ринку органічної продукції у Львівській області. *Via Economica*. 2025. № 8. С. 93–99. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-8559/2025-8-1413>.

89. Шпикуляк, О. Г., Беженар, І. М., & Білокінна, І. Д. Сучасні тенденції розвитку органічного виробництва в аграрному секторі і фермерських господарствах. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*, (8). 2023. <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2023-8-04-04>

90. Шувар І. А., Шувар Б. І. Механізми стимулювання екологічно безпечного підприємництва. Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інноваційних розробок за заг. ред. В. В. Снітинського, І. Б. Яціва. Вип. 20. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2020. С. 30.

91. Потапенко В. Г. Органічне сільське господарство як чинник економічної безпеки. *Економіка АПК*. 2011. № 5. С. 58-65. 3.

92. Шпак Г. М. Мотивація розвитку органічного виробництва в Україні. *Науковий журнал «Економіка України»*. 2015. № 7 (644). С. 58-71.

93. Feshchenko N. M. Problematic moments in the market of organic agricultural products. *Innovasiina ekonomika*. 2013. № 7. P. 141-150.

94. Балановська Т. І., Гогоуля О. П. Управління маркетинговою діяльністю на агропродовольчому ринку. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2010. Вип. 154, Ч. 1. С. 368-373.

95. Petljak, K. Istraživanje kategorije koloških prehrane benih proizvodima među vodećim trgovcima u Republici Hrvatskoj, *Tržište*. – Vol. 22.– 2010. – pp. 93-112.

96. Носко В.Л., Гулько В.І. Становлення та розвиток органічного виробництва в Україні. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Серія «Економічні науки»*. № 4. Т. 1. 2020. С. 312 – 322.

97. Мармуль Л.О., Новак Н.П. Розвиток органічного виробництва в Україні на засадах кооперації. Економіка АПК. 2016. №9. С. 26-32.
98. Діхтяренко В.С., Новак І.М. Проблеми розвитку органічного виробництва в Україні. Концептуальні засади формування ефективних механізмів менеджменту та логістики в агропродовольчій сфері: збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції, 23 березня 2023 р. Уманський національний університет садівництва, Умань: Редакційно-видавничий відділ УНУС, 2023. С. 34 – 37
99. Трохимчук А.А. Основні проблеми та перспективи розвитку органічного виробництва в Україні. Збалансоване природокористування: традиції, перспективи та інновації. Частина 1. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 18-19 травня, 2023 р.) – К.: ДІА, 2023. С. 155–157.
100. Гвоздь О. М. Порівняльний аналіз державного регулювання органічного сільськогосподарського виробництва Канадита України. Актуальні проблеми функціонування господарської системи України: збірник матеріалів доповідей учасників XXVII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених. Львів, 20 листопада 2020р. С. 72-74.
101. Hvozdz O. M. Strategy formation of organic agricultural production's state regulation in Ukraine. Сучасні економічні аспекти розвитку держав, регіонів та суб'єктів господарювання: матеріали спеціалізованої наукової конференції. Полтава, 23 квітня 2021 р. С. 21-23
102. Шкуратов О. І., Чудовська В. А., Вдовиченко А. В. Органічне сільське господарство: еколого-економічні імперативи розвитку: Монографія. Київ: ТОВ «ДІА», 2015. 248 с.
103. Харченко Т. Б. Перспективи розвитку ринку органічної продукції в Україні. Економіка АПК. 2013. №9. С. 37-41.
104. Дудар Т. Г. Стратегія формування системи органічного аграрного виробництва: монографія. Тернопіль: Астон, 2012. 292 с.

105. Балян А.В. Внесок аграрної науки в розвиток органічного виробництва. Вісник аграрної науки. 2013. №11. С. 9–12.
106. Ткаленко Г. Біологічні препарати в захисті рослин. Г. Ткаленко. Спецвипуск. Пропозиція. Сучасні агротехнології із застосування біопрепаратів та регуляторів росту – 2015. С. 6–14
107. 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. 180 с.
108. Василенко М.Г. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин. М.Г. Василенко, А.П. Стадник, П.М. Душко, М.В. Драга, О.О. Кічігіна, Ю.О. Зацарінна, С.В. Перець. Агроекологічний журнал. – 2018. – № 1. – С. 96–101.
109. Городиська І.М. Роль біологічних препаратів у органічному землеробстві. Городиська І.М., Терновий Ю.В., Чуб А.О. Збалансоване природокористування, 2018 - № 2/2018. С. 54 – 58.
110. Кіщук С. Розвиток органічного землеробства в Україні та у світі. С. Кіщук, В. Громитко, В. Яворів. Техніка і технології АПК. - 2013. - № 7. - С. 44–46.
111. Драга М.В. Посівні якості насіння сільськогосподарських культур за дії органо-мінерального добрива Viteri 8-4-5 М.В. Драга, О.О. Кічігіна, Ю.О. Зацарінна, Ю.А. Цибро. Агроекологічний журнал. - 2017. - № 4. - С. 76–82.
112. Макаренко Н.А. Оцінка придатності пестицидів для захисту сільськогосподарських рослин в органічному виробництві. Н.А. Макаренко, А.В. Мала, В. І. Бондарь. Карантин і захист рослин. – 2014. – №12 (220). – С. 3–5.
113. Макаренко Н.А. Системи удобрення та захисту сільськогосподарських рослин в органічному виробництві України. Н.А. Макаренко, А.В. Мала, В. І. Бондарь. Наукові доповіді Національного

університету біоресурсів і природокористування України. – 2014. – № 5 (47). –
Режим доступу: http://nd.nubip.edu.ua/2014_5/14.pdf

114. Амонс С.Е. Стан та перспективи розвитку виробництва органічної продукції в Україні. Сільське господарство та лісівництво. 2021. № 22. С. 221- 236.

115. Поліщук М.І., Мачок І.О. Вплив зелених добрив на фізико-хімічні показники чорнозему опідзоленого в умовах зміни клімату Правобережного Лісостепу України. Сільське господарство та лісівництво. 2024. № 1 (32). С. 76–92. DOI: 10.37128/2707-5826-2024-1-7

116. Мельниченко С.Г., Богадьорова Л.М. Просторові відмінності у спеціалізації рослинницького комплексу України. Таврійський науковий вісник. 2022. № 128. С. 138–144. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.19>

117. Бойко П. І., Коваленко Н. П. Удосконалення технологій вирощування високопродуктивних сортів пшениці озимої у науково обґрунтованих сівозмінах в умовах зміни клімату. Наукові доповіді НУБіП України. 2024. Т.20, № 1(107). DOI: [https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.012](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.012).

118. Скок С.В. Використання біологічних технологій вирощування сільськогосподарських культур для підвищення еколого-економічної ефективності аграрного виробництва. Таврійський науковий вісник. 2022. № 128. С. 403–411. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.56>

119. Лапчинський В.В. Оцінювання ефективності органічних методів у вирощуванні зернових культур за умови зміни клімату. Лапчинський В.В., Кисельов О. М., Лакуста А. А. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Випуск 4 (49) 2025. С. 79 – 85

120. Зайцева Т.М. Використання технологій ефективних мікроорганізмів у органічному виробництві рослинницької продукції. Зайцева Т.М., Ткачук О.П. Збірник тез Всеукраїнської науково-практичної конференції «Органічне агровиробництво: освіта і наука». 1 листопада 2018 року, ДУ «НМЦ «Агроосвіта», Київ. - Київ : «Агроосвіта», 2018. С. 98 – 100

121. Коломієць Л.П., Шевченко І.П., Повидало М.В., Терещенко О.М. Ефективність вирощування зернових культур за органічного землеробства на схилових агроландшафтах//Вісник аграрної науки, 2022. №8(83). С. 28.

122. Лавська Н. Елементи технології вирощування - важливий чинник органічного виробництва сільськогосподарської продукції. Лавська Н. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Міжгалузеві наукові дослідження: можливості та варіанти впровадження». Київ. НУБіП 2023. С. 25 – 27.

123. Pysarenko, P., Samojlik, M., Galytska, M., Dychenko, O., Shpyrna, V., Lastovka, V., Husinsky, D., and Zhylin, O. Using of probiotics and associated formation water as a basic fertiliser. Journal of Ecological Engineering, (2025), 26(5), pp. 301–309. <https://doi.org/10.12911/22998993/201384>

124. Писаренко П.В., Самойлик М.С., Галицька М.А., Шпирна В.Г. Покращання якості органічних добрив за рахунок використання пробіотиків та бішофіту. Аграрні інновації. 2025. № 30. С. 128 – 134. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.30.19>

125. Соколовська І.М. Біотехнологічні прийоми вирощування гречки за різного удобрення. Соколовська І.М., Мащенко Ю.В. Таврійський науковий вісник № 130. С. 240 – 246. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.35>

126. Стан та виробництво органічної продукції в Україні. Вирощування гречки за застосування біопрепаратів. Малинка Л.В., Шишкіна К.І., Дідур І.М., Єзерковська Л.В., Караульна В.М., Карпук Л.М., Павліченко А.А., Козак Л.А. Агробіологія, 2020, № 2. С. 90 – 97.

127. Писаренко В. М., Коваленко Н. П., Поспелова Г. Д., Піщаленко М. А., Мельничук В. В., Шерстюк О. Л. Екологізація землеробства як перший крок до органічного виробництва рослинницької продукції. Вісник ПДАА. 2020. № 3. С. 109–117.

128. Стародуб В.І., Ткач Є.Д. Екологічна оцінка технологій вирощування сільськогосподарських культур за комплексом фітосанітарних

129. Шувар А. М., Рудавська Н. М. Вплив біопрепаратів для обробки насіння за органічної технології вирощування гречки. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2019. Вип. 66. С. 184 – 194. DOI: <http://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/13.pdf>

130. Honchar, L., Mazurenko, B., Sonko, R., Kyrypa-Nesmiian, T., Kovalenko, R., Kalenska, S. (2020). Biochemical responses of 5 buckwheat (*Fagopirum esculentum* Moench.) cultivars to seed treatment by *Azospirillum brasilense*. *Agronomy Research*, 2020, Vol. 18, Special Issue 3. <https://doi.org/10.15159/ar.20.080>

131. Гончар Л.М., Борейко О.А. Формування продуктивності гречки залежно від використання біопрепаратів. Матеріали конференції Актуальні питання сьогодення та післявоєнного відновлення сільського господарства й екології: експертно-аналітичні складові формування продовольчої стратегії України: збірник матеріалів за підсумками науково-практичної конференції з нагоди 20-річчя УЛЯБП АПК НУБіП України (сmt Чабани, 2 жовтня 2023 р.). К.: НУБіП України, 2023. С. 54 – 56

132. Грицаєнко З.М., Даценко А.А. Урожайність зерна гречки за дії біологічних препаратів. *Агробіологія*, № 2'2014. С. 39 – 42.

133. Тіней В.А. Інтенсифікація технології вирощування гречки в умовах південно-західного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво» / В.А. Тіней. – Кам'янець-Подільськ, 2007. – 19 с

134. Біологізована технологія вирощування гречки: монографія. Карпенко В. П., Даценко А. А., Притуляк Р. М., Леонтюк і. Б., Шутко С. С.; за ред. В. П. Карпенка. – Умань: Видавець «Сочінський М. М.», 2020. – 132 с.

135. ораш О. С., Хоміна В. Я. Реакція сортів гречки на регулятори росту рослин. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 5. С. 45–47

136. Хоміна В. Я. Сортова реакція та продуктивність гречки залежно від впливу регуляторів росту в умовах Південної частини західного Лісостепу України. Автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09. – «Рослинництво». Вінниця, 2004. 21 с.

137. 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.

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

139. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин: Підручник. К.: Фітосоціоцентр, 2001. 392 с.

140. Методика визначення економічної ефективності використання в сільському господарстві результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій. К.: Урожай. 1986. С. 32.

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

142. Карпенко В.П., Притуляк Р.М., Даценко А.А. Продуктивність посівів гречки за дії біологічних препаратів. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2017. Вип. 90. Ч. 1. С. 14–22. URL: <http://lib>.

143. Пшиченко О.І., Радченко М.В. Формування посівних якостей насіння гречки залежно від передпосівної обробки. Меліорація, землеробство, рослинництво. С. 121 – 125. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov>.

144. Кислинська А.С., Халеп Ю.М. Економічна та біо-енергетична ефективність комплексної перед-посівної обробки насіння гречки Хетоміком та Діазобактерином. Вісник аграрної науки. Зберігання та переробка продукції. 2019. № 8(797). С. 73–79. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201908-12>.

145. Тригуб О.В., Ляшенко В.В.Гречка як важливий складник екологоорієнтованих підходів до збереження і розвитку агроєкосистем. Т. О. Чайка (ред.), Екологоорієнтовані підходи відновлення техногенно забруднених територій і створення сталих екосистем: колективна монографія (с. 73–85). 2022. Полтава. Аструя.

146. Shevchuk, V. The impact of sowing dates and pre-sowing seed treatment with biopreparations on phenological indicators and leaf apparatus development in buckwheat. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (4), 2025. P 30–38. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.04.0>

147. Дорошенко О.Л. Вплив мікроелементів на динаміку наростання площі листкового апарату. О.Л. Дорошенко. Таврійський науковий вісник: Вип.80. ч.2. – Херсон. 2012. С. 164 – 168.

148. Грицаєнко З.М., Даценко А.А. Формування площі листкового апарату рослин гречки за дії біологічних препаратів. Таврійський науковий вісник № 88, 2014. С. 69 – 73

149. Грищенко Р.Є. Ефективність бактеризації насіння круп'яних культур в органічному землеробстві. Любчич О.Г., Глієва О.В., Мазуренко Т.В. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». Випуск 3-4, 2016. С. 82 – 93.

150. Грищенко Р.Є., Терещенко В.К. Вплив біопрепаратів на формування асиміляційного апарату і його продуктивності в посівах гречки за органічного землеробства. Землеробство та рослинництво: теорія і практика. Випуск 1 (15), 2025. С. 46 – 54. doi: 10.54651/agri.2025.01.06

151. 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, 2015. 20 с.

152. Pelech, L., & Onufriychuk, O. (2024). Influence of technological measures on buckwheat productivity. *Scientific Reports of the National University of*

(1). [https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.010](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.010)

153. Тригуб О.В., Куценко О.М., Ляшенко В.В., Ногін В.В. Важливість вирощування гречки як унікальної й екологічно орієнтованої культури. Вісник ПДАА. 2022.No1. С.69–76.

154. Гречка в органічному виробництві. <https://agronomy.com.ua/statti/zernovi-kultury/1917-hrechka-v-orhanichnomu-vyrobnytstvi.html>

155. Бадьорна Л. Ю. Особливості органічної технології виробництва гречки в сумській області. Органічне агровиробництво: освіта і наука : збірник тез VI Міжнародної науково-практичної конференції, 27 жовтня 2021 р., Науково-методичний центр ВФПО. – Київ, 2021 С. 22 – 25

156. Ходаніцька О. О., Колісник О. М. Застосування стимуляторів розвитку в практиці рослинництва. Прага. 2020. №10. С. 45–49.

157. Яковець Л.А., Соломон А.Л. Господарсько-біологічна оцінка сортів гречки на нектаропродуктивність залежно від факторів інтенсифікації землеробства. Сільське господарство та лісівництво. Екологія та охорона №28. 2023. С. 195 – 209.

158. Butenko A. O., Sobko M. G., Ilchenko V. O., Radchenko M. V., Hlupak Z. I., Danylchenko L. M., Tykhonova O. M. Agrobiological and ecological bases of productivity increase and genetic potential implementation of new buckwheat cultivars in the conditions of the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2019. 9(1), 162–168.

159. Мащенко Юрій. Оптимізація елементів технології вирощуванні гречки залежно від способу сівби і удобрення в умовах. Посібник Українського хлібороба, Науково-практичний щорічник. Том 1. Київ: ТОВ «АКАДЕМПРЕС». 2012. С. 137–140.

160. Соколовська І.М., Мащенко Ю.В. Біотехнологічні прийоми вирощування гречки за різного удобрення. Таврійський науковий вісник № 130. С. 240 – 246. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.35>

161. Kadyrova I. K., Stepankova D., Gulnaz S., Kadyrova L. The effect of bacterial preparations on the buckwheat yield Fanusa. BIO Web Conf. Volume 17. 2020. Inter- national Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). BIO Web of Conferences 17, 00065 (2020)/DOI <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700065>.
162. Тараріко Ю.О. Енергозберігаючі агроєкосистеми. Київ: ДІА, 2011. 575 с
163. Калініченко О.В. Енергетична оцінка виробництва сільськогосподарських культур. Наук. праці Полтавської держ. аграр. акад. 2012. Вип. 2. С. 134–139
164. Жолудєва І.Д., Трунов О.П. Вплив різних систем удобрення на гумусовий стан і енергетичні характеристики чорнозему звичайного. Вісник ХНАУ. 2013. № 1. С. 233–240.
165. Pimentel D., Hepperly P., Hanson J. et al. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. BioScience. 2005. V. 55. N 7. P. 573– 582. doi: 10.1641/0006-3568(2005)055[0573: EEAECSO] 2.0.CO;2
166. Булигін С.Ю., Вітвіцький С.В., Тонха О.Л., Ткаченко М.А. Енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур за різних систем удобрення сірого лісового ґрунту. Вісник аграрної науки. 2024, № 5 (854). С. 5 – 14.
167. Vieites-A´lvarez Y, Reigosa MJ and Sa´ nchez-Moreiras AM. A decade of advances in the study of buckwheat for organic farming and agroecology (2013-2023). 2024. Front. Plant Sci. 15:1354672. doi: 10.3389/fpls.2024.1354672
168. Gairhe, J. J., Bhusal, T. N., and Neupane, H. Influence of priming and nitrogen on growth behavior of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) in rainfed condition of mid-hill in Nepal. J. 2015. Inst. Agric. Anim. 34, 47–54. doi: 10.3126/jiaas.v33i0.20683
169. Pinski, A., Zhou, M., and Betekhtin, A. Advances in buckwheat research. 2023 Front. Plant Sci. 14. doi: 10.3389/fpls.2023.1190090.

170. Karbivska Uliana. Application of Biologization Elements in Buckwheat Organic Cultivation Technology. *Ecological Engineering & Environmental Technology* 2024, 25(5), 235–242 <https://doi.org/10.12912/27197050/186125>

171. Jana Kalinova . The influence of organic and conventional crop management, variety and year on the yield and flavonoid level in common buckwheat groats. *Food Chemistry*. Volume 127, Issue 2, 15 July 2011, Pages 602-608. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.01.050>

172. Lisetta Ghiselli. Agronomic and Nutritional Characteristics of Three Buckwheat Cultivars Under Organic Farming in Three Environments of the Garfagnana Mountain District. *Italian Journal of Agronomy* Volume 11, Issue 3, 2016, 729. <https://doi.org/10.4081/ija.2016.729>

173. Angela R. Possinger, Loren B. Byrne, Nancy E. Breen. Effect of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) on soil-phosphorus availability and organic acids. <https://doi.org/10.1002/jpln.201200337>

174. Juliana Aozane da Rosa. The density and sowing time of buckwheat in organic and conventional growing system. *Australian Journal of Crop Science*, Vol. 16, No. 7, Jul 2022, 941-948.

175. Vaidotas Žvikas. Evaluation of phenolic antioxidant content in organically and conventionally grown buckwheat herb crop and its regrowth. *Journal of the Science of Food and Agriculture*: Volume 97, Issue 10. Pages: 3081-3480. 15 August 2017. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8176>

176. Siyuan Zhang. The combined application of organic fertilizer and biochar modifies the structure and enhances the functional properties of Tartary buckwheat protein. *International Journal of Biological Macromolecules*. Volume 320, Part 1, August 2025, 145634. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.145634>

177. Olha Dutchak. Efficiency of Biologized Fertilizer System in Organic Buckwheat Production. *Acta fytotechn zootechn*, 27, 2024(4): 321-330.

178. Yurii Mishchenko. The effect of winter rye green manure on soil fertility parameters and productive moisture dynamics in organic buckwheat cultivation.

179. Choice of varieties and organic-inorganic nutrient integrations in rainfed buckwheat can affect the performance of succeeding green gram grown on residual fertility. Augustina Saha, Shirshendu Samanta, Prithwiraj Dey, Rahul Halder & Ashim Chandra Sinha Pages 3030-3043 Published online: 31 Mar 2023

180. Majida AL-Wraikat, Mohamed Amer Abubaker, Yingli Liu, Xiping Shen, Yu He, Linqiang Li. *Microbial community and organic compounds* composition analysis and the edible security of common buckwheat fermented via Kombucha consortium. Food Chemistry: Molecular Sciences Volume 10, June 2025. <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2025.100247>

181. Effect of Organic and Inorganic Fertilizer Applications on Buckwheat Yield and Micro Element Nutrition. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 8 (sp1): 145-149, 2020 DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8isp1.145-149.4063>

182. Verena Seufert. What is this thing called organic? – How organic farming is codified in regulations. Food Policy Volume 68, April 2017, Pages 10-20. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2016.12.009>

183. Zeynab Jouzi. Organic Farming and Small-Scale Farmers: Main Opportunities and Challenges. Ecological Economics Volume 132, February 2017, Pages 144-154.

184. Tschardtke T, Grass I, Wanger T. Beyond organic farming – harnessing biodiversity-friendly landscapes Trends in Ecology & Evolution, 2021; 36, 919-930

185. Suryatapa Das, Annalakshmi Chatterjee, Tapan Kumar Pal, Organic farming in India: a vision towards a healthy nation, *Food Quality and Safety*, Volume 4, Issue 2, May 2020, Pages 69–76, <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyaa018>

186. Organic Farming and Climate Change: The Need for Innovation Sean Clark Department of Agriculture and Natural Resources, Berea College, Berea, 28 August 2020

187. EFSA (European Food Safety Authority), Anastassiadou M, Mst Akhter T, Brocca D, Greco L, Josheski M, Lopez Romano M, Magrans JO, Romac A, Santos M and Tauriainen T, 2025. Findings of not authorised substances in organic production. EFSA supporting publication 2025:EN-9524. 579 pp. doi:10.2903/sp.efsa.2025.EN-9524

188. Unpacking phosphonic acid. PRIMORIS your reliability in food analysis. April, 2025. <https://primoris-lab.com/langchoice>.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Статті у наукових фахових виданнях:

1. Карпук Л.М., Федорченко Я.О. Ефективність застосування біопрепаратів за вирощування органічної продукції гречки. *Агробіологія*. 2025. № 2. С. 81–87. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2025-199-2-81-87> (65 %, виконання експерименту, аналіз та опис результатів, підготовка статті).

2. Карпук Л.М., Федорченко Я.О. Особливості формування продуктивності гречки за органічного виробництва. *Новітні агротехнології*. 2025. № 13(3). <https://doi.org/10.47414/na.13.3.2025.348877> (65 %, виконання експерименту, аналіз та опис результатів, підготовка статті).

3. Карпук Л.М., Федорченко Я.О. Формування якісних показників гречки за органічного виробництва. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2025. № 33, С. 19–28. <https://doi.org/10.47414/np.33.2025.350952> (65 %, виконання експерименту, аналіз та опис результатів, підготовка статті).

Матеріали науково-практичних конференцій:

4. Федорченко Я.О., Карпук Л.М. Удосконалення елементів технології вирощування гречки за органічного виробництва. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції магістрантів і молодих вчених «Наукові пошуки молоді у ХХІ столітті» Інноваційні технології в агрономії, землеустрої та садово-парковому господарстві: (26 жовтня 2023 року). Білоцерківський НАУ. С. 63–64.

5. Федорченко Я.О., Карпук Л.М. Ефективність застосування допоміжних продуктів, дозволених в органічному виробництві за вирощування гречки. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої,

електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві» (3 жовтня 2024 року). Білоцерківський НАУ. С. 28–29.

6. Карпук Л.М., **Федорченко Я.О.** Продуктивність гречки за органічного виробництва. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Ресурсозберігаючі технології вирощування культурних рослин» (20 березня 2025 року). Білоцерківський НАУ. С. 13–15.

7. Карпук Л.М., **Федорченко Я.О.** Фітосанітарний стан посівів гречки за органічного виробництва. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві» (02 жовтня 2025 року). Білоцерківський НАУ. С. 27–28.

Інші публікації:

8. Карпук Л.М., Тігаренко О.С., Тігаренко В.А., Петракова О.О., Федорченко М.М., Федорченко Я.О. Параметри схожості, густоти та виживання сорго зернового залежно від елементів технології вирощування. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві»: (17 листопада 2022 року). Білоцерківський НАУ. С. 27–28.


АКТ

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

1. Назва НДР, що впроваджується: технології вирощування сортів гречки Снн-3/02, Антарія та Ярославна, спрямовані на формування високого рівня продуктивності в умовах органічного виробництва, зокрема комплексне застосування біопрепаратів Біокомплекс-БТУ, Гумату калію та Гумісолу, що передбачає поєднання передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин упродовж вегетаційного періоду культури.
2. Яким закладом вищої освіти одержано НТД та запропоновано до впровадження, та його авторка: Білоцерківський національний аграрний університет, Федорченко Я.О.
3. Коли й ким прийнято рішення про впровадження НТД: вченою радою агробіотехнологічного факультету Білоцерківського національного аграрного університету.
4. Назва господарства та його адреса, де проводиться впровадження: *Скви́рська дослідна станція органічного виробництва ІАП НААН Київська обл., Білоцерківський р-н., м. Сквиря, вул. Селекційна 1*
5. Рік й обсяг впровадження (план, фактично): *у 2024 році план 1,5 га, фактично 1,5 га.*
6. Отримано фактичний економічний ефект від впровадження на одиницю (га, голову, машину й т. п.) та на весь обсяг впровадження: *порівняно з прийнятою в господарстві технологією вирощування гречки отримано на всю площу додаткового прибутку 3,8 тис. грн.*

Акт складено 24 січня 2025 року

Представник ЗВО здобувач



Ярослава ФЕДОРЧЕНКО

Керівник господарств



Ю.В. Терновий

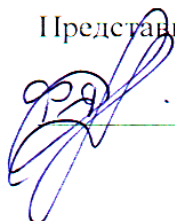
АКТ

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

1. Назва НДР, що впроваджується: технології вирощування сортів гречки Син-3/02, Антарія та Ярославна, спрямовані на формування високого рівня продуктивності в умовах органічного виробництва, зокрема комплексне застосування біопрепаратів Біокомплекс-БТУ, Гумату калію та Гумісолу, що передбачає посидання передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин упродовж вегетаційного періоду культури.
2. Яким закладом вищої освіти одержано НТД та запропоновано до впровадження, та його авторка: Білоцерківський національний аграрний університет, Федорченко Я.О.
2. Коли й ким прийнято рішення про впровадження НТД: вченою радою агробіотехнологічного факультету Білоцерківського національного аграрного університету.
3. Назва господарства та його адреса, де проводиться впровадження: ПСН і. м. Т. Г. Шевченка Київська обл., Обухівський р-н., с. Тростинка вул. Хмельницького Б., будинок, 4.
4. Рік та обсяг впровадження (план, фактично): у 2025 році план 2,0 га, фактично 2,0 га.
5. Отримано фактичний економічний ефект від впровадження на одиницю (га, голову, машину й т. п.) та на весь обсяг впровадження: порівняно з прийнятою в господарстві технологією вирощування гречки отримано на всю площу додаткового прибутку 4,5 тис. грн.

Акт складено 28 січня 2026 року

Представник ЗВО здобувач



Ярослава ФЕДОРЧЕНКО



Керівник господарств

Метельський