

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ГОНЧАР МАКСИМ ВАСИЛЬОВИЧ

УДК: 635.657:631.5/477.4 (292.485) (043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ


**ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ В
УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

201 – Агрономія

20 – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

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

 М.В. Гончар

Науковий керівник – Панцирева Ганна
Віталіївна, доктор сільськогосподарських
наук, доцент, доцент кафедри лісового та
садово-паркового господарства

АНОТАЦІЯ

Гончар М.В. Оптимізація елементів технології вирощування нуту в умовах правобережного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агронімія. Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, 2026.

У дисертаційному дослідженні здійснено ґрунтовне теоретичне узагальнення та розширено існуючі підходи до технології вирощування нуту в умовах Правобережного Лісостепу на основі аналізу досвіду українських і зарубіжних науковців. Вагоме значення приділено впливу різних елементів технології на ріст і розвиток рослин, формування продуктивності та ефективність симбіотичної діяльності культури.

У роботі обґрунтовано актуальність тематики та чітко сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет досліджень. Висвітлено наукову новизну отриманих результатів, а також їх практичну цінність для вдосконалення існуючих технологій вирощування нуту та розробки їх окремих елементів.

Дисертаційна робота складається з 6 розділів, де в логічній послідовності розкриваються питання розробки сортових технологій вирощування нуту задля розробки нових та удосконаленню існуючих технологій вирощування нуту сортів Пам'ять та Тріумф.

У **Вступі** визначено актуальність теми проведення досліджень, зв'язок роботи із науковими програмами, планами, темами, мету і завдання досліджень, які були досягнуті завдяки науковому обґрунтуванню технологічних прийомів вирощування нуту в умовах правобережного Лісостепу України, що сприяє реалізації генетичного потенціалу продуктивності та покращенню технологічних показників якості зерна культури. Методологічною базою даних досліджень слугувало використання генетичного потенціалу адаптованих сортів нуту за оптимізації основних елементів технології вирощування.

У **першому розділі** деталізовано праці українських та світових вчених із вивчення технології вирощування нуту. Узагальнення особливостей попередніх досліджень у дисертації проведено через оптимізацію системних варіантів біоорганічних технологій вирощування, виокремлено основні складові та типізацію таких технологій. Висвітлено історію походження та народногосподарське значення нуту та його значимість для України у забезпеченні продовольчої безпеки держави, як стратегічної культури. Представлено актуальні концепції формування системи технологічних прийомів вирощування з урахуванням сучасних підходів до застосування асортименту біопрепаратів.

У **другому розділі** наведено загальноприйняті методики проведення експериментальних досліджень у правобережному Лісостепу України. Вони дали змогу розглянути сортові агротехнології як багатофакторну систему, яка характеризується ключовими регульованими критеріями та підпорядковується принципам факторного аналізу. Окрім цього, детально описані умови виконання досліджень та схеми організації дослідів, з урахуванням екологічного та агрохімічного стану території. Основою роботи стало ретельне збирання вихідних даних, їх систематизація та аналіз у контексті предмета й об'єкта дослідження.

У **третьому розділі** визначено ключові аспекти технології вирощування рослин за допомогою комплексного підходу до покращення їх органо-мінерального живлення. Досліджено ефективність системи, що поєднує передпосівну обробку насіння з позакореневими підживленнями під час вегетації у критичні періоди росту та розвитку рослини. Обґрунтовано доцільність застосування бактеріального препарату для обробки насіння в комбінації з позакореневими підживленнями у період вегетації посівів. Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду залежить від сортових характеристик, особливостей передпосівної обробки, застосованих підживлень, а також гідротермічних умов у регіоні вирощування. Для сорту Пам'ять цей

показник становив 89-95 діб, а для сорту Триумф – 93-98 діб. Проведеними дослідженнями доведено, що найвищу густоту рослин під час обліків у фазі сходів (ВВСН 10) зафіксовано у сорту Триумф на варіанті з обробкою насіння препаратом БТУ-р – 400,33 тис. рослин/га, тоді як перед збиранням (ВВСН 95) цей показник становив 338,07 тис. рослин/га.

Результатами досліджень встановлено, що найвищі показники виживаності рослин були зафіксовані у варіанті, де насіння перед висівом обробляли бактеріальним препаратом Біоінокулянт-БТУ-р у комплексі з дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом Help Rost (Бор). У таких умовах виживаність сорту Пам'ять досягла 82,05%, а сорту Триумф – 84,45%, що в середньому перевищувало контрольні показники на 11,43%. Ці результати підтверджують високу ефективність інтегрованого використання біологічних препаратів на основі штамів бульбочкових бактерій у поєднанні з борвмісними мікродобривами для поліпшення технології вирощування нуту та підвищення його адаптивного потенціалу. Під час дослідження також було виявлено істотну залежність росту та розвитку культури від технологічних елементів обробки. Найбільшу висоту рослин сорту Триумф – 65,5 см зафіксовано в фазі наливу зерна після передпосівної обробки насіння біопрепаратом і двох позакорневих підживлень мікродобривом. Цей показник перевищував контроль на 14,2%. Перед збиранням висота рослин дещо знизилась внаслідок завершення ростових процесів та підсихання культури, проте найвищі значення цього показника зберіглися у варіанті з комплексним застосуванням біопрепарату та мікродобрива.

Кількість плодоеlementів, таких як квітки та боби, значно збільшувалася за комбінованої обробки інокулянтом і дворазового позакореневого підживлення. Це створювало сприятливі умови для максимального прояву генетичного потенціалу сортів Триумф і Пам'ять. Наприклад, кількість квіток у сорту Триумф становила 51,42 шт./рослину, що на 11,76% більше порівняно з контрольним варіантом, тоді як у сорту Пам'ять цей показник склав 50,68

шт./рослину, перевищуючи контрольний варіант на 10,15%. У сорту Триумф середня кількість бобів після зав'язування дорівнювала 42,21 шт./рослину, а наприкінці дозрівання – 37,21 шт./рослину за аналогічного варіанту.

У **четвертому розділі** детально розглянуто наукові підходи до аналізу фотосинтетичної активності нуту, спрямовані на оцінку її впливу на урожайність, якість насінневої продукції та площу листкової поверхні. Також визначено тісний кореляційно-регресійний зв'язок між значеннями цих показників і застосованими технологічними методами вирощування. Встановлено, що максимальний показник площі листкової поверхні нуту сорту Триумф, який досягав 41,2 тис. м²/га, формувався у фазі наливу зерна за умов використання біоінокулянту БТУ-р у поєднанні з дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом Help Rost (Бор). Даний показник перевищував контроль на 8,14%. На аналогічних ділянках сорту Пам'ять величина площі листкової поверхні у фазі наливу зерна становила 40,8 тис. м²/га, а у фазі фізіологічної стиглості – 36,8 тис. м²/га. Доведено, що максимальний показник фотосинтетичного потенціалу нуту зафіксовано у ВВСН повні сходи-повна стиглість (ВВСН 10-90) у варіанті досліджу, де передпосівну обробку насіння проводили із застосуванням бактеріального препарату біоінокулянт-БТУ-р у поєднанні з дворазовою обробкою посівів мікродобривом Help Rost (Бор). Відтак, у сорту Триумф фотосинтетичний потенціал був на рівні 1,835 млн. м² діб/га, а у сорту Пам'ять – 1,756. У відсотковому співвідношенні різниця між сортами склала 5%. Також визначено, що найбільший показник чистої продуктивності фотосинтезу було зафіксовано у фазі повні сходи-повна стиглість (ВВСН 10-90) на варіантах, де застосовувалися передпосівна інокуляція (інокулянт БТУ-р) у поєднанні із дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом (Help Rost – бор). При передпосівній обробці насіння та одноразовому підживленні показник становив – 4,79 г/м² за добу, а за дворазового – 4,96 г/м² за добу відповідно.

Найвищі показники кількості бульбочок у сорту Триумф були зафіксовані

за поєднання передпосівної інокуляції насіння препаратом БТУ-р із двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost – бор. У цьому варіанті в фазі повної стиглості сформувалося 38,2 шт. на рослину, що на 46,4%, більше порівняно з контролем. У сорту Тріумф найвищі показники маси бульбочок у всі фази розвитку були зафіксовані за поєднання передпосівної інокуляції насіння препаратом БТУ-р із двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost – бор. Так у фазі повної стиглості маса бульбочок становила 625,1 мг/рослину, що на 3,9%, перевищувало контроль. Найвищі значення нітрогеназної активності були зафіксовані за комплексного застосування інокуляції насіння та позакореневих підживлень, особливо за дворазового внесення мікродобрива. У сорту Тріумф у фазу цвітіння цей показник досягав 4687 нМоль етилену/рослину/год., що перевищувало контроль на 2848 нМоль або 154,8%, тоді як у фазу наливу зерна та повної стиглості перевага становила відповідно 2688 нМоль (163,7%) та 2672 нМоль (173,1%).

У **п'ятому розділі** визначено закономірності формування індивідуальної продуктивності рослин та рівня врожайності нуту залежно від поетапного впровадження удосконалених елементів вирощування для реалізації максимального потенціалу культури. Найбільші показники індивідуальної продуктивності встановлено у рослин сорту Тріумф: кількість бобів на одній рослині склала – 33,4 шт., кількість зерен – 37,5 шт., маса насіння з однієї рослини – 13,3 г, а маса 1000 насінин – 315,1 г. При поєднанні аналогічних технологічних прийомів під час вирощування сорту Пам'ять, вдалося досягнути таких результатів, а саме: кількість бобів на одній рослині – 32,8, кількість зерен – 37,1, маса насіння з однієї рослини – 13 г, а маса 1000 насінин – 310,3 г. За комплексного застосування обробки насіння та дворазового позакореневого підживлення у фазі бутонізації та початку наливу зерна мікродобривом на основі бору отримали максимальний рівень урожайності нуту, який становив на варіантах із сортом Пам'ять у 2023 р. – 3,03 т/га, у 2024 р. – 3,11 т/га

і у 2025 р. – 3,24 т/га, що відповідно перевищувало контроль на 0,68 т/га, 0,86 т/га і 0,78 т/га. У сорту Триумф дані показники становили, відповідно, у 2023 р. – 3,16 т/га, у 2024 р. – 3,20 т/га і у 2025 р. – 3,35 т/га, що на 0,76 т/га, 0,90 т/га і 0,80 т/га більше контрольного варіанта. За результатами проведеного дисперсійного аналізу отриманих даних встановлено, що формування приросту врожаю зерна нуту впродовж років досліджень залежало на 36% від передпосівної обробки насіння, на 14% від сорту, на 18% від позакореневих підживлень і на 32% від погодних умов року. Доведено, що окремі технологічні елементи вирощування, такі як передпосівна обробка насіння та використання позакореневих підживлень, позитивно впливають на покращення якісних характеристик врожаю. Зокрема, поєднання обробки насіння бактеріальним препаратом БТУ-р із дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом Help Rost (Бор) сприяє значному підвищенню якісних показників зерна нуту. Це включає зростання вмісту білка до 27,00%, сирого жиру до 8,0% та клітковини до 4,09% з одиниці площі у сорту Триумф.

У **шостому розділі** викладено результати розрахунків економічної та біоенергетичної ефективності вирощування нуту залежно від застосовуваних технологічних прийомів, зокрема передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом та дворазового позакореневого підживлення. Найвищу економічну ефективність забезпечила комбінація передпосівної обробки насіння препаратом БТУ-р у поєднанні з дворазовим позакореневим підживленням: перше – у фазі бутонізації, друге – на початку наливу насіння. Загальні виробничі витрати склали 14 925 грн/га, тоді як вартість отриманої продукції досягла 33 284 грн/га. Це дозволило досягти максимального рівня чистого прибутку та рентабельності, яка становила 123%. У структурі витрат на 1 га посівів нуту за період 2023–2025 років найбільшу частку становили витрати на насіння – 30%, витрати на передпосівну обробку насіння та позакореневі підживлення – 20%, на паливно-мастильні матеріали – 18%, а на оплату праці – 10%. Така структура вказує на високу частку матеріальних витрат і значну

енергоємність технології вирощування нуту. Максимальні показники чистого енергетичного прибутку та коефіцієнта енергетичної ефективності ($K_{ee} \approx 1,90-1,92$) були досягнуті при використанні передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом у поєднанні з позакореневим підживленням мікродобривом на основі бору. Зокрема, для сорту Тріумф чистий енергетичний прибуток становив 9 040 МДж/га, а для сорту Пам'ять – 8 795 МДж/га.

Висновки. У дисертації деталізовано науково-теоретичні відомості та експериментально доведені узагальнення задля нового вирішення питання – підвищення урожайності та якості зерна нуту, яке полягає в удосконаленні технологічних прийомів вирощування та використанні сортів за виявленими адаптивними та біологічними властивостями. Одержані результати та впроваджені рекомендації є гарантованим агропідходом до реалізації генетичного потенціалу сорту, збору сталого врожаю, що у підсумку забезпечує максимальні показники рівня рентабельності та коефіцієнта біоенергетичної ефективності.

Ключові слова: нут, передпосівна обробка насіння, сорт, мікродобрива, бактеріальні препарати, позакореневі підживлення, симбіотична азотфіксація, фотосинтетична продуктивність, економічна ефективність, енергетична ефективність.

ANNOTATION

Honchar M.V. Optimization of Chickpea Cultivation Technology Elements under the Conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine – Qualification scientific work in the form of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 201 Agronomy. Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, 2026.

The dissertation research provides a thorough theoretical generalization and improvement of many years of work by Ukrainian and foreign scientists on the technology of growing chickpeas in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Significant importance is attached to the influence of various elements of technology on the growth and development of plants, the formation of productivity and the effectiveness of symbiotic activity of the crop.

The work substantiates the relevance of the topic and clearly formulates the goal, objectives, object and subject of research. The scientific novelty of the results obtained is highlighted, as well as their practical value for improving existing technologies and creating individual elements of its cultivation.

The dissertation consists of 6 sections, which in a logical sequence reveal the issues of developing varietal technologies for growing chickpeas in order to develop new and improve existing technologies for growing chickpeas of the Pam'yat and Triumf varieties.

The **Introduction** defines the relevance of the research topic, the connection of the work with scientific programs, plans, topics, the goal and objectives of the research, which were achieved thanks to the scientific substantiation of technological methods for growing chickpeas in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, which leads to an increase in grain yield and quality. The methodological database of the research was the use of the genetic potential of adapted chickpea varieties with the optimization of the main factors of growing technology.

The **first section** details the works of Ukrainian and world scientists on the study of chickpea growing technology. The generalization of the features of previous research in the dissertation is carried out through the optimization of systemic options for bioorganic growing technologies, the main components and typification of such technologies are identified. The history of origin and the national economic significance of chickpeas and its significance for Ukraine in ensuring the food security of the state, as strategic crops, are detailed. Modern approaches to the system of technological methods of cultivation are presented in view of modern approaches and the range of biological products.

The **second section** outlines the generally accepted methods of conducting scientific and experimental research in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. They made it possible to consider varietal agrotechnology as a multifactorial system, which is characterized by key regulated criteria and is subject to the principles of factor analysis. In addition, the conditions for conducting research and the scheme of organizing experiments are described in detail, taking into account the ecological and agrochemical state of the territory. The basis of the work was the careful collection of initial data, their systematization and analysis in the context of the subject and object of the study.

The **third section** identifies key aspects of plant cultivation technology using an integrated approach to improving their organo-mineral nutrition. The effectiveness of the system that combines pre-sowing seed treatment with foliar top dressing during the growing season in its critical periods was considered. The optimality of using a bacterial preparation for seed treatment in combination with foliar top dressing during the growing season of crops was substantiated. It was established that the duration of the growing season depends on the varietal characteristics, the features of pre-sowing treatment, the applied top dressing, as well as the hydrothermal conditions in the growing region. For the Pam'yat variety, this indicator was 89-95 days, and for the Triumph variety – 93-98 days. The conducted studies have proven that the highest plant density during the germination phase (BBCH 10) was recorded in the Triumph

variety in the variant with seed treatment with the BTU-r preparation – 400,33 thousand plants/ha, while before harvesting (BBCH 95) this figure was 338,07 thousand plants/ha.

The study showed that the highest plant survival rates were recorded in the variant where the seeds were treated with the bacterial preparation Bioinoculant-BTU-r before sowing in combination with two-time foliar feeding with the microfertilizer Help Rost (Bor). Under such conditions, the survival rate of the Pam'yat variety reached 82,05%, and the Triumph variety – 84,45%, which on average exceeded the control indicators by 11,43%. These results confirm the high efficiency of the integrated use of biological preparations based on strains of nodule bacteria in combination with boron-containing microfertilizers to improve the technology of growing chickpeas and increase its adaptive potential. The study also revealed a significant dependence of chickpea growth and development on the technological elements of processing. The greatest height of plants of the Triumph variety – 65,5 cm – was recorded at the stage of grain filling after pre-sowing seed treatment with a biological preparation and two foliar feedings with microfertilizers. This indicator exceeded the control by 14,2%. Before harvesting, the height of plants decreased due to the completion of growth processes and seed ripening, however, the maximum results continued to be observed in the variant with complex application.

The number of fruit elements, such as flowers and beans, increased significantly with combined inoculant treatment and two-time foliar feeding. This created favorable conditions for the maximum manifestation of the genetic potential of the Triumph and Pamyat varieties. For example, the number of flowers in the Triumph variety was 51,42 pcs./plant, which is 11,76% more compared to the control variant, while in the Pamyat variety this figure was 50,68 pcs./plant, exceeding the control variant by 10,15%. In the Triumph variety, the average number of beans after setting was 42,21 pcs./plant, and at the end of ripening – 37,21 pcs./plant for a similar variant.

The **fourth section** examines in detail scientific approaches to the analysis of photosynthetic activity of chickpeas, aimed at assessing its impact on yield, seed quality and leaf surface area. A close correlation-regression relationship between the values of these indicators and the applied technological methods of cultivation was also determined. It was established that the maximum indicator of the leaf surface area of chickpeas of the Triumph variety, which reached 41,2 thousand m²/ha, was formed in the grain filling phase under the conditions of using the bioinoculant BTU-r in combination with two-time foliar feeding with microfertilizer Help Rost (Bor). This indicator was 8,14% higher than the control. On similar plots of the Pamyat variety, the leaf surface area in the grain filling phase was 40,8 thousand m²/ha, and in the physiological ripeness phase was 36,8 thousand m²/ha. It is proven that the maximum indicator of the photosynthetic potential of chickpea was recorded in the BBCH full seedlings-full maturity (BBCH 10-90) in the experimental variant, where pre-sowing seed treatment was carried out using the bacterial preparation bioinoculant-BTU-r in combination with two-time treatment of crops with microfertilizer Help Rost (Bor). Thus, in the Triumph variety, the photosynthetic potential was at the level of 1,835 million m²/ha, and in the Pam'yat variety – 1,756. In percentage terms, the difference between the varieties was 5%. It was also determined that the highest indicator of net photosynthesis productivity was recorded in the full seedlings-full maturity phase (BBCH 10-90) in variants where pre-sowing inoculation (BTU-r inoculant) was used in combination with two-time foliar feeding with microfertilizer (Help Rost – boron). With pre-sowing seed treatment and single top dressing, the indicator was 4,79 g/m² per day, and for double top dressing, 4,96 g/m² per day, respectively. The highest indicators of the number of nodules in the Triumph variety were recorded when combining pre-sowing seed inoculation with the preparation BTU-r with two foliar top dressings with the microfertilizer Help Rost – bor. In this variant, 38,2 pcs. per plant were formed in the phase of full ripeness, which is 46,4% more compared to the control. In the Triumph variety, the highest indicators of the mass of nodules in all phases of development were recorded

when combining pre-sowing seed inoculation with the preparation BTU-r with two foliar top dressings with the microfertilizer Help Rost – bor. Thus, in the phase of full ripeness, the mass of nodules was 625,1 mg/plant, which was 3,9% higher than the control. The highest values of nitrogenase activity were recorded with the complex application of seed inoculation and foliar feeding, especially with double application of microfertilizer. In the Triumph variety in the flowering phase, this indicator reached 4687 nmol ethylene/plant/hour, which exceeded the control by 2848 nmol or 154,8%, while in the grain filling and full ripeness phases, the advantage was 2688 nmol (163,7%) and 2672 nmol (173,1%), respectively.

The **fifth section** identifies the patterns of formation of individual chickpea seed productivity and yield levels with the gradual implementation of improved technological cultivation techniques to achieve maximum productive yield. The highest indicators of individual productivity of plants of the Triumph variety: the number of beans per plant – 33,4, the number of grains – 37,5, the mass of seeds from one plant – 13,3 g, and the mass of 1000 seeds – 315,1 g. When combining similar technological techniques when growing the Pam'yat variety, the following results were achieved, namely: the number of beans per plant – 32,8, the number of grains – 37,1, the mass of seeds from one plant – 13 g, and the mass of 1000 seeds – 310,3 g. With the complex use of seed treatment and two-time foliar feeding in the budding phase and the beginning of grain filling with boron-based microfertilizer, the maximum level of chickpea yield was obtained, which was on the variants with the Pam'yat variety in 2023 – 3,03 t/ha, in 2024 – 3.11 t/ha and in 2025 – 3,24 t/ha, which exceeded the control by 0,68 t/ha, 0,86 t/ha and 0,78 t/ha, respectively. In the Triumph variety, these indicators were, respectively, in 2023 – 3,16 t/ha, in 2024 – 3,20 t/ha and in 2025 – 3,35 t/ha, which is 0,76 t/ha, 0,90 t/ha and 0,80 t/ha more than the control variant. According to the results of the variance analysis of the data obtained, it was established that the formation of chickpea grain yield growth during the years of research depended on 36% on pre-sowing seed treatment, 14% on the variety, 18% on foliar feeding and 32% on the weather conditions of the year. It has

been proven that certain technological elements of cultivation, such as pre-sowing seed treatment and the use of foliar top dressing, have a positive effect on improving the quality characteristics of the crop. In particular, the combination of seed treatment with the bacterial preparation BTU-r with two-time foliar top dressing with the micronutrient Help Rost (Bor) contributes to a significant increase in the quality indicators of chickpea grain. This includes an increase in protein content up to 27,00%, crude fat up to 8,0% and fiber up to 4,09% per unit area in the Triumph variety.

The **sixth section** presents the results of calculations of the economic and bioenergetic efficiency of chickpea cultivation depending on the applied technological methods, in particular pre-sowing treatment of seeds with a bacterial preparation and two-time foliar feeding. The highest economic benefit was provided by the combination of pre-sowing treatment of seeds with the preparation BTU-r in combination with two-time foliar feeding: the first – in the budding phase, the second – at the beginning of seed filling. Total production costs amounted to 14,925 UAH/ha, while the cost of the resulting products reached 33,284 UAH/ha. This allowed to achieve the maximum level of net profit and profitability, which was 123%. In the structure of costs per 1 ha of chickpea crops for the period 2023–2025, the largest share was accounted for by costs for seeds – 30%, costs for pre-sowing seed treatment and foliar top dressing – 20%, for fuel and lubricants – 18%, and for labor – 10%. This structure indicates a high share of material costs and significant energy intensity of chickpea cultivation technology. The maximum indicators of net energy profit and energy efficiency coefficient ($K_{ee} \approx 1,90-1,92$) were achieved when using pre-sowing seed treatment with a bacterial preparation in combination with foliar top dressing with boron-based micronutrient fertilizers. In particular, for the Triumph variety, the net energy profit was 9,040 MJ/ha, and for the Pam'yat variety – 8,795 MJ/ha.

Conclusions. The dissertation details scientific and theoretical information and experimentally proven generalizations for a new solution to the problem - increasing

the yield and quality of chickpea grain, which consists in improving technological methods of cultivation and using varieties with identified adaptive and biological properties. The results obtained and the implemented recommendations are a guaranteed agricultural approach to realizing the genetic potential of the variety, harvesting a sustainable harvest, which ultimately provides maximum indicators of the level of profitability and the coefficient of bioenergy efficiency

Keywords: chickpeas, pre-sowing seed treatment, variety, micronutrients, bacterial preparations, foliar feeding, symbiotic nitrogen fixation, photosynthetic productivity, economic efficiency, energy efficiency

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ
Зарубіжні видання, що відносяться до міжнародних наукометричних
баз (Scopus):

1. Pantsyreva H., Alieksieiev O., Tsyhanska O., Vradii O., **Honchar M.** Formation of qualitative indicators of chickpea seed production under climatic changes in the right-bank forest-steppe of Ukraine. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2025. Vol. 15, Issue 2. P. 51-54. DOI: 10.31407/ijeess15.207.
[URL:https://ijeess.net/images/pdf/HannaPantsyreva1OleksiiAlieksieiev1OlenaTsyhanska1OksanaVradii1MaxymHonchar1FORMATIONOFQUALITATIVEINDICATORSOFCICKPEASEEDPRODUCTIONUNDERCLIMATICCHANGESINTHERIGHT-BANKFOREST-STEPPEOFUKRAINEpage51-54;-b5289de618.pdf](https://ijeess.net/images/pdf/HannaPantsyreva1OleksiiAlieksieiev1OlenaTsyhanska1OksanaVradii1MaxymHonchar1FORMATIONOFQUALITATIVEINDICATORSOFCICKPEASEEDPRODUCTIONUNDERCLIMATICCHANGESINTHERIGHT-BANKFOREST-STEPPEOFUKRAINEpage51-54;-b5289de618.pdf) (1,5 друк арк. – особистий внесок – проведено експериментальні дослідження, учать в написанні статті – 0,3 друк. арк.).

Статті у фахових виданнях України:

2. Mazur V., Pantsyreva H., **Honchar M.** Research assessment of the quality a legumes by economic and value indicators. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 1 (28). С. 5-16. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-1-1. URL: <http://forestry.vsau.org/en/particles/research-assessment-of-the-quality-a-legumes-by-economic-and-value-indicators>. (0,83 друк арк. – особистий внесок – проведено експериментальні дослідження, учать в написанні статті – 0,63 друк. арк.).

3. Гончар М.В. Дослідження сортових ресурсів нуту (*Cicer Arientium L.*) в Україні. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 31-35. DOI: 10.32848/agrar.innov.2023.22.5. URL: <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/518>.

4. Гончар М.В. Динаміка виробництва нуту в Україні та світі. *Аграрні інновації*. 2024. №24. С. 60-66. DOI: 10.32848/agrar.innov.2024.24.8. URL: <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/592>.

5. Honchar M. Effect of pre-sowing seed inoculation and foliar dressing on grain productivity and symbiotic activity of chickpea plants. *Plant and Soil Science*. 2025. № 2 (16). С. 58-68. DOI: 10.31548/plant2.2025.58. URL: <https://agriculturalscience.com.ua/en/journals/tom-16-2-2025/vpliv-peredposivnoyi-inokulyatsiyi-nasinnya-i-pozakorenevikh-pidzhivlen-na-zernovu-produktivnist-ta-simbiotichnu-diyalnist-roslin-nutu>

6. Панцирева Г.В., Гончар М.В. Польова схожість та виживаність рослин нуту залежно від технологічних прийомів вирощування нуту. *Аграрні інновації*. 2026. № 36.

URL: <https://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/issue/archive>

(1 друк арк. – особистий внесок – проведено експериментальні дослідження, учать в написанні статті – 0,5 друк. арк.).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

7. Гончар М.В. Дослідження виробництва зерна нуту в умовах військового стану. *Молодь, освіта, наука, і національна самосвідомість в умовах європейської інтеграції: збірник матеріалів XXV Всеукраїнської науковопрактичної конференції, 27 квітня 2023 р. Київ, 2023. С. 62-65. (0,3 друк арк.)*.

8. Гончар М.В. Господарсько-цінні характеристики зерна нуту. *Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти, 11-12 травня 2023 р. Рівне, 2023 С. 642-645. (0,32 друк арк.)*.

9. Гончар М.В. Характеристика сортів нуту за комплексом господарсько цінних ознак. *Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес: тези доповідей Міжнародної науково-практичній конференції, 18 травня 2023 р. Харків, 2023. С. 176-177. (0,3 друк арк.)*.

10. Гончар М.В. Особливості вирощування нуту в умовах військового стану. *Ольвійський форум – 2023: стратегії країн Причорноморського регіону в*

геополітичному просторі. *Радіаційна і техногенно-екологічна безпека людини та довкілля: стан, шляхи і заходи покращення*: тези XVII Міжнародної наукової конференції. 15-18 червня 2023 р., Миколаїв. 2023. С. 26-29. (0,33 друк арк.).

11. Гончар М.В. Вирощування зернобобових в умовах зміни клімату та глобального потепління. *Науково-інноваційний розвиток агровиробництва як запорука продовольчої безпеки України*: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції. 28-29 вересня 2023 р. Київ, 2023. С. 244-247. (0,34 друк арк.).

12. Гончар М.В. Сучасні технології переробки та зберігання зернових та зернобобових культур. *Інноваційні технології та підвищення ефективності виробництва харчових продуктів*: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції, 20 жовтня 2023 р. Умань, 2023. С. 27-30. (0,37 друк арк.).

13. Гончар М.В. Застосування інноваційних технологій вирощування нуту в умовах скорочення площі вирощування бобових в умовах війни. *Сучасні технологічні аспекти виробництва зерна та переробки сільськогосподарської продукції*: матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100-річчя від дня народження Григорія Радіоновича Пікуша. 20-21 березня 2024 р. Дніпро. 2024. С. 50-52. (0,35 друк арк.).

14. Гончар М.В. Нут – толерантність до тепла і посухи. Вплив на розвиток, врожайність та складові врожаю. *Актуальні проблеми сучасної науки: теоретичні та практичні дослідження молодих вчених*: збірник тез доповідей II Всеукраїнської науково-практичної конференції. 14-15 травня 2024 р. м. Полтава. 2024. С. 11-14. (0,31 друк арк.).

15. Гончар М.В. Вплив передпосівної інокуляції насіння і позакореневих підживлень на симбіотичну активність рослин нуту для відновлення родючості ґрунту. *Внесок молодих учених у розвиток ґрунтознавчо-агрохімічної науки та забезпечення сталого розвитку аграрної сфери*: матеріали міжнародної науко-

практичної конференції молодих учених та спеціалістів. 29 травня 2025 р. м. Харків. 2025. С. 17-22. (0,5 друк арк.).

16. Гончар М.В. Вирощування нуту в умовах воєнного періоду та умовах скорочення посівних площ. Вплив передпосівної інокуляції насіння і позакореневих підживлень на симбіотичну продуктивність та діяльність рослин нуту. *Інноваційні аспекти збереження і підвищення родючості ґрунтів у воєнний та повоєнний періоди*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 18 вересня 2025 р. с. Оброшине-Львів. 2025. С. 59-61. (0,36 друк арк.).

17. Гончар М.В. Вплив технологічних прийомів на економічну ефективність вирощування нуту. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку*: матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції присвячені видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я. – засновникам наукової школи з селекції та насінництва пшениці і картоплі. 26 березня 2026 р. м. Біла Церква. 2026. С. 126-128. (0,32 друк арк.).

18. Гончар М.В. Польова схожість та виживаність рослин нуту залежно від технологічних прийомів вирощування. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування*. XI Міжнародний молодіжний конгрес. Збірник Матеріалів 26-27 березня 2026 р. м. Львів, 2026. С. 101-103. (0,3 друк арк. – особистий внесок – проведено експериментальні дослідження, учать в написанні статті – 0,2 друк. арк.).

ЗМІСТ

ВСТУП	22
РОЗДІЛ 1. АГРОТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ НАСІННЯ НУТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	29
1.1. Значення та перспективи вирощування нуту в Україні та світі	29
1.2. Дослідження сортових ресурсів нуту в Україні	39
1.3. Особливості технології вирощування нуту в умовах правобережного Лісостепу	45
1.4. Прийоми підвищення симбіотичної азотфіксації рослин нуту на сірих лісових ґрунтах	49
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	55
2.1. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов польових досліджень	56
2.2. Схема досліду та методика проведення досліджень	70
РОЗДІЛ 3. РІСТ І РОЗВИТОК НУТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ	78
3.1. Польова схожість та виживаність рослин залежно від елементів технології вирощування	78
3.2. Динаміка висоти рослин нуту залежно від елементів технології вирощування	82
3.3. Особливості формування плодоелементів залежно від елементів технології вирощування	90
3.4. Тривалість періоду вегетації нуту залежно від технологічних прийомів вирощування	94
РОЗДІЛ 4. ФОТОСИНТЕТИЧНА ТА СИМБІОТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ НУТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ	101

4.1. Фотосинтетична продуктивність посівів нуту залежно від передпосівної обробки та позакореневих підживлень	101
4.2. Симбіотична продуктивність рослин нуту залежно від передпосівної обробки та позакореневих підживлень	116
РОЗДІЛ 5. УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА НУТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ	133
5.1. Індивідуальна продуктивність рослин залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень	133
5.2. Урожайність зерна нуту залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень	137
5.3. Показники якості зерна нуту залежно від передпосівної обробки насіння	142
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ	148
6.1. Економічна ефективність передпосівної обробки та позакореневих підживлень нуту	148
6.2. Біоенергетична оцінка вирощування нуту за оптимізації елементів технології	156
ВИСНОВКИ	162
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	167
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	168
ДОДАТКИ	198

ВСТУП

При вирішенні проблем, що пов'язані із нестачею білка важлива роль відводиться зернобобовим культурам тому, що вони різняться великим вмістом рослинного білка не тільки у зерні, але й у зелені масі [21]. Як відомо, білок є основним елементом усього живого на нашій планеті, оскільки організм людини і тварини має змогу повноцінно розвиватися лише за рахунок повноцінної кількості білка [4, 37]. Серед культур сільськогосподарського значення найвищу кількість білка у зерні продукують бобові, де його вміст у 2,0-2,5 рази вищий ніж у злакових, а за вмістом незамінних амінокислот він є більш насиченим та повноцінним [68, 75]. Тому, важливу проблему із рослинним білком неможливо вирішити без постійного і стабільного збільшення виробництва зернобобових культур, що є джерелом харчового і кормового білка. Саме тому насіння нуту набуває все більшої та більшої популярності на ринку, а його площі посіву поступово збільшуються.

Серед широкого спектру зернобобових культур в Україні, на особливу увагу заслуговує – нут (*Cicer arietinum* L) [62]. Нут – культура, що є одною із найперспективніших та найбільш цінних серед даних зернобобових культур за різними смаковими та поживними властивостями [51, 73-74]. Насіння нуту містить від 20,1 до 32,4% білка, що залежить від сорту, який легко засвоюється на відміну від інших зернобобових культур та має високий показником незамінних амінокислот (38,51%), метіоніну (3,11%), лізину (7,65%), ізолейцину (6,81%) та триптофану (1,10%). За цими показниками нут перевершує горох, квасолю, сочевицю приблизно на 3-7% але поступається сої. Нут є хорошим джерелом вітамінного комплексу групи В (В1, В2, В6, РР), а також мікро і макроелементів, містить 50-60% вуглеводів, що легко засвоюються та до 7% жирів [226-229].

Одним із вагомих факторів, які впливають на ріст та розвиток нуту є посухостійкість, яка є вища ніж у сої та гороху. Тому рослина має змогу давати

стабільно високі врожаї в умовах змін клімату, а завдяки глибокопроникаючій стрижневій кореневій системі, рослини культури краще накопичують поживні речовини та більш економно споживають вологу [63, 232-233].

Перспектива вирощування нуту заключається не тільки у вирішенні та задоволенні проблем продовольчої безпеки, але і в тому, що за рахунок того, що коренева система містить бульбочкові бактерії, це дає змогу фіксувати азот з повітря та збагачувати ним ґрунт, а також кореневі виділення з високою кислотністю дають змогу швидко розчиняти фосфати. Тому після збирання врожаю, рослина залишає у ґрунті до 80-120 кг/га азоту [64, 230]. Це дає змогу підвищити врожайність культур, що будуть у майбутньому у сівозміні, зменшити норми внесення синтетичних азотних добрив, тим самим зменшити механічне та хімічне навантаження на ґрунт, зекономити кошти та зберегти довкілля. Варто відзначити, що стеблові та кореневі залишки нуту слугують дуже якісним біологічним матеріалом для мікроорганізмів, що містяться у ґрунті тим самим підвищуючи його мікробіологічну активність. Це дає змогу вирощувати нут як сидеральну культуру. Вважають, що при вирощуванні трьох врожаїв нуту як сидерату, можна досягнути того ефекту, що і при внесенні повної норми гною.

Важливим аспектом є те, що нут майже не має спільних шкідників і хвороб із зерновими культурами, що дає змогу ефективніше контролювати однорічні та багаторічні злакові бур'яни [69, 85]. У контексті кліматичних змін, які супроводжуються тенденцією до підвищення температур, необхідно обирати сучасні сорти, здатні повною мірою реалізувати свій генетичний потенціал незалежно від ґрунтово-кліматичних умов регіону [99-100]. Це передбачає впровадження нових підходів у технології вирощування зернобобових культур, що особливо важливо для забезпечення стабільного виробництва зерна нуту.

Актуальність теми. В умовах глобального потепління, що охоплює всю планету, відзначається зниження врожайності сільськогосподарських культур,

зокрема ключових зернобобових культур України, таких як горох і соя. У зв'язку зі змінами клімату особливу цінність набуває нут – культура, яка вирізняється високою жаро- та посухостійкістю. У цьому контексті стає надзвичайно актуальним наукове обґрунтування та вдосконалення технологій вирощування нуту в умовах правобережного Лісостепу [86, 101]. Такі підходи мають бути спрямовані на оптимізацію проходження продукційних процесів у специфічному температурному режимі регіону та за умов нестабільного забезпечення вологою, а також на підвищення ефективності біологічної фіксації азоту.

Зв'язок роботи із науковими програмами, планами та темами. Наукові розробки, узагальнені в дисертаційній роботі, були складовою частиною тематичного плану Вінницького національного аграрного університету, їх проводили у відповідності до виконання науково-дослідних робіт за ініціативними тематиками: «Оптимізація адаптивних технологій вирощування зернобобових культур в умовах Лісостепу правобережного» (державний реєстраційний номер: 012U114603, термін виконання: 01.12.2021-01.12.2024 рр.); «Обґрунтування та розробка адаптивних технологій вирощування зернових, зернобобових та біоенергетичних культур в умовах зміни клімату Лісостепу правобережного» (державний реєстраційний номер: 0123U101941, термін виконання: 01.01.2024-01.12.2028 рр.).

Мета та завдання дослідження. Мета дослідження полягала у встановленні залежності формування урожайності та якості зерна нуту від впливу передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення в умовах правобережного Лісостепу України.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

- дослідити особливості росту, розвитку та формування насіннєвої продуктивності нуту під впливом передпосівної обробки насіння та проведення позакореневих підживлень;
- визначити залежності фотосинтетичної продуктивності різних сортів нуту від методів передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень;
- проаналізувати сортові відмінності у формуванні та функціонуванні симбіотичного апарату нуту залежно від використання позакореневих підживлень;
- оцінити показники індивідуальної продуктивності рослин, рівні урожайності та якість насіння у різних сортів нуту з урахуванням впливу передпосівної обробки ґрунту та позакореневих підживлень;
- встановити зв'язки між урожайністю насіння нуту, методами передпосівної обробки насіння, позакореневими підживленнями та гідротермічними умовами в умовах кліматичних змін;
- надати економічну та біоенергетичну оцінку технологічним елементам вирощування нуту, у яких застосовуються передпосівна обробка насіння та позакореневі підживлення.

Об'єкт дослідження: процеси росту, розвитку та формування фотосинтетичної, симбіотичної і зернової продуктивності сортів нуту залежно від передпосівної обробки насіння біоінокулянтом БТУ-р та позакореневих підживлень мікродобривом Help Rost (Бор).

Предмет дослідження: сорти нуту, зернова продуктивність, передпосівна обробка насіння біоінокулянтом БТУ-р та позакореневі підживлення мікродобривом Help Rost (Бор) як елементи технології вирощування досліджуваної культури; економічні та біоенергетичні показники вирощування нуту в умовах правобережного лісостепу України.

Методи дослідження. У ході виконання роботи були використані загальнонаукові підходи та методики, що забезпечили всебічний аналіз

процесів та результатів експериментальних досліджень. *Польовий метод* застосовувався для вивчення формування врожайності в умовах дослідження, з урахуванням технологічних та гідротермічних факторів. *Візуальний метод* був необхідний для спостереження за фенологічними та морфологічними змінами росту нуту. *Кількісний підхід* використовувався для оцінки густоти посівів, польової схожості та виживаності рослин. *Метод промірів* дозволив визначити висоту рослин, а *метод висічок* – обчислити площу листової поверхні посівів нуту. *Фізіологічний метод* слугував для аналізу фотосинтетичної продуктивності рослин у процесі онтогенезу. Застосування *методу монолітів* дало змогу виміряти розміри симбіотичного апарату та визначити кількість біологічно фіксованого азоту. *Метод пробного снопа* використовувався для оцінки індивідуальної продуктивності рослин нуту, а метод суцільного збирання – для підрахунку врожайності насіння. *Біохімічний аналіз* дозволив отримати дані щодо якісних показників врожаю. Для оцінки точності отриманих даних був застосований *дисперсійний метод*, а *кореляційний і регресійний аналізи* допомогли визначити залежність між досліджуваними факторами та продуктивністю рослин нуту. Крім того, *порівняльно-розрахунковий метод* використовувався для економічної та енергетичної оцінки ефективності прийомів технологій вирощування цієї культури.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягала у виявленні залежностей впливу передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом і позакореневих підживлень мікродобривом на процеси росту, розвитку та формування урожайності й якості зерна нуту в умовах правобережного Лісостепу.

Уперше:

- визначено взаємозв'язок морфо-фізіологічних показників росту нуту з методами передпосівної обробки насіння та позакореневими підживленнями;

- проведено дослідження стосовно дії та взаємодії технологічних прийомів на фотосинтетичну активність і функціонування симбіотичного апарату рослин нуту;

- з'ясовано вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на якісний і кількісний склад азотфіксуючих бульбочок на кореневій системі;

- розкрито особливості формування врожайності та якості зерна залежно від інтенсивності застосованих технологічних прийомів і гідротермічних умов вирощування культури.

Удосконалено:

- основні аспекти технології вирощування сортів нуту охоплюють передпосівну обробку насіння бактеріальним препаратом, а також позакореневе підживлення мікродобривами.

Набули подальшого розвитку:

- проблематика використання бактеріальних препаратів та мікродобрив у підвищенні насінневої продуктивності нуту в умовах правобережного Лісостепу.

Практична цінність результатів дослідження та їх впровадження полягає у впровадженні в умовах НДГ «Агрономічне» ВНАУ, а також на базі ТОВ «Кусто Агро фармінг» загальною площею понад 20 га у межах Житомирської та Вінницької областей. Дані дослідження дали змогу отримувати приріст врожаю на рівні 0,9-1,3 т/га.

Положення дисертаційної роботи використовуються у навчальному процесі Вінницького національного аграрного університету під час викладання курсу «Рослинництво».

Апробація результатів дисертації. Упродовж 2022-2025 навчальних років за результатами наукових досліджень було опубліковано 18 наукових праць, загальним обсягом 9,33 умовн. друк. арк. (власний доробок автора 7,33 умовн.

друк. арк.) в тому числі 0,3 умовн. друк. арк. у зарубіжному науковому виданні, що індексується в міжнародній наукометричній базі **Scopus**.

Основні положення і результати досліджень Гончара М.В. були представлені та апробовані у вигляді доповідей на 15 науково-практичних конференціях.

Дисертаційна робота складається з 6 розділів, де в логічній послідовності розкриваються питання розробки сортових технологій вирощування нуту задля розробки нових та удосконаленню існуючих технологій вирощування сортів Пам'ять та Тріумф.

Повний обсяг на 220 сторінках друкованого тексту, в тому числі у 25 таблицях та 18 рисунках, список використаних літературних джерел складає 247 найменувань, викладених на 29 сторінках 5 додатків на 23 сторінках. Обсяг основного тексту дисертації викладено на 196 сторінках друкованого тексту.

Полеві дослідження проводили впродовж 2023-2025 рр. на базі науково-дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету у селі Агрономічне, Вінницького району, Вінницької області.

РОЗДІЛ 1. АГРОТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ НАСІННЯ НУТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ (огляд літератури)

1.1. Значення та перспективи вирощування нуту в Україні та світі

Одним із ключових стратегічних напрямів сталого та прискореного розвитку агропромислового комплексу України до 2030 року є інтенсифікація виробництва зернобобових культур. Досягнення цієї мети передбачає концентрацію зусиль на виведенні високопродуктивних і стійких до стресових факторів сортів сільськогосподарських культур, удосконаленні структури посівних площ, а також активному впровадженні інноваційних, ресурсоефективних та наукоємних заходів у технологіях вирощування [80-84, 124, 236].

Особливу увагу слід приділяти зонуванню вирощування культур з урахуванням кліматичних і ґрунтових особливостей регіонів [104]. Це дасть змогу забезпечити максимально ефективне використання основних факторів життєдіяльності рослин – вологи, світла, тепла й елементів живлення, що своєю чергою, сприятиме підвищенню рівня фотосинтетичної активності, інтенсивному синтезу органічних речовин і накопиченню білку в рослинній масі.

Паралельно з внутрішніми трансформаціями, важливо формувати узгоджену аграрну політику з країнами Європейського Союзу та Середньої Азії щодо розвитку високобілкових культур, особливо в контексті глобальних кліматичних змін, зокрема потепління [175, 237]. Така співпраця дозволить ефективніше реагувати на нові виклики, пов'язані з дефіцитом рослинного білка, підвищити біологічну цінність продукції, сприяти збереженню й підвищенню родючості ґрунтів завдяки біологізації землеробства, а також зміцнити економічні позиції України на міжнародному аграрному ринку.

Відсутність своєчасних кроків і рішень у цьому напрямі може значно

ускладнити створення конкурентоспроможного ринку високобілкових культур в Україні, що в перспективі матиме негативний вплив як на продовольчу безпеку, так і на економічну стабільність держави [176].

Сучасні кліматичні зміни, зокрема тенденція до загального потепління, зумовлюють необхідність не лише адаптації технологічних прийомів вирощування зернобобових культур (зокрема строків і способів сівби, норм висіву, агротехнічного догляду тощо), а й перегляду спектру вирощуваних культур на користь більш адаптованих до нових кліматичних умов. Такий підхід має суттєве значення для забезпечення стабільного та ефективного виробництва зерна в Україні [1, 177].

Питаннями світового виробництва нуту, його важливого значення для світового продовольства та ролі України в цьому, присвятили роки своїх досліджень вітчизняні вчені та молоді науковці, а саме: Петриченко В.Ф. [69, 225], Дідур І.М. [42], Панцирева Г.В. [102], Мордванюк М.О. [94], Шкатула Ю.М. [149]. Кожен із них вніс свій вклад у вирішення поставлених завдань різнотипного характеру. Проте з кожним роком є необхідність у перегляді та внесенні нових результатів і пропозицій з урахуванням нових світових, національних інтересів та тенденцій.

У землеробстві нут відомий для людської цивілізації ще з сьомого тисячоліття до нашої ери [13, 150]. Нут як і кукурудза, рис, пшениця та просо належить до найбільш древніх культур. Першочерговий осередки вирощування були зафіксовані на Близькому Сході. У бронзовому столітті нут з'являється у Греції і Римі, а вже починаючи з XVII століття нут становиться відомим у всьому світі, а в Україні вирощування розпочинається на початку 70-х років XVIII [163].

На новітньому етапі розвитку сільського господарства та агрокомплексу України нут як цінна білкова культура, котра має високу харчову цінність з високим вмістом мікро- та макроелементів [146]. У ньому поєднана концентрація найкращих та найцінніших властивостей усього рослинного світу.

Нут відзначається чудовою здатністю адаптуватися до різноманітних умов вирощування в різних регіонах, збалансованим білковим складом за амінокислотами, багатством вітамінів і високою поживною цінністю. Завдяки цим властивостям його значущість для людства стає дедалі більшою з поглядом на майбутнє [151].

Окрім цього, вирощування нуту в сівозміні сприяє підвищенню рівня землеробства, покращенню родючості ґрунту, забезпеченню культурних рослин більшою кількістю поживних речовин, а також дозволяє отримувати екологічно чисту продукцію для подальших культур [147].

Відштовхуючись від потреб людства, погодних умов, кон'юнктури ринку, динамічний обсяг виробництва культури та її площі посіву мають свої закономірності. За даними World Population Review на рис. 1.1. у 2021 році, площа вирощування склала 12 млн. га., де беззаперечним лідером є Індія де посівні площі складають близько 8 млн. га. Також у 5 лідерів входять: Австралія, Туреччина, М'янма та Ефіопія [182].

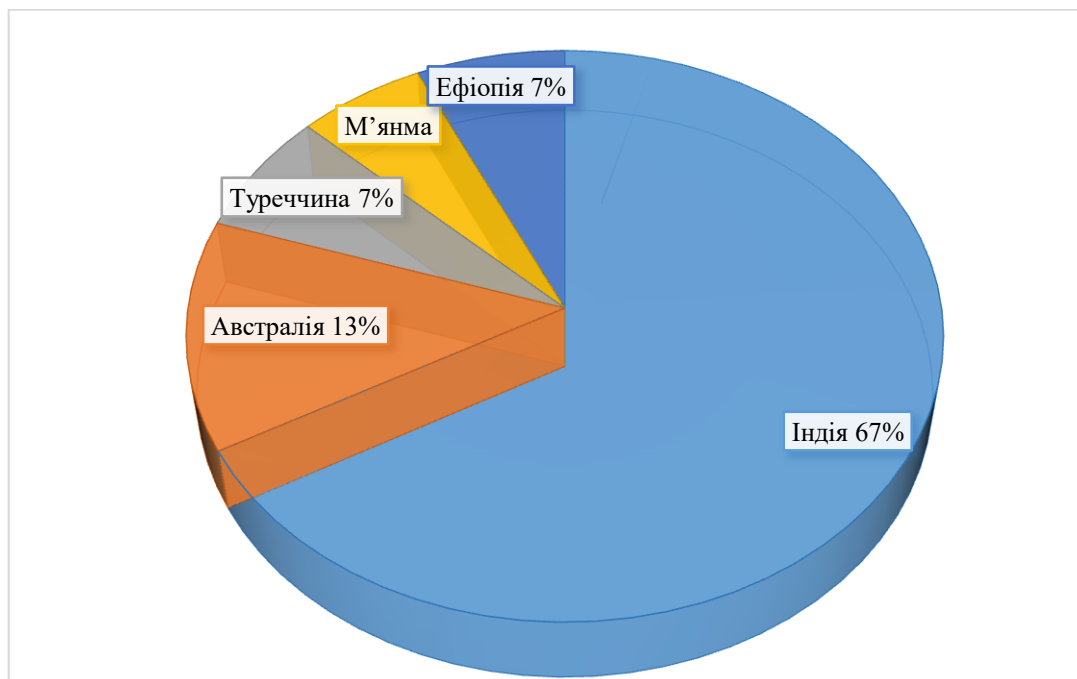


Рис. 1.1 Країни-лідери за площею посівів нуту у світі

У таблиці 1.1 за 2024 році зазначено, що світовим лідером з урожайності є Індія. Згідно зі статистичних даних [182] показує, що станом на 2021 рік Індія виростила майже 12 мільйонів т. Близькими до Індії є Австралія 876 тис. т. Третє та четверте місце з близьким розривом ділить Ефіопія 478,212 тис. т. та Туреччина 475 тис. т. Також до найбільших виробників нуту у світі М'янма з результатом 467341 т. До найбільших країн-виробників нуту у світі входять: Росія, Пакистан, Мексика, Іран, США.

Таблиця 1.1

Країни-виробники вирощуванням нуту, 2024 р.

№ п.п.	Країна виробник	Виробництво, т
1	Індія	11910000
2	Австралія	876468
3	Туреччина	478212
4	Ефіопія	475000
5	М'янма	467341
6	росія	316840
7	Пакистан	233934
8	Мексика	171968
9	Іран	168143
10	США	129770

Унаслідок військових дій та складної соціально-економічної ситуації в Україні значного скорочення зазнали площі вирощування бобових та зернобобових культур, серед яких найбільше постраждав нут. Станом на сьогодні посівні площі під нутом становлять близько 10 тис. га, що є порівнянним із площами вирощування цієї культури у таких країнах, як Швеція, Перу, Зімбабве, Вірменія та Північна Македонія.

Динаміку валового збору урожаю нуту в Україні протягом 2020–2023 років, а також рейтингову оцінку областей за цим показником узагальнено на рисунку 1.2, що дозволяє візуалізувати просторову нерівномірність вирощування культури.

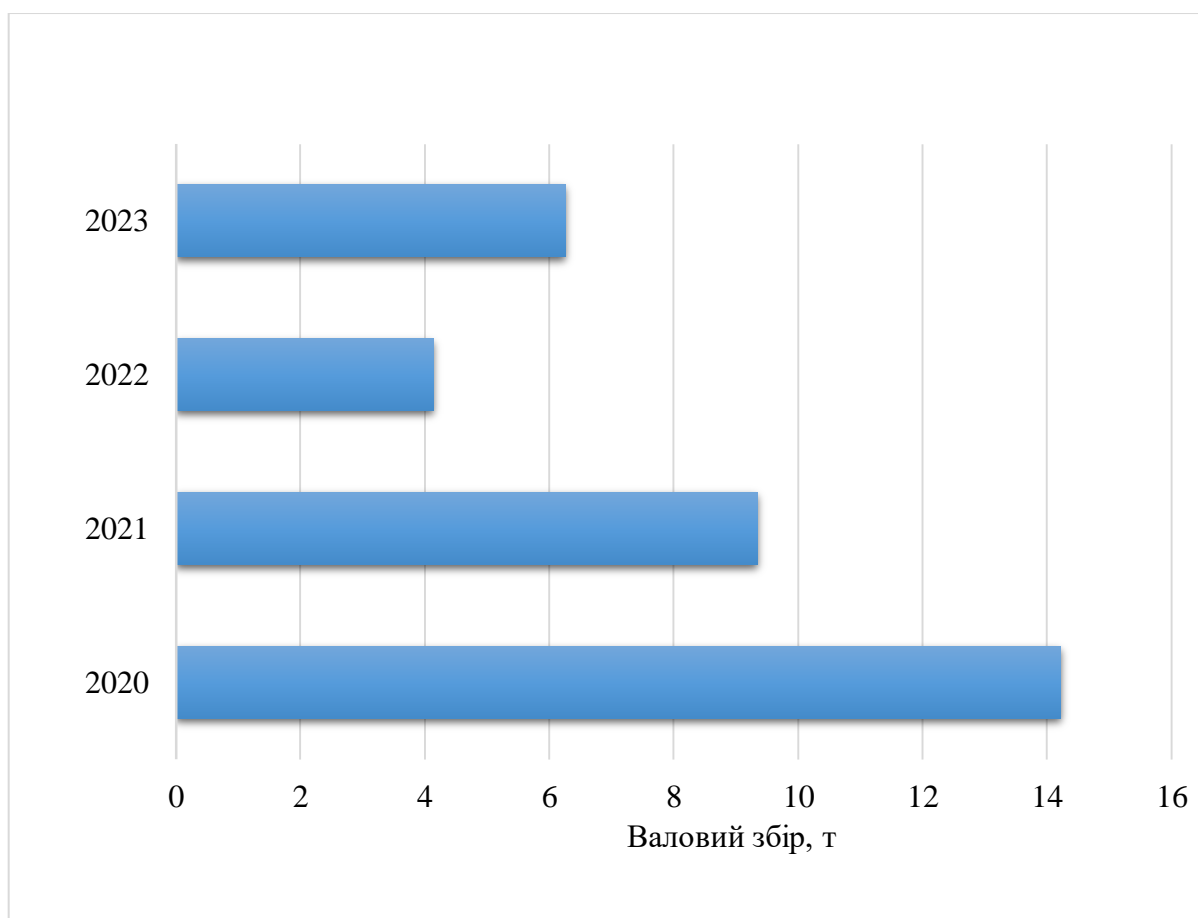


Рис. 1.2. Валовий збір урожаю нуту в Україні за 2020-2023 рр.

Як видно з рисунка 1.2, у 2020 році, незважаючи на складну епідеміологічну ситуацію, зумовлену поширенням COVID-19, Україна досягла найвищого показника валового збору нуту за останні роки. Водночас у 2022 році, у зв'язку з повномасштабним вторгненням російської федерації та значним скороченням посівних площ, особливо на півдні України – регіон, де традиційно зосереджувалося вирощування нуту – було зафіксовано рекордно низький урожай цієї культури за весь період спостережень. Важливо зазначити, що вже у 2023 році, попри зменшення площ під нутом, відбулося часткове

відновлення виробництва культури завдяки підвищенню її врожайності та адаптаційним заходам у агротехнологіях [25-26].

На сьогодні в Україні спостерігається зростання значення та ролі зернобобових у структурі агропромислового комплексу. Це пов'язано не лише з тим, що вони є відносно дешевим джерелом білка для забезпечення харчових потреб населення та балансування раціонів сільськогосподарських тварин і птиці. Особливу увагу останнім часом отримує їхній вплив на покращення родючості ґрунтів. Зокрема, вирощування нуту має значний позитивний вплив, оскільки ця культура здатна фіксувати від 80 до 120 кг/га азоту, що еквівалентно внесенню 150-300 кг аміачної селітри або приблизно 20 т органічних добрив. При цьому нут сам споживає лише 70-80 кг азоту, а решта стає доступною для наступних культур у сівозміні. Азот, накопичений у ґрунті, завдяки діяльності бульбочкових бактерій роду *Rhizobium*, має велику перевагу над мінеральними добривами: він не забруднює довкілля [156] і легко засвоюється іншими рослинами [157]. Таким чином, вирощування нуту дозволяє істотно скоротити витрати на придбання мінеральних добрив, вартість яких постійно зростає.

Таблиця 1.2

**Динаміка вартості нуту та найбільш поширених
сільськогосподарських культур в Україні за 2021-2023 рр., грн/т**

Культури	Роки		
	2021	2022	2023
Соняшник	12 000	17 000	16 500
Кукурудза	7 600	5 400	7 200
Соя	15 500	18 000	19 000
Пшениця	8000	6000	7000
Нут	26 000	28 000	32 000

Сьогоднішні геополітичні та економічні умови формують нові виклики для аграрного сектору [28, 203]. Зокрема, повномасштабне вторгнення російської федерації спричинило значні втрати для агропромислового комплексу України, зокрема в логістичному забезпеченні [29]. Незважаючи на це, нут залишається стабільно привабливою культурою з високою ринковою вартістю протягом останніх років. Така тенденція зумовлена його перспективністю як експортно орієнтованої культури, що користується зростаючим попитом на світовому ринку. З огляду на глобальну тенденцію, не виключено подальше зростання цін на нут у найближчій перспективі.

Динаміка цін на нут упродовж останніх трьох років характеризувалася відносною стабільністю, незважаючи на загальну нестабільність аграрного ринку [28]. Вартість культури коливалася в межах 65–100 доларів США за тонну, що свідчить про її високу ринкову цінність та стійкий попит. За аналітичними оцінками провідних аграрних компаній та трейдерів, на сьогодні нут залишається однією з найдорожчих культур серед групи зернобобових, випереджаючи за ціною більшість традиційних бобових культур.

Формування такої цінової ситуації зумовлене дією комплексу взаємопов'язаних чинників [27]. Вагомий вплив мали втрати аграрного сектору, спричинені воєнними діями, що призвели до погіршення логістичних напрямів, зменшення потужностей агровиробництва та обмеження доступу до ресурсів. Крім того, спостерігалось істотне скорочення посівних площ під зернобобовими культурами, у тому числі нутом, що спричинило дисбаланс між пропозицією та попитом на внутрішньому і зовнішньому ринках. Значну роль відіграли й макроекономічні фактори, зокрема зростання курсу долара США, інфляційні процеси та підвищення вартості матеріально-технічних ресурсів [31]. У сукупності це призвело до збільшення собівартості виробництва нуту, що безпосередньо відобразилося на підвищенні його ринкової ціни. Водночас на сучасному етапі розвитку аграрного сектору спостерігається дефіцит бобових культур як на внутрішньому, так і на світовому ринку.

Актуальні тенденції щодо екологізації сільського господарства, впровадження сівозмін із високою часткою зернобобових культур, а також посилення регуляторних вимог до тваринництва стимулюють зростання попиту на рослинні білкові ресурси [12]. У цьому контексті нут вирізняється високою харчовою та кормовою цінністю, що формує його значний інвестиційний потенціал і підвищує зацікавленість сільськогосподарських товаровиробників у розширенні площ його вирощування [30]. Ринок нуту являє собою складну й багаторівневу складову продовольчого ринку, що охоплює систему економічних відносин між виробниками, переробниками, посередниками та кінцевими споживачами [152]. У межах цього ринку здійснюється купівля-продаж як зерна нуту, так і продукції його переробки відповідно до принципів попиту і пропозиції, цінового регулювання та законів ринкової економіки.

Загалом, аналіз ринкових тенденцій свідчить про поступове зростання популярності нуту з року в рік [153, 183, 214-215]. Паралельно з цим відбувається формування та розвиток нових каналів і ринків збуту, що сприяє розширенню географії реалізації продукції та підвищенню її економічної привабливості для аграрного бізнесу (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

**Найбільші країни-експортери нуту у світі
за період 2017-2022 рр., млрд. доларів**

Країна	Роки					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Австралія	1,40	0,30	0,20	0,20	0,40	0,30
Індія	0,10	0,25	0,15	0,15	0,10	0,25
Туреччина	0,20	0,20	0,25	0,25	0,30	0,20
Канада	0,10	0,1	0,10	0,10	0,20	0,15
Інший світ	0,70	0,55	0,50	0,50	0,50	0,55

Австралія залишається стабільним експортером нуту на світовий ринок упродовж останніх шести років [247]. Однак починаючи з 2018 року спостерігалося суттєве зниження обсягів експорту, що стало наслідком запровадження Індією обмежувальних митних тарифів на імпорт продукції [231]. Це стало серйозним викликом для австралійського аграрного сектору та водночас актуалізувало необхідність диверсифікації експортних ринків. Починаючи з 2021 року Австралія демонструє поступове відновлення позицій, наближаючись до рівня 2017 року [245-246].

Динаміка імпорту нуту Індією є нестабільною, що зумовлено як внутрішніми, так і зовнішньоекономічними чинниками. Найбільш відчутні коливання спостерігались у 2019-2021 роках, коли внаслідок торговельного конфлікту між Індією та США було запроваджено обмеження, включно з заборонаю експорту нуту до США. У результаті Індія зазнала збитків на суму близько 6,4 млн доларів США. Водночас у 2022 році обсяги експорту нуту з Індії зросли вдвічі – до 226 млн доларів США. Це зростання супроводжувалося розширенням експорту до Об'єднаних Арабських Еміратів та Ірану [96, 185, 238].

Трійку світових лідерів з експорту нуту займає Туреччина, дохід якої від реалізації цієї культури на зовнішні ринки у 2022 році склав 187 млн доларів США [170]. Водночас на частку Туреччини припадало близько 9% світового імпорту нуту, що становило 109 млн доларів США [167].

Аналіз сукупності агрономічних та економічних чинників, які впливають на продуктивність нуту, свідчить про ключову роль сорту у формуванні врожайності [32]. Частка сорту в структурі врожаю становить, за різними оцінками, від 30 до 35%. За даними численних наукових джерел [20, 22], саме вибір сорту є визначальним – близько 50% потенційної врожайності формується на цьому етапі [6]. Таким чином, впровадження у виробництво нових високопродуктивних сортів нуту сприятиме не лише підвищенню врожайності, але й розширенню ареалу вирощування цієї культури.

Сьогодні нут виступає як універсальна продовольча, кормова та технічна культура, що належить до стратегічно важливих у системі землеробства багатьох країн [19]. Протягом останнього століття світові площі під нутом зросли з 5-6 млн га до 13 млн га, а середня врожайність збільшилася з 2,2 ц/га до 2,7 ц/га, досягаючи в окремих випадках 3,5 ц/га і більше. Нут вирощують у понад 60 країнах світу, а його частка у світовому балансі рослинного білка становить близько 30 млн. т.

За останні 50 років у зв'язку з кардинальними змінами у підході до вирощування сільськогосподарської продукції з'явилась змога вирощувати нут і у інших країнах [33]. Завдяки цьому географія вирощування збільшилась до 75 країн, що призвело до логічного збільшення посівних площ під даною культурою. У багатьох країнах нут займає від 15 до 40% ріллі, а подекуди і більше [23].

Тому сучасний розвиток кожного підприємства, галузі будь-якої країни, а особливо України в умовах війни, неможливий без запровадження та використання інновацій та техніко-технологічних рішень, оскільки рівень їх активізації та впровадження визначить стратегію майбутньої конкурентоспроможності як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринку [32].

Підсумовуючи викладене, можна стверджувати, що нут вже станом на сьогодні посідає стратегічно важливе місце у різних галузях сільського господарства та харчової промисловості, а його значення й надалі зростатиме. У цьому контексті вирішальну роль у забезпеченні сталого розвитку та підвищенні ефективності виробництва нуту відіграватимуть інновації та наукоємні технології. Зокрема, в Україні вже впроваджуються сучасні підходи до вирощування цієї культури, які базуються на використанні методів точного землеробства, генної інженерії та біотехнологій.

Загалом, комплексний аграрний підхід, побудований на чіткій моделі ведення сільськогосподарського виробництва, створює умови для системного впровадження інновацій на всіх етапах вирощування нуту [11]. Це, своєю

чергою, сприяє підвищенню продуктивності, економічної ефективності та екологічної стійкості цієї культури.

1.2. Дослідження сортових ресурсів нуту в Україні

В Україні низка відомих вітчизняних науковців-аграріїв займається дослідженням теоретичних і практичних аспектів формування та використання рослинного білка в рослинництві. Зокрема, це представники наукової школи вітчизняної агрономічної науки зокрема, Петриченко В.Ф. [123], Лихочвор В.В., Дідур І.М. [172], Панцирева Г.В. [110] та інші.

На світовому ринку зерно нуту має великий попит, особливо цінується в країнах Центральної та Середньої Азії, Східної Африки, Європи та Середньоземному регіоні. На сьогоднішній день світові посіви нуту займають площу близько 13 млн/га, серед яких лідером є Індія де площі становлять – до 80% де більша частка отриманого врожаю використовується у харчовій галузі, а також на корм у галузі тваринництва. На даний момент в Україні немає такого високого попиту до даної культури але аграрії все частіше звертають свою увагу на неї. Саме за рахунок цього у короткостроковій перспективі не вдасться вирішити проблему забезпечення кормовим білком тваринництво в Україні [10-11]. У той же час Австралія, Пакистан, Туреччина, Бразилія та інші країни, високими темпами нарощують виробництво зерна нуту для ефективного використання у тваринництві [4, 12].

Отже, проблематика виробництва нуту в Україні, збереження сортових ресурсів та позиціонування як нішевої високопротеїнової культури на світовому ринку є актуальним науково-практичним завданням [4-5]. Це зумовлює необхідність наукового обґрунтування формування сортових ресурсів нуту та дослідження його придатності до вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

Сортова політика вирощування нуту в Україні переважно ґрунтується на використанні вітчизняного сортового ресурсу, що сформований у результаті

багаторічної селекційної роботи українських наукових установ [110]. На сучасному етапі розвитку аграрного сектору на національному ринку сортів нуту представлені виключно сорти української селекції, що свідчить про самодостатність та науковий потенціал вітчизняної селекційної школи [17].

Провідну роль у створенні та впровадженні нових сортів нуту відіграє Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення НААН України, який є базовою установою з питань селекції, генетики та сортовипробування сільськогосподарських культур. Значний внесок у селекційний процес також здійснюють інші наукові заклади, зокрема Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення, що забезпечують науковий супровід створення конкурентоспроможних сортів. У ґрунтово-кліматичних умовах Подільського регіону основним осередком селекції зернобобових культур є Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, який адаптує сорти до регіональних особливостей вирощування та потреб агровиробників [110]. Державне сортовипробування нуту здійснюється на основі комплексної експериментальної оцінки морфологічних, біологічних та господарсько-цінних ознак сортів. У процесі випробування визначається рівень урожайності, стійкість до біотичних і абіотичних чинників, адаптивність до умов вирощування, а також технологічні та якісні показники зерна. Оцінювання проводиться з дотриманням екологічних і технологічних вимог відповідно до загальноприйнятих методик у рослинництві, що забезпечує об'єктивність і наукову обґрунтованість отриманих результатів.

Аналіз даних Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення на території України [110], свідчить, що в останні роки селекційна діяльність зі створення нових сортів нуту зазнала певного уповільнення. Це зумовлено складною соціально-економічною ситуацією та впровадженням воєнного стану в країні, що негативно вплинуло на фінансування наукових досліджень і проведення повного циклу селекційних робіт. Водночас наявна матеріально-

технічна база, кадровий потенціал та накопичений досвід дають підстави стверджувати про значні перспективи відновлення та подальшого розвитку селекції нуту в Україні. Станом на сьогодні до Державного реєстру включено 21 сорт нуту, рекомендований до вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах країни (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Реєстрація сортів нуту за роками (1999-2024 рр.)

Кількість зареєстрованих сортів		
2002-2007	2008-2014	2015-2024
Пам'ять Слобожанський Тріумф	Буджак Одисей	Скарб ЄС Алунт Зехавіт Зодіак Козерог Овен Степовий велет Ярина Родін Лара Кіра Єва Достаток Бланко Маестро Октавіус

Починаючи з 2014 року, в Україні спостерігається активізація співпраці між вітчизняними та іноземними селекційними центрами. У результаті такої взаємодії близько 76% зареєстрованих сортів були створені у форматі міжнародної кооперації, що сприяло впровадженню сучасних селекційних підходів і підвищенню конкурентоспроможності сортів. Прикладами успішних спільних розробок є сорти Лара, Кіра та Єва, які поєднують високий потенціал продуктивності з адаптивністю до умов вирощування в Україні.

Завдяки високому та збалансованому вмісту амінокислот і білків рослинного походження нут є універсальним продуктом, що знаходить застосування як у харчуванні людей, так і в кормових раціонах для тварин. Залежно від тривалості вегетаційного періоду сорти нуту поділяються на три основні групи: ранньостиглі, середньостиглі та пізньостиглі (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

**Сорти нуту, що внесені до Державного Реєстру сортів рослин,
придатних до поширення в Україні у 2024 р.**

Сорт	Рекомендована зона для вирощування	Напрямок використання	Група стиглості	Якість
Бланко	Степ, Лісостеп	Зерновий	Пізньостиглий	Високобілковий
Достаток	Степ	Зерновий	Середньостиглий	Високобілковий
Єва	Степ, Лісостеп, Полісся	Зерновий	Ранньостиглий	Середньо білковий
Кіра	Степ, Лісостеп, Полісся	Зерновий	Ранньостиглий	Середньо білковий
Лара	Степ, Лісостеп, Полісся	Зерновий	Ранньостиглий	Високобілковий
Родін	Степ, Лісостеп, Полісся	Зерновий	Ранньостиглий	Середньо білковий
Маестро	Степ, Лісостеп	Зерновий	Пізньостиглий	Високобілковий
Октавіус	Степ, Лісостеп	Зерновий	Пізньостиглий	Середньо білковий
Пам'ять	Степ	Зерновий, фуражний	Середньостиглий	Високобілковий
Тріумф	Степ	Зерновий	Середньостиглий	Високобілковий

Серед заявлених сортів найбільше середньостиглих сортів (6 сортів). Проте варто зазначити, що постійним конкурентом новітнім сортам залишаються сорти Пам'ять та Тріумф, що вивчаються протягом тривалого періоду часу та мають широку популярність серед аграріїв та можуть розкрити свій потенціал врожайності до рівня 3,5 т/га за умов правильно підібраної

технології вирощування. За результатами досліджень, найбільш перспективними сортами нуту з високим вмістом білка у зоні Лісостепу є сорти Пам'ять та Тріумф (табл. 1.5).

Оригіатор досліджуваних сортів нуту надає їм відповідну характеристику.

Таблиця 1.5

Загальна характеристика комплексу основних цінних господарських ознак сортів нуту

Характеристика	Сорт	
	Пам'ять	Тріумф
Зона вирощування	Степ	Степ
Напрямок використання	Зерновий, Фуражний	Зерновий
Група стиглості	Середньостиглий	Середньостиглий
Середня врожайність, т/га	2,0	1,9
Маса 1000 насінин, г	280-300	410-415
Середній вміст білка, %	28,0-30,0	28,0-30,0
Середній вміст жиру, %	5,0-6,0	5,0-5,5
Середня тривалість вегетаційного періоду, днів	94-95	90-95

Нут сорт Тріумф. Заявник: Селекційно-генетичний інститут – національний центр насіннезнавства та сортовивчення Української академії аграрних наук. м. Одеса. Зона поширення – Степ. Сорт – характеризується високою стійкістю до посухи, полягання та осипання де середній бал становить – 9. Насіння крупне з високим вмістом білка та відносно стійкий до аскохітозу та фузаріозу.

Нут сорт Пам'ять. Заявник: Селекційно-генетичний інститут – національний центр насіннєзнавства та сортовивчення Української академії аграрних наук. м. Одеса. Зона поширення – Степ. Рослини стійкі до зараження фузаріозом та аскохітозом. Ураженість не перевищувала 5% на площах посіву. Стійкі до вилягання.

Всі сорти нуту відносяться до інтенсивного типу, вирізняються високою стійкістю до захворювань, шкідників і несприятливих умов довкілля. Вони підходять для вирощування у Лісостепу та Степу, оскільки є посухостійкими культурами, чия цінність зростає в умовах кліматичних змін.

Сорти нуту, представлені в дослідженні, вирізняються не лише високим вмістом білка й жиру, але й коротким вегетаційним періодом, що забезпечує раннє звільнення поля і дає можливість своєчасно підготувати ґрунт до посіву наступних культур у рамках будь-якої сівозміни. Хоча врожайність сортів Пам'ять та Тріумф дещо поступається новим гібридним сортам, їх економічна ефективність у перерахунку на грошовий еквівалент перевищує відповідні показники інших нішевих зернобобових культур.

Дослідження господарсько-біологічних характеристик цих сортів підтвердили заявлені оригіном особливості, що свідчить про їхню стабільність і надійність у виробництві. Впровадження інтенсивних сортів нуту у виробничу практику сприятиме подоланню дефіциту рослинного білка, одночасно покращуючи родючість ґрунтів, їх хімічний склад, фізичну структуру та фітосанітарний стан [7-8]. Це особливо важливо в умовах кліматичних змін, які висувають підвищені вимоги до адаптивності вирощуваних культур. Результати досліджень засвідчують, що для досягнення максимального потенціалу сорту в високопродуктивних агрофітоценозах Лісостепу України варто застосовувати інтенсивні технології вирощування, зокрема висівати насіння нуту сортів Пам'ять і Тріумф. Ці сорти не лише забезпечують продовольчу цінність, але й сприяють підвищенню ефективності агроформувань регіону.

1.3. Особливості вирощування нуту в умовах Лісостепу правобережного

Науково-практичні аспекти, пов'язані з основами вирощування та переробки нуту, були розглянуті ще багато років тому. Теми органічного та біологічного землеробства, а також рослинництва детально висвітлено у роботах таких дослідників, як А. Бабич [5], В. Мазур [90], О. Ткачук [139], Г. Панцирева [111], В. Скитський [137], І. Дідур [178], В. Мойсейченко та інших [180, 243-244]. Питання ефективного виробництва та розвитку ринку сільськогосподарської продукції досліджували економісти Г. Калетнік, І. Гончарук, К. Мазур, Р. Мудрак, В. Орлова, В. Моїсеєв [191, 221]. Теоретичні, методологічні, методичні та прикладні положення зернового виробництва наведено у працях Г. Заболотного та ін. [50].

Дослідження, проведені Г.В. Панциревою в межах дисертаційної роботи, присвячені аналізу структурних характеристик формування насіння на рослинах нуту, підтверджують значущий вплив передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом на кількісні показники врожайності [186]. Зокрема, встановлено, що найбільш повне розкриття генетичного потенціалу культури, а відповідно і максимальні значення індивідуальної продуктивності, досягаються при комплексному застосуванні бактеріального препарату «Ризогумін-Плюс» для передпосівної обробки насіння та використанні ретарданту хлормекват-хлориду на посівах. Обробка ретардантом проводилась у фазу бутонізації, тоді як бактеріальний препарат вносили на насіння у фазу формування третього трійчастого листка.

За результатами експерименту, найвища маса насіння з однієї рослини була зафіксована у сорту Пегас у варіанті з комбінованою обробкою – 4,51 г. Це значення перевищує контрольний варіант (де насіння не піддавалось обробці) на 1,39 г або на 30,8%. Також відмічено, що серед усіх досліджених варіантів застосування «Ризогуміну-Плюс» у поєднанні з 0,75% розчином хлормекват-хлориду забезпечило найвищі показники структури врожаю, підтверджуючи

ефективність такої агротехнологічної практики.

Збільшення продуктивності за цим комплексним підходом у порівнянні з контролем перевищувало 30%, що вказує на ефективність використання бактеріальних препаратів та регуляторів росту для підвищення врожайності нуту в умовах правобережного Лісостепу України [109].

Згідно з дослідженнями для сортів нуту «Пріво 1» та «Краснокутський 36» оптимальною нормою висіву при рядковому способі сівби є 1,0 млн насінин на гектар, тоді як для сорту Ювілей рекомендується знижена норма – 0,7 млн/га. При застосуванні широкорядного способу посіву всі згадані сорти демонструють найвищу продуктивність при нормі висіву 0,8 млн насінин на гектар, що свідчить про важливість врахування як сортових особливостей, так і способу сівби для оптимізації врожайності [19].

Дослідження Лихочвора В.В. та Пущака В.І. [69] показали, що урожайність нуту сорту Пам'ять на контролі без внесення добрив становила 2,42 т/га. Внесення фосфорних (Р) та калійних (К) добрив підвищувало врожайність до 2,60 т/га, що дорівнює приросту на 8,3%. При подальшому збільшенні доз мінеральних добрив у два-три рази за схемою N-P-K урожайність зростала ще на 0,14-0,40 т/га (або 13,2-16,5 %) і досягала 2,74-2,82 т/га. Додаткове внесення азотних добрив на фоні фосфорно-калійного живлення також позитивно впливало на продуктивність культури. Зокрема, у агроформуваннях Одеської області найвищі показники врожайності нуту спостерігалися саме за внесення фосфорно-калійних добрив.

Результати, отримані Шкатулою Ю.М. та Вотиком В.О. [16-17, 145-148], були підтверджені факторним аналізом дисперсійної схеми експерименту. Вони виявили, що у середньо-багаторічному вимірі на формування врожайності нуту вплив генотипу гібриду становив 22,93%, на передпосівну обробку насіння – 32,67%, а на систему застосування гербіцидів – 15,24%. Ці дані підкреслюють значущість агротехнічних заходів поряд із селекційними характеристиками у підвищенні продуктивності нуту.

Дослідження Мойсієнко В.В. свідчать, що в умовах посухи доцільно застосовувати норми висіву 0,6-0,8 млн насінин на гектар, тоді як у вологі роки ця норма може сягати 1,0 млн шт./га, залежно від конкретного сорту. При цьому сорти зі штамбовою формою куща рекомендується сіяти густіше, тоді як розлогі форми краще розміщувати рідше, щоб уникнути загущення [25].

Дослідження показали, що за відсутності використання засобів інтенсифікації, зокрема гербіцидів та фунгіцидів, урожайність нуту залишається низькою і складає близько 1,28 т/га. Водночас застосування ґрунтового гербіциду «Рейсер КЕ» у дозі 2,5 л/га дозволяє значно підвищити врожайність – до 2,30 т/га, що на 1,02 т/га більше порівняно з контролем. При трикратному внесенні фунгіцидів, таких як «Рекс Дуо» (0,5 л/га) на початку бутонізації, «Абакус» (1,5 л/га) у фазі цвітіння та «Фолікур 250 EW» (1,0 л/га) у період наливу зерна, урожайність додатково зростає на 0,90 т/га у порівнянні з варіантом без фунгіцидного захисту. Загалом, комплексне застосування засобів захисту рослин підвищує врожайність нуту з 1,28 т/га до 3,21 т/га, тобто майже в 2,5 рази (збільшення на 150,8%) [125].

Головним досягненням у сфері вирощування нуту стали дослідження, проведені в Австралії [212]. Одним із рішень проблеми дефіциту виробництва цієї культури став дворічне дослідження, у рамках якого нут і пшеницю вирощували як супутні (інтеркультурні) культури. З результатів експерименту стало очевидно, що такі культури можна успішно культивувати разом без втрат урожайності. Більше того, як зазначає видання GroundCover, у певних випадках сумісне вирощування навіть забезпечувало вищу врожайність порівняно з їх окремим вирощуванням.

Яскравим прикладом успіху є місто Емералд, де у 2021 році спільний посів цих культур продемонстрував відмінні показники. Врожайність досягла 115% за коефіцієнтом земельного еквівалента (LER). Цей коефіцієнт вказує на площу землі, необхідну для отримання того ж врожаю при однотипному посіві. Значення LER більше за одиницю свідчить про те, що спільний посів приносить

кращі результати порівняно з монокультивуванням. Розрахунок LER здійснюється шляхом співвідношення суми врожайності обох культур до їх сумарної врожайності при монокультивуванні [188]. У даному експерименті коефіцієнт склав 1,3, що доводить ефективність змішаного вирощування. Провідний агроном господарства, пан Ербахер, пояснив деталі експерименту. Нут висаджували широкорядним методом із міжряддям 45 см і нормами добрив P_{40} та K_{45} , охоплюючи 40% площі посіву. Пшениця ж вирощувалась вузькорядним способом (міжряддя 7,5 см) із нормами добрив N_{90} , P_{90} і K_{90} на решті 60% площі. Така організація забезпечила збільшення врожайності пшениці на 20% та нуту на 15%. Ці результати підтверджують, що сумісний посів не лише можливий, але й вигідний з точки зору аграрної продуктивності [216].

Результати вітчизняних та зарубіжних досліджень свідчать, що вирощування нуту є перспективним для українських фермерів у центральних регіонах країни. Через обмежену доступність степових земель для цієї культури, зона Лісостепу видається одним із найоптимальніших варіантів для її обробітку. Експеримент проводився в країні з високими середньорічними температурами, проте в умовах достатньої вологозабезпеченості [195-196]. З огляду на глобальне потепління, зона Лісостепу наразі відрізняється достатнім рівнем опадів, помірним та рівномірним зростанням середньорічної температури, що створює сприятливі умови для отримання високого врожаю нуту.

Виробництво зернобобових культур, зокрема нуту, відіграє важливу роль у зміцненні продовольчої безпеки [1]. У результаті це сприятиме ефективній стабілізації аграрного сектору в післявоєнний період та забезпечить досягнення необхідних обсягів виробництва за значно менших витрат [15].

Зважаючи на завдання, поставлені урядом України щодо забезпечення продовольчої безпеки в умовах воєнного стану та в період відновлення, дослідження у цьому напрямі відкривають перспективу розробки ефективних

альтернативних моделей вирощування і удобрення. Зокрема, передбачається можливість часткового заміщення мінеральних добрив на вітчизняні аналоги, включаючи біодобрива, бактеріальні препарати та фізіологічно активні речовини [38]. Такі підходи спрямовані на підвищення ефективності традиційних методів удобрення через їх оптимізацію, зокрема шляхом переходу до позакореневого підживлення у критичні фази росту та розвитку культур [199]. Окрім забезпечення стабільного виробництва, акцент робиться на підвищенні якості продукції, яка відповідатиме світовим стандартам органічного та біологічного землеробства. Додатково дослідження спрямовані на формування сучасної кормової бази, здатної відповідати вимогам сталого розвитку аграрного сектору [194].

1.4. Прийоми підвищення симбіотичної азотфіксації рослин нуту

Зернобобові культури, зокрема нут, потребують значно меншої кількості добрив порівняно з іншими сільськогосподарськими рослинами [24, 34, 67, 179, 222-224, 235]. Це обумовлено їхньою симбіотичною взаємодією з бактеріями, які заселяють кореневу систему та здатні фіксувати атмосферний азот, перетворюючи його на доступний для рослин аміак через процес біологічної азотфіксації [2, 119]. На думку багатьох науковців, зменшення залежності основних культур від азотних добрив може стати потужним поштовхом для розвитку світового сільського господарства. Це особливо актуально для країн, що розвиваються, де мінеральні добрива залишаються дорогими та важкодоступними для фермерів [46, 218, 240].

Вирощування зернобобових культур має ключове значення для збільшення виробництва рослинного білка, водночас сприяючи зниженню витрат на використання дорогих азотних добрив [61, 97-98, 103]. Завдяки своїм біологічним особливостям бобові культури вирізняються серед зернових здатністю поглинати атмосферний азот за допомогою бульбочкових бактерій – спеціалізованих мікроорганізмів, що формують бульбочки на коренях рослин

[87, 89]. Активність цих бактерій дозволяє засвоювати близько 80% азоту з атмосфери, що за весь період вегетації забезпечує приблизно 75 мільйонів тон азоту [50, 51].

Цей підхід сприяє підвищенню родючості ґрунту завдяки залишкам кореневої системи, зменшує енергозатрати в сільському господарстві й мінімізує негативний вплив на навколишнє середовище. Сучасні технології включають використання інокулянтів – спеціалізованих бактеріальних препаратів, які посилюють азотфіксуючу здатність бульбочкових бактерій і стимулюють початковий ріст рослин. Такі препарати наносяться на насіння перед висіванням, що забезпечує природне підвищення надходження азоту та сприяє кращому розвитку культур [55-59].

Найбільшими виробниками таких бактеріальних препаратів є США та Австралія [217]. Ефективність інокуляції зернобобових оцінюють не лише за показниками врожайності, а й за підвищенням вмісту та виходу протеїну в зерні [60].

Вчені стверджують, що передпосівна обробка насіння зернобобових культур бактеріальними препаратами може забезпечити щорічне збільшення виробництва протеїну приблизно на 3 млн т. Згідно з дослідженнями М.Ф. Нунес, цей ефект може значно посилитися за умови одночасного використання мікроелементів, вітамінів та гормонів [61]. Адже за природних умов зернобобові рослини реалізують лише 10–30% свого потенціалу азотфіксації [198]. Однак інокуляція насіння високоефективними штамми бульбочкових бактерій здатна підвищити цей показник до 50%, що позитивно впливає на врожайність зерна та його якість [62].

Дослідження свідчать, що потенціал азотфіксації у симбіозі бобових культур із природними ризобіями ґрунту часто обмежується низькою активністю бактерій або їх недостатньою концентрацією в ділянці проростання насіння [6, 59]. У зв'язку з цим передпосівна обробка біопрепаратами на основі спеціально відібраних штамів *Mesorhizobium ciceri* сприяє введенню в

грунтовий мікробіоценоз високоефективних ризобій, що значно підвищує продуктивність рослин [64].

Симбіотичні взаємодії з мікроорганізмами відіграють важливу роль у життєдіяльності рослин, сприяючи їхньому мінеральному живленню, забезпечуючи захист від патогенів та підвищуючи стійкість до стресових умов [65]. Найкраще дослідженими є симбіотичні відносини між зернобобовими культурами та бульбочковими бактеріями (ризобіями). Ризобії, що належать до родів *Azorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Rhizobium*, *Mesorhizobium* і *Sinorhizobium*, є факультативними симбіонтами рослин. Ці мікроорганізми легко піддаються культивуванню й знаходять практичне застосування у створенні біопрепаратів [66-67].

Численні наукові дослідження підтверджують, що інокуляція насіння бобових біопрепаратами сприяє отриманню дружних і рівномірних сходів, а також підвищує виживаність рослин до моменту збору врожаю. Наприклад, за результатами досліджень [234], передпосівна обробка насіння комбінацією КРМ + штам ST 282 забезпечила найвищий рівень виживаності: 91,7–93,5% для сорту Тріумф і 89,5–92,2% для сорту Розанна. При використанні КРМ + Ризобофіт виживаність склала 91,8% для сорту Розанна та 92,4% для сорту Тріумф [1].

Згідно з дослідженнями [129], передпосівна обробка насіння нуту сорту Одісей препаратом Ризобофіт забезпечила значне поліпшення морфологічних характеристик рослин. Було встановлено, що висота рослин збільшувалась на 11–21%, довжина кореня – на 18–31%, а абсолютна суха маса надземної частини та кореневої системи зростала на 35–95% і 41–135% відповідно порівняно з контрольними показниками. У середньому за два роки досліджень врожайність нуту сорту Одісей значно підвищувалася при обробці насіння штамом *Bacillus* sp. 01-1 на 10,3%, а також штамами 1н та бн – на 6% і 23% відповідно у порівнянні з контрольним зразком. Окрім цього, інокуляція насіння позитивно впливала не лише на врожайність зерна, але й на

фотосинтетичний потенціал посівів нуту. Зазначений показник змінювався залежно від фази розвитку рослин і досягав максимуму у період від утворення бобів до формування насіння.

Інші дослідження показали, що для умов степової зони України передпосівна обробка насіння нуту комплексом препаратів (Ризобофіт, Фосфоентерин і Біополіцид) на сортах Антей, Буджак і Пам'ять сприяє підвищенню врожайності на 0,16–0,60 т/га (38,0–53,8%) у порівнянні з моноінокуляцією. Варта уваги також ефективність біологічного захисту рослин від фітофага *Liriomyza cicerina* Rd. при застосуванні ентомопатогенних бактерій штаму *Bacillus thuringiensis* 0376. Це дає можливість значно зменшити ушкодження рослин та збільшити врожайність нуту в середньому на 24,5–28,5% [128, 197].

При застосуванні передпосівної інокуляції насіння нітрагіном у поєднанні з удобренням у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ врожайність нуту сорту Розанна досягала 2,9 т/га, що на 1 т/га перевищувало контрольний показник [134]. Використання ризобофіту сприяло підвищенню ефективності азотфіксації рослин нуту на 17-30% порівняно з ділянками без інокуляції. На ділянках без внесення добрив рослини нуту засвоювали симбіотичний азот у межах 140,0-148,3 кг/га, що складало 63-65% від загального накопичення азоту культурою, забезпечуючи врожайність зерна на рівні 1,81-2,09 т/га [138].

Дослідження, проведене Новицькою Н.В., продемонструвало, що на типових чорноземах Правобережного Лісостепу відбувається взаємодія мінерального азоту з природною популяцією бульбочкових бактерій. При використанні низьких і середніх доз азотних добрив без інокуляції насіння врожайність нуту виявилася нижчою порівняно з варіантами, де застосовувалася обробка. У разі відсутності інокулянтів бульбочки на коренях нуту не формувалися, а за відсутності природних популяцій ризобій не спостерігалася нітрогеназна активність. Відповідно, урожайність забезпечувалася виключно за рахунок мінерального живлення [53-54].

Багато досліджень довели, що активність мікроорганізмів ґрунтової біоти, зокрема симбіоз бульбочкових бактерій із зернобобовими та багаторічними бобовими травами, залежить від структури ґрунту, його кислотності, температурного режиму та вологості орного шару під час росту і розвитку рослин [55-58]. Азотфіксуючі мікроорганізми потребують певних екологічних умов для життєдіяльності, і їх активність визначається тим, наскільки фактори зовнішнього середовища регіону відповідають цим вимогам.

Висновки до розділу 1:

1. Зробивши аналіз використаних джерел літератури можна зробити висновок, що така культура як нут не є достатньо вивченою в плані сучасних інтенсивних технологічних прийомів вирощування на зерно, особливо за умов глобального потепління, змін температурного режиму та нестійкого вологозабезпечення, що спостерігаються за останнє десятиліття.

2. Задля отримання сталих врожаїв нуту за умов високих цін на енергоносії та мінеральні добрива, а також відсутності спеціалізованих сівозмін виникає потреба у ретельному виборі та підборі сортів з урахуванням окремих елементів технології вирощування з ціллю наростання та збільшення насінневої продуктивності та якісних показників нуту. Це є актуальною проблемою сьогодення, предметом та об'єктом досліджень у майбутньому в умовах Лісостепу правобережного.

3. Проведені дослідження підтверджують, що впровадження біологічних методів підживлення, зокрема інокуляції, у поєднанні з оптимізованими агротехнічними прийомами вирощування та позакореневими підживленнями, сприяє підвищенню ефективності використання природних ресурсів та забезпеченню стабільної врожайності культури нуту.

4. Установлено, що реакція культури на агротехнічні чинники значною мірою залежить від адаптивного потенціалу сорту, погодних умов вегетаційного періоду та рівня забезпеченості ґрунту поживними речовинами.

Це вимагає диференційованого підходу до формування технологій вирощування нуту в кожному конкретному регіоні.

5. Перспективним напрямом подальших наукових досліджень є вдосконалення системи удобрення нуту із залученням інокулянтів нового покоління, вивчення синергії їх дії з мікроелементами та біостимуляторами росту, а також розробка моделей технологій, адаптованих до умов кліматичних змін.

6. Практична реалізація отриманих результатів у виробництві сприятиме підвищенню економічної ефективності вирощування нуту, розширенню площ його посіву в Україні, а також зміцненню продовольчої та екологічної безпеки держави.

За матеріалами цього розділу автором було опубліковано праці:

1. Mazur V., Pansyreva H., Honchar M. Research assessment of the quality a legumes by economic and value indicators. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 1 (28). С. 5-16. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-1-1

2. Гончар М.В. Дослідження сортових ресурсів нуту (*Cicer Arientium* L.) в Україні. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 31-35.

3. Гончар М.В. Динаміка виробництва нуту в Україні та світі. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 60-66.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

При вирощуванні будь-яких сільськогосподарських культур кожна складова комплексу ґрунтово-кліматичних умов визначає у майбутньому рівень врожайності культури протягом певного періоду часу [189, 241-242]. Під час вирощування нуту територія правобережного Лісостепу України демонструє значний агрокліматичний потенціал [197]. Річні показники кількості опадів, суми активних температур повітря, а також їх розподіл упродовж вегетаційного періоду загалом створюють сприятливі умови для успішного культивування цієї культури в регіоні [193, 220].

Однак, для повної реалізації потенційної продуктивності нуту наявних біокліматичних ресурсів, на жаль, недостатньо [190]. Це обумовлює необхідність розробки інноваційних технологій вирощування та вдосконалення вже існуючих агротехнічних прийомів [239]. Одним із перспективних напрямів підвищення врожайності нуту є застосування біологічних препаратів, зокрема інокулянтів, та застосуванню мікродобрив, які сприяють кращому розвитку рослин, підвищенню їх стійкості до стресових факторів та ефективнішому засвоєнню елементів живлення.

Особливості формування врожаю сортів нуту в умовах правобережного Лісостепу України під впливом інокуляції насіння та застосування мікродобрив поки що вивчені недостатньо. Тому дослідження цього питання з урахуванням ґрунтово-кліматичного потенціалу регіону є надзвичайно важливим і вимагає ґрунтового наукового аналізу.

Отримані результати можуть слугувати основою для розробки сучасних агротехнологій, спрямованих на підвищення врожайності та покращення якості насіння нуту.

2.1. Характеристика ґрунтового-кліматичних умов польових досліджень

Очікувані зміни клімату, зокрема потепління та збільшення тривалості посушливих періодів вегетації, обумовлюють необхідність впровадження нових видів зернобобових культур, нетипових для правобережного Лісостепу України. Такі культури мають стати ефективною альтернативою традиційно вирощуваному у цьому регіоні вологоємному гороху посівному [193].

Нут належить до перспективних зернобобових культур у правобережному Лісостепу [219]. Завдяки своїм агробіологічним та господарським властивостям він здатний забезпечити стабільне виробництво високоякісного харчового білка навіть в умовах змін клімату. Перевагами цієї культури є значна посухостійкість, теплолюбність і здатність формувати врожай за мінімальної кількості опадів, що робить її особливо актуальною в умовах сучасних кліматичних викликів. Лісостепова зона охоплює центральну частину України і простягається широкою смугою з південного заходу на північний схід – від кордону з Молдовою та зони широколистяних лісів до східних рубежів країни. Із загальною площею 202,8 тисяч км² ця зона складає близько 31% території України. Вона включає повністю або частково такі області, як Львівська, Хмельницька, Вінницька, Полтавська, Черкаська, Харківська та Кіровоградська [242].

Територіальне положення зони Лісостепу зумовлює поєднання на його території як лісових, так і степових ландшафтів, що формуються в однакових кліматичних умовах. Це одна з найбільш сприятливих для сільськогосподарського освоєння та проживання територій України. Ця територія зазнала значного впливу діяльності людини, особливо через активне сільське господарство та розвиток промисловості. У регіоні Лісостепу знаходяться великі площі сільськогосподарських земель, здебільшого на родючих чорноземах.

У структурі земельного фонду Лісостепу – сільськогосподарські угіддя становлять близько 85%, з яких 70% припадає на рілля, 8% – на луки, а 6% – на пасовища та 1% – інші землі сільськогосподарського призначення. Такий ґрунтово-ландшафтний потенціал створює сприятливі передумови для впровадження нових культур, зокрема нуту, як одного з елементів адаптації землеробства до змін клімату [213, 218].

Клімат Лісостепової зони України належить до помірно континентального типу. Йому притаманні теплі літа та відносно м'які, помірно холодні зими. У міру просування із заходу на схід зростає континентальність клімату, що проявляється у зменшенні кількості атмосферних опадів і збільшенні добових та сезонних коливань температури повітря.

Умови цієї зони сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур [67]. Період активної вегетації триває в середньому 195-220 днів на рік, тоді як тривалість періоду з температурою вище +10 °С становить близько 160-175 днів. За цей час накопичується сума активних температур у межах 2400-3100 °С, що є достатнім для повного розвитку і досягання більшості культур.

Згідно з багаторічними спостереженнями Вінницької агрометеорологічної станції, кліматичні умови регіону характеризуються помірними температурними показниками з вираженою сезонною мінливістю. Середньорічна температура повітря становить близько 10,2 °С, тоді як середня температура ґрунту формується на рівні 8,47 °С, що відображає інерційність теплового режиму ґрунтового покриву порівняно з атмосферним повітрям. Упродовж року температурний режим повітря зазнає значних коливань. У зимовий період мінімальні значення можуть знижуватися до 0...–21 °С, що припадає на фази інтенсивного вихолодження, тоді як у літній період максимальні температури досягають 35 °С. Температурні показники ґрунту змінюються у дещо вужчому діапазоні, коливаючись від 7,1 °С у холодну пору року до 24,5 °С у період максимального прогрівання, що обумовлено його

теплоємністю та здатністю акумулювати тепло. Найнижчі середньомісячні температури повітря і ґрунту спостерігаються у січні, який є найхолоднішим місяцем року. Найвищі температурні показники, відповідно, фіксуються у липні – найтеплішому місяці, коли формується максимальне теплове навантаження на агроєкосистеми. Наведені температурні характеристики створюють загальну термічну основу для розвитку рослинності та перебігу ґрунтових процесів у регіоні, що детально відображено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Середньомісячна температура повітря за роки проведення досліджень, 2023-2025 рр. (за даними Вінницького обл. центру з гідрометеорології)

Місяці	Середньомісячна температура повітря, °С			
	2023	2024	2025	Середня багаторічна
Січень	-0,7	-2,3	-3,2	-2,1
Лютий	-4,1	-3,1	-2,9	-3,4
Березень	-1,8	1,1	2,9	0,7
Квітень	11,7	14,1	12,4	12,7
Травень	15,6	16,8	11,4	14,6
Червень	21,4	22,1	19,9	21,1
Липень	24,1	26,7	25,1	25,3
Серпень	23,2	27	25,4	25,2
Вересень	17,5	16,1	13,2	15,6
Жовтень	8,1	10,1	7,8	8,7
Листопад	3,3	5,1	4,3	4,2
Грудень	-2,4	-1,5	1,2	-0,9
За рік	9,7	11,0	9,8	10,2

Україна входить до числа регіонів світу, де протягом останніх трьох десятиліть спостерігалось одне з найінтенсивніших зростань середньорічної

температури повітря. Зона досліджень охоплювала Вінницький район, що розташований у центральній частині Вінницької області. Цей регіон характеризується вологим і теплим кліматом, притаманним Правобережному Лісостепу України.

Кліматичні умови є сприятливими для вирощування більшості традиційних для регіону сільськогосподарських культур. Відтак, до числа показників, що характеризують забезпеченість вологою вегетаційного періоду належить гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який у цьому районі коливається в межах 1,5-1,7, що свідчить про достатній рівень вологозабезпечення (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Середньомісячна кількість опадів за роки проведення досліджень,
2023-2025 рр. (за даними Вінницького обл. центру з гідрометеорології)**

Місяці	Середньомісячна кількість опадів, мм			
	2023	2024	2025	Середня багаторічна
Січень	59	65	12	45,3
Лютий	28	35	6	23,0
Березень	18	33	27	26,0
Квітень	36	100	18	51,3
Травень	97	47	196	113,3
Червень	88	133	23	81,3
Липень	40	85	119,5	81,5
Серпень	8	24	24	18,7
Вересень	27	26	61	38,0
Жовтень	24	28	66	39,3
Листопад	19	36	51,5	35,5
Грудень	38	43	30	37,0
За рік	482	655	634	590,3

За багаторічними середніми даними, кількість опадів у регіоні за рік становить близько 600 мм, з максимальним значенням 655 мм і мінімальним – 482 мм. Найбільша кількість опадів випадає в період з травня по липень, коли сумарна кількість становить 276,1 мм. Найсухішими місяцями є зимові – у січні та лютому припадає лише близько 8 % річної кількості опадів, або 49 мм. Коефіцієнт зволоження в регіоні – 0,91 і засвідчує те, що даний регіон відноситься до зони достатнього зволоження.

Максимальні місячні опади спостерігаються у червні та липні – вони становлять від 81,3 до 113,3 мм, що приблизно дорівнює 33% річної норми. Упродовж теплого періоду року (квітень-жовтень) у період дослідження у Лісостеповій зоні України в середньому випало 423,4 мм. опадів. Температурний режим у роки проведення досліджень характеризувався підвищеними середньомісячними температурами повітря, за винятком окремих місяців.

До головних факторів успішного вирощування нуту в регіоні належить тривалість теплового періоду та загальна тривалість вегетації рослин. Для оцінки гідротермічних умов регіону у період проведення досліджень використовувалися дані Вінницького обласного центру з гідрометеорології.

Протягом 2023-2025 років проведено систематичні спостереження із проведеним детальним аналізом погодних умов на дослідному полі в період вегетації нуту. Основні показники гідротермічного режиму були сприятливим у період посіву, що дало змогу отримати продукцію високої якості. Проте аномально високі та короткочасні показники температури повітря за період вегетації у літні місяці дали про себе знати та відобразились на формуванні здорових продуктивних посівів.

Погодні умови, що сформувалися за період закладення дослідів першого року (2023 р.) різнилися від середньо багаторічних. У першій декаді січня спостерігалась аномально тепла температура, що досягала позначки 18 °С.

Кількість опадів, що випала за березень та квітень була нижча у 1,4 рази за норму, а температура повітря була вища за багаторічну середню на 1,7 °С.

У квітні середня місячна температура повітря становила 11,7 °С, що перевищувало кліматичну норму на 2,5 °С. Опадів за місяць випало 36 мм, що на 10 мм менше за середньобагаторічний показник. На початку місяця панувала тепла й малохмарна погода, що сприяло швидкому висиханню ґрунту.

У середині та наприкінці квітня спостерігалася зміна погодних умов – температура знизилася, з'явився посилений вітер, що загалом відповідало типовим кліматичним умовам кінця місяця.

На початку травня погодні умови були помірно теплими з нерівномірним розподілом опадів. У другій декаді травня активізація атмосферних процесів призвела до коливань температури та появи короткочасних, але інтенсивних дощів грозового характеру. У третій декаді продовжувалася нестабільна погода з періодичними опадами різної сили, місцями відзначалися грози. На кінець третьої декади травня зафіксовано перехід середньодобової температури через позначку +20 °С, що свідчить про настання літнього періоду (при середньобагаторічній даті – 18 травня). Середня температура повітря у травні становила 15,6 °С – показник, що був характерний для даного періоду. Місячна сума опадів склала 97 мм, що на 20 мм більше за середній багаторічний рівень.

Червень вирізнявся нестійкими погодними умовами – протягом місяця випадали опади нерівномірного характеру, переважно у вигляді короткочасних злив, що супроводжувалися грозами. Місяць пройшов без значних температурних коливань. Середньомісячна температура повітря становила 21,4 °С, що на 2,1 °С перевищувало середньобагаторічну норму. Станом на 30 червня сумарна кількість ефективних температур вище +5 °С досягла 915 °С (при нормі 783 °С), а вище +10 °С – 477 °С (норма – 388 °С). Загальна кількість опадів за місяць склала 88 мм, що відповідає середньому показнику багаторічних спостережень.

Липень відзначився температурним режимом, дещо вищим за норму.

Початок місяця супроводжувався спекотною погодою, яка незабаром змінилася різким пониженням температури. Упродовж другої декади фіксувався значний температурний приріст. Третя декада липня характеризувалася жаркою, сухою погодою з незначними опадами або їх повною відсутністю. Середньомісячна температура повітря склала 25,3 °С, що на 2.5 °С вище за норму. Опадів протягом липня випало 40 мм, що на 35 мм менше за багаторічні середні значення.

У першій половині серпня погодні умови були різноспрямованими за впливом: температурний режим і забезпечення вологою варіювалися від задовільних до несприятливих для більшості сільськогосподарських культур, які продовжували вегетацію у другій половині літа. Впродовж перших тижнів місяця спостерігалось зростання температур вище 30-33 °С, що, у поєднанні зі зменшенням вологозапасів у ґрунті на всій метровій глибині, створювало стресові умови для рослин, подекуди – критичні.

Такі коливання, поряд із високими денними температурами, низькою відносною вологістю повітря та дефіцитом ґрунтової вологи, негативно вплинули на завершення вегетації пізніх культур. Крім того, практично сухий верхній шар ґрунту значно ускладнював підготовку полів до сівби озимини.

Вересень – на початку осені погода в основному залишалася спекотною та посушливою. Температури були наближені до середніх літніх значень, зазвичай характерних для липня. Відсутність ефективних опадів разом із високими температурами унеможлилювала поповнення запасів вологи в ґрунті, що є важливим чинником для успішної осінньої сівби озимих культур. У другій і третій декадах вересня тривале збереження посушливих умов ще більше ускладнило агрометеорологічну ситуацію.

Узагальнюючи, можна зазначити, що погодні умови впродовж 2023 року загалом були близькі до середньорічних показників, проте протягом певних періодів спостерігались аномальні погодні явища, що нехарактерні для даного періоду року. Проте сумарні показники активних температур та середньої

кількості опадів сприяв вирощуванню бобових культур та забезпечив передумови для формування стабільного рівня урожайності.

Погодні умови 2024 року суттєво відрізнялися від середньобагаторічних кліматичних норм. Вони характеризувалися підвищеним температурним фоном і дефіцитом опадів упродовж літнього періоду, що є критичним етапом для формування вегетативної маси зернобобових культур.

У **січні 2024 року** переважала притаманна погода для даної пори року. Оподи випадали переважно у вигляді снігу та дощів. У середньому температура повітря відповідала багаторічних показникам для даного періоду року. Кількість опадів, навпаки, перевищувала багаторічні показники і становила 65 мм – за місяць випало на 25 мм більше від норми.

У **квітні 2024 року** середня температура повітря становила 14,1 °С, що на 2,2 °С вище за багаторічну норму. Місячна сума опадів склала 100 мм, що на 50 мм більше від середньостатистичного показника.

У першій декаді місяця спостерігалось інтенсивне підвищення температури за умов сухої погоди, що сприяло швидкому висиханню верхніх шарів ґрунту. Але на зміну високим температурам, що фіксувались у першій декаді місяця, прийшла велика кількість опадів у вигляді дощу зливного характеру, що дозволило поповнити запаси продуктивної вологи у ґрунті.

У **травні** переважала помірно тепла погода з нерівномірним розподілом опадів, що зумовило значні коливання температури. Середньомісячна температура повітря склала 16,8 °С і була близькою до середніх багаторічних значень. При цьому кількість опадів за місяць становила рекордно низькі показники – 47 мм, що на 20 мм мене за норму для даного періоду.

У **липні** температурний режим перевищував багаторічну норму на 5 °С і становив 26,7. Переважала спекотна погода, яка негативно позначалася на ростових процесах теплолюбних сільськогосподарських культур, зокрема для бобових. Значного зволоження протягом місяця не спостерігалось. Місячна сума опадів склала 85 мм, що відповідає середньому показнику за період

багаторічних спостережень.

Початок серпня характеризувався складними погодно-кліматичними умовами для більшості культур, вегетація яких тривала в другій половині літа. Температура повітря часто перевищувала позначки $+32\text{ }^{\circ}\text{C}$ і навіть $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Запаси вологи у метровому шарі ґрунту значно зменшились, а для окремих культур досягли критично низького рівня. Поєднання високих денних температур, низької відносної вологості повітря та дефіциту ґрунтової вологи ускладнило підготовку ґрунту під посів озимини, особливо через надмірно сухий верхній шар.

Вересень відзначився м'якими погодними умовами: тепла та дощова погода домінувала, а температурний режим переважно відповідав багаторічним нормам. Завдяки достатній кількості опадів і підвищеним температурам забезпечувався оптимальний гідротермічний баланс, який сприяв ефективному накопиченню вологи в орному шарі ґрунту, необхідної для посіву озимих культур. Середня температура повітря була вищою за багаторічну норму на $1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, а загальна кількість опадів досягла 61 мм , перевищуючи середні значення на 10 мм .

У 2024 році гідротермічні умови під час проведення досліджень значно відрізнялися від середньобагаторічних показників. У травні середня температура повітря становила $16,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, що на $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ перевищувало норму. Водночас рівень опадів досягав критично високих значень – 133 мм , що вдвічі більше за середньобагаторічний рівень. Надлишок вологи сприятливо позначився на формуванні сходів нуту, забезпечуючи їх рівномірність і високу енергію проростання.

У 2025 році для вирощування нуту склалися оптимальні умови. М'яка зима із незначною кількістю опадів не створили запасів ґрунтової вологи. Квітень характеризувався помірною температурою, що притаманна для даної пори року. Середня позначка досягала температури - $9,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, що на $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ вища за середній показник для даного регіону та 634 мм опадів, що 34 мм більше ніж

середньорічний показник.

Квітень місяць, період посіву (III декада) видався помірно-теплим, що створив сприятливі умови для посіву нуту. Температура ґрунту була оптимальна для посівів – 10 °С, середня температура повітря – 12,4 °С та кількістю опадів – 18 мм, що на 30 мм менше норми і являється критичним рівнем для даного періоду посіву.

Травень видався надмірно аномальним. Температурні показники були максимально низькими, що негативно вплинуло на вегетацію нуту та інших сільськогосподарських культур. Короткочасне пониження температури до позначки нижче 0 та велика кількість опадів, пригнічували вегетацію та нормальний розвиток рослин. Також спостерігалася аномальна кількість опадів – 196 мм. У деякі дні кількість опадів перевищувала місячні та квартальні суми опадів впродовж року. Проте за рахунок того, що нут являється холодостійкою культурою, він витримав різкі коливання температури і це в свою чергу дало дружні сходи із гарним потенціалом до врожайності.

Літній період (червень-серпень) видався помірним. Температурний режим був помірний, середня температура за даний проміжок часу становила – 23,5 °С, а кількість опадів – 55,5 мм, що відповідає багаторічним показникам. Виключенням у даний період був Липень місяць. Комфортні – 25,1 °С сприяли рівномірному проходженню метаболічних процесів та розвитку рослин, а велика кількість опадів – 119,5 мм, що створила потужний запас на залишкові місяці вегетації.

Період збору урожаю припав на вересень місяць. Середньодобова та сума активних температур (+10 °С) цього літа була нижче ніж зазвичай та не відповідала середнім багаторічним показникам. Тому більшість с.г. культур відтермінувала та пролонгувала період вегетації.

Середньодобова температура була нижчою на 1°С від середніх багаторічних значень та на 3 °С нижчою попередніх двох років, а кількість опадів була у межах багаторічних значень (55 мм).

Тому 2025 рік у більшій мірі виявився сприятливим для вирощування врожаю нуту. За рахунок холодостійкості даної рослини, вдалося безболісно пройти критичні періоди із тимчасовим приморозками та отримати високі врожаї у даному регіоні вирощування, а достатня кількість опадів створила високий запас продуктивної вологи на весь період вегетації (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Середня відносна вологість повітря за роки проведення досліджень %, 2023-2025 рр. (за даними Вінницького обл. центру з гідрометеорології)

Рік	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Середнє за роки дослідження
2023	83,2	76,7	66,4	40,1	71,1	66,6	61,3	53,8	57,8	74,5	75,4	73,3	66,7
2024	87,7	82,4	74,8	63,8	65,8	67,7	65,5	64,2	63,3	62,7	79,7	76,7	71,2
2025	83,6	75,1	74,3	63,2	61,1	62,5	78,2	61,5	65,9	64,4	81,3	78,9	70,7

Середній рівень вологості повітря у Вінницькій області за роки спостережень коливалась у діапазоні 66-71% (рис. 2.1). Цей показник є важливими орієнтирами для адаптації агротехнічних заходів та вдосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур, особливо під час проведення такого агротехнологічного заходу як «Обприскування».

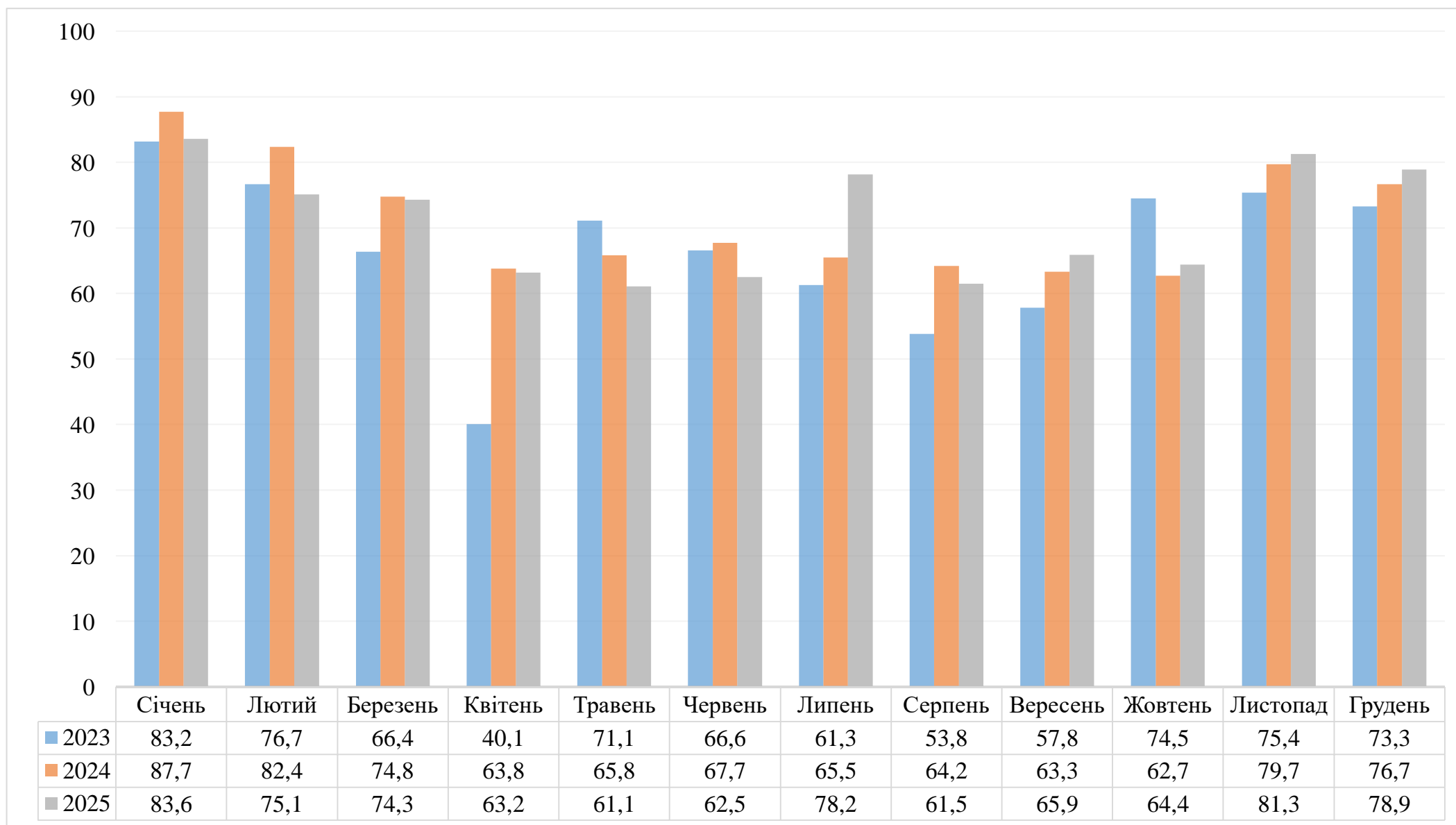


Рис. 2.1 Середня відносна вологість повітря за роки проведення досліджень, % (середнє за 2023-2025 рр.)

Упродовж останніх років в Україні простежується тенденція до посилення кліматичної аридизації. Зростання середньодобових температур у поєднанні зі зниженням кількості атмосферних опадів призводить до значного виснаження та зниження запасів ґрунтової вологи. Через високий рівень випаровування істотна частина опадів не встигає проникнути у глибші горизонти ґрунту, що значно знижує запаси продуктивної вологи.

Сучасна гідрометеорологічна ситуація характеризується переважанням короткочасних, але надзвичайно інтенсивними дощами, коли протягом доби може випадати кількість опадів, еквівалентна місячній або навіть сезонній нормі. Така нестабільність призводить до гідрологічного дисбалансу, локальних підтоплень, ерозійних процесів, а також ускладнює агротехнічні заходи.

Крім того, не лише частота, а й тривалість кліматичних аномалій поступово зростає, що свідчить про системні зміни у структурі погодних умов. Ці виклики вимагають оперативної адаптації сільського господарства до нових реалій з урахуванням кліматичних ризиків і потенційних загроз для продуктивності культур.

Вінницька область (за винятком північно-західних районів) належить до підзони з нестійким рівнем зволоження. Останніми роками середньорічна кількість опадів знизилась і становить приблизно 400–600 мм. Вологість ґрунту є одним із ключових чинників, що впливає на врожайність. Нестача вологи є серйозною проблемою для сільського господарства, оскільки спричиняє зменшення врожайності та погіршення якості продукції. Як свідчить досвід останніх років, ризики посушливих умов постійно збільшуються. Протягом теплого періоду року (з квітня по жовтень) у середньому випадає лише 350–400 мм опадів.

У лісостеповій зоні України переважають чорноземи та сірі лісові опідзолені ґрунти, які сформувалися на лесах і лесовидних породах, характеризуючись високою природною родючістю. Чорноземи, що займають понад 70% ріллі, багаті на поживні речовини та мають сприятливий водно-повітряний режим для рослин. Сірі лісові опідзолені ґрунти поділяються на темно-сірі, сірі та світло-сірі різновиди. Вони утворилися під впливом

дернового та підзолистого процесів, однак менш родючі за чорноземні ґрунти. Їх гумусний шар не перевищує 30–40 см, а за структурою вони слабкі та схильні до ущільнення.

Ґрунтовий покрив досліджуваної території переважно представлений сірими лісовими ґрунтами. Гумусово-елювіальний горизонт має глибину до 30 см, із характерним сірим забарвленням. За даними ґрунтового обстеження, яке проводив Вінницький обласний державний проєктотехнологічний центр охорони ґрунтів і якості продукції «Облдержродючість», встановлено низький вміст гумусу у ґрунтах: лише 1,97%. Детальна агрохімічна характеристика сірих лісових ґрунтів наведена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

**Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки
(за матеріалами ґрунтового обстеження 2023-2025 рр.)**

Глибина відбору зразків, см	Вміст гумусу, %	pH сольовий	Гідролітична кислотність, мг. екв на 100 г ґрунту	Сума ввібраних основ, мг. екв на 100 г ґрунту	Ступінь насиченості основами, %
0-20	1,95	5,3	3,55	14,41	88
30-40	1,38	5,2	3,5	14,1	99
65-75	0,67	5,1	3,48	13,13	87
95-105	Не визначено	4,9	3,37	13,72	85
125-135	Не визначено	4,9	3,4	13,25	89

Агрохімічний аналіз ґрунту свідчить про середній рівень забезпеченості основними елементами живлення для рослин. Вміст лужногідролізованого азоту, визначеного за методом Корнфілда, складає 67 мг/кг ґрунту. Це свідчить про обмежений рівень азотного забезпечення, що потребує раціонального використання азотних добрив. Концентрація рухомих сполук фосфору, згідно з

методикою Чирікова, досягає 140 мг/кг ґрунту, що відповідає підвищеному рівню. Такий показник сприяє формуванню кореневої системи та генеративних органів рослин. Вміст обмінного калію, також за Чиріковим, становить 90 мг/кг, що характеризується як середній рівень забезпечення і є необхідним для нормального проходження фізіологічних процесів у рослин. Сума ввібраних основ у ґрунті дорівнює 1,45 мг-екв./100 г ґрунту, що вказує на невисоку катіонну ємність. Гідролітична кислотність становить 3,44 мг-екв./100 г ґрунту, через що спостерігається підвищена кислотність ґрунтового розчину. Це може впливати на доступність поживних елементів для рослин і потребує корегувальних заходів. Реакція ґрунтового розчину є слабокислою, із показником рН у межах 5,1–5,2, що типово для даного типу ґрунтів і потребує врахування при виборі культур та складанні системи удобрення. Зволоження відбувається переважно завдяки атмосферним опадам, оскільки рівень залягання ґрунтових вод є значно глибоким – на рівні 10–15 метрів. Така гідрологічна ситуація обмежує вплив капілярного підняття вологи й посилює залежність водного режиму ґрунту від розподілу опадів упродовж вегетаційного сезону.

2.2. Схеми польового дослідження та методика проведення досліджень

Відповідно до робочої програми, здійснювалося дослідження та спостереження за особливостями росту та розвитку, із визначенням врожайності та якості зерна різних сортів нуту залежно від передпосівної обробки насіння біоінокулянтном і позакореневого підживлення мікродобривом в умовах правобережного Лісостепу. Польові експерименти проводилися в рамках дисертаційної роботи на тему «Формування продуктивності зерна нуту залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах правобережного Лісостепу України» протягом 2023-2025 років. Дослідження виконували на базі дослідного господарства «Агрономічне», що належить Вінницькому національному аграрному університету, розташованого в селі Агрономічне

Вінницького району Вінницької області. У межах програми заклали один польовий дослід.

У схемі досліді передбачено дослідити дію та взаємодію трьох факторів, а саме:

Фактор А – сорт:

1. Тріумф
2. Пам'ять

Фактор В – передпосівна обробка насіння:

1. Без передпосівної обробки насіння (обробка водою);
2. Біоінокулянт-БТУ-р

Фактор С – позакореневі підживлення:

1. Без позакореневого підживлення (контроль)
2. Одне підживлення мікродобривом Help Rost – БОР (3 л/га) у фазі бутонізації.
3. Два підживлення мікродобривом Help Rost – БОР (3 л/га) у фазі бутонізації та початку наливу насіння (табл. 2.5).

У даному досліді застосовувалося співвідношення факторів у варіації 2:3:3, що дало змогу отримати 12 варіантів із 4-х кратним повторення, як результат було отримано 48 облікових ділянок на дослідному полі.

Площа облікової ділянки становила: довжина – 40 м, ширина – 10 м, що дорівнює 400 м², а загальна площа усієї ділянки становила довжина – 42 м, ширина 12 м, загалом 502 м². Факторіальна формула 2:2:3. 12 варіантів та 4=х кратна повторність = 48 ділянок.

Попередником у досліді була озима пшениця. Основний обробіток ґрунту після збирання попередника включав у себе дискування на глибину 8 см та осінню оранку на глибину 25 см. Весною проводився передпосівний обробіток ґрунту у якому виконували культивуацію на глибину загортання насіння.

Схема польового дослід (2023-2025 рр.)

Фактор А – сорт	Фактор В – передпосівна обробка насіння	Фактор С – позакореневі підживлення
A ₁ – Триумф	B ₁ – без передпосівної обробки	C ₁ – без позакореневого підживлення (к)*
A ₂ – Пам'ять	B ₂ – передпосівна обробка насіння бактеріальним препаратом Біоінокулянт-БТУ-р (1,5 л/т)	C ₂ – одне підживлення мікродобривом Help Rost – БОР (3 л/га) у фазу бутонізації
		C ₃ – два підживлення мікродобривом Help Rost – БОР (3 л/га кожне) у фазу бутонізації та початку наливу насіння

Примітка: (к.) – контроль. За контроль прийнято варіант без передпосівної обробки та без позакореневих підживлень. У день сівби насіння нуту звичайного на контрольному варіанті обробляли водою.

У день посіву насіння було оброблено згідно схеми дослід біоінокулянтом «Біоінокулянт-БТУ-р» 0,3 л/га. Під час позакореневих підживлень застосовували мікродобриво Help Rost-БОР з нормою використання 3 л/га. Позакореневі підживлення проводилися у різні фази розвитку рослини. Перше позакореневе підживлення проводилося у фазі бутонізації, а друге на початку наливу насіння.

Контрольний варіант дослід передбачав обробку насіння лише водою та відсутністю позакореневих обробок.

Сіяли насіння нуту у 2-3 декаді квітня широкорядним способом із шириною міжрядь 45 см. Норма висіву становила 0,7 млн. схожих насінин на гектар із глибиною загортання насіння – 5 см. Одразу після посіву було проведено коткування посівів агрегатом «КЗК-10», а фазі 2 листочків постійно

здійснювалося боронування посівів бороною «Mcfarlane WLD 2060-16 з подальшим одноразовим міжрядним обробітком.

Біоінокулянт-БТУ-р від компанії БТУ-цент (<https://btu-center.com/bioinokuliant-btu-r-boby>) – це екологічно безпечний препарат, що не є шкідливий для людей, тварин та бджіл. Добре сприяє біологічному оздоровленню ґрунту та значно знижує шкідливу дію нітратів, що здатні накопичуватися у ґрунт в результаті безвідповідального внесення азотних добрив. Він містить велику різноманітність бульбочкових бактерій на основі селекційних штамів *Mezorhizobium ciceri* сприятиме інтродукції в ґрунтові мікробіоценози вискоєфективних штамів ризобій нуту та підвищенню продуктивності рослин, а також макро- та мікроелементи, біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій. Дані бактерії під час свого розвитку у прикореневій зоні бобових рослин, збагачують ґрунт біологічним азотом та додатково продукують ріст стимулюючі речовини.

Склад: життєздатні клітини бульбочкових бактерій:

- *Bradyrhizobium japonicum*, симбіотичні до сої, титр від $2,0 \times 10^9$ КУО/см³;
- *Rhizobium leguminosarum*, симбіотичні до гороху, титр від $2,0 \times 10^9$ КУО/см³;

- *Mezorhizobium ciceri*, симбіотичні до нуту, титр від $2,0 \times 10^9$ КУО/см³

макро- та мікроелементи, біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій (вітаміни, гетероауксини, гібереліни тощо). Призначення: для передпосівної обробки насіння сої, гороху та інших бобових культур.

Біологічна дія біопрепарату:

- фіксує атмосферний азот (в умовах симбіозу з бобовими культурами) та перетворює його у форму, доступну для засвоєння рослинами;

- інтенсифікує процеси бульбочкоутворення;

- забезпечує рослини рістстимулюючими речовинами;

- збільшує вміст протеїну в насінні;

- підвищує урожайність;

- покращує агрохімічні та фізичні показники ґрунту.

Препарат Біоінокулянт-БТУ-р використовується для передпосівної обробки насіння бобових культур механізованим шляхом (машини для протруювання типу ПС-10 чи бетономішалки.

Мікродобриво Help Rost – БОР (<https://btu-center.com/xelprost-bor-ks-150-gl>) призначено для позакореневих підживлень у період вегетації. До його складу входить: макро-, мікроелементи: В – 110,0; N – 44,0; амінокислоти – 2,0; комплекс мікроорганізмів.

Полеві дослідження супроводжувалися широким спектром фенологічних спостережень, агробіологічних вимірювань та аналітичних процедур, які здійснювалися згідно з усталеними методиками, що мають визнання у науково-дослідній практиці.

Фенологічні спостереження проводили у відповідності до вимог «Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур». У процесі дослідження фіксували основні фази росту і розвитку рослин. Початок кожної фази реєстрували тоді, коли її прояв спостерігався у 10 % рослин, а повне настання – при досягненні 75 % рослин дослідної популяції [92].

Облік густоти стояння рослин здійснювали на постійно закріплених ділянках за допомогою маркувальних кілочків. Виміри проводили двічі – у фазі повних сходів та безпосередньо перед збиранням урожаю. Облік виконували в чотирикратній повторності на двох несуміжних варіантах досліду відповідно до рекомендацій В.Ф. Мойсенченка та В.О. Єщенка [93].

Висоту рослин вимірювали шляхом прямого заміру 25 типових рослин на кожній обліковій ділянці, використовуючи фіксовану сітку ділянок, у чотирикратній повторності [93].

Виживаність рослин розраховували як співвідношення кількості життєздатних особин перед збиранням врожаю до їх кількості у фазі повних сходів [93].

Площа листкової поверхні визначалась методом, що дозволяє оцінити загальний фотосинтезуючий потенціал посівів на кожному етапі вегетації [93].

Фотосинтетичний потенціал (ФП) розраховували згідно з методикою того ж автора, як сумарну продуктивну площу листків за вегетаційний період [93].

Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) обчислювали за формулою, запропонованою Кіддом, Вестом і Бріггсоном, що дозволяє оцінити ефективність перетворення світлової енергії у біомасу [93].

Аналіз структури врожаю здійснювали шляхом відбору снопових зразків, що дозволяє визначити компоненти врожайності, зокрема кількість бобів на рослині, насінин у бобі та масу насіння з одного снопа [93].

Облік урожаю нуту проводили у фазі повної стиглості, застосовуючи методику поділянкового обмолоту за допомогою зернозбирального комбайна Claas Lexion 480, з подальшим зважуванням маси врожаю з кожної облікової ділянки. Коригування на стандартну вологість і засміченість здійснювали згідно з чинними нормами [52].

Фізичні показники якості зерна, зокрема масу 1000 насінин, визначали відповідно до стандарту ДСТУ 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості» [48].

Економічну ефективність впроваджених елементів технології вирощування нуту розраховували аналітичним методом з урахуванням реальних виробничих витрат та цінових параметрів за 2025 рік. Аналіз включав показники витрат на 1 га, валового прибутку, собівартості та рівня рентабельності [66].

Енергетичну ефективність технологічних рішень оцінювали згідно з підходами, описаними в працях О.К. Медведовського та П.І. Іваненка. Враховували енергетичний потенціал урожаю, витрати енергії на всі етапи вирощування, а також обчислювали коефіцієнт енергетичної окупності [91].

Статистична обробка отриманих результатів здійснювалась методом

дисперсійного аналізу з використанням прикладного програмного забезпечення – ПК «Agrostat», Statistica 6.0 та MS Excel. Результати досліджень опрацьовували за багатofакторною схемою з елементами кореляційного аналізу, що забезпечує об'єктивну оцінку впливу окремих факторів [140-141].

Висновки до розділу 2:

1. Упродовж періоду проведення досліджень (2023-2025 рр.) гідротермічні умови загалом залишалися близькими до середніх багаторічних значень, демонструючи лише незначні відхилення 1-2 °С та періодичні періоди із аномально високою температурою повітря у літні місяці та великої кількості опадів за короткочасний період. Незважаючи на окремі коливання температурного режиму та кількості опадів у певні роки, погодні умови в цілому були придатними для росту, розвитку рослин нуту та забезпечували належні умови для реалізації їхнього генетичного потенціалу задля максимальної продуктивності.

2. Кліматичні й ґрунтові особливості правобережної частини Лісостепу України створюють сприятливе середовище не лише для вирощування традиційних культур, а й для запровадження у виробництво нових, зокрема нуту, який добре адаптується до регіональних умов. Польовий дослід було організовано згідно з науково обґрунтованими методиками, що відповідають загальноприйнятим агротехнічним вимогам, прийнятим для зони Лісостепу. При цьому базова технологія вирощування була збережена, а в експериментальну частину дослідження інтегровано дослідні фактори, спрямовані на оптимізацію умов вирощування нуту.

3. Для отримання достовірних та репрезентативних результатів було застосовано комплекс лабораторних і польових методів дослідження, апробованих у науковій практиці та описаних у провідній вітчизняній і міжнародній літературі. Використання цих методик забезпечило точність обліку, спостережень і вимірювань, що, у свою чергу, дозволило сформулювати

науково обґрунтовані висновки та виробити практичні рекомендації для впровадження у виробничу діяльність сільськогосподарських підприємств даного регіону.

За матеріалами другого розділу автором опубліковано праці:

1. Гончар М.В. Вирощування зернобобових в умовах зміни клімату та глобального потепління. Матеріали IV Всесвітньо-української науково-практичної конференції: *«Науково-інноваційний розвиток агровиробництва як запорука продовольчої безпеки України»*. 28-29 вересня 2023 р. Київ. 2023. С. 244-247.

2. Гончар М.В. Нут – толерантність до тепла і посухи. Вплив на розвиток, врожайність та складові врожаю. Матеріали II Всесвітньоукраїнської науково-практичної конференції: *«Актуальні проблеми сучасної науки: теоретичні та практичні дослідження молодих вчених»*. 14-15 травня 2024 р. м. Полтава. 2024. С. 11-14.

РОЗДІЛ 3. РІСТ ТА РОЗВИТОК НУТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

3.1. Тривалість періоду вегетації нуту залежно від технологічних прийомів вирощування

Тривалість вегетаційного періоду сільськогосподарських культур є важливою генетичною ознакою, яка визначається сортовими характеристиками, групою стиглості та типом росту рослин [108, 165-166]. Визначення фенологічних фаз росту та розвитку має ключове значення для оптимізації агротехнічних заходів, оскільки дозволяє своєчасно проводити підживлення, регулювати густоту посіву, здійснювати захист від шкідників та хвороб [120], а також оцінювати вплив гідротермічних умов на тривалість вегетації [121]. Через це систематичне спостереження за фенологією рослин є невід'ємною складовою сучасних наукових досліджень у сфері рослинництва [122].

Вегетаційний період безпосередньо впливає на повноту реалізації потенційної продуктивності сорту [106]. Зміни у тривалості окремих фаз росту та розвитку залежать від забезпеченості рослин ключовими життєвими ресурсами, зокрема вологою, поживними елементами та мікроелементами, а також від умов освітлення та температурного режиму [115].

У ході проведених досліджень було встановлено, що тривалість вегетаційного періоду нуту значною мірою визначалася не лише сортовими особливостями, але й комплексом технологічних прийомів вирощування. Зокрема, застосування бактеріального препарату для передпосівної обробки насіння та проведення позакореневих підживлень впливало на швидкість проходження окремих фенологічних фаз. Зменшення або збільшення тривалості цих фаз визначає інтенсивність використання рослинами фотосинтетичної радіації, води та елементів живлення, що, у свою чергу, відображається на формуванні вегетативної маси, генеративних органів і майбутньої врожайності.

Особливу увагу слід приділяти міжфазним періодам, тривалість яких залежить від темпів накопичення суми активних температур, особливо на початкових етапах розвитку [106].

У польових спостереженнях фіксували дати настання початку та завершення основних фаз росту, тривалість цих фаз, суму активних температур, кількість опадів та гідротермічний коефіцієнт за міжфазні періоди. Це дозволяє оцінити, як погодні умови та агротехнологічні заходи впливають на темпи розвитку рослин і на формування продуктивних ознак посіву.

Таким чином, тривалість вегетаційного періоду нуту є критичним фактором, що визначає ефективність використання ресурсів рослинами та реалізацію їхнього генетичного потенціалу продуктивності. Раціональне управління тривалістю росту та розвитку через оптимізацію агротехнологічні прийоми, дозволяє підвищити врожайність та стабільність посівів у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Аналізуючи тривалість вегетаційного періоду рослин нуту упродовж 2023-2025 рр., слід зазначити, що залежно від застосування інокуляції насіння повні сходи сорту Тріумф з'явилися на 19-й день після сівби, тоді як у сорту Пам'ять вони спостерігалися на 20-й день (табл. 3.1).

Дослідження показали, що передпосівна обробка насіння нуту інокулянтном БТУ-р та позакореневе підживлення мікродобривом Help Rost (Бор), а також їх комплексна взаємодія, впливали на тривалість окремих міжфазних періодів росту, особливо на фазу від початку наливання насіння до повної стиглості. Інші фази розвитку рослин, завдяки використанню передпосівної обробки та позакореневих підживлень, змінювалися в межах 2-3 днів у порівнянні з контролем для досліджуваних сортів.

Тривалість вегетаційного періоду визначалась сортовими характеристиками, передпосівною обробкою, позакореневим підживленням і гідротермічними умовами регіону вирощування. У сорту Пам'ять вона складала 89–95 днів, а у сорту Тріумф – 93-98 днів.

Тривалість вегетаційного періоду рослин нуту залежно від технологічних прийомів вирощування, діб (середнє 2023-2025 рр.)

Передпосівна обробка насіння біоінокулянтom БТУ-р	Позакореневі підживлення мікродобривом Нер Рost (Бор)	Міжфазні періоди					
		сівба-повні сходи	повні сходи - бутонізація	повне цвітіння - утворення бобів	утворення бобів - наливання зерна	наливання зерна - повна стиглість	Сходи - стиглість
Пам'ять							
Без обробки	без підживлень (к)	20	21	24	17	21	89
	одне підживлення	20	21	25	18	22	90
	два підживлення	20	21	25	18	23	91
Біоінокулянт- БТУ-р	без підживлень	20	22	25	18	22	92
	одне підживлення	20	22	26	19	24	93
	два підживлення	20	22	26	19	25	95
Тріумф							
Без обробки	без підживлень	19	20	23	19	24	93
	одне підживлення	19	20	24	20	25	94
	два підживлення	19	20	24	20	26	95
Біоінокулянт- БТУ-р	без підживлень	19	21	24	20	26	94
	одне підживлення	19	21	25	21	27	96
	два підживлення	19	21	25	21	28	98

Зокрема, при комбінованому застосуванні у передпосівну обробку насіння бактеріального препарату БТУ-р та два позакореневих підживлення мікродобривом Help Rost (Бор) відзначалося подовження міжфазного періоду «початок наливання насіння – повна стиглість» на 4 дні у сортів Триумф та Пам'ять у порівнянні із варіантом без обробки насіння.

У ході проведених досліджень було встановлено, що повний вегетаційний період сорту Триумф перевищував тривалість сорту Пам'ять на 3 дні. Варто зазначити, що такі загальні розбіжності у декілька днів між досліджуваними сортами пояснюється їхньою генетичною особливістю та співпадають із даними заявленими оригінатором.

Крім того, технологічні прийоми мали помітний вплив на тривалість всього вегетаційного періоду. Так, у сорту Триумф тривалість періоду повні сходи – повна стиглість становила 98 днів на варіанті, де у передпосівну обробку насіння використовували бактеріальний препарат БТУ-р у поєднанні із двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор) у фазі бутонізації та початку наливу насіння. У сорту Пам'ять тривалість періоду повні сходи – повна стиглість становила 95 днів на варіанті, де у передпосівну обробку насіння використовували бактеріальний препарат БТУ-р у поєднанні із двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор) у фазі бутонізації та початку наливу насіння. Це свідчить, що комплексне застосування інокулянтів і мікродобрив забезпечує більш рівномірний та триваліший розвиток бобових культур, що створює сприятливі умови для повнішої реалізації їх біологічного потенціалу, підвищення продуктивності фотосинтезу та формування стабільно високого врожаю за різних умов вологозабезпечення і температурного режиму.

Дослідження показали, що гідротермічні умови років проведення експериментів значно вплинули на тривалість міжфазних періодів у рослин нуту. Залежність між тривалістю міжфазного періоду і вибором сорту, елементами технології вирощування та погодними умовами було підтверджено.

Виявлено, що передпосівна обробка насіння біоінокулянтном БТУ-р із подальшим використанням двох позакореневих підживлень мікродобривом Help Rost (Бор) у фазі бутонізації та початку наливу насіння сприяє продовженню міжфазного періоду від початку наливу зерна до повної стиглості. Такий підхід дозволив збільшити тривалість зазначеного періоду в сортах нуту Пам'ять і Триумф на 6 і 5 днів відповідно, порівняно з контрольним варіантом.

3.2. Польова схожість та виживаність рослин нуту залежно від елементів технології вирощування

Значний рівень зернової продуктивності нуту значною мірою визначається активністю початкових етапів росту і розвитку рослин, що вимагає цілеспрямованого впровадження комплексу технологічних заходів [45]. Одним із визначальних агротехнічних прийомів є передпосівна обробка насіннєвого матеріалу біологічними препаратами, зокрема бактеріальними інокулянтами, що забезпечує підвищення польової схожості та формування однорідних і життєздатних агрофітоценозів. Застосування інокуляції дозволяє активізувати процеси азотфіксації, підвищити стійкість насіння до несприятливих умов та посилити енергію проростання, що є передумовою рівномірного розміщення рослин у посіві.

Насіння нуту має товсту оболонку, що зумовлює повільне поглинання води. Для проростання йому необхідно до 140-160% вологи від його власної маси. У разі дефіциту вологи процес проростання припиняється, і насіння переходить у стан вторинного спокою. Негативно впливають також понижена температура та обмежений доступ кисню до зародка. За оптимальних температурних умов та вологозабезпечення інтенсивність дихання насіння зростає, активуються ферментативні системи, що забезпечує повноцінний запуск обміну речовин і швидке проростання [107].

У сучасних умовах, з огляду на зміну клімату, зниження рівня природної вологи в ґрунті, важливо забезпечити адаптивність початкових етапів розвитку нуту шляхом застосування не лише біопрепаратів, але й регуляторів росту, мікроелементів у формі хелатів, а також добрив з пролонгованою дією [116]. Такі комплексні заходи дозволяють підвищити енергію проростання,

Проте, варто зазначити, що лабораторні показники схожості не завжди корелюють з польовими результатами: навіть насіння з високими лабораторними показниками може не забезпечити дружних сходів у полі [112]. Це обумовлюється дією стресових чинників у відкритому ґрунті. Польові дослідження підтверджують, що недостатня схожість призводить до зрідженості посівів, ослаблення рослин і зменшення загального врожаю.

Тому, після дружних сходів, вирішальним фактором є кількість рослин нуту на одиницю площі (шт/га), який істотно впливає на формування врожайності та якості зерна. Оптимальна густина стояння забезпечує раціональне використання світла, вологи й елементів живлення, сприяє формуванню потужного асиміляційного апарату та рівномірному розвитку рослин у посівах [108]. За недостатньої кількості рослин знижується коефіцієнт використання площі живлення, тоді як надмірне загущення посівів призводить до міжрослинної конкуренції, витягування стебел і зменшення індивідуальної продуктивності рослин.

Особливого значення густина стояння рослин [106] набуває для нуту як культури з обмеженою здатністю до компенсації зріджених посівів. На відміну від зернових колосових культур, нут у меншій мірі формує додаткові пагони, тому відхилення фактичної кількості рослин від оптимальної норми безпосередньо відображається на кількості бобів і насінин з одиниці площі. Встановлено, що за оптимальної кількості рослин формується найбільш збалансоване співвідношення між елементами структури врожаю – кількістю бобів на рослині, масою насіння та рівнем реалізації біологічного потенціалу сорту [113].

Важливою є не лише початкова густина посіву, але й збереженість рослин упродовж вегетації. Кількість рослин нуту на кінець вегетаційного періоду є індикатором впливу агротехнічних заходів, погодних умов і фітосанітарного стану посівів впродовж усього періоду вегетації. Високий відсоток збереженості рослин свідчить про оптимальні умови росту та розвитку, ефективність передпосівної обробки насіння, зокрема інокуляції, а також належний рівень догляду за посівами. Саме фактична густина стояння перед збиранням є визначальним показником, що тісно корелює з рівнем урожайності нуту та стабільністю його виробництва.

Моніторинг динаміки густоти рослин різних сортів Тріумф та Пам'ять, де здійснювали передпосівну інокуляцію насіння бактеріальним препаратом та проводили позакореневі підживлення засвідчив, що попри незначні розбіжності у календарні дати сівби 22 квітня 2023 року, 11 квітня 2024 року та 25 квітня 2025 року – поява сходів спостерігалася практично в один і той самий термін. Це свідчить про стабілізуючу дію інтенсивних технологічних прийомів на проростання насіння та формування початкової густоти стояння рослин, навіть за коливань погодних умов у різні роки. Дані результати можна спостерігати у таблиці 3.2.

У польових умовах усі дослідні варіанти, що передбачали передпосівну інокуляцію насіння бактеріальним препаратом у поєднанні з дворазовим позакореневим підживленням, сприяли збільшенню густоти стояння рослин нуту в різні фази розвитку за шкалою ВВСН. Доведено, що найвищу гулоту рослин під час обліків у фазі сходів (ВВСН 10) зафіксовано у сорту Тріумф на варіанті з обробкою насіння препаратом БТУ-р – 400,33 тис. рослин/га, тоді як перед збиранням (ВВСН 95) цей показник становив 338,07 тис. рослин/га.

Сорт Пам'ять продемонстрував дещо нижчі результати. Найкращий показник густоти на фазу сходів було отримано також за умови комплексного застосування інокулянту БТУ-р, де кількість рослин становила 370,23 тис./га, тоді як на контрольному варіанті – 369,89 тис./га. Порівняння цих результатів свідчить про неістотне підвищення відносно контрольного варіанту у фазі ВВСН 10 (повні сходи).

Таблиця 3.2

Густота стояння рослин нуту залежно від елементів технології вирощування, тис. шт./га. (середнє за 2023-2025 рр.)

Сорт	Передпосівна обробка насіння біоінокулянт-БТУ-р	Позакореневі підживлення мікродобривом Help Rost (Бор)	Час проведення обліку	
			фаза сходів ВВСН 10	перед збиранням ВВСН 95
Пам'ять	Без обробки	без підживлень (к)	359,89	280,33
		одне підживлення	359,89	287,15
		два підживлення	359,89	301,54
	Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	370,23	285,23
		одне підживлення	370,23	289,45
		два підживлення	370,23	303,76
Тріумф	Без обробки	без підживлень	385,12	294,76
		одне підживлення	385,12	301,22
		два підживлення	385,12	306,76
	Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	400,33	320,16
		одне підживлення	400,33	325,23
		два підживлення	400,33	338,07
НІР ₀₅	Фактор А		1,26	2,08
	Фактор В		1,20	2,21
	Фактор С		1,15	1,97
	Фактори АВС		3,61	6,26

На момент настання фази повної стиглості, враховуючи вплив застосованих агротехнологічних заходів, густина стояння рослин нуту сорту Триумф становила 338,07 тис./га, а в сорту Пам'ять – 303,76 тис./га на варіантах із інокуляцією насіння та двома позакореневими підживленнями, що також підтверджує ефективність обраного комплексу передпосівної інокуляції та підживлень.

Отже, результати дослідження свідчать про істотний вплив технологічних факторів на показники густоти стояння нуту. Попри це, у фазі повної стиглості розбіжності між варіантами залишалися в межах статистичної похибки ($HP_{0.5} = 6,26$), що вказує на потенціал вирівнювання густоти за сприятливих умов вегетації.

Однією з ключових проблем сучасного рослинництва залишається те, що висіяне насіння не завжди здатне повною мірою реалізувати свій генетичний потенціал продуктивності, особливо у випадку зернобобових культур. Це обумовлює необхідність удосконалення підходів до комплексної оцінки якості насіння перед посівом, а також впровадження біологічних та фізіологічно активних стимуляторів росту.

Під час досліджень було встановлено, що гідротермічні умови мали домінуючий вплив на процес появи сходів, що підтверджено під час обліку густоти на ранніх етапах розвитку. Такий вплив погодних чинників підтверджує необхідність адаптації технології вирощування до конкретних кліматичних умов року рис 3.1. та рис 3.2.

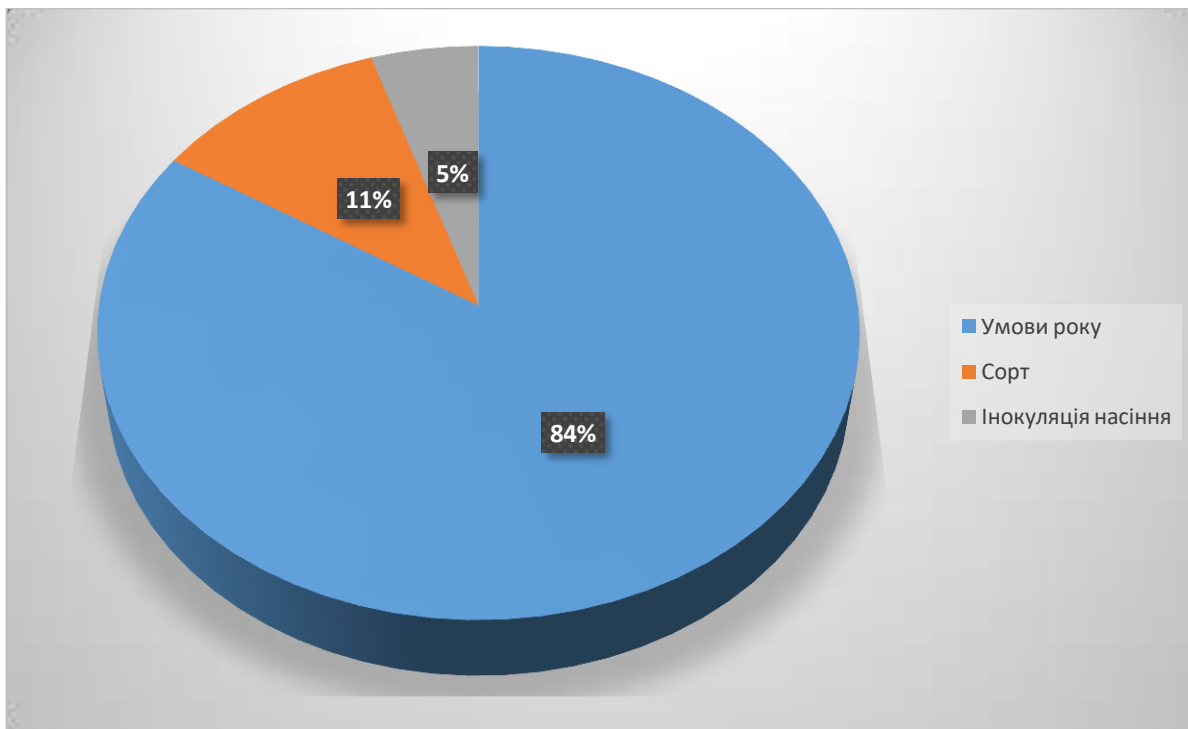


Рис. 3.1. Частка впливу досліджуваних факторів на формування рівномірних сходів сортів нуту (середнє за 2023-2025 рр.)

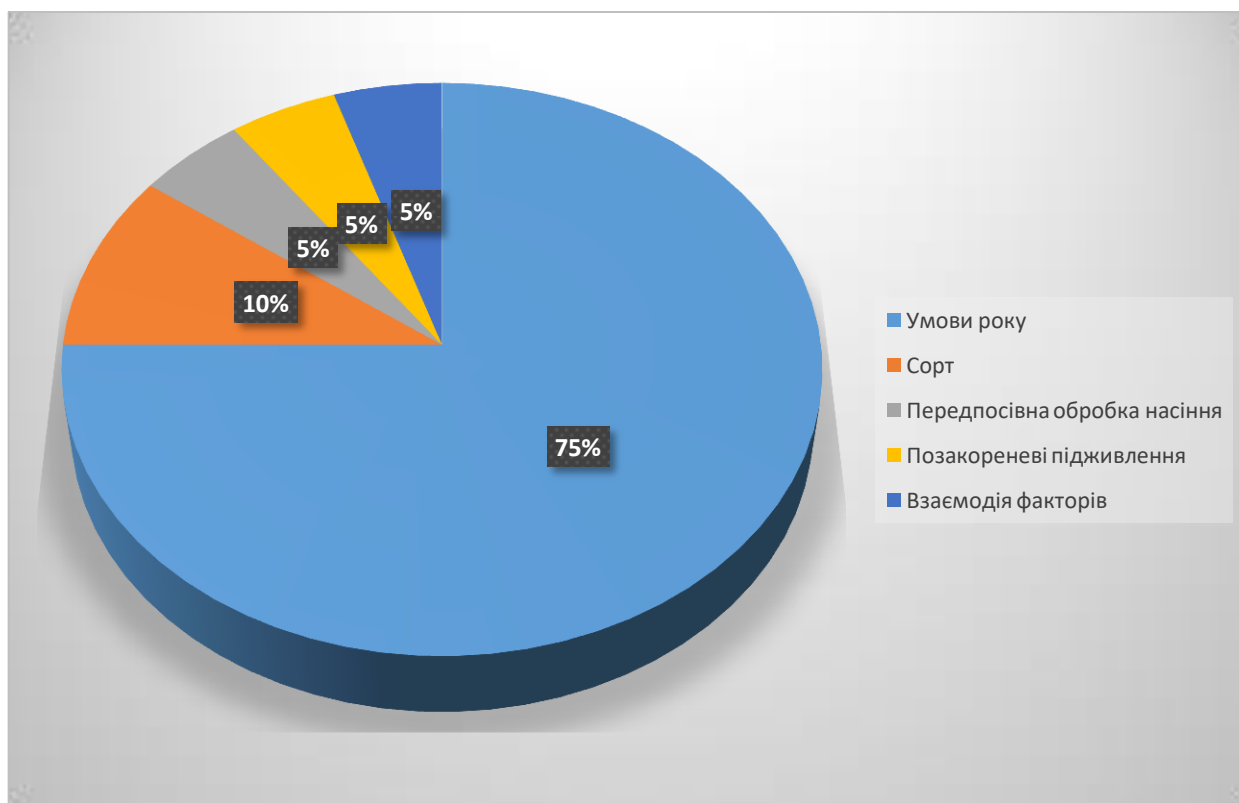


Рис. 3.2. Частка впливу досліджуваних факторів на формування густоти сортів нуту перед збиранням (середнє за 2023-2025 рр.)

За результатами проведених спостережень встановлено, що за умови одночасної сівби поява сходів відбувалася практично синхронно незалежно від варіанта досліду. Аналіз експериментальних даних щодо процесу проростання насіння різних сортів нуту засвідчив, що застосування бактеріального препарату та мікродобрив не мало істотного впливу на швидкість і рівномірність появи сходів. Це пояснюється тим, що на початкових етапах онтогенезу проростання насіння відбувається переважно за рахунок поживних речовин, акумульованих в ендоспермі, які забезпечують енергетичні потреби проростка до формування власної кореневої системи. Водночас результати досліджень свідчать, що використані технологічні прийоми мали помітний вплив на подальший розвиток рослин, зокрема на показники польової схожості та виживаності досліджуваних сортів нуту. Найбільш виражені відмінності за цими параметрами зафіксовано у сорту ВВСН 95, що відображено в таблиці 3.2. Це вказує на те, що ефективність застосування бактеріального препарату і мікродобрива проявляється не стільки на етапі проростання насіння, скільки у процесі адаптації рослин до умов ґрунтового середовища та формування їх початкової продуктивності.

Встановлено, що сортові особливості та застосовані технологічні прийоми вирощування на початкових етапах розвитку рослин мали незначний вплив на формування сходів. Водночас передпосівна інокуляція насіння нуту бульбочковими бактеріями виявилася ефективним агротехнічним заходом, спрямованим на підвищення рівня схожості насіння. Дія цього прийому зумовлена активізацією окисно-відновних процесів у насінні, що сприяє інтенсифікації фізіолого-біохімічних реакцій у період проростання. Застосування передпосівної обробки насіння бактеріальними препаратами забезпечило зростання показників схожості нуту до 86,65 та 87,33% відповідно, що свідчить про позитивний вплив інокуляції на початковий розвиток культури. Отримані результати підтверджують доцільність використання бульбочкових бактерій як елементу технології вирощування нуту, що відображено в таблиці 3.3.

Польова схожість та виживаність рослин нуту залежно від технологічних прийомів вирощування, тис. шт./га (середнє за 2023-2025 рр.)

Передпосівна обробка насіння	Позакореневі підживлення мікродобривом Help Rost (Бор)	Польова схожість, %	Вживаність, %
Пам'ять			
Без обробки	без підживлень (к)	83,32	77,89
	одне підживлення		79,79
	два підживлення		83,78
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	86,65	77,04
	одне підживлення		78,18
	два підживлення		82,05
Тріумф			
Без обробки	без підживлень	84,56	76,54
	одне підживлення		78,21
	два підживлення		79,65
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	87,33	79,97
	одне підживлення		81,24
	два підживлення		84,45

Вживаність рослин нуту сортів Пам'ять та Тріумф упродовж вегетаційного періоду значною мірою визначалася гідротермічними умовами вирощування, а також застосуванням різних варіантів передпосівної обробки насіння. Отримані результати свідчать, що інокуляція насіння бульбочковими бактеріями препаратом Біоінокулянт-БТУ-р сприяла підвищенню стійкості рослин до дії абіотичних стресових чинників та забезпечувала зростання показників виживаності у період вегетації до 11,43%.

Найвищі значення виживаності були зафіксовані у варіанті досліду, де передпосівну обробку насіння проводили із застосуванням бактеріального препарату біоінокулянт-БТУ-р у поєднанні з дворазовою обробкою посівів мікродобривом Help Rost (Бор). За цих умов рівень виживаності рослин у сорту Пам'ять досягав 82,05%, а у сорту Триумф – 84,45%, що в середньому перевищувало контрольні показники приблизно на 11,43%. Отримані дані підтверджують ефективність комплексного застосування біологічних препаратів на основі штамів бульбочкових бактерій та мікродобрива із бором у технології вирощування нуту з метою підвищення адаптивного потенціалу рослин.

3.3. Динаміка висоти рослин нуту залежно від елементів технології вирощування

Ріст рослин є складним процесом, що відбувається завдяки взаємодії багатьох фізіологічних і біологічних механізмів, і проявляється в поступовому збільшенні маси та розмірів рослинного організму [44]. Ці зміни зумовлені клітинним поділом, їх спеціалізацією (диференціацією) та активізацією обмінних процесів. Одним із ключових показників, який відображає інтенсивність росту, є висота рослини. Хоча ця ознака генетично обумовлена сортом, вона може істотно варіюватися залежно від агротехнічних умов та впливу гідротермічних умов регіону [45].

На ранніх стадіях органогенезу нут характеризується повільним ростом [49]. Проте з настанням фази між гілкуванням і бутонізацією темпи розвитку істотно прискорюються. Саме в цей час активно формується вегетативна маса, а міжвузля видовжуються. У зазначений період висота стебла може зрости в 1,5-2 рази, що супроводжується й відповідним збільшенням загальної маси рослини. Впродовж вегетації темпи й тривалість переходу рослини від одного етапу органогенезу до іншого значною мірою залежать від погодних умов []. Так, у прохолодну та хмарну погоду ріст стебла може сповільнюватися,

натомість інтенсивніше утворюється листкова маса та генеративні органи. У посушливих умовах, навпаки, рослини швидше проходять фази розвитку, проте їхня висота зазвичай менша [64]. Таким чином, зміни ростових процесів упродовж вегетаційного періоду відображають адаптаційні механізми рослин до навколишнього середовища та їхні внутрішні біологічні властивості.

Доведено [67], що ростові процеси росту і розвитку нуту за період дослідження напряму залежать від елементів технології та відображені у рисунках 3.3-3.4.

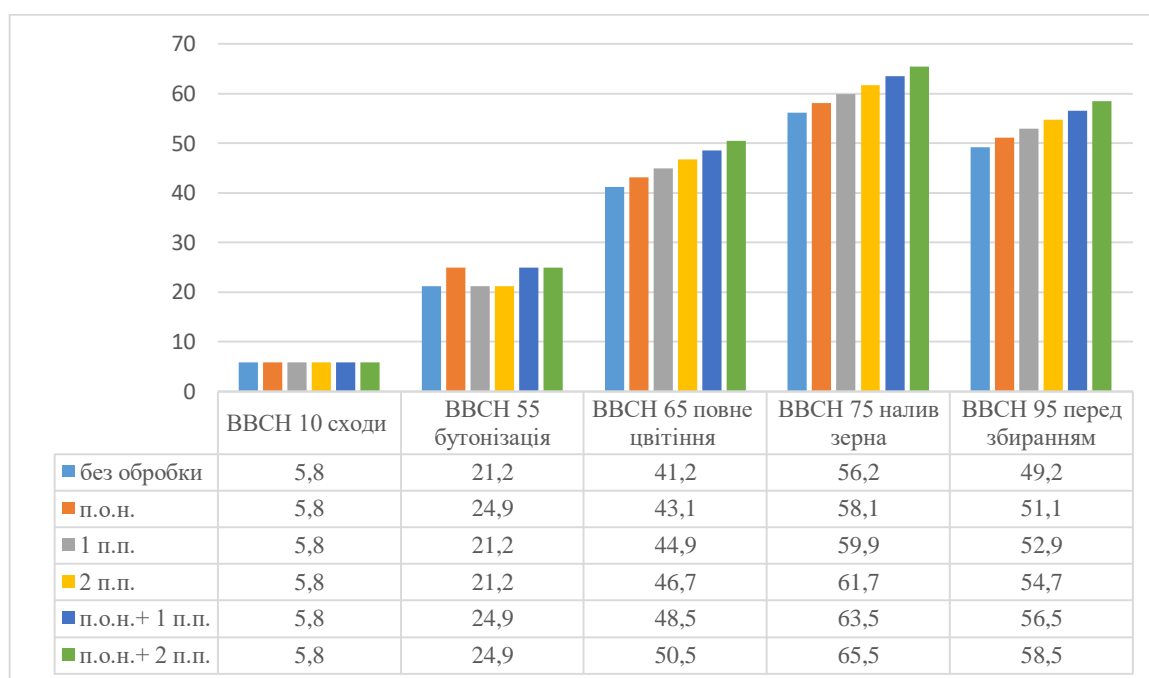


Рис. 3.3. Динаміка висоти рослин нуту звичайного сорту Пам'ять залежно від застосування передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом та позакоренових підживлень мікродобривом, см (середнє за 2023-2025 рр.)

Аналіз динаміки висоти рослин нуту впродовж вегетаційного періоду свідчить, що формування морфологічних показників у значній мірі залежало як від сортових особливостей, так і від застосування передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень. В обох сортів простежується чітка тенденція поступового наростання висоти рослин від фази сходів (BBCH 10) до фази наливу зерна (BBCH 75), однак інтенсивність ростових процесів була

неоднаковою.

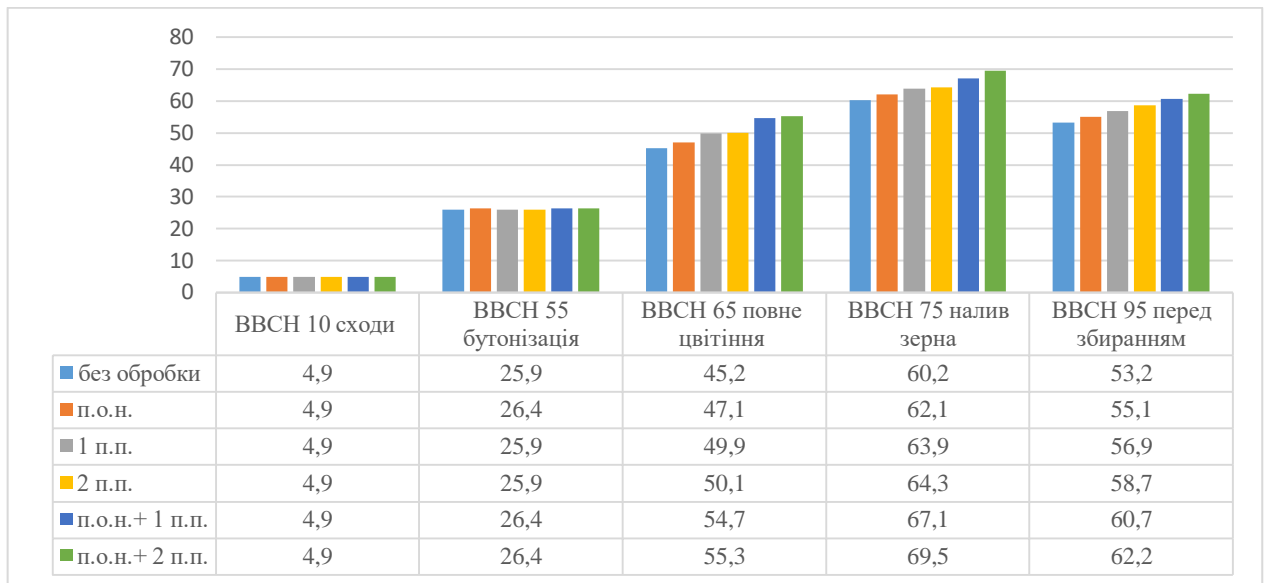


Рис. 3.4. Динаміка висоти рослин нуту звичайного сорту Тріумф залежно від застосування передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом та позакоренових підживлень мікродобривом, см (середнє за 2023-2025 рр.)

У фазі сходів різниця між сортами була незначною. Висота рослин сорту Тріумф коливалась становила 4,9 см, тоді як у сорту Пам'ять – 5,8 см незалежно від факторів, що були поставлені до вивчення. Відтак, на початкових етапах органогенезу сорт Пам'ять характеризувався дещо вищою енергією росту, що вказує на кращу стартову життєздатність рослин.

У фазі бутонізації (BBCH 55) відмінності між сортами стали більш вираженими. За всіх варіантів дослідження висота рослин сорту Тріумф (25,9-26,4 см) перевищувала відповідні показники сорту Пам'ять в середньому на 17,8%. Особливо чітко ця різниця проявлялась за комплексного застосування інокуляції та дворазового позакоренового підживлення, що свідчить про вищу чутливість сорту Тріумф до елементів інтенсифікації технології.

У фазі повного цвітіння (BBCH 65) та наливу зерна (BBCH 75) перевага сорту Тріумф зберігалась. Відтак, у фазі повного цвітіння на контрольному варіанті висота рослин сорту Тріумф становила 45,2 см, а у фазі наливу зерна

60,2 см. Доведено, що ростові процеси росту і розвитку нуту за період дослідження напряму залежать від елементів технології. Максимальні показники висоти рослин зафіксовано у сорту Тріумф у фазі наливу зерна (65,5 см) при використанні у передпосівну обробку насіння бактеріальний препарат та два позакореневих підживлення мікродобривом на основі бору, що перевищує контрольний варіант без обробок на 14,2%. Саме в ці фази відбувається активне формування генеративних органів, і більша висота рослин є опосередкованим показником інтенсивнішого росту та розвитку надземної маси, що створює кращі передумови для формування врожайності.

Перед збиранням (ВВСН 95) рослини нуту стали дещо нижчими, що обумовлено завершенням активних ростових процесів, перерозподілом пластичних речовин на формування та досягання насіння, а також частковим підсиханням і виляганням надземної маси в період фізіологічної стиглості, максимальну висоту було зафіксовано на варіанті, де у передпосівну обробку насіння використовували бактеріальний препарат та позакореневі підживлення мікродобривом.

Водночас у контрольних варіантах без застосування інокуляції та позакореневих підживлень висота рослин обох сортів була найнижчою. Проте навіть за цих умов сорт Тріумф перевищував сорт Пам'ять у середньому на 6%, що підкреслює його генетично зумовлену здатність до формування більш розвиненої надземної маси.

Тому, застосування передпосівної обробки насіння позитивно впливало на ріст рослин досліджуваних сортів, забезпечуючи формування більш розвиненої надземної маси порівняно з контролем. Водночас поєднання інокуляції з позакореневими підживленнями, особливо за дворазового їх проведення, сприяло подальшому посиленню ростових процесів і забезпечувало максимальні показники висоти рослин у всі фази розвитку.

Найвищі значення висоти рослин були зафіксовані у варіанті з поєднанням передпосівної інокуляції та дворазового позакореневого підживлення, що

підтверджує доцільність комплексного застосування біологічних і агрохімічних чинників у технології вирощування нуту. У контрольному варіанті, навпаки, сформувалися найменш розвинені рослини, що підкреслює обмежені можливості культури за відсутності додаткових елементів інтенсифікації.

Таким чином, встановлено, що сорт Триумф є більш чутливим до застосування інокуляції та позакореневих підживлень і характеризується стабільно вищими показниками висоти рослин, тоді як сорт Пам'ять відзначається дещо стриманішими темпами росту. Отримані результати підтверджують ефективність комплексного застосування досліджуваних агрозаходів та їх важливу роль у формуванні морфологічних показників рослин нуту.

3.4. Особливості формування плодоелементів нуту залежно від елементів технології вирощування

Актуальність вивчення процесів формування плодоелементів у нуту зумовлена зростаючим значенням цієї культури у сучасному землеробстві як джерела високоякісного білка, вуглеводів і мікроелементів [35, 52]. Незважаючи на цінність нуту, питання впливу комплексного застосування інокулянтів та мікродобрив на цей процес досі залишаються недостатньо дослідженими, що ускладнює розробку оптимізованих технологій вирощування.

Формування плодоелементів нуту залежить від взаємодії ряду чинників, таких як сортові особливості культури, агротехнічні методи вирощування та кліматичні умови. Застосування інокулянтів сприяє активізації роботи бульбочкових бактерій, здатних фіксувати атмосферний азот і забезпечувати рослини доступними сполуками, необхідними для росту та розвитку генеративних органів. Додатково, позакореневе підживлення мікроелементами стимулює фізіолого-біохімічні процеси, збільшує інтенсивність фотосинтезу та покращує мобілізацію поживних речовин у вирішальні фази розвитку рослини.

Добре сформовані плодоеlementи забезпечують рослинам здатність ефективно накопичувати й перерозподіляти органічні речовини, білкові та азотисті сполуки, що прямо впливає на формування основної продуктивної частини врожаю – зерна. Саме зерно є ключовим господарсько важливим продуктом, а його кількість і якість залежать від рівня розвитку й життєздатності плодоеlementів.

Таким чином, створення оптимальних умов для росту та розвитку нуту шляхом раціонального поєднання інокуляції насіння та застосування мікродобрив може стати важливим фактором підвищення врожайності й стабільності виробництва цієї культури в умовах різних ґрунтово-кліматичних зон.

Процес формування плодоеlementів у рослин нуту є складним і багатофакторним, а його перебіг значною мірою визначається застосованими елементами технології вирощування. Особливу роль у цьому аспекті відіграють передпосівна обробка насіння інокулянтами та проведення позакореневих підживлень мікродобривами, які сприяють оптимізації умов росту і розвитку культури. Саме ці агротехнічні заходи мають важливе наукове й практичне значення, оскільки забезпечують більш повну реалізацію генетичного потенціалу сортів нуту в умовах правобережного Лісостепу.

Результати проведених спостережень за процесом утворення плодоеlementів у різних сортів підтвердили, що кількісні та якісні показники цього процесу суттєво варіюють залежно від біологічних особливостей сорту, а також від ефективності застосованих технологічних прийомів. Так, використання інокулянтів активізує симбіотичну діяльність бульбочкових бактерій і сприяє кращому азотному живленню рослин, тоді як позакореневі підживлення мікроелементами стимулюють фізіологічні процеси, зокрема фотосинтез і транспортування асимілянтів. У результаті формується більша кількість плодоеlementів, які є передумовою для отримання високої врожайності зерна (табл. 3.5).

Формування плодоелементів нуту в залежності від технологічних прийомів вирощування (середнє за 2023-2025 рр.)

Передпосівна обробка насіння біоінокулянтном БТУ-р	Позакореневі підживлення Help Rost (Бор)	Середня кількість на 1 рослині, шт			% досягання бобів	
		Квіток	Бобів після зав'язування	Бобів на період дозрівання	Від кількості квіток	Від утворення бобів
Пам'ять						
Без обробки	без підживлень (к)	45,34	35,13	30,43	15,31	11,29
	одне підживлення	48,13	39,34	34,33	13,88	11,42
	два підживлення	48,81	40,41	35,18	13,76	11,59
Біоінокулянт- БТУ-р	без підживлень	47,71	38,20	33,20	14,54	12,09
	одне підживлення	50,13	40,63	35,62	14,55	12,22
	два підживлення	50,68	41,66	36,64	14,28	12,72
Тріумф						
Без обробки	без підживлень	46,01	35,40	30,46	13,64	12,12
	одне підживлення	48,61	39,71	34,71	13,73	12,39
	два підживлення	49,01	40,31	35,33	13,92	12,41
Біоінокулянт- БТУ-р	без підживлень	48,12	38,52	33,53	14,12	12,49
	одне підживлення	50,53	41,43	36,41	14,31	12,88
	два підживлення	51,42	42,21	37,21	14,53	13,05

Формування плодоелементів (кількість квіток і бобів) істотно підвищується при комбінованому застосуванні інокулянту та дворазового позакореневого підживлення, що забезпечує кращу реалізацію генетичного

потенціалу сортів нуту Тріумф і Пам'ять. Так, кількість квіток на одній рослині складала у сорту Тріумф – 51,42 шт./рослину, що було більше за контрольний варіант на 11,76%, а у сорту Пам'ять 50,68 шт./рослину, що перевищувало контрольний варіант 10,15%. У сорту Тріумф середня кількість бобів після зав'язування становила 42,21 шт./рослину та на період дозрівання 37,21 шт./рослину на аналогічному варіанті.

Встановлено, що найбільша кількість квіток на одній рослині нуту формувалась на варіанті, де у передпосівну обробку насіння використовували бактеріальний препарат БТУ-р у поєднанні із двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор) у фазі бутонізації та початку наливу насіння. Так, кількість квіток на одній рослині складала у сорту Тріумф – 51,42 шт./рослину, що було більше за контрольний варіант на 11,76%, а у сорту Пам'ять 50,68 шт./рослину, що перевищувало контрольний варіант 10,15%.

На варіантах без передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень дані показники мали найменші значення, і становили відповідно у сорту Тріумф 46,01 шт./рослину, у сорту Пам'ять – 45,34 шт./рослину. На варіантах, де окремо використовували у передпосівну обробку насіння бактеріальний препарат БТУ-р кількість квіток на одній рослині у сортів Тріумф та Пам'ять становили відповідно 48,12 та 47,71 шт./рослину.

Загалом, дослідження доводять, що поєднання інокуляції насіння з дворазовими позакореневими підживленнями мікродобривом є ефективним агрозаходом для підвищення врожайності за рахунок покращеного формування генеративних органів.

Аналогічна тенденція встановлена й при формуванні бобів у досліджуваних сортів нуту. Інокуляція насіння у поєднанні з дворазовим позакореневим підживленням забезпечила найвищі показники кількості бобів після зав'язування та на період дозрівання. Відтак, у сорту Тріумф середня кількість бобів після зав'язування становила 42,21 шт./рослину та на період

дозрівання 37,21 шт./рослину на варіанті, де у передпосівну обробку насіння використовували бактеріальний препарат БТУ-р у поєднанні із двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор) у фазі бутонізації та початку наливу насіння. Це свідчить про синергічну дію біологічного препарату та мікродобрив.

Сорт Триумф виявив тенденцію до формування більшої кількості квіток і бобів порівняно з контролем, проте відсоток реалізації квіток у боби залишався дещо нижчим, ніж у сорту Пам'ять. Встановлено, що у сорту Триумф вищий відсоток перетворення квіток у боби та стабільніші показники утворення бобів, що вказує на кращу адаптивність даного сорту до умов вирощування. Контрольний варіант у сорту Триумф мав найнижчі показники щодо формування плодоеlementів в залежності від технологічних прийомів вирощування, що підтверджує ефективність застосування інокуляції та мікродобрив для підвищення продуктивності нуту. Відтак, середня кількість квіток на 1 рослині 46,01 шт., бобів після зав'язування – 35,40 шт., бобів на період дозрівання – 30,46 шт.

Отримані результати свідчать про високу ефективність поєднання інокуляції насіння та мікроелементного підживлення у критичні періоди розвитку нуту, адже саме вони забезпечують активізацію фізіолого-біохімічних процесів, сприяють кращому живленню та формуванню генеративних органів, що у кінцевому підсумку зумовлює підвищення продуктивності культури.

Висновки до розділу 3:

1. Ріст і розвиток нуту визначаються взаємодією сортових особливостей, елементів технології та абіотичних чинників, що обумовлює необхідність комплексного підходу до технології вирощування.

2. При вирощуванні нуту встановлено, що дія та взаємодія досліджуваних елементів технології вирощування не мали несуттєвого впливу на міжфазні періоди сортів нуту, окрім початку наливання насіння – повної стиглості.

3. Тривалість вегетаційного періоду сортів нуту Пам'ять та Триумф найбільш суттєво залежала від групи стиглості, а також гідротермічних умов Лісостепу правобережного.

4. Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду залежала від сортових особливостей, передпосівної обробки, позакоренових підживлень та гідротермічних умов регіону вирощування і становила у сорту Пам'ять – 89-95 діб, а у сорту Триумф – 93-98 діб.

5. Подовження окремих міжфазних періодів (особливо «наливання зерна – повна стиглість») під впливом інокуляції та підживлень забезпечувало кращі умови для формування врожаю.

6. Густота рослин нуту змінювались залежно від передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом БТУ-р і сортових особливостей, а виживання рослин у польових умовах – окрім досліджуваних технологічних прийомів вирощування, також і від позакоренових підживлень мікродобривом на основі бору.

7. На показники лінійного приросту висоти рослин нуту найбільш суттєво вплинуло застосування у передпосівну обробку насіння бактеріального препарату БТУ-р у поєднанні із двома позакореновими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор) у фазі бутонізації та початку наливу насіння. Це свідчить про синергічну дію біологічного препарату та мікродобрив. Найбільш значиму відмінність між варіантами дослідження зафіксовано у фазу дозрівання бобів.

8. Формування плодоелементів (кількість квіток і бобів) істотно підвищується при комбінованому застосуванні інокулянту та дворазового позакореневого підживлення, що забезпечує кращу реалізацію генетичного потенціалу сортів нуту Тріумф і Пам'ять.

9. Сорт Тріумф проявив вищу адаптивність і стабільність утворення бобів, тоді як сорт Пам'ять формував більшу кількість квіток, проте із дещо нижчим відсотком перетворення у боби.

10. Поєднання інокуляції насіння та мікроелементного підживлення у критичні періоди розвитку забезпечує активізацію фізіолого-біохімічних процесів, оптимізацію росту і підвищення продуктивності нуту, що має практичне значення для стабільного виробництва культури у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

РОЗДІЛ 4. ФОТОСИНТЕТИЧНА І СИМБІОТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ НУТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ

4.1. Фотосинтетична продуктивність нуту залежно від передпосівної обробки та позакореневих підживлень

Експериментальні дані численних досліджень науковців з усього світу свідчать, що рівень фотосинтетичної продуктивності сільськогосподарських культур зумовлений комплексною взаємодією фізіологічних і екологічних чинників [65, 169]. Провідну роль серед них відіграють інтенсивність процесу фотосинтезу, площа асиміляційної поверхні листків, добовий приріст сухої речовини та ефективність використання фотосинтетично активної радіації (ФАР). Підвищення площі листової поверхні сприяє інтенсивнішому накопиченню органічної маси, що безпосередньо відображається на зростанні врожайності з одиниці посівної площі.

Актуальні дослідження, проведені у 2020-2025 рр., підтверджують, що ефективність фотосинтетичного апарату залежить від забезпечення рослин оптимальними умовами живлення, вологості та температури, а також від застосування технологічних прийомів, спрямованих на активізацію процесів асиміляції вуглецю. Розвиток прецизійного землеробства дав змогу точніше контролювати фотосинтетичну активність посівів завдяки моніторингу стану листової поверхні й показника її індексу (LAI, Leaf Area Index). Це дозволяє підвищувати врожайність без надмірного використання ресурсів, зберігаючи стабільність агроєкосистем [171].

Одним із найінформативніших показників, що відображають фотосинтетичну активність посівів, є індекс листової поверхні (LAI), який характеризує співвідношення площі листя до площі ґрунту. Наукові спостереження доводять існування оптимального значення LAI, перевищення якого не сприяє подальшому зростанню продуктивності. Навпаки, надмірна

густота листового апарату призводить до затінення нижніх шарів рослинного полог, послаблення газообміну та інтенсифікації дихання, що знижує ефективність фотосинтезу [168]. Вважається, що перевищення показника понад 60 тис. м²/га є небажаним, оскільки воно спричиняє зменшення надходження світла у внутрішні шари крони та обмежує утворення органічних сполук.

Варто зазначити, що надмірний розвиток листової маси не завжди супроводжується зростанням загальної фітомаси. У деяких випадках надмірне дихання та конкуренція за елементи живлення можуть навіть спричинити її зниження. Натомість швидке формування оптимальної листової поверхні створює сприятливі умови для отримання високих урожаїв, адже листки тривалий час залишаються у фізіологічно активному стані, ефективно асимілюють вуглець і спрямовують синтезовані речовини на формування генеративних органів наприкінці вегетації.

Сучасні наукові роботи (2021-2025 рр.) свідчать, що підтримання оптимальної площі листової поверхні забезпечується завдяки збалансованому мінеральному живленню, використанню біопрепаратів і регуляторів росту, а також застосуванню високоточних методів моніторингу LAI з використанням супутникових і дронів технологій. Такий підхід дає змогу вчасно коригувати агротехнічні заходи, запобігаючи зниженню фотосинтетичної активності посівів.

Якщо розглядати посів як єдину фотосинтезуючу систему, то врожай і приріст біомаси протягом усього вегетаційного періоду визначаються насамперед показниками LAI та загальною площею листової поверхні. У процесі старіння листків відбувається поступове зниження інтенсивності фотосинтезу, зумовлене деградацією клітинних структур, зниженням вмісту хлорофілу та погіршенням транспорту асимілятів. Вікові зміни стосуються не лише окремого листка, а й функціонування всієї рослини в цілому.

Для більшості однорічних культур найвищу фотосинтетичну активність фіксують у фазі бутонізації або на початку цвітіння, коли листовий апарат досягає максимального розвитку, забезпечуючи найвищий рівень чистої продуктивності фотосинтезу [46-47]. Після завершення цвітіння спостерігається поступове зниження активності, що пов'язано з перерозподілом пластичних

речовин на формування генеративних органів і природним старінням листків. Продовження активного фотосинтетичного періоду за допомогою біостимуляторів, регуляторів росту та оптимізації азотного живлення дозволяє підвищити сумарну асиміляційну здатність і загальну продуктивність посівів.

З фізіолого-біохімічної точки зору, будь-який технологічний прийом вирощування культури є ефективним лише тоді, коли сприяє формуванню оптимальної площі листової поверхні, яка швидко розвивається, досягає великих розмірів і тривалий час підтримує високий рівень фотосинтетичної активності. Максимальна продуктивність посівів досягається, коли технологія забезпечує високу інтенсивність фотосинтезу на одиницю листової площі, подовжує активність листків і сприяє раціональному використанню продуктів фотосинтезу на формування врожаю.

На сучасному етапі фотосинтетична діяльність нуту (*Cicer arietinum* L.) вивчена значно менше, ніж у більш поширених зернобобових культур [204]. Відомо, що формування листової поверхні нуту відбувається поступово – у міру росту головного стебла та розвитку бічних пагонів [205]. На ранніх етапах онтогенезу приріст листової маси незначний, що знижує конкурентоспроможність молодих рослин щодо бур'янів і підвищує їхню чутливість до абіотичних стресів [206].

У фазі бутонізації-початку цвітіння площа листової поверхні досягає максимального значення, забезпечуючи найвищу фотосинтетичну активність. Однак за умов загущених посівів або дефіциту освітлення нижні листки починають передчасно відмирати, що призводить до зменшення загальної асиміляційної здатності та зниження потенціалу формування врожаю.

За даними сучасних досліджень [43], ефективність фотосинтетичного апарату нуту значною мірою зростає за умов інокуляції насіння бульбочковими бактеріями. Такий біологічний прийом підсилює процеси азотфіксації, покращує розвиток листової поверхні та загальний стан рослин. Додаткове застосування позакореневих підживлень мікроелементами (бор, молібден,

залізо) стимулює синтез хлорофілу, уповільнює старіння листків і підвищує їхню фотосинтетичну стабільність. Ефект цих заходів проявляється особливо виразно на пізніших етапах розвитку рослин, коли формується максимальний фотосинтетичний потенціал і відбувається активне формування генеративних органів.

На розмір листової поверхні нуту в різні фази росту та розвитку значно впливали передпосівна обробка насіння інокулянтном і позакореневе підживлення мікродобривом на основі бору. У фазах гілкування та бутонізації цей вплив на площу листя був незначним (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Формування площі листової поверхні нуту залежно від передпосівної обробки та позакорневих підживлень (середнє за 2023-2025 рр.)

Передпосівна обробка насіння біоінокулянтном БТУ-р	Позакореневі підживлення мікродобривом Help Rost (Бор)	Площа листової поверхні, тис. м ² /га				
		Гілкування	Бутонізація	Повне цвітіння	Налив зерна	Повна стиглість
Пам'ять						
Без обробки	без підживлень (к)	6,2±1,4	13,5±1,6	28,1±1,9	38,1±2,0	34,1±2,0
	одне підживлення	6,2±1,4	13,5±1,7	30,7±1,9	39,6±2,3	35,6±2,4
	два підживлення	6,2±1,6	13,5±1,7	30,7±2,0	40,0±2,4	36,0±2,5
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	6,8±1,8	14,0±1,8	29,5±2,0	38,8±2,3	34,8±2,4
	одне підживлення	6,8±1,9	14,0±1,9	31,9±2,1	40,3±2,5	36,3±2,8
	два підживлення	6,8±1,9	14,0±1,9	31,9±2,1	40,8±2,6	36,8±2,9
Тріумф						
Без обробки	без підживлень	6,3±1,4	13,7±1,7	28,5±2,1	38,4±2,3	34,4±2,4
	одне підживлення	6,3±1,4	13,7±1,7	29,9±2,3	40,0±3,4	36,0±2,7
	два підживлення	6,3±1,5	13,7±1,8	29,9±2,3	40,4±3,7	36,5±2,8
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	6,7±1,8	14,2±1,9	30,3±2,4	40,2±3,3	36,2±2,6
	одне підживлення	6,7±2,0	14,2±1,9	32,3±2,5	40,7±3,7	36,7±2,9
	два підживлення	6,7±2,0	14,2±2,0	32,5±2,6	41,2±4,1	37,2±3,1
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		4,6	8,3	9,9	11,5	9,2
<i>Відносна похибка Sx, %</i>		1,4	1,7	3,8	5,1	3,5

*M ± m – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості.

Для сорту Пам'ять, у фазі бутонізації площа листкової поверхні коливалася в межах 13,5-14,0 тис. м²/га залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень, тоді як у період наливу зерна вона зростала до 38,1–40,8 тис. м²/га. У сорту Тріумф у фазі бутонізації ці показники були трохи вищими – від 13,7 до 14,2 тис. м²/га. Однак у більш пізніх фазах вегетації спостерігався суттєвіший вплив технологічних прийомів на розміри листкової поверхні у обох сортів нуту – Пам'ять та Тріумф. Максимального значення площа листкової поверхні досягла у сорту Тріумф під час фази наливу зерна – 41,2 тис. м²/га на ділянках, де застосовували біоінокулянт БТУ-р у поєднанні із двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор). Це перевищило показник контрольного варіанта на 8,14%. У сорту Пам'ять площа листя у фазу наливу зерна становила 40,8 тис. м²/га, а у фазу фізіологічної стиглості знижувалася до 36,8 тис. м²/га.

Процеси формування площі листкової поверхні нуту суттєво залежала від передпосівної обробки насіння та проведення позакореневих підживлень. Протягом усього вегетаційного періоду в обох досліджуваних сортів – Тріумф та Пам'ять – спостерігалось поступове збільшення площі листків від фази гілкування до наливу зерна, після чого відмічалось її природне зниження у фазі повної стиглості внаслідок старіння листкового апарату. Максимальних значень показник досягав у фазі наливу зерна, що свідчить про найвищу фотосинтетичну активність посівів у цей період.

Для сорту Тріумф максимальний показник площі листкової поверхні зафіксовано за комплексного застосування біоінокуляції насіння та двох позакореневих підживлень мікродобривом на основі бору. Відтак, на даному варіанті площа листкової поверхні зростає з 6,7 тис. м²/га у фазі гілкування до 41,2 тис. м²/га під час наливу зерна, що перевищує контрольний варіант на 8,14%. Подібна тенденція спостерігалася і при одноразовому підживленні з інокуляцією, однак рівень приросту був дещо нижчим. Інокуляція без підживлень також позитивно впливала на формування листкового апарату,

підвищуючи площу листків у середньому на 1,4-2,8 тис. м²/га порівняно з контролем. Загалом, застосування інокуляції в комбінації з мінеральними підживленнями сприяло інтенсивнішому розвитку асиміляційної поверхні та довшому збереженню її активності протягом вегетації.

У сорту Пам'ять спостерігалися аналогічні закономірності, хоча абсолютні значення показника були дещо нижчими. Максимальна площа листкової поверхні у варіанті з інокуляцією та двома підживленнями становила 40,8 тис. м²/га, що на 2,7 тис. м²/га (7,1%) перевищувало контроль. Інокуляція насіння без підживлення також мала позитивний вплив, забезпечивши зростання площі листків у середньому на 1,5 тис. м²/га. Варіанти з одним або двома позакореневими підживленнями демонстрували стабільне підвищення показника. Це свідчить про позитивну дію як біологічних, так і мінеральних факторів на формування фотосинтетичного апарату.

Порівняльний аналіз двох сортів показав, що *Триумф* у всіх варіантах мав вищу площу листкової поверхні, ніж сорт *Пам'ять*, у середньому на 0,3-0,5 тис. м²/га, що свідчить про вищу фотосинтетичну активність і потенційно більшу врожайність. Найбільша різниця між сортами спостерігалася у фазі наливу зерна. В обох випадках найвищі показники зафіксовано за поєднання інокуляції насіння та двох підживлень, що підтверджує синергічний ефект сумісної дії біологічних і мінеральних препаратів на розвиток листкового апарату.

У фазі повної стиглості площа листкової поверхні дещо зменшувалася, проте навіть у цей період у варіантах із підживленням та інокуляцією вона залишалася вищою, ніж у контролі. Це свідчить про подовження активного фотосинтетичного періоду за рахунок оптимізації живлення та покращення фізіологічного стану рослин. Отже, отримані результати дозволяють стверджувати, що застосування інокуляції насіння у поєднанні з двома позакореневими підживленнями є найбільш ефективним прийомом для забезпечення формування оптимальної листкової поверхні нуту, що сприяє підвищенню його фотосинтетичної продуктивності та врожайності.

Формування врожайності зерна нуту значною мірою зумовлюється інтенсивністю фотосинтетичної діяльності посівів, яка визначається здатністю рослин ефективно засвоювати та трансформувати енергію сонячного випромінювання у органічну речовину. Одним із ключових інтегральних показників, що характеризує рівень фотосинтетичної діяльності та безпосередньо впливає на продуктивність культури, є фотосинтетичний потенціал.

У працях вітчизняних науковців зазначається, що кожен сорт нуту має генетично обумовлений діапазон потенційних можливостей формування асиміляційної поверхні, який реалізується залежно від умов вирощування та елементів технології. Саме тому величина листкової поверхні та тривалість її функціонування виступають важливими чинниками накопичення органічної маси й формування врожаю.

Упродовж років досліджень встановлено тісний взаємозв'язок між процесом формування листкової поверхні нуту та окремими елементами технології його вирощування. Отримані експериментальні дані свідчать, що на ефективність функціонування листкового апарату суттєво впливають як біологічні особливості сорту, так і комплекс агротехнічних чинників. Особливо важливим є підбір сортів, стійких до ураження шкідниками та хворобами, що забезпечує триваліше збереження асиміляційної поверхні у фізіологічно активному стані. Крім того, характер змін листкової поверхні значною мірою визначається фазами вегетації та застосованими технологічними прийомами, які впливають на темпи росту, інтенсивність фотосинтезу й загальну продуктивність посівів, що зображені на рисунку 4.1 та 4.2.

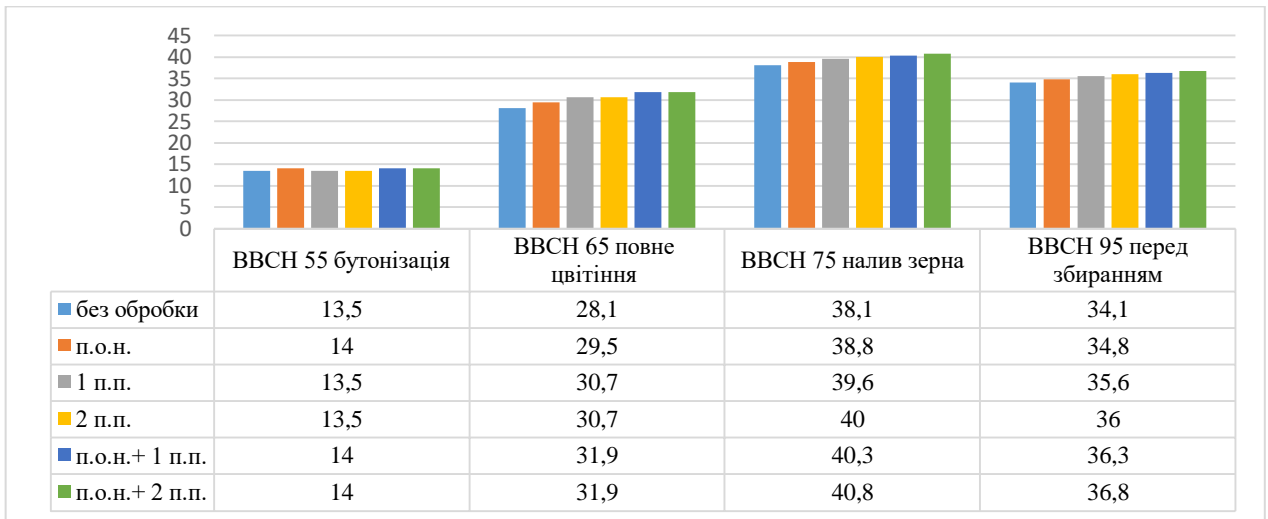


Рис. 4.1. Вплив елементів технології вирощування на динаміку листової поверхні рослин нуту у сорту Пам'ять тис.м²/га (середнє значення за 2023-2025 рр.)

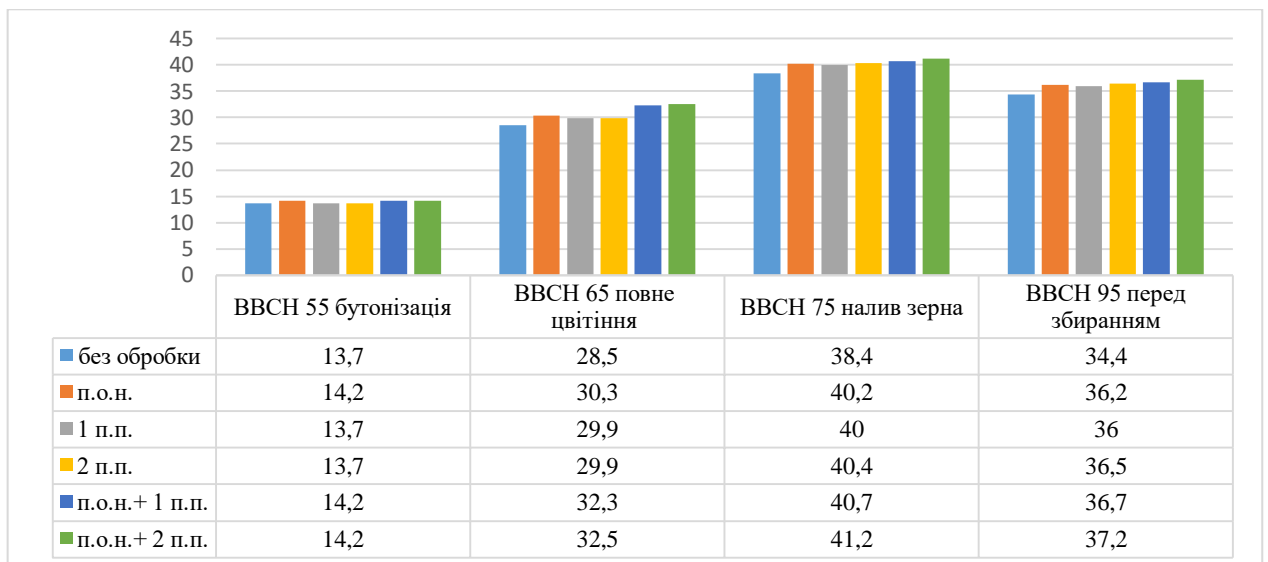


Рис. 4.2. Вплив елементів технології вирощування на динаміку листової поверхні рослин нуту у сорту Тріумф тис.м²/га (середнє значення за 2023-2025 рр.)

Фотосинтетичний потенціал на посівах нуту сортів Пам'ять і Тріумф, залежно від застосування передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, формувався як сума середньодобових показників площі листової поверхні на одиницю площі посіву. Цей показник відображає загальну фотосинтетичну активність агроценозу протягом усього вегетаційного періоду

або його окремих етапів і є важливим критерієм оцінки ефективності технологічних прийомів вирощування нуту.

Результати обліків, проведених упродовж періоду досліджень, свідчать, що передпосівна обробка насіння нуту бактеріальним препаратом БТУ-р у поєднанні з дворазовими позакореновими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор) забезпечувала найсприятливіші умови для формування фотосинтетичного апарату та підвищення фотосинтетичного потенціалу рослин нуту в обох досліджуваних сортів.

У період обліку у фазі ВВСН 10-60 (повні сходи-бутонізація) довгий час не спостерігалось особливих відмінностей у зв'язку із тим, що перше позакореневе підживлення відбувалося на початку бутонізації [76]. Тому розбіжності між варіантами спостерігались там, де відбулася передпосівна інокуляція насіння.

Фотосинтетичний потенціал на посівах нуту змінювався залежно від фаз росту і розвитку рослин [58]. Саме тому, найкращі показники формування фотосинтетичного потенціалу рослин нуту сортів Триумф та Пам'ять спостерігались у період, що найбільше підходить для точних обрахунків, а саме ВВСН 10-90 (повні сходи-повна стиглість) у варіанті де застосовувались передпосівна інокуляція насіння та два позакоренових підживлення.

Відтак, максимальний показник фотосинтетичного потенціалу нуту зафіксовано у ВВСН повні сходи-повна стиглість (ВВСН 10-90) у варіанті досліду, де передпосівну обробку насіння проводили із застосуванням бактеріального препарату біоінокулянт-БТУ-р у поєднанні з дворазовою обробкою посівів мікродобривом Help Rost (Бор). Відтак, у сорту Триумф фотосинтетичний потенціал був на рівні 1,835 млн. м² х га/га, а у сорту Пам'ять – 1,756. У відсотковому співвідношенні різниця між сортами склала 5% (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Формування фотосинтетичного потенціалу нуту залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, млн. м² дн./га (середнє за 2023-2025 рр.)

Передпосівна обробка насіння біоінокулянт-БТУ-р	Позакореневі підживлення мікродобривом Help Rost (Бор)	Фаза ВВСН				
		Повні сходи-гілкування (ВВСН 10-30)	Повні сходи-бутонізація (ВВСН 10-60)	Повні сходи-повне цвітіння (ВВСН 10-70)	Повні сходи-початок наливу зерна (ВВСН 10-80)	Повні сходи-повна стиглість (ВВСН 10-90)
Пам'ять						
Без обробки	без підживлень (к)	0,037	0,179	0,627	0,759	1,390
	одне підживлення	0,037	0,179	0,640	0,775	1,655
	два підживлення	0,037	0,179	0,640	0,775	1,711
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	0,049	0,184	0,638	0,771	1,625
	одне підживлення	0,049	0,184	0,646	0,885	1,741
	два підживлення	0,049	0,184	0,646	0,885	1,756
Тріумф						
Без обробки	без підживлень	0,042	0,182	0,635	0,871	1,445
	одне підживлення	0,042	0,182	0,647	0,887	1,688
	два підживлення	0,042	0,182	0,647	0,887	1,783
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	0,053	0,193	0,645	0,884	1,659
	одне підживлення	0,053	0,193	0,656	0,905	1,826
	два підживлення	0,053	0,193	0,656	0,905	1,835
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		7,5	7,5	9,7	11,5	12,0
<i>Відносна похибка Sx, %</i>		2,3	2,7	3,0	3,4	3,1

Слід також зазначити, що впродовж періоду досліджень показники фотосинтетичного потенціалу у сорту Тріумф загалом перевищували відповідні значення сорту Пам'ять. У найбільш репрезентативному для оцінювання інтервалі – від повних сходів до повної стиглості зерна (ВВСН 10–90) – різниця між сортами становила близько 5 %.

Виявлені відмінності зумовлені біологічними особливостями сортів, насамперед різною тривалістю вегетаційного періоду та неоднаковою інтенсивністю формування і функціонування листкової поверхні. Сорт Тріумф характеризувався більш тривалим періодом активної фотосинтетичної діяльності та вищими показниками площі асиміляційної поверхні, що забезпечувало підвищення сумарного фотосинтетичного потенціалу порівняно із сортом Пам'ять, що підтверджується експериментальними даними.

На ранніх етапах вегетації рослин нуту спостерігалось уповільнене формування листкової поверхні, що відповідно зумовлювало порівняно невисокі значення фотосинтетичного потенціалу посівів. Проте з настанням фаз цвітіння та активного формування бобів інтенсивність наростання асиміляційної поверхні істотно зростала, що сприяло різкому підвищенню фотосинтетичного потенціалу рослин нуту.

Доведено, що в умовах правобережного Лісостепу України на формування показників фотосинтетичного потенціалу посівів нуту сортів Тріумф і Пам'ять значною мірою визначалося впливом досліджуваних технологічних прийомів. Їхня дія проявлялася у зміні темпів росту листкової поверхні, тривалості її функціонування та ефективності фотосинтетичної діяльності протягом вегетаційного періоду.

Доведено, що поєднання передпосівної інокуляції насіння біологічним препаратом БТУ-р із дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом Нерп Рост (Бор) забезпечувало формування найвищих показників фотосинтетичного потенціалу у посівах нуту обох досліджуваних сортів – Тріумф та Пам'ять, що свідчить про доцільність застосування зазначеного комплексу заходів у технології їх вирощування.

Також одним із надзвичайно важливих показників фотосинтетичної продуктивності є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ). Даний показник дає змогу у подальшому побачити та оцінити динаміку накопичення сухої речовини.

Під час обліку встановлено, що у фазу сходи-бутонізація чиста продуктивність фотосинтезу рослин нуту для сорту Тріумф становила $1,77 \text{ г/м}^2$ за добу (рис. 4.3, рис. 4.4). У той час при застосуванні комплексної обробки насіння інокулянтном БТУ-р призводило до збільшення чистої продуктивності фотосинтезу до $1,94 \text{ г/м}^2$ за добу. Тому передпосівна обробка насіння інокулянтном БТУ-р дає змогу на 9,6 % збільшити чисту продуктивність фотосинтезу.

Найбільшу продуктивність фотосинтезу було зафіксовано у фазі повні сходи-повна стиглість (ВВСН 10-90) на варіантах, де застосовувалися передпосівна інокуляція (інокулянт БТУ-р) у поєднанні із дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом (Help Rost – бор). При передпосівній обробці насіння та одноразового підживлення показник становив $4,79 \text{ г/м}^2$ за добу, а для дворазового – $4,96 \text{ г/м}^2$ за добу відповідно. Результат показує, що дані два варіанта є найкращі, а технології вирощування які застосовувалися на них є найбільш відповідні та рекомендовані для вирощування сорту Тріумф.

У результаті аналізу встановлено, що найнижчі значення ЧПФ в досліджуваних сортів спостерігалися у міжфазний період повні сходи – бутонізація (ВВСН 10-60). У цей час фотосинтетична діяльність рослин була обмежена недостатньо розвиненою листковою поверхнею. Водночас навіть на ранніх етапах росту застосування інокуляції забезпечувало помітне підвищення ЧПФ порівняно з контролем: у сорту Тріумф – $1,77$ та $1,94 \text{ г/м}^2$ за добу, у сорту Пам'ять – $1,78$ та $1,85 \text{ г/м}^2$ за добу, що істотно перевищує контрольні варіанти.

Упродовж періоду повні сходи – повне цвітіння (ВВСН 10-70) показники ЧПФ значно зростали на всіх варіантах досліду, що пов'язано з інтенсивним

формуванням асиміляційної поверхні та активізацією фотосинтетичних процесів. При цьому чітко простежувалася перевага варіантів із комплексним застосуванням інокуляції та позакоренових підживлень у ВВСН 10-80 – повні сходи-налив зерна. У сорту Триумф ЧПФ за таких умов досягала 4,96 г/м² за добу, тоді як у сорту Пам'ять – 4,87 г/м² за добу, що свідчить про підвищену фізіологічну активність рослин у фазу генеративного розвитку. Відтак, саме в цей час фотосинтетичний апарат рослин функціонував із максимальною інтенсивністю задля накопичення сухої речовини врожаю нуту. Контрольні варіанти характеризувалися найменшими показниками, що підтверджує ефективність застосованих агротехнічних прийомів.

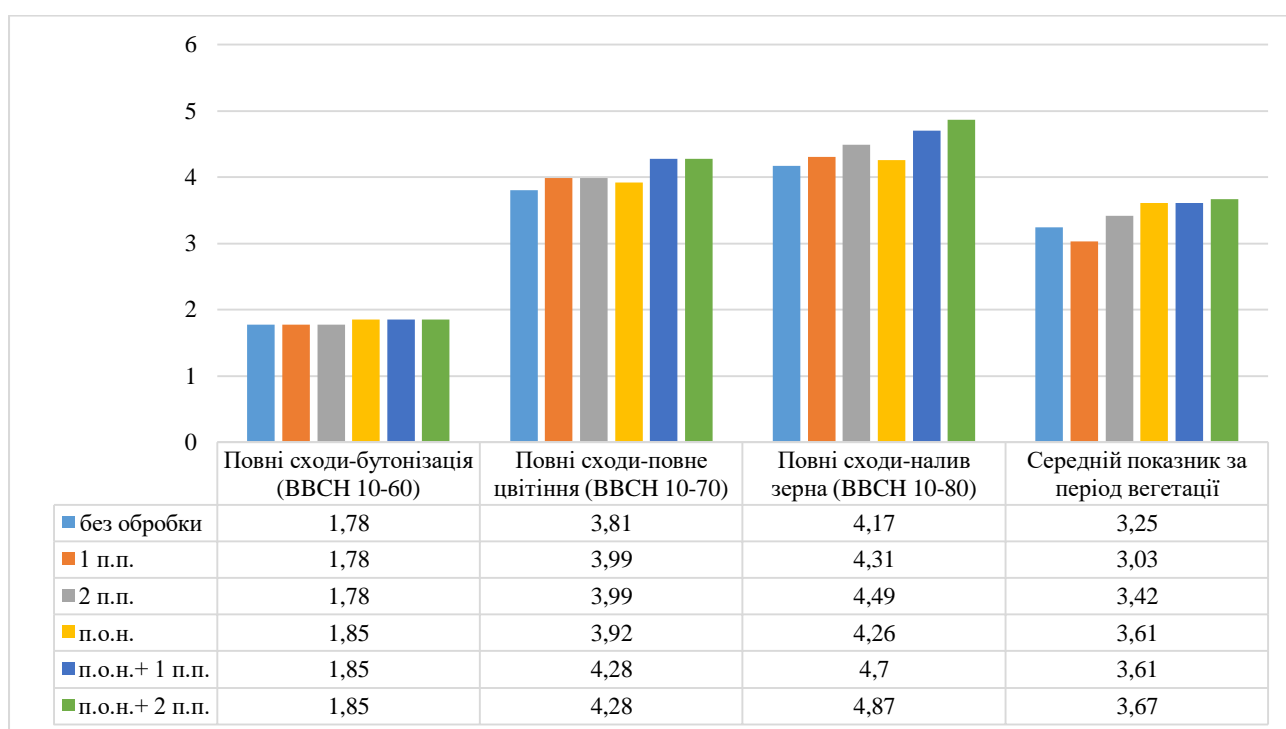


Рис. 4.3. Динаміка показників чистої продуктивності фотосинтезу нуту сорту Пам'ять під впливом передпосівної інокуляції насіння та позакоренових підживлень, г/м² за добу (середнє за 2023-2025 рр.)

Аналіз середнього показника ЧПФ за період вегетації засвідчив стабільну перевагу сорту Триумф над сортом Пам'ять у всіх варіантах дослідження.

Максимальні середні значення також отримано за комплексного застосування інокуляції та двох позакоренових підживлень – 3,76 г/м² за добу у сорту Триумф і 3,67 г/м² за добу у сорту Пам'ять, тоді як мінімальні – на контролі (3,32 та 3,25 г/м² за добу відповідно).

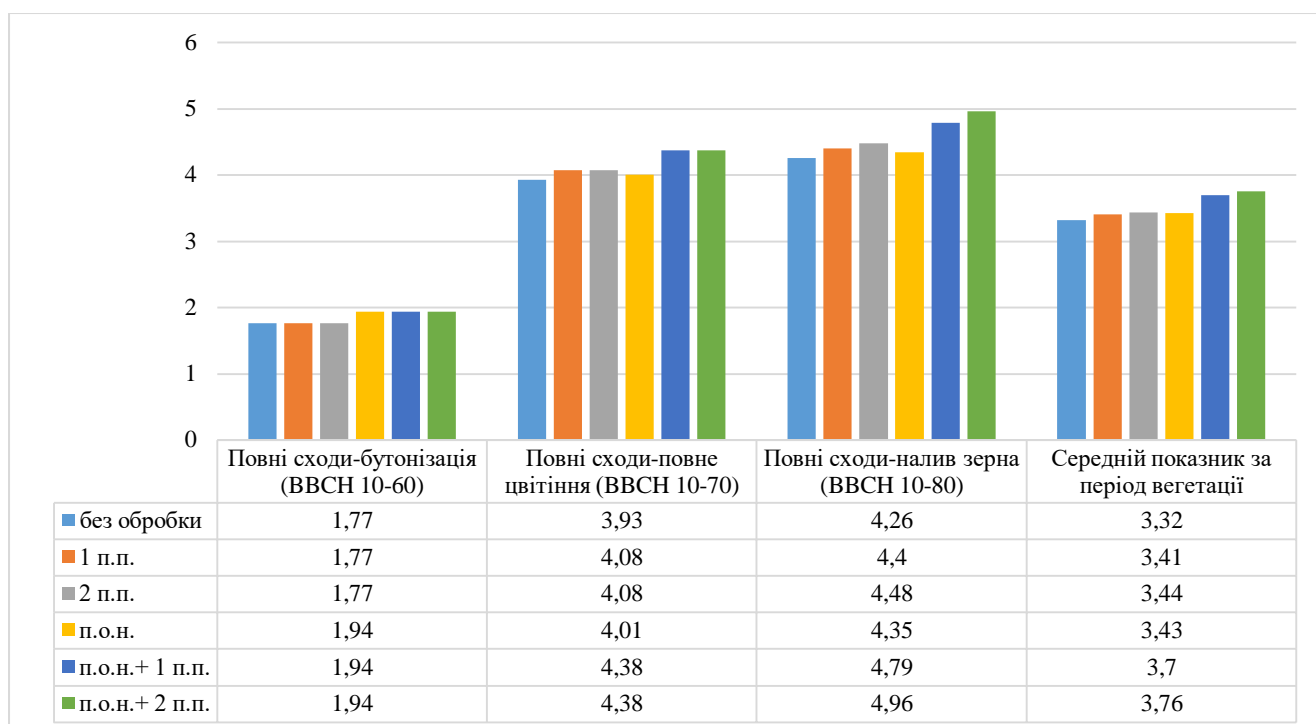


Рис. 4.4. Динаміка показників чистої продуктивності фотосинтезу нуту сорту Триумф під впливом передпосівної інокуляції насіння та позакоренових підживлень, г/м² за добу (середнє за 2023-2025 рр.)

Узагальнюючи результати проведених досліджень, доведено, що передпосівна інокуляція насіння нуту в поєднанні з позакореновими підживленнями істотно підвищує чисту продуктивність фотосинтезу протягом усього періоду вегетації, особливо в критичні фази формування врожаю. Це створює передумови для більш повної реалізації продуктивного потенціалу рослин та формування вищої урожайності зерна.

Також варто зазначити, що показник ЧПФ у сорту Триумф був вищий ніж у сорту Пам'ять. Різниця між сортами нуту Триумф і Пам'ять за показниками

чистої продуктивності фотосинтезу зумовлювалася передусім їх біологічними та генетичними особливостями, що визначають інтенсивність ростових процесів, формування листкової поверхні упродовж вегетації. У всі досліджувані міжфазні періоди сорт Тріумф характеризувався вищими значеннями ЧПФ порівняно з сортом Пам'ять, що свідчить про його вищий фотосинтетичний потенціал і кращу адаптованість до умов вирощування.

Найменша різниця між сортами спостерігалася у ранній період розвитку рослин – від повних сходів до бутонізації (ВВСН 10-60), коли листкова поверхня була ще недостатньо сформованою, а сортові особливості проявлялися слабо; у цей час перевага сорту Тріумф над сортом Пам'ять становила лише 1-4% залежно від варіанту досліду, а на контрольному варіанті різниця практично була відсутня.

У період від повних сходів до повного цвітіння (ВВСН 10-70) сортові відмінності посилювалися, і ЧПФ сорту Тріумф перевищувала показники сорту Пам'ять у середньому на 2-3%, що пов'язано з інтенсивнішим наростанням асиміляційної поверхні та вищою активністю фотосинтетичного апарату в фазу генеративного розвитку. Відтак, найбільша різниця між сортами проявилася у період від повних сходів до наливу зерна (ВВСН 10-80), коли фотосинтетична діяльність рослин досягала максимального рівня; у цей час перевага сорту Тріумф над сортом Пам'ять становила близько 2%, що, з огляду на високі абсолютні значення ЧПФ, мало суттєве значення для накопичення сухої речовини та формування врожаю.

У середньому за період вегетації чиста продуктивність фотосинтезу сорту Тріумф була вищою на 2-3% порівняно з сортом Пам'ять незалежно від рівня застосування інокуляції та позакореневих підживлень. У цілому така закономірність пояснюється генетично обумовленою здатністю сорту Тріумф ефективніше реалізовувати фотосинтетичний потенціал, краще реагувати на агротехнічні заходи та довше зберігати функціональну активність листкового апарату, особливо в критичні періоди формування врожаю.

4.2. Симбіотична продуктивність нуту залежно від передпосівної обробки та позакоренових підживлень

Ріст, розвиток і рівень продуктивності зернобобових культур значною мірою зумовлюються формуванням ефективного симбіозу з бульбочковими бактеріями, діяльність яких забезпечує рослини доступними формами азоту. Функціонування бобово-ризобіальної системи сприяє поліпшенню азотного живлення, що позитивно впливає на фізіолого-біохімічні процеси та формування врожаю. Одним із дієвих способів активізації симбіотичної азотфіксації є використання біологічних препаратів, створених на основі високоефективних і конкурентоспроможних штамів бульбочкових бактерій [143].

У сучасних умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та зростання екологічних обмежень особливої актуальності набуває проблема залучення біологічного азоту до агроecosистем [142]. Це зумовлює підвищений інтерес до процесів симбіотичної азотфіксації, зокрема й в Україні.

Наукові дослідження спрямовані на вивчення ролі азотфіксуючих мікроорганізмів у формуванні азотного балансу ґрунту, забезпеченні рослин елементами живлення та підвищенні врожайності культур, оскільки саме біологічна фіксація азоту розглядається як один із найбільш перспективних способів поповнення біологічних резервів ґрунту та стабілізації родючості [143].

Раціональне використання потенціалу бульбочкових бактерій, які здатні не лише фіксувати молекулярний азот атмосфери, але й активізувати мобілізацію важкодоступних сполук фосфору з ґрунту, сприяє поліпшенню агрохімічних властивостей ґрунту. У результаті знижується потреба у внесенні мінеральних азотних добрив, що має важливе економічне й екологічне значення [126].

Рівень розвитку симбіотичного апарату зернобобових культур визначається комплексною взаємодією генетичних особливостей сорту, властивостей штамів бульбочкових бактерій та умов вирощування [130].

Водночас важливу роль відіграють окремі елементи технології, зокрема передпосівна інокуляція насіння бактеріальними препаратами та застосування позакореневих підживлень мікродобривами.

До основних біологічних характеристик бульбочкових бактерій належить їхня здатність проникати в кореневу систему рослини-господаря та спричиняти формування бульбочок. За даними наукових досліджень визначено, що через 13-18 днів після інфікування спостерігається активний поділ бактеріальних клітин, який передує утворенню ризобіальних наростів на коренях [133].

Нут характеризується високою здатністю до симбіотичної взаємодії з бульбочковими бактеріями, внаслідок чого в біологічний кругообіг залучається значна кількість атмосферного азоту [144]. Частка біологічно зв'язаного азоту у структурі загального азотного живлення може сягати 70-80 %, при цьому суттєва його кількість залишається в ґрунті у післязливних рештках. Це визначає нут як цінний попередник у сівозмінах. Формування ефективного симбіозу сприяє не лише зростанню врожайності зерна, але й покращенню його якісних та кількісних показників, зокрема підвищенню вмісту білка та жиру.

Особливості мінерального живлення нуту зумовлені його біологічними характеристиками [118]. Варто також зазначити, що ефективність симбіотичної азотфіксації значною мірою залежить від фізико-хімічних властивостей ґрунту, зокрема його реакції (рН), вмісту органічної речовини та достатньої кількості мікроелементів. Найсприятливіші умови для розвитку бульбочкових бактерій формуються за нейтральної або слабокислої реакції ґрунтового розчину, достатнього рівня фосфору та калію, а також наявності мікроелементів, таких як бор, молібден і кобальт, які беруть участь у ферментативних процесах азотфіксації. Недостатнє забезпечення рослин нуту цими елементами може обмежувати активність симбіотичного апарату навіть за наявності інокуляції.

Важливу роль у формуванні ефективного симбіозу відіграє і температурний режим ґрунту в початкові періоди вегетації. За знижених температур процес інфікування кореневої системи та утворення бульбочок

уповільнюється, що негативно позначається на подальшому забезпеченні рослин азотом. Натомість оптимальні температурні умови сприяють швидкому заселенню коренів ризобіями, активізації їх метаболізму та стабільному функціонуванню азотфіксуючого комплексу протягом вегетації.

Ключовими показниками інтенсивності симбіотичної азотфіксації виступають кількість та маса кореневих бульбочок. Ефективність процесу бактеризації визначається сортовими характеристиками культури, ґрунтово-кліматичними умовами та рівнем агротехнічного забезпечення. Дослідження показали, що погодні умови протягом вегетаційного періоду суттєво впливали на формування бульбочок у сортах нуту Тріумф і Пам'ять. За умов достатньої вологості спостерігалось значне збільшення кількості та маси бульбочок у порівнянні з посушливими періодами. Основна частина бульбочок формувалася на головному корені та його першочергових відгалуженнях на глибині 0–15 см. Їх світло-рожеве забарвлення свідчило про високий рівень азотфіксуючої активності.

Упродовж років польових досліджень із вивчення динаміки формування бульбочок та їхньої маси у рослин нуту було виявлено, що передпосівна інокуляція бактеріальним препаратом та позакореневі підживлення позитивно впливають на даний процес та призводять до збільшення кількості бульбочкових бактерій на корінні рослин (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Кількість бульбочок на коренях нуту залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, шт./рослину (середнє за 2023-2025 рр.)

Передпосівна обробка насіння біоінокулянтом БТУ-р	Позакоренові підживлення мікродобривом Help Rost (Бор)	Фаза росту і розвитку		
		бутонізація	повне цвітіння	повна стиглість
Пам'ять				
Без обробки	без підживлень (к)	9,1 \pm 1,5	23,8 \pm 2,2	26,1 \pm 2,6
	одне підживлення	9,1 \pm 1,5	25,9 \pm 2,2	31,1 \pm 2,7
	два підживлення	9,1 \pm 1,6	25,9 \pm 2,4	31,4 \pm 2,8
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	11,9 \pm 1,8	29,5 \pm 2,6	33,1 \pm 2,9
	одне підживлення	11,9 \pm 1,8	30,4 \pm 2,7	35,2 \pm 3,4
	два підживлення	11,9 \pm 1,9	30,4 \pm 2,7	36,4 \pm 3,7
Тріумф				
Без обробки	без підживлень	9,3 \pm 2,0	24,1 \pm 2,4	27,0 \pm 2,8
	одне підживлення	9,3 \pm 2,0	27,2 \pm 2,5	31,0 \pm 2,9
	два підживлення	9,3 \pm 2,0	27,2 \pm 2,4	32,3 \pm 3,0
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	11,7 \pm 2,3	30,7 \pm 2,6	35,5 \pm 3,2
	одне підживлення	11,7 \pm 2,3	31,5 \pm 2,7	36,7 \pm 3,8
	два підживлення	11,7 \pm 2,4	31,5 \pm 2,8	38,2 \pm 4,2
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		8,8	7,9	10,0
<i>Відносна похибка Sx, %</i>		2,8	2,5	3,2

*M \pm m – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості.

Доведено, що формування бульбочкового апарату та їх кількості у рослин нуту істотно залежало як від агротехнічних прийомів так і від сортових особливостей. В обох сортів простежувалася чітка динаміка наростання кількості бульбочок від фази бутонізації до кінця цвітіння, після чого у фазі повного наливу насіння їх кількість зменшувалася, що є закономірним і пов'язано з фізіологічним старінням бульбочок та зниженням інтенсивності симбіотичної азотфіксації.

Найвищі показники кількості бульбочок у сорту Тріумф були зафіксовані за поєднання передпосівної інокуляції насіння препаратом БТУ-р із двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost – бор. У цьому варіанті в фазі повної стиглості сформувалося 38,2 шт. на рослину, що на 46,4%, більше порівняно з контролем. Зменшення кількості підживлень з двох до одного на фоні інокуляції призводило до зниження кількості бульбочок. Так, у сорту Тріумф у фазі повної стиглості цей показник зменшився з 38,2 до 36,7 шт./рослину, тобто на 1,5 шт. або на 3,9 %. Відсутність підживлень за наявності інокуляції зумовлювала ще помітніше зниження симбіотичної активності, а мінімальні значення в усі фази розвитку були характерні для контрольного варіанта без інокуляції та підживлень.

Схожі закономірності були встановлені і для сорту Пам'ять. Максимальна кількість бульбочок утворилася за умов комплексного застосування інокуляції та дворазового позакореневого підживлення. У фазі повного дозрівання на цьому варіанті спостерігалось формування 36,4 бульбочки на одну рослину, що на 10,3 штуки або 39,5 % більше порівняно з контрольним показником. У фазі бутонізації приріст був відзначений у варіантах із передпосівною обробкою насіння, що підтверджує позитивний вплив досліджених агротехнічних заходів незалежно від сортових властивостей.

Порівняльний аналіз сортів засвідчив, що сорт Тріумф у більшості фаз розвитку формував дещо більшу кількість бульбочок порівняно із сортом Пам'ять. Зокрема, за максимального фону бактеріально-мінерального живлення (інокуляція + два підживлення) у фазі повної стиглості різниця між сортами становила 1,8 шт./рослину, або 4,9%, на користь сорту Тріумф. Натомість на

контрольному варіанті відмінності між сортами були мінімальними й не перевищували 0,9 шт./рослину, або 3,4%, що свідчить про обмежену реалізацію сортового потенціалу за відсутності інтенсифікуючих елементів технології вирощування.

Узагальнюючи отримані результати, можна стверджувати, що найбільш ефективним прийомом стимулювання формування бобово-ризобіального симбіозу нуту є поєднання передпосівної інокуляції насіння з двома позакореневими підживленнями боровмісним мікродобривом. За таких умов кількість бульбочок зростала в середньому на 35-43% порівняно з контролем. Сорт Триумф характеризувався дещо вищою реакцією на інтенсифікацію технології вирощування, що вказує на його кращу адаптивність та вищий потенціал симбіотичної азотфіксації.

Маса корневих бульбочок є одним із ключових інтегральних показників ефективності функціонування бобово-ризобіального симбіозу. Вона відображає не лише кількість утворених бульбочок, а й ступінь їх морфологічного розвитку, фізіологічної активності та інтенсивності процесів симбіотичної азотфіксації. Чим більша загальна маса бульбочок на кореневій системі рослин, тим вищий потенціал фіксації молекулярного азоту з атмосфери та забезпечення культури біологічно доступними формами цього елемента [79, 154].

Збільшення маси бульбочок свідчить про сприятливі умови для життєдіяльності бульбочкових бактерій і активний розвиток симбіотичного апарату. Добре розвинені бульбочки мають більшу кількість функціонально активних клітин, що забезпечує інтенсивніший синтез леггемоглобіну – сполуки, яка регулює кисневий режим усередині бульбочки та створює оптимальні умови для роботи ферментативного комплексу азотфіксації [103, 184]. Таким чином, маса бульбочок тісно пов'язана з рівнем їх фізіологічної активності.

Висока маса бульбочок безпосередньо впливає на азотне живлення рослин нуту, особливо у критичні фази розвитку – цвітіння та формування бобів. За рахунок симбіотично фіксованого азоту покращується ріст вегетативних органів, активізуються процеси фотосинтезу, підвищується накопичення сухої речовини та формування генеративних структур. У підсумку це сприяє збільшенню врожайності зерна та покращенню його якісних показників, зокрема вмісту білка.

Крім того, маса корневих бульбочок має важливе агроекологічне значення, оскільки значна частина біологічно зв'язаного азоту після відмирання кореневої системи залишається в ґрунті у складі органічних решток. Це збагачує ґрунт азотом, підвищує його родючість і позитивно впливає на живлення наступних культур у сівозміні. Отже, маса бульбочок є показником не лише поточного азотного забезпечення культури, але й довготривалої післядії нуту як попередника.

Таким чином, маса бульбочкових бактерій виступає важливим критерієм оцінки ефективності застосування передпосівної інокуляції, позакорневих підживлень та інших агротехнічних заходів. Вона комплексно характеризує інтенсивність симбіотичної азотфіксації, рівень азотного живлення рослин і потенціал підвищення продуктивності та екологічної стійкості агроценозів.

За результатами досліджень також було встановлено, що характер зміни маси бульбочок упродовж росту та розвитку рослин нуту під впливом технологічних чинників мав схожий характер із процесами формування кількості корневих бульбочок (табл. 4.4).

Встановлено, що маса бульбочок на кореневій системі нуту істотно змінювалася залежно від застосування інокуляції насіння, системи позакорневих підживлень та сортових особливостей, а також від фази розвитку рослин.

Таблиця 4.4

**Маса бульбочок на коренях нуту залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень,
мг/рослину (середнє за 2023-2025 рр.)**

Передпосівна обробка насіння біоінокулянт БТУ-р	Позакореневі підживлення мікродобрином Help Rost (Бор)	Фаза росту і розвитку		
		бутонізація	повне цвітіння	повна стиглість
Пам'ять				
Без обробки	без підживлень (к)	60,4	216,5	601,4
	одне підживлення	60,4	249,4	606,1
	два підживлення	60,4	249,4	607,8
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	65,4	248,6	605,4
	одне підживлення	65,4	251,4	610,8
	два підживлення	65,4	251,4	614,8
Тріумф				
Без обробки	без підживлень	61,1	221,5	600,2
	одне підживлення	61,1	238,4	606,4
	два підживлення	61,1	238,4	608,1
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	68,3	245,6	609,6
	одне підживлення	68,3	256,4	621,3
	два підживлення	68,3	256,4	625,1
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		<i>12,5</i>	<i>12,7</i>	<i>14,3</i>
<i>Відносна похибка Sx, %</i>		<i>3,8</i>	<i>4,1</i>	<i>4,5</i>

Встановлено, що маса бульбочок на кореневій системі нуту істотно змінювалася залежно від застосування інокуляції насіння, системи позакоренових підживлень та сортових особливостей, а також від фази розвитку рослин.

У досліджуваних сортів чітко простежувалася загальна закономірність: від фази бутонізації до повної стиглості маса бульбочок інтенсивно зростала, досягаючи максимальних значень, після чого у фазі повного наливу насіння спостерігалось її зниження, що пояснюється поступовим відмиранням частини бульбочок та перерозподілом асимілянтів на формування генеративних органів.

У сорту Тріумф найвищі показники маси бульбочок у всі фази розвитку були зафіксовані за поєднання передпосівної інокуляції насіння препаратом БТУ-р із двома позакореновими підживленнями мікродобривом Help Rost – бор. Так у фазі повної стиглості маса бульбочок становила 625,1 мг/рослину, що на 3,9%, перевищувало контроль. Отримані результати свідчать, що комплексне застосування інокуляції та двох підживлень забезпечувало не лише збільшення кількості бульбочок, а й формування їх більшої маси, тобто підвищення функціональної активності симбіотичного апарату.

Зменшення кількості позакоренових підживлень з двох до одного на фоні інокуляції у сорту Тріумф зумовлювало зниження маси бульбочок у фазі повної стиглості 625,1 до 621,3 мг/рослину, тобто на 3,8 мг, або на 0,6%. Найнижчі значення маси бульбочок у всі фази розвитку були характерні для контрольного варіанта без інокуляції та підживлень.

Аналогічні тенденції спостерігалися і у сорту Пам'ять. Максимальна маса бульбочок також формувалася за інокуляції насіння БТУ-р у поєднанні з двома позакореновими підживленнями. У фазі повної стиглості вона досягала 614,8 мг/рослину, що на 13,4 мг або на 2,2 %, перевищувало контроль. У фазі повного наливу насіння різниця з контролем становила 30,7 мг або 23,1%, що вказує на триваліше збереження активності бульбочкового апарату за оптимального агрофону. Менш інтенсивні варіанти живлення забезпечували нижчу масу бульбочок, хоча навіть за одного підживлення або лише інокуляції цей показник залишався вищим, ніж у контрольному варіанті.

Порівняння сортів між собою показало, що сорт Триумф у більшості фаз розвитку формував бульбочки з дещо більшою масою, ніж сорт Пам'ять, особливо за високого рівня технологічного забезпечення. Так, у фазі кінця цвітіння за інокуляції та двох підживлень маса бульбочок у сорту Триумф перевищувала відповідний показник сорту Пам'ять на 10,3 мг/рослину, або на 1,7%. Натомість на контрольному варіанті різниця між сортами була мінімальною і не перевищувала 1,2 мг/рослину, що свідчить про слабку реалізацію сортового потенціалу за поганих умов.

Узагальнюючи результати, слід зазначити, що маса бульбочок є більш чутливим показником ефективності бобово-ризобіального симбіозу, ніж їх кількість, оскільки вона відображає не лише факт утворення бульбочок, а й рівень їх функціональної активності. Найбільш сприятливі умови для формування потужного симбіотичного апарату нуту створювало поєднання передпосівної інокуляції насіння з двома позакореневими підживленнями борвмісним мікродобривом. За цих умов маса бульбочок зростала в середньому на 18-26% порівняно з контролем, а сорт Триумф проявляв дещо вищу здатність до реалізації потенціалу симбіотичної азотфіксації, ніж сорт Пам'ять.

Нітрогеназна активність є ключовою фізіолого-біохімічною характеристикою функціонування бобово-ризобіального симбіозу [158]. Вона відображає інтенсивність роботи ферментативного комплексу нітрогенази, який забезпечує процес біологічної фіксації молекулярного азоту атмосфери та його перетворення у відновлені, біологічно доступні форми, що можуть бути використані рослиною для росту й розвитку [39, 159].

Фермент нітрогеназа локалізується в клітинах бульбочкових бактерій, які розміщені всередині корневих бульбочок [160]. Саме цей фермент каталізує відновлення молекулярного азоту (N_2) до аміачних сполук, що надалі включаються в синтез амінокислот, білків, нуклеїнових кислот та інших азотовмісних органічних речовин. Таким чином, рівень нітрогеназної

активності безпосередньо визначає кількість біологічно зв'язаного азоту, який надходить до рослини впродовж вегетації.

Висока нітрогеназна активність свідчить про добре розвинений і функціонально активний симбіотичний апарат. Вона характерна для періодів інтенсивного росту та розвитку рослин, зокрема фази цвітіння і формування бобів, коли потреба культури в азоті є максимальною. У ці фази рослини нуту здатні ефективно використовувати симбіотично фіксований азот для формування вегетативної маси та генеративних органів, що позитивно позначається на рівні врожайності та якості зерна.

Нітрогеназна активність виконує не лише живильну, а й агроекологічну функцію [36, 70]. За рахунок біологічної фіксації атмосферного азоту зменшується потреба у внесенні мінеральних азотних добрив, що сприяє зниженню антропогенного навантаження на ґрунт і довкілля. Крім того, частина зв'язаного азоту після завершення вегетації залишається у ґрунті у складі рослинних решток, підвищуючи його родючість та забезпечуючи позитивну післядію для наступних культур сівозміни.

У ході досліджень встановлено, що нітрогеназна активність кореневих бульбочок у 2023-2025 рр. досягала пікових значень у фазі повного цвітіння рослин, що обумовлює вирішальну роль цього періоду у функціонуванні симбіотичного апарату (рис. 4.5, рис. 4.6).

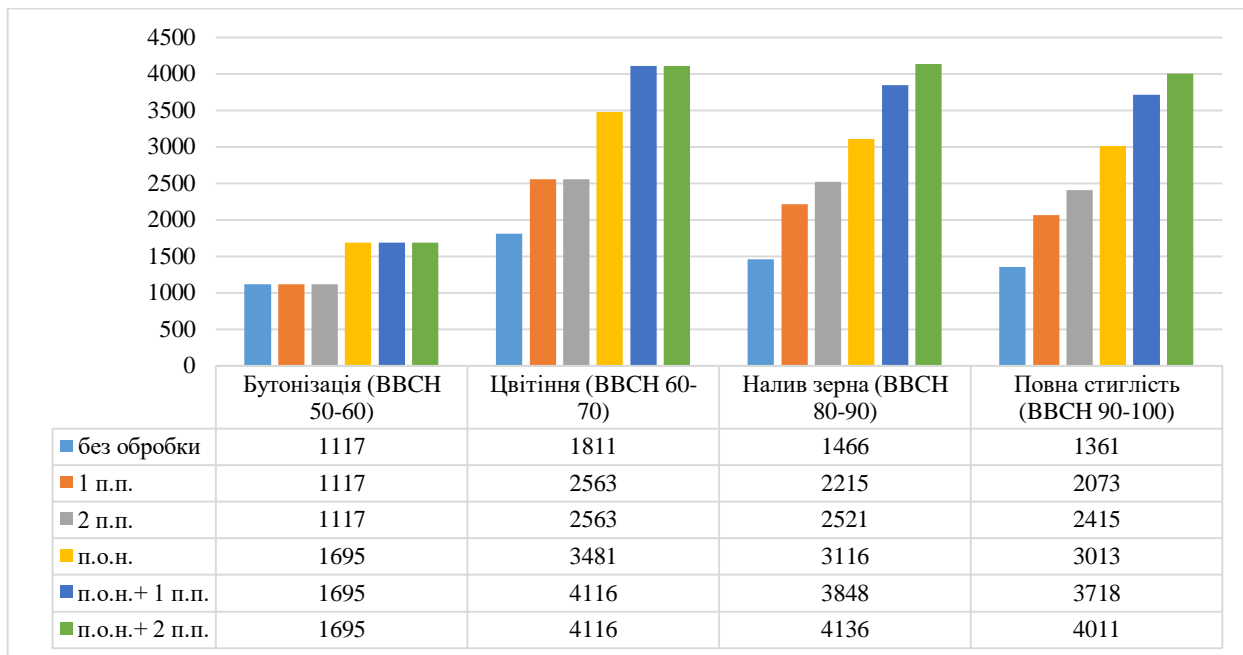


Рис. 4.5. Динаміка нітрогеназної активності кореневих бульбочок нуту сорту Пам'ять залежно передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, нМоль етилену/рослину за годину (середнє за 2023-2025 рр.)

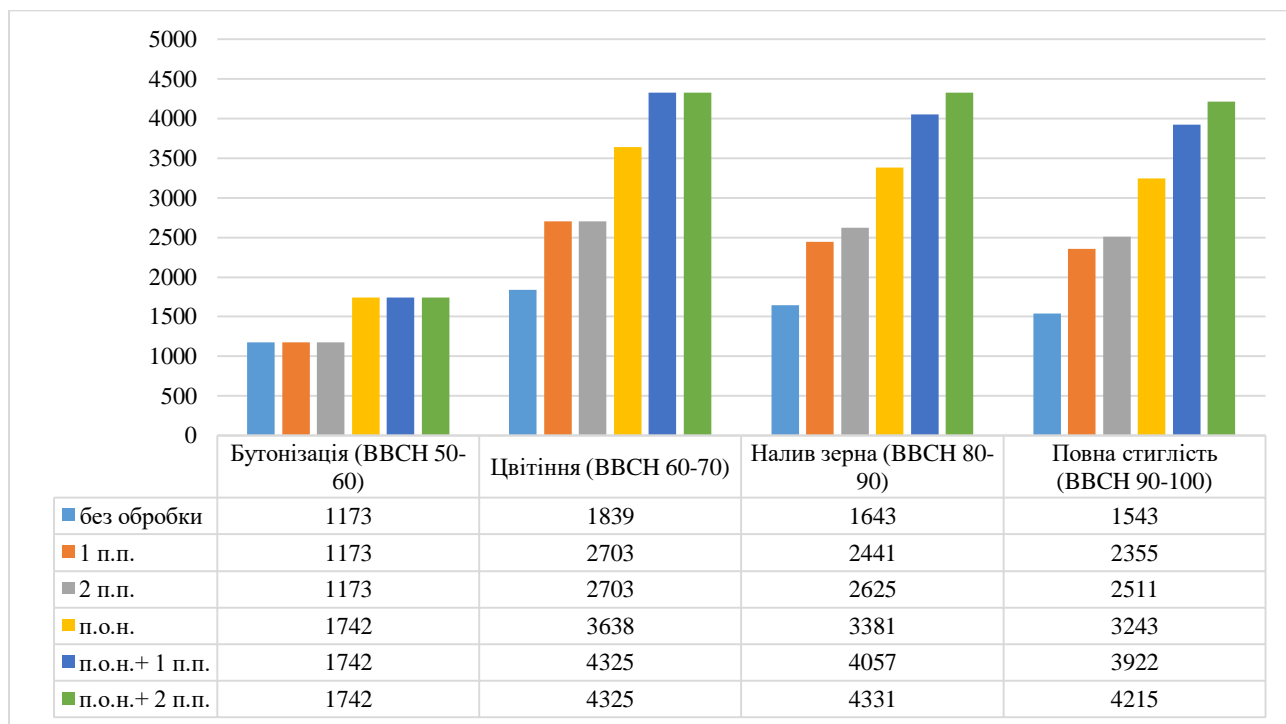


Рис. 4.6. Динаміка нітрогеназної активності кореневих бульбочок нуту сорту Тріумф залежно передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, нМоль етилену/рослину за годину (середнє за 2023-2025 рр.)

Аналіз нітрогеназної активності кореневих бульбочок нуту у середньому за 2023-2025 рр. показав чітку залежність цього показника від сортових особливостей, передпосівної інокуляції насіння та позакореневих підживлень мікродобривом Help Rost – бор. Для обох сортів характерною була загальна закономірність зміни нітрогеназної активності протягом вегетації, яка проявлялася поступовим зростанням показника від фази бутонізації до фази повного цвітіння, де фіксувалися максимальні значення, та подальшим його зниженням у фазах наливу зерна і повної стиглості. Така динаміка зумовлена найвищою фізіологічною активністю рослин і максимальною потребою в азотному живленні саме в період цвітіння.

На контрольних варіантах без застосування інокуляції та позакореневих підживлень нітрогеназна активність була найнижчою. У сорту Тріумф вона становила 1173 нМоль етилену/рослину/год. у фазу бутонізації, 1839 – у фазу цвітіння, 1643 – у фазу наливу зерна та 1543 – у фазу повної стиглості. У сорту Пам'ять відповідні показники були дещо нижчими і склали 1117, 1811, 1466 та 1361 нМоль етилену/рослину/год. Різниця між сортами на контролі у фазу цвітіння становила 28 нМоль або 1,5 %, що свідчить про незначну, але стабільну перевагу сорту Тріумф.

Застосування лише позакореневого підживлення мікродобривом Help Rost – бор сприяло незначному підвищенню нітрогеназної активності порівняно з контролем, однак ефект був помірним починаючи із фази наливу зерна. У сорту Тріумф за дворазового підживлення у фазу наливу зерна показник зріс до 4331 нМоль. Аналогічна тенденція спостерігалась і у сорту Пам'ять, де дворазове підживлення зумовило підвищення нітрогеназної активності у фазу цвітіння до 4011 нМоль.

Передпосівна інокуляція насіння бактеріальним препаратом БТУ-р без позакореневих підживлень була ефективнішою, ніж застосування лише борного мікродобрива. У сорту Тріумф у фазу цвітіння нітрогеназна активність досягала 3638 нМоль етилену/рослину/год., що на 1799 нМоль або 97,8 % більше

порівняно з контролем, тоді як у сорту Пам'ять цей показник становив 3481 нМоль, перевищуючи контроль на 1670 нМоль або 92,2%. Це свідчить про визначальну роль інокуляції у формуванні та функціонуванні симбіотичного апарату нуту.

Найвищі значення нітрогеназної активності були зафіксовані за комплексного застосування інокуляції насіння та позакореневих підживлень, особливо за дворазового внесення мікродобрива. У сорту Тріумф у фазу цвітіння цей показник досягав 4687 нМоль етилену/рослину/год., що перевищувало контроль на 2848 нМоль або 154,8%, тоді як у фазу наливу зерна та повної стиглості перевага становила відповідно 2688 нМоль (163,7%) та 2672 нМоль (173,1%). У сорту Пам'ять аналогічний варіант забезпечив зростання нітрогеназної активності у фазу цвітіння до 4415 нМоль, що на 2604 нМоль або 143,8 % більше контролю, а у фазу повної стиглості – до 4011 нМоль, що перевищувало контрольні значення на 194,7%. Варіант із поєднанням інокуляції та одного позакореневого підживлення поступався дворазовому внесенню бору, проте істотно перевищував усі інші варіанти за рівнем симбіотичної азотфіксації.

При порівнянні сортів доведено, що сорт Тріумф у всіх варіантах дослідження та на всіх етапах органогенезу мав вищу нітрогеназну активність кореневих бульбочок ніж сорт Пам'ять. За найбільш ефективного варіанта (інокуляція + два підживлення) перевага сорту Тріумф у фазу цвітіння становила 272 нМоль або 6,2%, у фазу наливу зерна – 195 нМоль або 4,7%, а у фазу повної стиглості – 204 нМоль або 5,1%. Загалом різниця між сортами коливалася в межах 1,5–7%, що вказує на кращу реалізацію симбіотичного потенціалу сорту Тріумф в умовах дослідження.

Висновки до розділу 4:

1. Установлено, що формування фотосинтетичного апарату нуту в умовах Правобережного Лісостепу України істотно залежало від поєднання сортових особливостей і елементів технології вирощування, зокрема передпосівної інокуляції насіння та системи позакореневих підживлень. Упродовж вегетації в обох сортів спостерігалось закономірне зростання площі листової поверхні від фази гілкування до наливу зерна з подальшим її зменшенням у фазі повної стиглості внаслідок фізіологічного старіння листків.

2. Найвищі показники площі листової поверхні в обох сортів нуту (Тріумф і Пам'ять) формувалися за комплексного застосування передпосівної інокуляції насіння препаратом БТУ-р у поєднанні з двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор). За таких умов у фазі наливу зерна площа листової поверхні перевищувала контроль на 7,1-7,3%, що свідчить про формування оптимального асиміляційного апарату та подовження періоду його активного функціонування.

3. Порівняльний аналіз сортів показав стабільну перевагу сорту Тріумф над сортом Пам'ять за показниками площі листової поверхні в усі фази вегетації. Різниця між сортами становила в середньому 0,3-0,5 тис. м²/га і була найбільш вираженою у фазі наливу зерна, що вказує на вищу фотосинтетичну активність та кращу реалізацію біологічного потенціалу сорту Тріумф.

4. Фотосинтетичний потенціал посівів нуту істотно зростав під впливом інокуляції насіння та позакореневих підживлень і досягав максимальних значень у міжфазний період ВВСН 10-90 (повні сходи – повна стиглість). Найвищі показники фотосинтетичного потенціалу зафіксовано у варіанті з інокуляцією та двома підживленнями: 1,835 млн м²/га у сорту Тріумф і 1,756 млн м²/га у сорту Пам'ять, що перевищувало контроль відповідно на 26,9% та 26,3%.

5. Сорт Тріумф упродовж усього періоду вегетації формував вищий фотосинтетичний потенціал порівняно із сортом Пам'ять; різниця між сортами

у найбільш репрезентативному інтервалі ВВСН 10-90 становила близько 5 %. Це зумовлено більш тривалим періодом активної фотосинтетичної діяльності та інтенсивнішим формуванням асиміляційної поверхні у сорту Тріумф.

6. Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) істотно змінювалася залежно від фаз росту та розвитку рослин і рівня агротехнічного забезпечення. Найнижчі значення ЧПФ спостерігалися у період повні сходи – бутонізація, тоді як максимальні – у міжфазний період повні сходи – наливу зерна, що пов'язано з досягненням максимальної площі листкової поверхні та високою інтенсивністю асиміляційних процесів.

7. Найбільшу продуктивність чистого фотосинтезу було зафіксовано у фазі повні сходи-повна стиглість (ВВСН 10-90) на варіантах, де застосовувалися передпосівна інокуляція (інокулянт БТУ-р) у поєднанні із дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом (Нер Рост – бор). При передпосівній обробці насіння та одноразового підживлення показник становив – 4,79 г/м² за добу, а для дворазового – 4,96 г/м² за добу відповідно.

8. Формування симбіотичного апарату нуту значною мірою залежало від передпосівної інокуляції насіння та рівня мікроелементного живлення. Установлено чітку динаміку наростання кількості та маси корневих бульбочок від фази бутонізації до кінця цвітіння з подальшим зменшенням у фазі наливу зерна, що відображає фізіологічні особливості функціонування бобово-ризобіального симбіозу.

9. Найвищі показники кількості та маси бульбочок у обох сортів формувалися за поєднання інокуляції насіння БТУ-р із двома позакорневими підживленнями борвмісним мікродобривом. За таких умов кількість бульбочок зростала на 35-43%, а їх маса – на 18-26% порівняно з контролем, що свідчить про формування потужного та функціонально активного симбіотичного апарату.

10. Сорт Тріумф у більшості фаз розвитку формував більшу кількість і масу корневих бульбочок, ніж сорт Пам'ять, особливо за високого агрофону.

Це вказує на його вищу адаптивність і здатність ефективніше реалізовувати потенціал симбіотичної азотфіксації за умов інтенсифікації технології вирощування.

11. Узагальнюючи результати, встановлено тісний взаємозв'язок між розвитком листкового апарату, фотосинтетичною діяльністю та інтенсивністю симбіотичної азотфіксації нуту. Поєднання передпосівної інокуляції насіння з двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор) є найбільш ефективним технологічним прийомом, що забезпечує формування високої фотосинтетичної і симбіотичної продуктивності посівів нуту та створює передумови для підвищення урожайності зерна.

За матеріалами 4 розділу автором опубліковано праці:

1. Honchar M. Effect of pre-sowing seed inoculation and foliar dressing on grain productivity and symbiotic activity of chickpea plants. *Plant and Soil Science*. 2025. № 2 (16). С. 58-68.

2. Гончар М.В. Вплив передпосівної інокуляції насіння і позакореневих підживлень на зернову продуктивність та симбіотичну діяльність рослин нуту для відновлення родючості ґрунту. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та спеціалістів: «Внесок молодих учених у розвиток ґрунтознавчо-агрохімічної науки та забезпечення сталого розвитку аграрної сфери». 29 травня 2025 р. м. Харків. 2025. С. 17-22.

3. Гончар М.В. Вирощування нуту в умовах воєнного періоду та умовах скорочення посівних площ. Вплив передпосівної інокуляції насіння і позакореневих підживлень на симбіотичну продуктивність та діяльність рослин нуту. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 60-річчю тривалого стаціонарного дослідження Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН: «Інноваційні аспекти збереження і підвищення родючості ґрунтів у воєнний та повоєнний період». 18 вересня 2025 р. с. Оброшине-Львів. 2025. С. 59-61.

РОЗДІЛ 5. ЗЕРНОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ НУТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНІ ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОЕРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ

5.1. Індивідуальна продуктивність рослин нуту залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень

Останніми роками нут, одна з провідних зернобобових культур у світовому сільському господарстві, дедалі більше привертає увагу українських аграріїв [38, 173-174]. Це пояснюється його унікальними агрономічними властивостями, зокрема винятковою стійкістю до посухи та високою технологічністю вирощування [213]. Завдяки значному осмотичному тиску клітинного соку та добре розвиненій кореневій системі, рослини нуту здатні ефективно використовувати навіть обмежені запаси ґрунтової вологи [114]. У результаті, навіть за температурного режиму до +40 °С та відносної вологості повітря менше 30%, листя культури зберігає тургор до 7-9 днів, не в'янує і не втрачаючи життєздатності.

Крім того, нут має низку інших переваг у порівнянні з багатьма іншими бобовими культурами [131-132]. Його дозрівання відбувається рівномірно, що значно спрощує процес збирання врожаю. Боби не мають тенденції до осипання чи розтріскування, а самі рослини, завдяки опушенню та здатності виділяти органічні кислоти, рідше уражуються шкідниками. Також варто зазначити, що нут не вилягає, що зменшує втрати врожаю і підвищує ефективність механізованого збирання.

Одним із ключових критеріїв оцінки ефективності вирощування будь-якої культури є її врожайність [192, 202]. У випадку з нутом підвищення врожайності досягається не лише традиційним застосуванням мінеральних добрив та засобів захисту рослин, але й шляхом інтеграції сучасних агротехнологічних рішень. Зокрема, значного поширення набуває використання мікродобрив, регуляторів росту та бактеріальних препаратів, які все частіше стають невід'ємною складовою сучасних технологій вирощування цієї культури.

За умов належного агрофону та сприятливого клімату врожайність нуту

може досягати 2-3,5 тони з гектара. Проте в умовах стресових факторів, таких як тривала посуха, цей показник може знижуватися до 0,7-1,0 т/га. Навіть за таких умов культура залишається рентабельною, хоча й потребує додаткових управлінських рішень щодо оптимізації витрат.

Процес формування врожаю нуту, як і в інших представників зернобобової групи, є складним і багатофакторним явищем, яке потребує ретельного підходу на всіх етапах агротехнологічного циклу [164]. Для досягнення стабільно високої урожайності та отримання якісного зерна необхідно забезпечити не лише оптимальні гідротермічні умови вирощування, але й впроваджувати комплексну систему агротехнічних заходів [208-209]. До таких заходів належать передпосівна обробка насіння стимуляторами росту або захисними препаратами, своєчасне та збалансоване позакореневе підживлення, а також використання високопродуктивних, адаптованих до регіональних умов сортів нуту.

Всі зазначені чинники в значній мірі впливають на головні показники якості та продуктивності культури. Зокрема, вони визначають кількість бобів на одній рослині, кількість насінин у кожному бобі та масу 1000 зерен – основні елементи, які формують загальний врожай. У зв'язку з цим, виникає потреба в детальному обліку та аналізі зазначених показників, що дозволяє аграріям обґрунтовано підходити до вибору технологічних прийомів вирощування та коригувати їх залежно від конкретних умов.

Таким чином, комплексне дослідження факторів, що впливають на продуктивність нуту, не лише сприяє підвищенню врожайності, але й забезпечує стабільність виробництва в умовах кліматичних змін та нестабільності погодних умов.

Встановлено, що індивідуальна продуктивність рослини нуту мала пряму залежність від сортових особливостей та агроприймів, що використовувалися під час вирощування (табл. 5.1). Саме тому кількість бобів на рослині та

кількість зерен, що знаходиться у бобі, являється найбільш ключовим елементом кінцевої складової врожаю нуту.

Таблиця 5.1

**Індивідуальна продуктивність рослин нуту залежно від передпосівної
обробки насіння та позакоренових підживлення
(середнє за 2023-2025 рр.)**

Передпосівна обробка насіння біоінокулянт БТУ-р	Позакореневі підживлення мікродобривом Help Rost (Бор)	Елементи структури врожаю			
		Кількість бобів на рослині, шт	Кількість зерн на рослині, шт	Маса зерна на одній рослині, г	Маса 1000 насінин, г
Пам'ять					
Без обробки	без підживлень (к)	26,1±1,5	28,1±1,6	9,1±1,1	280,1±7,0
	одне підживлення	30,8±1,7	33,1±1,7	11,3±1,2	300,8±7,3
	два підживлення	31,7±1,8	34,2±1,7	12,2±1,3	304,6±7,4
Біоінокулянт- БТУ-р	без підживлень	31,3±1,8	34,2±1,8	11,7±1,5	303,1±8,3
	одне підживлення	32,3±1,9	35,0±1,9	12,6±1,6	306,8±8,5
	два підживлення	32,8±2,1	37,1±2,2	13,0±1,8	310,3±8,6
Тріумф					
Без обробки	без підживлень	27,3±1,6	28,8±1,7	9,3±1,1	285,4±8,3
	одне підживлення	31,6±1,7	33,4±1,7	11,7±1,3	302,4±8,4
	два підживлення	32,2±1,8	34,7±1,9	12,6±1,3	307,4±8,7
Біоінокулянт- БТУ-р	без підживлень	32,0±1,8	34,1±2,0	12,0±1,4	306,7±8,3
	одне підживлення	32,7±2,0	35,2±2,4	12,9±1,5	310,5±9,7
	два підживлення	33,4±2,2	37,5±2,6	13,3±1,6	315,1±9,1
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		5,6	8,3	9,9	18,5
<i>Відносна похибка Sx, %</i>		2,0	1,9	3,9	8,1

Виявлено, що найбільшу кількість бобів було отримано – 33,4 шт./рослину у сорту Тріумф та 32,8 шт./рослину у сорту Пам'ять. Даний результат був отриманий завдяки поєднанню біоінокулянта БТУ-р та дворазового позакореневого підживлення мікродобривом Help Rost (B). Найменшої кількості бобів на рослині, було сформовано у 2023 році досліджень. Сорт Тріумф – 30,3 до 33,4 шт./рослину, та сорт Пам'ять – 30,1 до 32,8 шт./рослину.

Найбільш сталим показником, що підтверджує врожайність рослин, виступає кількість насінин у бобі. Даний показник першочергово відрізняється через сортові особливості кожного досліджуваного сорту, що був підібраний для його вивчення. Саме тому сорту Тріумф формується 1, а іноді 2 насінини в той час коли у сорту Пам'ять завжди формується 1 насінина, а як виключення 2 насінини, що трапляється у поодиноких випадках. Тому зважаючи на відсоток природних втрат, втрат під час збирання врожаю, можливих несприятливих умов навколишнього середовища та травмування насіння під час вирощування, показник кількості насіння приблизно на однаковому рівні із кількістю бобів на рослині.

Також важливим показником індивідуальної продуктивності однієї рослини є маса зерна. Відтак, найбільша маса зерна з однієї рослини сорту Тріумф складала 13,3 г, а у сорту Пам'ять 13,0 г. Даний результат був отриманий у комплексі застосування біоінокулянта БТУ-р та дворазового позакореневого підживлення мікродобривом Help Rost (B). На контрольному варіанті, що виявився найгіршим за всі роки дослідження, маса зерна однієї рослини становила 11 г у сорту Тріумф та 10,7 у сорту Пам'ять.

Варто зазначити, що за 2023-2025 роки закладення досліду позитивної динаміки набував один із найважливіших показників врожайності – маса 1000 насінин. Сорт Тріумф та Пам'ять показали найкращі результати протягом трьох років на ділянці де застосовували біоінокулянта БТУ-р та дворазового позакореневого підживлення мікродобривом Help Rost (B). Проте, показники

індивідуальної продуктивності рослин сорту Пам'ять, мали менші абсолютні значення ніж сорт Тріумф.

Найбільші показники індивідуальної продуктивності рослин сорту Тріумф: кількість бобів на одній рослині – 33,4, кількість зерен – 37,5, маса насіння з однієї рослини – 13,3 г, а маса 1000 насінин – 315,1 г. При поєднанні аналогічних технологічних прийомів під час вирощування сорту Пам'ять, вдалося досягнути таких результатів, а саме: кількість бобів на одній рослині – 32,8, кількість зерен – 37,1, маса насіння з однієї рослини – 13 г, а маса 1000 насінин – 310,3 г.

Найкращі умови для формування максимальних показників індивідуальної продуктивності спостерігаються на рослинах сорту Тріумф, у поєднанні із передпосівною інокуляцією та двома позакореновими підживленнями, що відповідно на 22,3%; 30,2%; 30,0%; 10,4% більше ніж на контрольному варіанті. Для сорту Пам'ять дані показники збільшилися на 20,4%; 24,2%; 30,0%; 9,7% відповідно до контрольного варіанту.

Тому, в результаті даного дослідження було встановлено зв'язок, що найкращий результат індивідуальної продуктивності рослин нуту, а саме сортів Тріумф та Пам'ять формується при застосуванні біоінокулянта БТУ-р та дворазового позакоренового підживлення мікродобривом Help Rost (B).

5.2. Урожайність зерна нуту залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень

Нут є цінним джерелом рослинного білка, вітамінів і мікроелементів, що робить його особливо актуальним в умовах глобального тренду на здорове харчування [78]. Його вирощування не лише економічно доцільне, але й екологічно обґрунтоване: культура має здатність фіксувати атмосферний азот завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, що знижує потребу в мінеральному азотному живленні та покращує стан ґрунту для наступних культур у сівозміні.

Підвищення ефективності вирощування нуту тісно пов'язане з інтеграцією сучасних технологій: застосуванням інокулянтів, мікродобрив, регуляторів росту, прецизійного землеробства, точного моніторингу стану посівів та адаптивного підходу до обробітку ґрунту. Зокрема, дослідження останніх років свідчать, що інокуляція насіння нуту високоефективними штамами *Rhizobium* значно підвищує біологічну фіксацію азоту, стимулює розвиток рослин і позитивно впливає на врожайність [93].

Експериментальні дані підтверджують, що ключові елементи технології вирощування – вибір сорту, строки сівби, норми висіву, способи обробітку ґрунту, системи удобрення та захисту – мають суттєвий вплив на формування врожаю. Встановлено, що оптимальне поєднання цих факторів дозволяє отримувати стабільно високі врожаї – понад 2,0-2,5 т/га, навіть у посушливих умовах [105].

Таким чином, нут сьогодні розглядається не лише як альтернатива традиційним зернобобовим культурам, а й як стратегічно важливий компонент сталого землеробства. Його вирощування сприяє не лише підвищенню економічної ефективності господарств, а й збереженню природних ресурсів, що відповідає сучасним вимогам до сталого агровиробництва [95].

Подібні закономірності спостерігалися і для сорту Пам'ять. Найбільша урожайність зерна утворилася при використанні комплексного підходу, що включав інокуляцію та дворазове позакореневе підживлення (табл. 5.2, табл. 5.3).

В умовах 2024 року рівень урожайності у досліджуваних елементах технології вирощування нуту сортів Пам'ять та Тріумф коливався у межах 2,25-3,11 та 2,30-3,20 т/га відповідно по сортах, за показників на контролі 2,25 і 2,30 т/га.

Мінімальний показник рівня врожаю зерна був зафіксований 2023 року і становив 2,40-3,16 т/га у сорту Тріумф, та 2,35-3,03 т/га у сорту Пам'ять. При цьому показники врожаю зерна на контролі становили 2,35 і 2,40 т/га.

**Урожайність зерна нуту сорту Пам'ять залежно від передпосівної обробки
насіння та позакоренових підживлень, т/га
(середнє значення за 2023-2025 рр.)**

Передпосівна обробка насіння біоінокулянтном БТУ-р	Позакореневі підживлення мікродобривом Нерр Rost (Бор)	Роки			
		2023	2024	2025	Середнє за 2023- 2025 рр.
Без обробки	без підживлень (к)	2,35	2,25	2,46	2,35
	одне підживлення	2,48	2,56	2,63	2,55
	два підживлення	2,54	2,62	2,77	2,64
Біоінокулянт- БТУ-р	без підживлень	2,50	2,55	2,65	2,56
	одне підживлення	2,80	2,91	3,00	2,90
	два підживлення	3,03	3,11	3,24	3,12
<i>Середнє по варіантах</i>		2,61	2,67	2,79	2,69
НІР _{0,5, т/га}	<i>по фактору А</i>	0,068	0,043	0,044	-
	<i>по фактору В</i>	0,096	0,076	0,062	-
	<i>по фактору С</i>	0,110	0,109	0,101	-
	<i>по факторах АВС</i>	0,140	0,129	0,101	-

На дослідних варіантах із використанням передпосівної обробки насіння біоінокулянтном та проведенням позакоренового підживлення спостерігалось значне підвищення рівня урожайності. Це стосувалося як окремого застосування кожного з досліджуваних факторів, так і їх комплексного використання.

Дослідження показало, що передпосівна інокуляція насіння препаратом БТУ-р сприяла підвищенню урожайності нуту. Так, у 2023 році сорт Пам'ять продемонстрував приріст на 0,15 т/га, тоді як сорт Тріумф – на 0,20 т/га. У 2024 році урожай зерна обох сортів виріс ще більше: на 0,30 т/га у сорту Пам'ять та на 0,35 т/га у сорту Тріумф. У 2025 році зафіксовано максимальне збільшення

показників порівняно з контролем, що склало 0,19 т/га для сорту Пам'ять і 0,25 т/га для сорту Тріумф.

Таблиця 5.3

**Урожайність зерна нуту сорту Тріумф залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, т/га
(середнє значення за 2023-2025 рр.)**

Передпосівна обробка насіння біоінокулянтном БТУ-р	Позакоренові підживлення мікродобривом Нерп Rost (Бор)	Роки			
		2023	2024	2025	Середнє за 2023-2025 рр.
Без обробки	без підживлень	2,40	2,30	2,55	2,41
	одне підживлення	2,70	2,75	2,85	2,76
	два підживлення	2,76	2,80	2,95	2,83
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	2,60	2,65	2,80	2,68
	одне підживлення	2,84	2,96	3,10	2,96
	два підживлення	3,16	3,20	3,35	3,23
<i>Середнє по варіантах</i>		2,74	2,78	2,93	2,81
НІР _{0,5, т/га}	<i>по фактору А</i>	0,071	0,055	0,056	-
	<i>по фактору В</i>	0,098	0,085	0,071	-
	<i>по фактору С</i>	0,114	0,108	0,115	-
	<i>по факторах АВС</i>	0,144	0,134	0,123	-

Застосовуючи комплексну обробку насіння та дворазове позакореневе підживлення у фазах бутонізації та початку наливу зерна мікродобривом на основі бору, було отримано максимальну врожайність нуту. Для сорту Пам'ять цей показник у 2023 році складав 3,03 т/га, у 2024 році – 3,11 т/га, а в 2025 році – 3,24 т/га, що перевищувало контрольні варіанти на 0,68 т/га, 0,86 т/га та 0,78 т/га відповідно. У сорту Тріумф врожайність становила 3,16 т/га у 2023 році, 3,20 т/га у 2024 році та 3,35 т/га у 2025 році, перевищуючи контрольні показники на 0,76 т/га, 0,90 т/га та 0,80 т/га.

У середньому за роки досліджень найвищу врожайність нуту – 3,23 т/га у сорту Тріумф та 3,12 т/га у сорту Пам'ять – забезпечили технологічні моделі вирощування, які включали комплексне застосування інтенсивних факторів.

Зокрема, це передбачало обробку насіння препаратом БТУ-р (1,5 л/т) та проведення двох позакорневих підживлень у фазах бутонізації й початку наливу зерна мікродобривом з бором (3,0 л/га).

За результатами проведеного дисперсійного аналізу отриманих даних виявлено, що величина формування приросту врожаю зерна нуту за роками досліджень на 36% залежала від застосування досліджуваних передпосівної обробки насіння, на 14% від сорту, на 18% від позакорневих підживлень та на 32% від умов року (рис. 5.3)

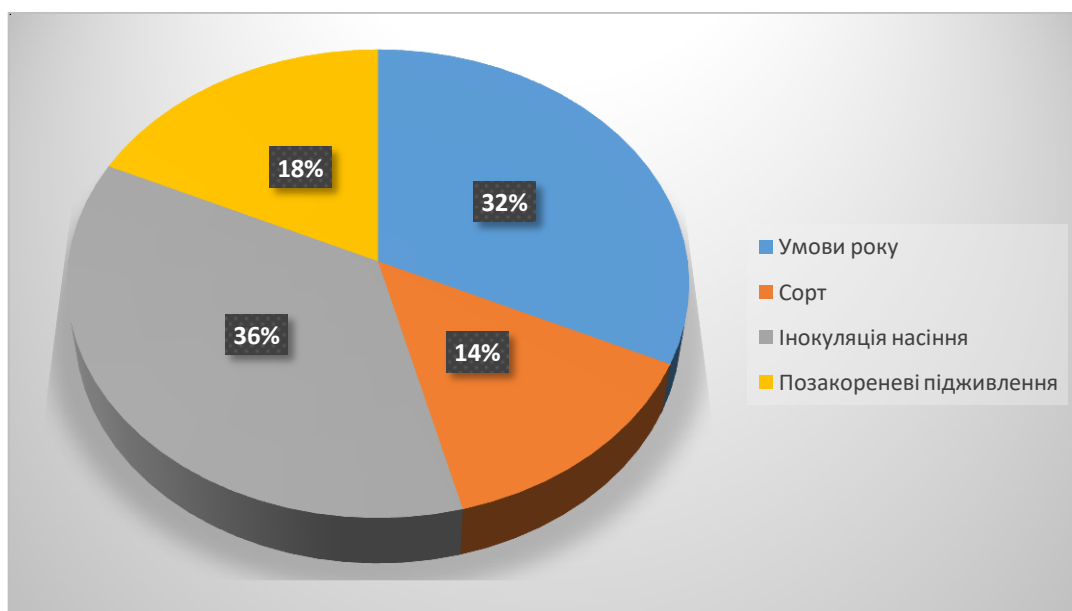


Рис. 5.3. Частка впливу досліджуваних факторів на формування рівня врожайності нуту (середнє значення за 2023-2025 рр.)

У межах зони правобережного Лісостепу України оптимальні умови для росту, розвитку нуту та досягнення його максимальної зернової продуктивності створюються завдяки передпосівній обробці насіння препаратом БТУ-р у дозі 1,5 л/т і дворазовому позакорневому підживленню мікродобривом на основі бору (3,0 л/га) у фазах бутонізації та початку наливу зерна. Варто зазначити, що саме

за цих умов було зафіксовано найбільшу реалізацію генетичного потенціалу сорту нуту Тріумф.

5.3. Показники якості зерна нуту залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень

На процес формування насіння, який міститиме підвищений вміст білка впливає азот [112]. Відомо, що нут здатний засвоювати азот як з ґрунту, так і з атмосфери, завдяки симбіотичній фіксації азоту, яка відбувається за участі бульбочкових бактерій роду *Rhizobium* [113]. Підвищення ефективності цього процесу призводить не лише зростанню продуктивності рослин, але й підвищенню білкового вмісту в насінні [117, 135-136].

Однак, у посушливих умовах, коли наявність вологи є обмеженою, порушується процес засвоєння азоту [133]. Це призводить до накопичення у листках амінного, нітратного та амідного азоту, що свідчить про пригнічення синтезу білків у тканинах рослин нуту [46].

До важливих показників якості насіння нуту належать вміст білків, жирів, вуглеводів та клітковини. Зерно нуту містить 43-66% вуглеводів, 4,7-8,2% жирів і 6-9% клітковини. У зеленій масі характерним є високий рівень щавлевої кислоти. Згідно з деякими джерелами, у різних сортів нуту вміст вуглеводів може коливатися в межах 20-47%, цукрів – 2,6%, а зольність становить 3,2-3,9% [48].

Особливу цінність білок нуту має завдяки своєму амінокислотному складу, що наближений до білка тваринного походження [128]. Його вміст у зерні варіює від 18-26% і може сягати до 32,3% залежно від сорту. За білковим вмістом нут поступається лише сої, проте значно перевершує інші зернобобові культури, зокрема квасолю, сочевицю та горох, на 3-7%. Сумарна кількість незамінних амінокислот у складі білка нуту становить 41,53% від загального їх вмісту [40].

Аналізуючи якісні характеристики насіння нуту в умовах сірого лісового ґрунту правобережного Лісостепу України, було виявлено, що вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень є недостатньо вивченим напрямком [41]. Це обумовило актуальність проведення наукових досліджень з метою з'ясування механізмів впливу цих агроприйомів на якість зерна.

Результати експериментальних досліджень підтвердили, що технологічні елементи вирощування, зокрема передпосівна обробка насіння та застосування позакореневих підживлень, мають суттєвий позитивний вплив на покращення якісних показників урожаю (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Показники якості зерна нуту залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень (середнє за 2023-2025 рр.)

Передпосівна обробка насіння біоінокулянт-БТУ-р	Позакореневі підживлення мікродобривом Help Rost (Бор)	Показники якості зерна			
		Білок, %	Жир, %	Клітковина, %	Зола, %
Пам'ять					
Без обробки	без підживлень (к)	23,00	5,40	5,01	2,91
	одне підживлення	25,10	6,20	5,07	3,10
	два підживлення	25,70	6,60	5,15	3,73
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	25,80	6,80	5,14	3,70
	одне підживлення	26,10	7,20	5,22	3,95
	два підживлення	26,60	7,70	5,30	4,00
Тріумф					
Без обробки	без підживлень	23,40	5,90	4,94	2,95
	одне підживлення	25,70	6,80	4,99	3,40
	два підживлення	26,02	7,01	5,10	3,81
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	26,00	7,11	5,09	3,80
	одне підживлення	26,30	7,50	5,12	4,01
	два підживлення	27,00	8,00	5,20	4,09

Зокрема, спостерігалось значне підвищення вмісту білка в зерні, що свідчить про ефективність запропонованих агротехнічних заходів у формуванні високоякісного насіння нуту.

Дослідження показали, що вміст білка у зерні суттєво зростає внаслідок передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень. Для сорту Пам'ять на контрольному варіанті цей показник становив 23,00%. У той же час, при використанні біоінокулянту БТУ-Р для передпосівної обробки насіння та дворазового позакоренового підживлення мікродобривом Help Rost (Бор), максимальний показник досяг 25,70%, що на 11,74% більше порівняно з контролем. Ще суттєвіше підвищення було зафіксовано на варіанті з комбінованим застосуванням передпосівної обробки насіння біоінокулянтом БТУ-Р та дворазовим позакореновим підживленням – вміст білка зріс до 26,60%, що на 15,65% перевищує контроль. Аналогічний результат спостерігався і на сорті Тріумф. У межах цього сорту на контрольному варіанті без застосування обробки та підживлень вміст білка становив 23,40%. Водночас, при передпосівній обробці насіння біоінокулянтом БТУ-Р та дворазовому позакореновому підживленні мікродобривом Help Rost (Бор), його рівень зріс максимально до 27,00%, що на 15,38% більше, ніж у контрольному варіанті.

Найбільше значення вмісту сирого жиру в зерні нуту сорту Пам'ять досягнуло 7,70%, а у сорту Тріумф – 8,00%. Ці показники були зафіксовані на варіантах, де перед посівом насіння обробляли бактеріальним препаратом БТУ-р у поєднанні з дворазовим позакореновим підживленням мікродобривом Help Rost (Бор). Найменший вміст жиру спостерігався на контрольному варіанті – 5,40% для сорту Пам'ять. Дослідження підтвердило, що вміст жирів у зерні сорту Тріумф варіював від 5,90% до 8,00%, а у сорту Пам'ять – від 5,40% до 7,70%. Оптимальні результати були отримані на ділянках, де застосовували інокулянт БТУ-р у комбінації з позакореновим підживленням Help Rost, тоді як

найнижчі показники спостерігалися на контрольних ділянках без додаткових обробок.

Максимальне значення клітковини в зерні нуту сорту Пам'ять – 5,30% та 5,20% у сорту Тріумф зростало на варіантах, де у передпосівну обробку насіння використовували бактеріальний препарат БТУ-р у поєднанні із двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор). Мінімальне значення вмісту клітковини було отримано на ділянках без передпосівної обробки насіння та без позакорневих підживлень, який становив у сорту Тріумф – 4,94%. Подібну тенденцію зафіксовано на ділянках сорту Пам'ять – 5,01%.

Проведений біохімічний аналіз засвідчив, що вміст білка – основного компонента насіння нуту – істотно зростав у порівнянні з контролем. Зокрема, за застосування інокулянта БТУ-р у поєднанні з двома позакореневими підживленнями Help Rost (Бор) у сорту Тріумф приріст становив 15,30%, а у сорту Пам'ять – 15,6%.

У ході досліджень встановлено, що якісні характеристики зерна нуту значною мірою залежали від генетичних особливостей сортів, передпосівної обробки насіння та застосування позакорневих підживлень. З'ясовано, що внесення мікродобрива Help Rost (Бор) у критичні фази росту й розвитку рослин позитивно впливає на формування основних показників якості зерна, зокрема на вміст білка та вміст мінеральних елементів.

Удосконалення елементів технології вирощування нуту, зокрема шляхом передпосівної обробки насіння біопрепаратом БТУ-р у поєднанні з дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом Help Rost (В), забезпечує не лише покращення якісних показників зерна, а й суттєве підвищення зернової продуктивності. Такий технологічний підхід сприяє ефективнішому засвоєнню елементів живлення, активізації фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, а також покращенню стійкості до стресових умов.

Додатково встановлено, що позакореневе підживлення мікродобривом Help Rost (Бор) позитивно впливає на якість зерна, зокрема сприяє підвищенню вмісту сирого протеїну та покращенню біохімічного складу. Застосування таких агротехнічних прийомів дозволяє удосконалити систему живлення нуту, забезпечити збалансоване постачання елементів упродовж вегетаційного періоду та підвищити загальну ефективність вирощування культури в умовах Лісостепу правобережного України.

Висновки до розділу 5:

1. Найбільші показники індивідуальної продуктивності рослин Sortu Тріумф: кількість бобів на одній рослині – 33,4, кількість зерен – 37,5, маса насіння з однієї рослини – 13,3 г, а маса 1000 насінин – 315,1 г. При поєднанні аналогічних технологічних прийомів під час вирощування сорту Пам'ять, вдалося досягнути таких результатів, а саме: кількість бобів на одній рослині – 32,8, кількість зерен – 37,1, маса насіння з однієї рослини – 13 г, а маса 1000 насінин – 310,3 г.

2. У середньому за 2023-2025 рр. проведення досліджень найвищі показники урожайності нуту 3,23 т/га у сорту Тріумф та 3,12 т/га у сорту Пам'ять забезпечили моделі технології вирощування, які передбачали комплексне застосування факторів інтенсифікації, зокрема проведення обробки насіння препаратами БТУ-р (1,5 л/т) та проведення двох позакорневих підживлень у фази бутонізації та початку наливу зерна мікродобривом на основі бору (3,0 л/га).

3. Цей підхід також сприяв формуванню найкращих показників якості насіння. Дослідження, проведені в умовах правобережного Лісостепу у 2023–2025 роках, показали, що комбіноване застосування обробки насіння бактеріальним препаратом БТУ-р і дворазового позакореневого підживлення мікродобривом Help Rost (Бор) значно покращує якісні характеристики зерна

нуту. Зокрема, відзначено підвищення вмісту білка, сирого жиру та клітковини на одиницю площі для сортів Пам'ять і Триумф.

4. Підтверджено, що технологічні елементи вирощування, зокрема передпосівна обробка насіння та застосування позакореневих підживлень, мають суттєвий позитивний вплив на покращення якісних показників урожаю. Відтак, поєднання обробки насіння бактеріальним препаратом БТУ-р в комплексі з дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом Help Rost (Бор) забезпечує покращення якісних показників зерна нуту та вмісту білка на рівні 27,00%, сирого жиру – 8%, клітковини з одиниці площі 4,09% у сорту Триумф.

За матеріалами 5 розділу автором опубліковано праці:

1. Honchar M. Effect of pre-sowing seed inoculation and foliar dressing on grain productivity and symbiotic activity of chickpea plants. *Plant and Soil Science*. 2025. № 2.

2. Вплив передпосівної інокуляції насіння і позакореневих підживлень на зернову продуктивність та симбіотичну діяльність рослин нуту для відновлення родючості ґрунту. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та спеціалістів: «Внесок молодих учених у розвиток ґрунтознавчо-агрохімічної науки та забезпечення сталого розвитку аграрної сфери». 29 травня 2025 р. м. Харків. 2025.

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ

6.1. Економічна ефективність передпосівної обробки та позакоренових підживлень нуту

У сучасних агроумовах вагомим завданням аграрної галузі є створення та впровадження технологій вирощування, які забезпечують зменшення собівартості одиниці продукції, мінімізацію енергетичних витрат та, як результат, підвищення рентабельності виробництва [77, 210]. Водночас ці технології мають бути конкурентоспроможними не лише на внутрішньому, а й на світовому ринку [171, 211].

За умов дефіциту ресурсного потенціалу, що є характерним для сучасного аграрного сектору України, виникає необхідність перегляду традиційних підходів, які залишилися з часів розподільчо-планової економіки. Зокрема, це стосується принципів розподілу виробничих витрат при розробці технологій вирощування сільськогосподарських культур [161].

Упровадження ефективного комплексу агрономічних заходів повинна супроводжуватись не лише агротехнічною, але й всебічною економічною оцінкою [171]. Оцінювання ефективності таких заходів виключно за показниками урожайності є недостатнім, оскільки воно не враховує витрати на отримання цієї продукції. Саме тому виникає потреба у поєднанні агротехнічного аналізу з економічною ефективністю господарських рішень.

Ціноутворення на нут формується під впливом комплексу факторів, серед яких провідну роль відіграє якість зерна [200, 210]. Найбільш важливим показником виступає крупність насіння: зерно з діаметром понад 8 мм традиційно оцінюється вище на міжнародному ринку, оскільки воно належить до категорії преміум-класу та користується найбільшим попитом у харчовій промисловості. Додатковими критеріями якості є **вологість зерна**, наявність механічних пошкоджень, кількість половинок та домішок.

Вартість нуту може суттєво коливатися. За високої якості продукції ціна на зовнішньому ринку сягає 1000 доларів США за тону, у той час як на внутрішньому ринку України середній діапазон становить 27000-40000 грн/т, залежно від якісних показників, сезону та попиту. При цьому преміальні партії, що відповідають експортним стандартам, продаються дорожче, тоді як дрібнозернистий або пошкоджений товар оцінюється значно нижче. Важливим сегментом є й насіннєвий матеріал, вартість якого може перевищувати 60000 грн/т, що пояснюється високим попитом на сортове насіння та обмеженими обсягами його виробництва [201]. Окрім кон'юнктури ринку, ключовим аспектом є економічна ефективність технології вирощування. Вона оцінюється за низкою показників: загальна виручка з 1 га посівів, що визначається врожайністю та ринковою ціною; виробничі витрати на гектар, включно з витратами на насіння, добрива, засоби захисту рослин, паливо та оплату праці; собівартість 1 т продукції, яка дозволяє визначити конкурентоспроможність зерна на внутрішньому й зовнішньому ринках; чистий прибуток на гектар, що відображає фінансовий результат господарської діяльності; рівень рентабельності, який характеризує ефективність вкладених інвестицій [210].

Таким чином, економічна ефективність вирощування нуту визначається поєднанням якісних характеристик зерна та правильно підібраних агротехнологічних прийомів [200]. Високий попит на світовому ринку, порівняно невисока собівартість та можливість отримання стабільного прибутку навіть в умовах змін клімату забезпечують перспективність розширення посівних площ цієї культури в Україні.

Для розрахунків економічної ефективності було враховано рівень урожайності (рис. 5.1), а також усі виробничі витрати, що формують собівартість. На основі біржових даних встановлено, що ціна на нут залишається досить мінливою й охоплює широкий діапазон – від 30 000 до 40 000 грн/т. Для цілей дослідження було прийнято середню ринкову ціну станом на 31.12.2025 р. – 35 000 грн/т.

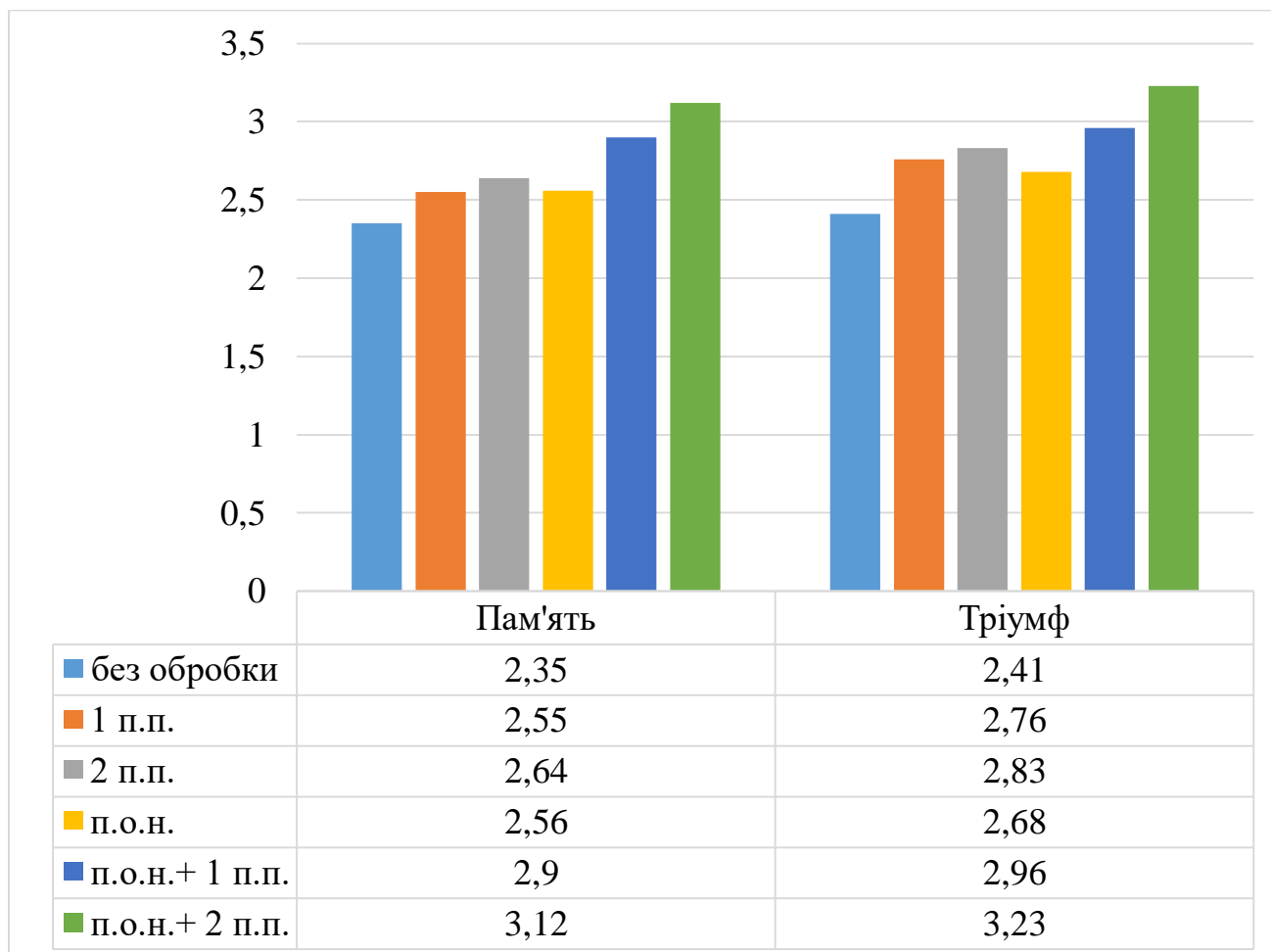


Рис. 5.1. Середня урожайність зерна нуту залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, т/га (середнє значення за 2023-2025 рр.)

Для розрахунків економічної ефективності було враховано рівень урожайності зерна нуту, витрати на застосування передпосівної обробки насіння і позакореневих підживлень, а також вартість отриманої продукції.

Відтак, за 2023–2025 роки найвищі показники урожайності нуту були досягнуті сортами Тріумф (3,23 т/га) і Пам'ять (3,12 т/га). Це забезпечили моделі технології вирощування, що включають комплексне застосування інтенсифікаційних заходів. Зокрема, передбачалося оброблення насіння препаратом БТУ-р у дозі 1,5 л/т та виконання двох позакореневих підживлень

мікродобривом на основі бору (3,0 л/га) на фазах бутонізації та початку наливу зерна.

Результати трирічних досліджень (2023-2025 рр.) свідчать, що найбільшу економічну ефективність забезпечувала технологічна схема, яка включала передпосівну обробку насіння та дворазове позакореневе підживлення. Така комбінація дозволила істотно підвищити урожайність і якість зерна, забезпечуючи стабільний прибуток при помірному рівні витрат.

Таким чином, нут в умовах України не лише має потенціал як стратегічна експортна культура, а й може стати важливим елементом сталого землеробства, що поєднує агрономічну ефективність з високими економічними показниками.

Згідно одержаних результатів досліджень було здійснено визначення показників економічної і енергетичної ефективності розроблених технологічних прийомів вирощування, а саме – передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень у технології вирощування нуту (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Економічна ефективність вирощування нуту залежно від сорту, передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень (середнє за 2023-2025 рр.)

Передпосівна обробка насіння біоінокулянт-БТУ-р	Позакореневі підживлення мікродобривом Help Rost (Бор)	Економічна ефективність				
		Вартість продукції з 1 га, грн	Витрати на 1 га, грн	Собівартість 1 т зерна, грн	Чистий прибуток з 1 га, грн	Рівень рентабельності, %
Пам'ять						
Без обробки	без підживлень (к)	24980	14150	6021	10830	77
	одне підживлення	27106	14545	5704	12561	86
	два підживлення	28063	14820	5614	13243	89
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	27213	14300	5586	12913	90
	одне підживлення	30826	14195	4895	16631	117
	два підживлення	32805	14970	4798	17835	119
Тріумф						
Без обробки	без підживлень	25618	14105	5853	11513	82
	одне підживлення	27338	14500	5254	12838	86
	два підживлення	28082	14775	5221	13307	90
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	28488	14255	5319	14233	100
	одне підживлення	30464	14155	4782	16309	115
	два підживлення	33284	14925	4621	18359	123

Примітка: *Цінові значення розрахунків взято станом на 31.12.2025 р.

Відтак, у технології вирощування нуту сорту Тріумф на контрольному варіанті виробничі витрати становили 14105 грн/га, тоді як вартість отриманої продукції склала 25618 грн/га. Це забезпечило чистий прибуток у розмірі 11513 грн/га. Собівартість однієї тони зерна становила 5853 грн, а рівень рентабельності досягав 82%, що свідчить про обмежену економічну ефективність базової технології без застосування додаткових агротехнічних заходів.

Використання передпосівної обробки насіння інокулянтном БТУ-р позитивно вплинуло на показники економічної ефективності. Хоча виробничі витрати дещо зросли і склали у соту Тріумф 14255 грн/га, проте вартість продукції піднялася до 28488 грн/га, що забезпечило чистий прибуток у 14233 грн/га. У цьому варіанті рівень рентабельності зріс на 13,64% порівняно з контролем і досягнув 100%, що підтверджує доцільність застосування біологічної інокуляції для підвищення продуктивності та рентабельності вирощування нуту.

Максимальні показники результатів економічної ефективності були отримані при поєднанні передпосівної інокуляції БТУ-р із одноразовим застосуванням мікродобрива Help Rost (Бор) у фазі бутонізації. У даному варіанті виробничі витрати були одними з найвищих і становили 14155 грн/га, однак вартість продукції зросла до 30464 грн/га. Це дало змогу підвищити рівень рентабельності до 115%, що свідчить про ефективність додаткового борного підживлення, хоча й за умови зростання витрат.

Найбільш економічно вигідним виявився варіант із передпосівною інокуляцією насіння БТУ-р у поєднанні з дворазовим позакореневим підживленням у фазі бутонізації та початку наливу насіння. Виробничі витрати становили 14925 грн/га, при цьому вартість отриманої продукції склала 33284 грн/га. Це забезпечило найвищий рівень чистого прибутку та рентабельності – 123%, що більш ніж удвічі перевищує контрольний показник.

Для сорту Пам'ять було відзначено аналогічну тенденцію зміни економічних показників залежно від технологічних прийомів, проте значення врожайності, прибутку та рентабельності виявилися дещо нижчими. Це

пояснюється різницею у генетичному потенціалі сортів, що визначає їхню продуктивність та економічну віддачу за однакових умов вирощування.

При вирощуванні сорту нуту Пам'ять на контрольному варіанті дослідження виробничі витрати становили 14150 грн/га, тоді як вартість отриманої продукції склала 24980 грн/га. Це забезпечило чистий прибуток у розмірі 10830 грн/га. При цьому собівартість 1 т насіння становила 6021 грн, а рівень рентабельності – лише 77%, що свідчить про низьку економічну ефективність базової технології без додаткових елементів інтенсифікації.

Застосування передпосівної інокуляції насіння препаратом БТУ-р дало позитивний економічний ефект: виробничі витрати зросли до 14300 грн/га, проте вартість продукції піднялася до 27213 грн/га. У результаті чистий прибуток збільшився до 12913 грн/га, а рівень рентабельності підвищився на 16,87% у порівнянні з контролем, досягнувши 90%. Це підтверджує доцільність застосування біопрепаратів для покращення ефективності виробництва нуту.

Варіант із комбінацією передпосівної інокуляції насіння БТУ-р та одноразового позакореневого підживлення мікродобривом Help Rost (Бор) у фазу бутонізації характеризувався одними з найвищих виробничих витрат – 14195 грн/га. Проте вартість продукції зросла до 30826 грн/га а порівнянні з контролем, що дозволило підняти рівень рентабельності на 23%. Такий результат свідчить, що додаткове підживлення сприяло підвищенню урожайності, однак значне зростання витрат дещо обмежило економічний ефект.

Найвищі показники були отримані у варіанті з передпосівною інокуляцією насіння препаратом БТУ-р у поєднанні з дворазовим позакореневим підживленням у фазу бутонізації та початку наливу насіння. Тут виробничі витрати склали 14970 грн/га, тоді як вартість продукції досягла 32805 грн/га. Це забезпечило найвищий рівень чистого прибутку та рентабельності, яка сягнула 119%, що на 55% більше контрольного варіанту. Отже, поєднання інокуляції та

дворазових позакореневих підживлень є найбільш економічно вигідною технологічною схемою для вирощування нуту сортів Триумф та Пам'ять.

Отримана структура витрат на одиницю площі посівів нуту довела, що максимальна частка належить витратам на насіння (30%), що пояснюється високою вартістю якісного посівного матеріалу та необхідністю його придбання щосезону. Значним є також показник передпосівної обробки та інокуляції насіння – 20%, що підкреслює важливість застосування біологічних препаратів для підвищення урожайності та забезпечення азотфіксації.

Суттєвими є витрати на паливно-мастильні матеріали (18%), адже технологія вирощування нуту передбачає проведення комплексу енергоємних механізованих операцій – від основного обробітку ґрунту до збирання врожаю. Частка витрат на оплату праці становить 10%, що є відносно помірним показником, але підтверджує важливу роль суб'єктивних факторів у виробничому процесі.

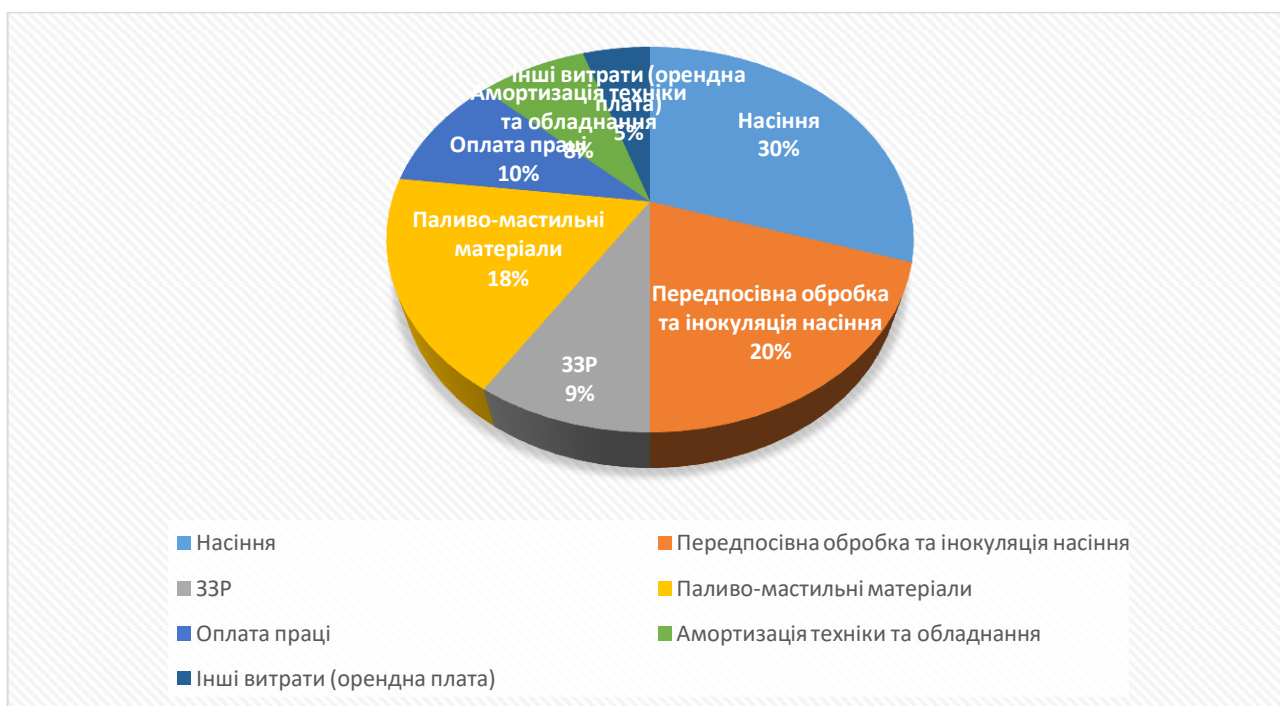


Рис. 6.2. Структура витрат на 1 га %, (середнє за 2023-2025 рр.)

Витрати на засоби захисту рослин сягають 9%, що зумовлено необхідністю захисту культури від бур'янів, шкідників та хвороб. Амортизаційні витрати

техніки та обладнання становлять 8%, що відображає рівень зношеності машинно-тракторного парку та потребу у його оновленні. Найменшу частку у структурі займають інші витрати, включно з орендною платою – 5%.

Таким чином, половина всіх витрат (50%) припадає на насіння та його передпосівну підготовку, що підтверджує ключову роль якісного посівного матеріалу та технологічних прийомів його обробки у формуванні економічної ефективності виробництва нуту. Водночас суттєва частка енергетичних витрат (паливо та амортизація – 26%) свідчить про ресурсомісткість вирощування культури. Загалом структура витрат є збалансованою, проте є потенціал для майбутніх досліджень задля оптимізації за рахунок удосконалення енергозберігаючих технологій та раціонального використання ресурсів.

Тому, найбільш економічно ефективною технологічною схемою вирощування нуту в умовах правобережного Лісостепу України є поєднання передпосівної інокуляції насіння та дворазового позакореневого підживлення у фазу бутонізації та початку наливу зерна. Використання бактеріального препарату у технології вирощування нуту підвищує урожайність та рентабельність на 10-15% порівняно з контролем, а додаткові підживлення забезпечують подальше зростання чистого прибутку.

6.2. Біоенергетична оцінка вирощування нуту за оптимізації елементів технології

Сучасний етап розвитку аграрного виробництва характеризується тим, що підвищення врожайності культур супроводжується значним, а саме у декілька разів підвищенням витрат непоновлюваних енергетичних ресурсів у розрахунку на одиницю продукції [66, 71, 127]. Це свідчить про те, що сільське господарство дедалі більше набуває рис енергетично залежної галузі, а виробництво продукції рослинництва доцільно розглядати не лише як агробіологічну, а й як енергетичну проблему [78].

Кожна технологічна система вирощування культур має свою енергетичну «вартість», яка відображає сумарні витрати енергії на реалізацію всіх агротехнологічних прийомів. Для визначення ефективності впровадження окремих технологічних операцій або цілої системи доцільно застосовувати кількісну оцінку біоенергетичної ефективності. Енергетичний аналіз дає змогу оцінити співвідношення між енергією, вкладеною у виробництво, та енергією, акумульованою в урожаї, а також виявити напрями оптимізації технологій [72].

Особливе значення такий підхід має у контексті ресурсо та енергозбереження, що є одним із ключових завдань сталого розвитку аграрного сектору [88]. Науково обгрунтований енергетичний аналіз дозволяє вдосконалити структуру посівних площ, визначити економічно й енергетично виправдані технології та сприяти підвищенню енергетичної віддачі культур [91].

Важливим інтегральним результатом аналізу є оцінка виробництва сирого протеїну з одиниці площі та встановлення величини витрат обмінної енергії (МДж) на його отримання [171]. Саме цей критерій дає можливість визначити потенційну енергетичну продуктивність культури й забезпечує об'єктивне порівняння різних технологічних підходів.

Для біоенергетичної оцінки технологій вирощування нуту ключовими індикаторами виступають: сумарні енерговитрати на 1 га посівної площі; енергоємність одержаного врожаю; коефіцієнт енергетичної ефективності (співвідношення виходу енергії до її витрат).

Проведений детальний аналіз показав, що передпосівна інокуляція насіння та застосування позакореневих підживлень відіграють значну роль у формуванні енергетичної ефективності вирощування рослин нуту. Ці фактори не лише сприяли підвищенню врожайності, але й забезпечили зростання енергетичного коефіцієнта, що підтверджує доцільність їх застосування в системі інтенсивних і водночас ресурсозберігаючих технологій.

Таким чином, енергетичний аналіз є універсальним інструментом оцінки сучасних технологій у рослинництві. Він дозволяє не лише визначити рівень ефективності вирощування конкретної культури, а й спрямувати виробничу практику на впровадження енергоощадних та екологічно сталих агротехнологій для вирощування нуту. Тому поряд з економічними показниками доцільно здійснювати біоенергетичний аналіз, який дозволяє оцінити співвідношення між витраченими ресурсами та виходом енергії у вигляді врожаю.

Таблиця 6.2

Біоенергетична ефективність вирощування нуту залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень (середнє за 2023-2025 рр.)

Передпосівна обробка насіння біоінокулянтном БТУ-р	Позакоренові підживлення мікродобривом Нер Рост (Бор)	Витрати енергії на 1 га, МДж	Енергоємність урожаю з 1 га, МДж	Чистий енергетичний прибуток, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності, К _е
Пам'ять					
Без обробки	без підживлень (к)	8175	13045	4870	1,60
	одне підживлення	8635	15685	7050	1,82
	два підживлення	8750	15835	7085	1,81
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	8355	14670	6315	1,76
	одне підживлення	9450	17550	8100	1,86
	два підживлення	9650	18445	8795	1,91
Тріумф					
Без обробки	без підживлень	8335	13467	5132	1,62
	одне підживлення	8845	16200	7355	1,83
	два підживлення	9085	16725	7640	1,84
Біоінокулянт-БТУ-р	без підживлень	8575	15175	6600	1,77
	одне підживлення	9450	17950	8500	1,90
	два підживлення	9850	18890	9040	1,92

Дослідження відображає вплив різних агротехнічних прийомів на енергетичні показники вирощування досліджуваних сортів нуту – Триумф та Пам'ять. Аналізуються витрати енергії на 1 га, енергоємність урожаю з 1 га, чистий енергетичний прибуток та коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}).

Для сорту Триумф максимальні витрати енергії були зафіксовані у варіанті, де у передпосівну обробку насіння використовували бактеріальний препарат БТУ-р – 9850 МДж/га, що на 515 МДж/га більше порівняно з контролем. Водночас енергоємність урожаю цього варіанту досягла 18890 МДж/га, що перевищує контрольний варіант на 5023 МДж/га, а чистий енергетичний прибуток склав 9040 МДж/га, що на 3908 МДж/га більше ніж у контрольному. Коефіцієнт енергетичної ефективності в цьому варіанті становив 1,92, що на 0,3 одиниці перевищує показник контролю.

Для сорту Пам'ять спостерігається аналогічна тенденція. Найвищі показники енергоємності та чистого енергетичного прибутку також досягаються у варіанті із передпосівною обробкою насіння у поєднанні із двома позакореневими підживленнями (18445 МДж/га та 8795 МДж/га відповідно), що на 540 МДж/га більше за контрольний варіант із витратою енергії та на 3925 МДж/га більше за чистий прибуток контролю. Коефіцієнт енергетичної ефективності для цього варіанту становить 1,91, що також свідчить про високий рівень енергетичної віддачі.

Порівняння сортів показує, що *Триумф* демонструє дещо вищі значення енергоємності та чистого енергетичного прибутку при аналогічних агротехнічних варіантах, що може свідчити про більшу потенційну продуктивність даного сорту в умовах застосування інтенсивних технологій. Загалом, застосування комбінації інокуляції та позакореневі підживлення збільшує енергоефективність на 18-25% порівняно з контролем, що підкреслює доцільність інтегрованого підходу до підживлення та біологічного стимулювання росту рослин.

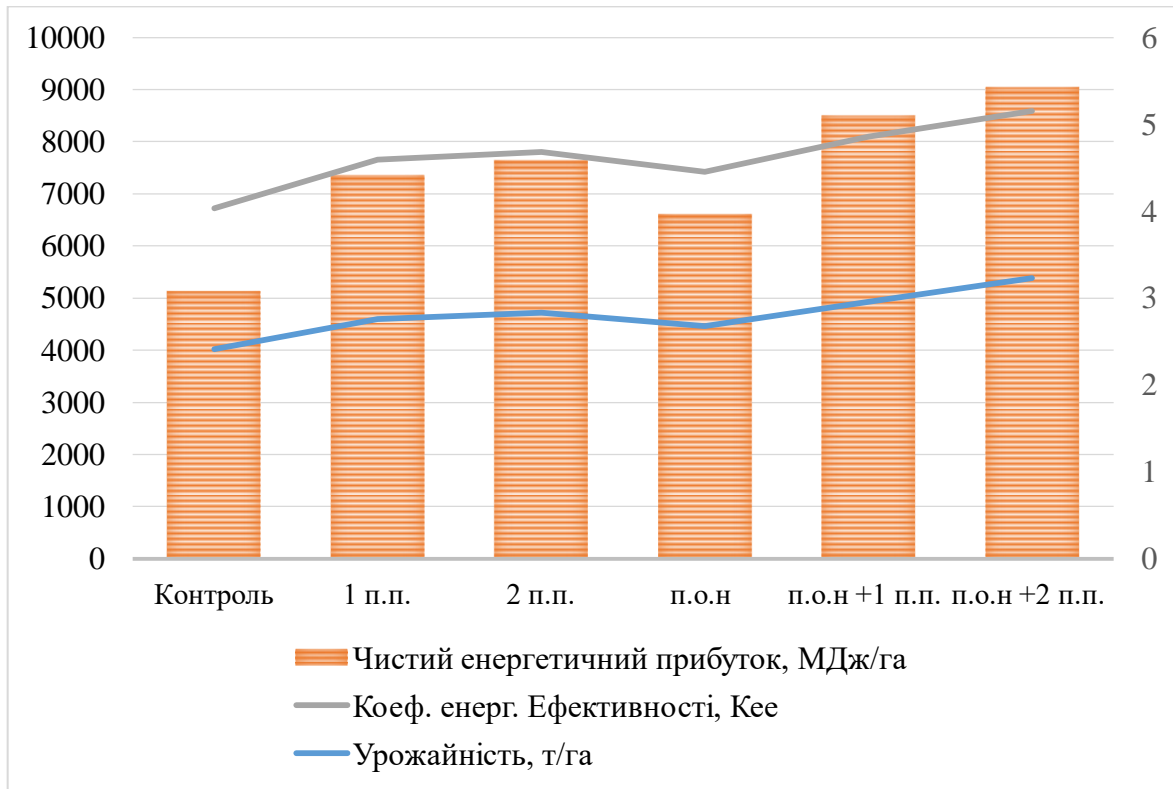


Рис. 6.3. Взаємодія чистого енергетичного прибутку, коефіцієнта енергетичної ефективності та врожайності рослин сорту Пам'ять

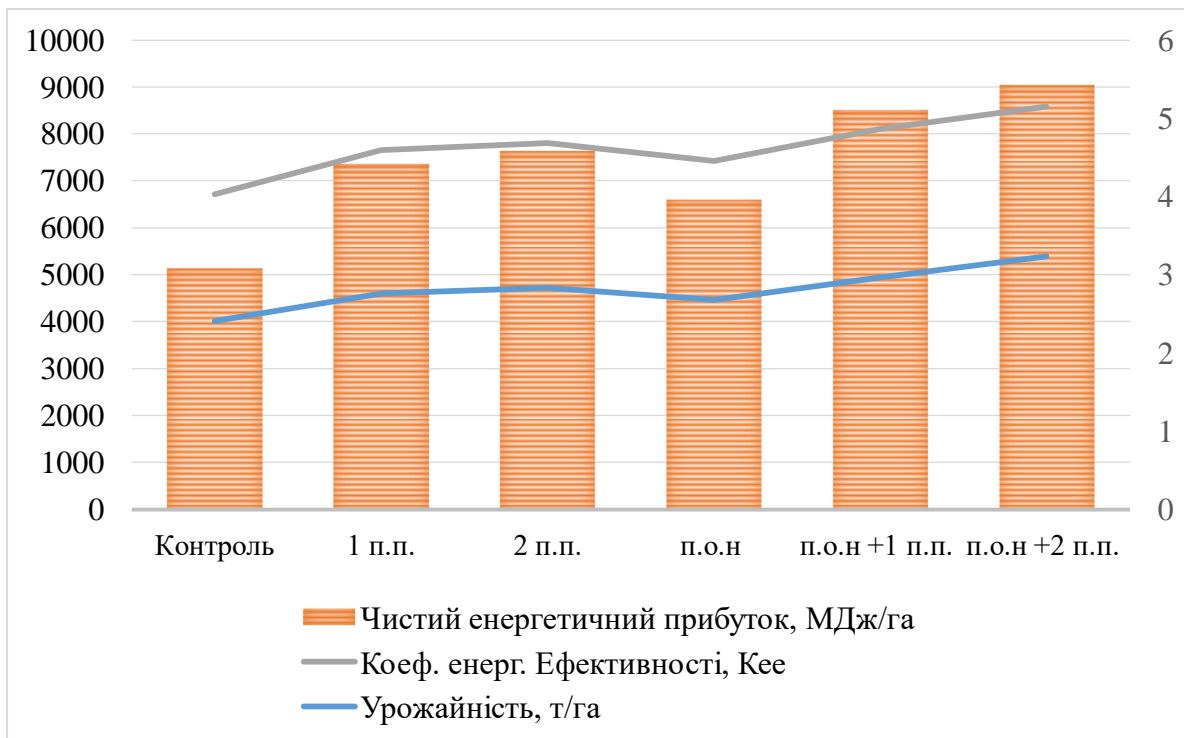


Рис. 6.4. Взаємодія чистого енергетичного прибутку, коефіцієнта енергетичної ефективності та врожайності рослин сорту Тріумф

За показником коефіцієнта енергетичної ефективності досліджувані сорти нуту демонструють високі значення, що підтверджує економне використання енергії під час вирощування. Різниця між сортами за цим показником невелика, проте Тріумф показує дещо кращу ефективність, особливо при внесенні підживлень.

Загалом, для досягнення максимальної врожайності та енергетичного прибутку обидва сорти доцільно вирощувати з комбінованим внесенням підживлень та інокуляції, проте Тріумф може бути більш перспективним для господарств, орієнтованих на отримання високих врожаїв і оптимізацію енергетичних показників.

Висновки до розділу 6:

1. Найбільш економічно вигідним виявився варіант із передпосівною насіння бактеріальним препаратом БТУ-р у поєднанні з дворазовим позакореневим підживленням у фазі бутонізації та початку наливу насіння. Виробничі витрати становили 14925 грн/га, при цьому вартість отриманої продукції склала 33284 грн/га. Це забезпечило найвищий рівень чистого прибутку та рентабельності – 123%.

2. У структурі витрат на 1 га посівів нуту впродовж 2023-2025 рр. найбільшу частку займають витрати на насіння – 30%, передпосівна обробка насіння та позакореневі підживлення – 20%, паливно-мастильні матеріали – 18%, оплата праці – 10%, що відображає пріоритет матеріальних затрат і значну енергоємність технології вирощування нуту.

3. Найбільший чистий енергетичний прибуток та коефіцієнт енергетичної ефективності ($K_{ee} \approx 1,90-1,92$) досягаються за передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом та позакореневих підживлень мікродобривом на основі бору. Відтак, для сорту Тріумф чистий енергетичний прибуток становить 9 040 МДж/га, для сорту Пам'ять – 8 795 МДж/га.

ВИСНОВКИ

У даній дисертаційній роботі представлено теоретичне та науково-практичне обґрунтування результатів експериментального дослідження, суть якого полягає у покращенні та вдосконаленні окремих елементів технології вирощування нуту в умовах правобережного Лісостепу, що дозволило узагальнити висновки:

1. Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду залежала від сортових особливостей, передпосівної обробки, позакоренових підживлень та гідротермічних умов регіону вирощування і становила у сорту Пам'ять – 89-95 діб, а у сорту Тріумф – 93-98 діб.

2. Доведено, що найвищу густоту рослин під час обліків у фазі сходів (ВВСН 10) зафіксовано у сорту Тріумф на варіанті з обробкою насіння препаратом БТУ-р – 400,33 тис. рослин/га, тоді як перед збиранням (ВВСН 95) цей показник становив 338,07 тис. рослин/га.

3. Найвищі значення виживаності були зафіксовані у варіанті досліді, де передпосівну обробку насіння проводили із застосуванням бактеріального препарату біоінокулянт-БТУ-р у поєднанні з дворазовою обробкою посівів мікродобривом Help Rost (Бор). За цих умов рівень виживаності рослин у сорту Пам'ять досягав 82,05%, а у сорту Тріумф – 84,45%, що в середньому перевищувало контрольні показники приблизно на 11,43%. Отримані дані підтверджують ефективність комплексного застосування біологічних препаратів на основі штамів бульбочкових бактерій та мікродобрива із бором у технології вирощування нуту з метою підвищення адаптивного потенціалу рослин.

4. Визначено, що ріст і розвиток нуту істотно залежать від елементів технології вирощування. Найбільшу висоту рослин сорту Тріумф (65,5 см) зафіксовано у фазі наливу зерна за передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом і двох позакоренових підживлень мікродобривом,

що на 14,2% перевищує контроль. Перед збиранням висота рослин дещо зменшувалася внаслідок завершення ростових процесів і досягання насіння, однак максимальні показники зберігалися на варіанті з комплексним застосуванням біопрепарату та мікродобрива.

5. Формування плодоеlementів (кількість квіток і бобів) істотно підвищується при комбінованому застосуванні інокулянту та дворазового позакореневого підживлення, що забезпечує кращу реалізацію генетичного потенціалу сортів нуту Тріумф і Пам'ять. Так, кількість квіток на одній рослині складала у сорту Тріумф – 51,42 шт./рослину, що було більше за контрольний варіант на 11,76%, а у сорту Пам'ять 50,68 шт./рослину, що перевищувало контрольний варіант 10,15%. У сорту Тріумф середня кількість бобів після зав'язування становила 42,21 шт./рослину та на період дозрівання 37,21 шт./рослину на аналогічному варіанті.

6. З'ясовано, що найвищий показник площі листкової поверхні з гектарної площі нуту сорту Тріумф – 41,2 тис.м²/га формувався у фазу наливу зерна на варіанті із застосуванням біоінокулянту БТУ-р у поєднанні із двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор). Даний показник був більшим від контролю на 8,14%. На аналогічних ділянках сорту Пам'ять величина площі листкової поверхні у фазі наливу зерна – 40,8 тис.м²/га, а у фазі фізіологічної стиглості – 36,8 тис.м²/га.

7. Максимальний показник фотосинтетичного потенціалу нуту зафіксовано у ВВСН повні сходи-повна стиглість (ВВСН 10-90) у варіанті досліді, де передпосівну обробку насіння проводили із застосуванням бактеріального препарату біоінокулянт-БТУ-р у поєднанні з дворазовою обробкою посівів мікродобривом Help Rost (Бор). Відтак, у сорту Тріумф фотосинтетичний потенціал був на рівні 1,835 млн. м² хга/га, а у сорту Пам'ять – 1,756. У відсотковому співвідношенні різниця між сортами склала 5%.

8. Найбільший показник чистої продуктивності фотосинтезу було зафіксовано у фазі повні сходи-повна стиглість (ВВСН 10-90) на варіантах, де

застосовувалися передпосівна інокуляція (інокулянт БТУ-р) у поєднанні із дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом (Help Rost – бор). При передпосівній обробці насіння та одноразового підживлення показник становив – 4,79 г/м² за добу, а для дворазового – 4,96 г/м² за добу відповідно.

9. Найвищі показники кількості бульбочок у сорту Тріумф були зафіксовані за поєднання передпосівної інокуляції насіння препаратом БТУ-р із двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost – бор. У цьому варіанті в фазі повної стиглості сформувалося 38,2 шт. на рослину, що на 46,4%, більше порівняно з контролем.

10. У сорту Тріумф найвищі показники маси бульбочок у всі фази розвитку були зафіксовані за поєднання передпосівної інокуляції насіння препаратом БТУ-р із двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost – бор. Так у фазі повної стиглості маса бульбочок становила 625,1 мг/рослину, що на 3,9%, перевищувало контроль.

11. Найвищі значення нітрогеназної активності були зафіксовані за комплексного застосування інокуляції насіння та позакореневих підживлень, особливо за дворазового внесення мікродобрива. У сорту Тріумф у фазу цвітіння цей показник досягав 4687 нМоль етилену/рослину/год., що перевищувало контроль на 2848 нМоль або 154,8 %, тоді як у фазу наливу зерна та повної стиглості перевага становила відповідно 2688 нМоль (163,7 %) та 2672 нМоль (173,1 %).

12. Найбільші показники індивідуальної продуктивності рослин сорту Тріумф: кількість бобів на одній рослині – 33,4, кількість зерен – 37,5, маса насіння з однієї рослини – 13,3 г, а маса 1000 насінин – 315,1 г. При поєднанні аналогічних технологічних прийомів під час вирощування сорту Пам'ять, вдалося досягнути таких результатів, а саме: кількість бобів на одній рослині – 32,8, кількість зерен – 37,1, маса насіння з однієї рослини – 13 г, а маса 1000 насінин – 310,3 г.

13. За комплексного застосування обробки насіння та дворазового позакореневого підживлення у фазі бутонізації та початку наливу зерна мікродобрином на основі бору отримали максимальний рівень урожайності нуту, який становив на варіантах із сортом Пам'ять у 2023 р. – 3,03 т/га, у 2024 р. – 3,11 т/га і у 2025 р. – 3,24 т/га, що відповідно перевищувало контроль на 0,68 т/га, 0,86 т/га і 0,78 т/га. У сорту Тріумф дані показники становили, відповідно, у 2023 р. – 3,16 т/га, у 2024 р. – 3,20 т/га і у 2025 р. – 3,35 т/га, що на 0,76 т/га, 0,90 т/га і 0,80 т/га більше контрольного варіанта.

14. За результатами проведеного дисперсійного аналізу отриманих даних виявлено, що величина формування приросту врожаю зерна нуту за роками досліджень на 36% залежала від застосування досліджуваних передпосівної обробки насіння, на 14% від сорту, на 18% від позакорневих підживлень та на 32% від умов року.

15. Підтверджено, що технологічні елементи вирощування, зокрема передпосівна обробка насіння та застосування позакорневих підживлень, мають суттєвий позитивний вплив на покращення якісних показників врожаю. Відтак, поєднання обробки насіння бактеріальним препаратом БТУ-р в комплексі з дворазовим позакорневим підживленням мікродобрином Help Rost (Бор) забезпечує покращення якісних показників зерна нуту та вмісту білка на рівні 27,00%, сирого жиру – 8%, клітковини з одиниці площі 4,09% у сорту Тріумф.

16. Найбільш економічно вигідним виявився варіант із передпосівною насіння бактеріальним препаратом БТУ-р у поєднанні з дворазовим позакорневим підживленням у фазі бутонізації та початку наливу насіння. Виробничі витрати становили 14925 грн/га, при цьому вартість отриманої продукції склала 33284 грн/га. Це забезпечило найвищий рівень чистого прибутку та рентабельності – 123%.

17. У структурі витрат на 1 га посівів нуту впродовж 2023-2025 рр. найбільшу частку займають витрати на насіння – 30%, передпосівна обробка

насіння та позакореневі підживлення – 20%, паливно-мастильні матеріали – 18%, оплата праці – 10%, що відображає пріоритет матеріальних затрат і значну енергоємність технології вирощування нуту.

18. Найбільший чистий енергетичний прибуток та коефіцієнт енергетичної ефективності ($K_{ee} \approx 1,90-1,92$) досягаються за передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом та позакореневих підживлень мікродобривом на основі бору. Відтак, для сорту Триумф чистий енергетичний прибуток становить 9 040 МДж/га, для сорту Пам'ять – 8 795 МДж/га.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах правобережного Лісостепу для одержання врожайності зерна нуту високої якості на рівні 3,0 т/га рекомендуємо:

– висівати інтенсивний сорт нуту типу Триумф, який адаптований до зони вирощування;

– проводити передпосівну обробку насіння бактеріальним препаратом БТУ-р (3,0 л/т);

– застосовувати дворазове позакореневе підживлення у фази інтенсивного росту (бутонізації та початку наливу зерна) мікродобривом Help Rost (Бор) 3 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адаменко Т. Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернові господарства. *Агроном*. 2006. № 3. С. 12-15.
2. Алексеев О. О. Вплив екологічних факторів на розвиток і продуктивність бобово-ризобіального симбіозу. Сільське господарство та лісівництво. *Екологія та охорона навколишнього середовища*. 2016. №4. С. 187–196.
3. Бабич А. О. Методика проведення дослідів у кормовиробництві. За ред. Бабича А.О. Вінниця. 1996. 196 с.
4. Бабич А. О. Світові земельні, продовольчі і кормові культури: монографія. Київ: Аграрна наука, 1996. 570 с.
5. Бабич А.О., Побережна А.О. Розміщення, виробництво і використання однорічних зернових бобових культур для збільшення продовольчих і кормових ресурсів. Перша Всеукраїнська конференція проблеми. Вінниця. 1994. С. 165-166.
6. Баранник, Г. І. Особливості вирощування нуту в умовах Луганської області. Збірник матеріалів V Науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів «Актуальні проблеми та наукові звершення молоді на початку третього тисячоліття». 19 листопада 2020 року. м. Слов'янськ, 2020. С. 34-35.
7. Борона В. П., Задорожний В. С., Карасевич В. В. Бур'яни в посівах нуту. Карантин і захист рослин. 2013. № 12. С. 7-9.
8. Бушулян О. В., Січкач В. І. Нут: генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування: монографія. Одеса: СГІНЦНС, 2009. 246 с.
9. Бушулян О. В., Січкач В. І., Бабаянц О. В. Вирощуємо нут в Україні. *Посібник українського хлібороба: наук. практ. зб.* К.: ТОВ «Академпрес», 2013. Том 2. С. 201-206.

10. Бушулян О. В., Січкач В. І., Бабаянц О. В. Захист нуту від шкідливих організмів. *Агроном.* 2014. № 2. С. 156-161.
11. Бушулян О. В., Січкач В. І., Бабаянц О. В. Інтегрована система захисту нуту від бур'янів, шкідників і хвороб. Методичні рекомендації. Одеса. СГІНЦНС, 2012. 25 с.
12. Бушулян О.В. Принц бобового царства. Особливості вирощування нуту за безгербіцидної технології. Пропозиція. 2017. № 5. С. 78-83.
13. Бушулян О.В., Січкач В.І. Нут: генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування: Монографія. Одеса, 2009. 248 с.
14. Вавринович О. В., Качмар О.Й., Дубицький О.Л., Дубицька О. Л. Вплив сівозмінного фактора на гербологічний стан посівів зернових та зернобобових культур. *Захист і карантин рослин.* 2018. Вип. 64. С. 24-33.
15. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Малярчук М. П. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 286 с.
16. Вотик В.О. Накопичення білка в зерні нуту. *Актуальні проблеми науки, освіти і суспільства: досвід та перспективи:* збірник тез доповідей міжнар. наук.-практ. конф. (Дрогобич, 22 лютого 2023 р.) у 3 ч. Дрогобич: ЦФЕНД, 2023. Ч.2 С. 65-67.
17. Вотик В.О. Фенологічні спостереження за фазами росту і розвитку нуту. *Актуальні питання науки, освіти та суспільства в умовах сучасних викликів:* збірник тез доповідей міжнар. наук.-практ. конф., (Кременчук, 27 грудня 2022 р.): у 2 ч. Кременчук: ЦФЕНД, 2022. Ч. 2. С. 58-60.
18. Вус Н. Вміст олії в насінні нуту (*Cicer arietinum* L.) В умовах східного Лісостепу України. Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату». Київ, 2017. С. 185-187.
19. Вус Н. О., Безуглас О. М., Кобизєва Л. Н. Мінливість вмісту білка у колекційних зразків нуту в умовах Східного Лісостепу України. *Корми і кормо*

виробництво. 2016. 82. С. 34-38.

20. Гамаюнова В. В., Томницький А. В. Вплив мінеральних добрив на поживний режим темнокаштанового ґрунту та врожайність нуту. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агронія і біологія»*. 2013. Вип. 3(25). С. 67-71.

21. Гамаюнова В.В. Вплив абсорбенту та обробки насіння і рослин упродовж вегетації рістрегулюючими препаратами на врожайність гороху. *Вісн. Житомир. НАУ*. 2015; № 2 (50), т.1. С. 182-189.

22. Гирка А.Д., Бочевар О.В., Сидоренко Ю.Я. Врожайність зерна нуту залежно від агротехнічних заходів вирощування в умовах північного Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2013. № 4. С. 53-57

23. Гирка А.Д., Бочевар О.В., Сидоренко Ю.Я., Ільєнко О.В. Врожайність зерна нуту залежно від агротехнічних заходів вирощування в умовах північного Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. №4. С. 53-57.

24. Гончар М.В. Вирощування зернобобових в умовах зміни клімату та глобального потепління. *Матеріали IV Всесвітньо-української науково-практичної конференції: «Науково-інноваційний розвиток агровиробництва як запорука продовольчої безпеки України»*. 28-29 вересня 2023 р. Київ. 2023. С. 244-247.

25. Гончар М.В. Вирощування нуту в умовах воєнного періоду та умовах скорочення посівних площ. Вплив передпосівної інокуляції насіння і позакореневих підживлень на симбіотичну продуктивність та діяльність рослин нуту. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції: «Інноваційні аспекти збереження і підвищення родючості ґрунтів у воєнний та повоєнний період»*. 18 вересня 2025 р. с. Оброшине-Львів. 2025. С. 59-61.

26. Гончар М.В. Вплив передпосівної інокуляції насіння і позакореневих підживлень на зернову продуктивність та симбіотичну діяльність рослин нуту

для відновлення родючості ґрунту. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та спеціалістів: *«Внесок молодих учених у розвиток ґрунтознавчо-агрохімічної науки та забезпечення сталого розвитку аграрної сфери»*. 29 травня 2025 р. м. Харків. 2025. С. 17-22.

27. Гончар М.В. Господарсько-цінні характеристики зерна нуту. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти: *«Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки»*. 11-12 травня 2023 р. м. Рівне, 2023. С. 642-645.

28. Гончар М.В. Динаміка виробництва нуту в Україні та світі. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 60-66. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.8>

29. Гончар М.В. Дослідження виробництва зерна нуту в умовах військового стану. Матеріали XXV Всесвітньоукраїнської науково-практичної конференції: *«Молодь, освіта, наука і національна самосвідомість в умовах європейської інтеграції»*. 27 квітня 2023 р. м. Київ. 2023. С. 62-65.

30. Гончар М.В. Дослідження сортових ресурсів нуту (*Cicer Arientium L.*) в Україні. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 31-35. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.5>

31. Гончар М.В. Застосування інноваційних технологій вирощування нуту в умовах скорочення площі вирощування бобових в умовах війни. Матеріали міжнародної наукової конференції з нагоди 100-річчя від дня народження Григорія Радіоновича Пікуша: *«Сучасні технологічні аспекти виробництва зерна та переробки сільськогосподарської продукції»*. 20-21 березня 2024 р. м. Дніпро. 2024. С. 50-52.

32. Гончар М.В. Нут – толерантність до тепла і посухи. Вплив на розвиток, врожайність та складові врожаю. Матеріали II Всесвітньоукраїнської науково-практичної конференції: *«Актуальні проблеми сучасної науки: теоретичні та практичні дослідження молодих вчених»*. 14-15 травня 2024 р. м. Полтава. 2024. С. 11-14.

33. Гончар М.В. Особливості вирощування нуту в умовах військового стану. Матеріали міжнародної наукової конференції Ольвійський форум 2023: «Стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі». 15-18 червня 2023 р. м. Миколаїв. 2023. С. 26-29

34. Гончар М.В. Сучасні технології переробки та зберігання зернових та зернобобових культур. Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції: «Інноваційні технології та підвищення ефективності виробництва харчових продуктів». 20 жовтня 2023 р. Умань. 2023. С. 27-30.

35. Гончар М.В. Характеристика сортів нуту за комплексом господарськоцінних ознак. Матеріали I міжнародної науково-практичної конференції: «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес». 18 травня 2023 р. м. Харків. 2023. С. 176-177.

36. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Прокопчук С. В. Симбіотична азотфіксувальна здатність нуту та продуктивність культури за різного удобрення. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2017. Вип. 25. С. 25-30.

37. Гутянський Р. А. Формування урожайності та вмісту білка в насінні нуту за дії гербіцидів в умовах східної частини Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 80. С. 84-87.

38. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. Офіційний вебпортал статистичних даних. Київ, 2025. Режим доступу: <https://stat.gov.ua/index.php/uk>, вільний.

39. Дідович С. В., Портянко С. І., Дідович О. М. Вплив мінерального азоту на ефективність симбіозу нуту (*Cicer arietinum* L.) з *Mesorhizobium ciceri*. Тези наук. конф. молодих учених. Ужгород, 1-3 грудня 2005 р. Ужгород, 2005. С. 48-49.

40. Дідур І.М., Алексеев О.О., Панцирева Г.В., Приймак Ю.С. Радіоекологічна оцінка сірого лісового ґрунту природних лук Лісостепу Правобережного після 37-річного періоду від аварії на Чорнобильській АЕС. *Вісник Сумського національного аграрного університету (Агронія і біологія)*.

2024. Т. 58. № 4. С. 30-36. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2024.4.5>

41. Дідур І.М., Зюзько Л.Г. Накопичення та баланс азоту в ґрунті при вирощуванні сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. Вип. 141. Ч. 1. С. 72-77. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.10>

42. Дідур І.М., Мордванюк М.О. Вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень на індивідуальну продуктивність рослин нуту в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 11. С. 26-35.

43. Дідур І.М., Панцирева Г.В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур: монографія. ТОВ «ТВОРИ», 2025. 401 с.

44. Дідур І.М., Панцирева Г.В., Алексєєв О.О., Приймак Ю.С., Міщенко Б.Д. Радіологічна оцінка дерново-опідзоленого піщаного ґрунту присадибних територій після 37-річного періоду аварії на Чорнобильській АЕС. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. Вип. 139. Ч. 1. С. 251-257. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.1.33>

45. Дідур І.М., Темченко М.О. Вплив інокулянтів та мікродобрив на густоту стояння та висоту рослин нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. №6 (том 1). С. 14-21.

46. Дідур І.М., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Волинець Є.О. Наукове обґрунтування шляхів підвищення продуктивності нуту звичайного (*Cicer Arietinum* L.) в умовах правобережного Лісостепу України: монографія. ТОВ «ТВОРИ», 2025. 200 с.

47. Дідур І.М., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Циганська О.І. Фітомеліоративний потенціал люпину білого: монографія. ТОВ «ТВОРИ», 2025. 204 с.

48. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур сортові та посівні якості. С. 107-109.

49. Єремко Л.С. Удосконалення агротехнічних заходів вирощування нуту в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 4. С. 97-100.

50. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І, Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2021. 276 с.

51. Задорожний В.С., Карасевич В.В., Мовчан І.В., Колодій С.В. Шкідливість бур'янів та їх контролювання в посівах нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових бур'янів*. 2014. Вип. 20. С. 31-37.

52. Зінченко О.І. Рослинництво: підручник. За ред. О.І. Зінченка. К.: Аграрна освіта. 2001. С. 59.

53. Каленська С.М., Нетупська І.Т., Новицька Н. В. Формування врожаю нуту під впливом елементів технології вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 2. С. 21-25.

54. Каленська С.М., Новицька Н.В., Барзо І.Т. Формування густоти стояння та ступінь виживання рослин в онтогенезі нуту під впливом інокуляції насіння та удобрення. *Збірник наукових праць. Sworld*. 2014. Том 34 (1). С. 66-70.

55. Карпенко В.П., Коробко О.О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на динаміку вмісту хлорофілів у листках нуту. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань. 2018. № 93(1). С. 47-55.

56. Карпенко В.П., Коробко О.О. Вплив біологічно активних речовин на ростові процеси рослин нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2018. №29. С. 17-24.

57. Карпенко В.П., Коробко О.О. Продуктивність нуту за впливу

гербициду і біологічних препаратів. Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. №2. С. 64-67.

58. Карпенко В.П., Коробко О.О. Вплив гербициду і біологічних препаратів на фотосинтетичну продуктивність і врожайність нуту. *Вісник Миколаївського національного університету*. Миколаїв. 2018. № 4 (100). С. 48-54.

59. Квітко Г.П., Михальчук Д.П. Нут – перспективна культура для виробництва органічної продовольчої продукції в умовах правобережного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 75. С. 75-89.

60. Клименко М.О., Феценко В.П., Вознюк Н. М. Основи та методологія наукових досліджень: навчальний посібник. Київ: Аграрна освіта, 2010. 352 с.

61. Кобизева, Л. Н.; Вус, Н. О. Актуальні напрями та досягнення світової селекції сортів нуту стійких до несприятливих біо- та абіотичних чинників. *Селекція і насінництво*. 2016. 110. С. 67-82. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2016.87609>

62. Колояніді Н.О. Водоспоживання і запаси продуктивної вологи у посівах нуту залежно від прийомів вирощування. *Міжвідомчий науково-тематичний збірник. Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 72. С. 25-28.

63. Колояніді Н.О. Вплив агротехнічних факторів на формування елементів продуктивності рослин нуту. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 115. С. 91-97.

64. Колояніді Н.О. Ефективність вирощування сортів нуту за рядкової та широкорядної сівби з використанням гербицидів. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 109. С. 64-69

65. Колояніді Н.О. Листкова поверхня та фотосинтетичний потенціал посівів нуту за вирощування на півдні України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. 2020. Вип. 73. С. 224-231.

66. Крайняк О. К. Економічний та біоенергетичний аналіз технологій вирощування зернобобових культур. *Інноваційна економіка: Всеукраїн. наук.-*

вироб. журн. *Економічна діагностика підприємства*. 2008. С. 109-113.

67. Лавренко Н.М. Ефективність використання води посівами нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування за різних умов зволоження. *Корми і кормовиробництво*. 2014. Вип 79. С. 190-195.

68. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур; за ред. В.В. Лихочвора, В.Ф. Петриченка. 3-тє вид. Львів. 2010. С. 448-574.

69. Лихочвор В.В., Пуцак В.І. Вплив норм висіву та інтенсифікації технології на формування урожайності сортів нуту. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 1. С. 133-141.

70. Логоша, О. В., Воробей, Ю. О., Усманова, Т. О., Стрекалов, В. М. Характеристика властивостей бульбочкових бактерій нуту, поширених в агроценозах Лісостепової та Степової зон України. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2019. 29. С. 21–28. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.29.21-28>

71. Мазур В.А., Гончарук І.В., Дідур І.М., Панцирева Г.В., Телекало Н.В., Купчук І.М. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2021. 180 с.

72. Мазур В.А., Гончарук І.В., Панцирева Г.В., Телекало Н.В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 192 с.

73. Мазур В.А., Дідур І.М., Мордванюк М.О., Панцирева Г.В. Спосіб енергетично ефективної технології вирощування нуту звичайного. Пат. № 160900 від 22.10.2025; МПК (2025.01); А01С 21/00 (2025.01); № и 2021 06429; заявл. 15.11.2021; опубл. 22.10.2025. Бюл. № 43.

74. Мазур В.А., Дідур І.М., Мордванюк М.О., Панцирева Г.В. Спосіб підвищення продуктивності вирощування нуту звичайного. Патент на корисну модель № 152887. Публікація відомостей 26.04.2023, Бюл. № 17.

75. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г. В., Гонтарук Я.В., Мазур К.В., Алексеєва О.В., Фурман І.В. Спосіб підвищення продуктивності кукурудзи на зерно. Патент на корисну модель № 161476. Публікація відомостей 10.12.2025, Бюл. № 50.

76. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в Правобережному Лісостепу України. *Сільське господарство та лісництво*. 2020. № 3 (18). С. 5-16.

77. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В., Мордванюк М.О. Економічна ефективність технологічних прийомів вирощування нуту. *Сільське господарство та лісництво*. 2021. № 2 (21). С. 24-33.

78. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В., Мордванюк М.О. Енергетична ефективність технологічних прийомів вирощування нуту в умовах зміни клімату. *Сільське господарство та лісництво*. 2022. № 2 (25). С. 5-13.

79. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В., Мордванюк М.О. Симбіотична діяльність рослин нуту залежно від технологічних прийомів вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2021. Вип. 92. С. 62-71.

80. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В., Паламарчук І.І. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2024. 285 с.

81. Мазур В.А., Дідур І.М., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Купчук І.М., Волинець Є.О. Спосіб підвищення продуктивності нуту. Патент на корисну модель № 160363. Публікація відомостей 03.09.2025, Бюл. № 36.

82. Мазур В.А., Мазур К.В., Панцирева Г.В. Виробництво і експорт зернових та зернобобових культур в умовах військового стану. *Сільське господарство та лісництво*. 2022. № 3 (26). С. 66-76.

83. Мазур В.А., Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на урожайність і якість зерна люпину білого в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісництво*. 2017. № 7 (1). С. 27-36.

84. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Затолочний О.В. Порівняльна характеристика сортів нуту за комплексом господарсько-цінних ознак в умовах правобережного Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 1 (20). С. 5-15.

85. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Купчук І.М., Бурлака С.А., Волинець Є.О. Розробка енергоефективного та екологоорієнтованого техніко-технологічного забезпечення для кормовиробництва АПК України: монографія. ТОВ «ТВОРИ», 2024. 211 с.

86. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Мордванюк М.О., Затолочний О.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на польову схожість та виживаність нуту в умовах правобережного Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 3 (22). С. 5-13.

87. Мазур В.А., Ткачук О.П., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Особливості технології вирощування малопоширених зернобобових культур: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2021. 172 с.

88. Мазур В.А., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Алексєєв О.О. Сортівні ресурси зернобобових культур в Україні: сучасний стан і перспективи використання: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. 196 с.

89. Мазур В.А., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Верхолюк С.Д. Технологічність, екологічність та продуктивність середньоранньостиглих сортів сої. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. № 1 (95). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.01.006>

90. Мазур В.А., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Купчук І.М. Розробка біоорганічних технологій вирощування зернобобових культур задля відновлення родючості ґрунту: монографія. ТОВ «ТВОРИ», 2024. 220 с.

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

92. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. Офіційний бюлетень. Державна служба з охорони прав на сорти рослин. 2003. № 2. Ч. 3. 242 с.

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

94. Мордванюк М.О. Вивчення впливу інокулянтів та мікродобрив на висоту рослин нуту в умовах правобережного Лісостепу України. Збірник тез II міжнародної науково-практичної конференції. «Кліматичні зміни та сільське господарство». Виклики для аграрної науки та освіти». Київ-Миколаїв-Херсон. 10-12.04.2019 р. С. 346-348.

95. Мордванюк М.О. Вплив інокуляції та позакореневих підживлень на зернову продуктивність рослин нуту в умовах Лісостепу правобережного. Вплив змін клімату на онтогенез рослин: матеріали доповідей міжнародної науково-практичної конференції, 3-5 жовтня 2018 р. Миколаїв. 2018. С. 112-113.

96. Офіційний сайт департаменту сільського господарства Сполучених Штатів Америки. URL: <https://fas.usda.gov/data/spotlight-global-chickpea-exports-rise> (дата звернення: 08.05.2024).

97. Панцирева Г.В. Вплив елементів технології вирощування на біометричні показники рослин люпину білого. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 3. С. 104-112.

98. Панцирева Г.В. Вплив елементів технології вирощування на якісний склад насіння люпину білого. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 6 (1). С. 80-88.

99. Панцирева Г.В. Вплив елементів технології на функціонування асиміляційного апарату люпину білого. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 3. С. 55-61.

100. Панцирева Г.В. Вплив кліматичних умов на врожайність і якість зерна люпину білого в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 1 (8). С. 26-34.

101. Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на зернову продуктивність зернобобових культур в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. № 5 (87). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.003>

102. Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування урожайності та якості насіння нуту в умовах правобережного Лісостепу України. *Зернові культури*. 2024. Том 8. № 1. 2024. С. 119-123.

103. Панцирева Г.В. Особливості водоспоживання рослин люпину білого в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Львівського національного університету природокористування «Агронія»*. 2020. № 24. С. 72-77. <https://doi.org/10.31734/agronomy2020.01.072>

104. Панцирева Г.В. Особливості формування урожайності та якості насінневої продукції сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 1 (32). С. 40-49.

105. Панцирева Г.В. Особливості формування урожайності та якості насінневої продукції нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. 2024. № 1. С. 90-94.

106. Панцирева Г.В. Польова схожість та виживаність рослин люпину білого залежно від елементів технології вирощування у Правобережному Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. № 82. С. 149-152.

107. Панцирева Г.В. Продуктивність та азотфіксуюча здатність сортів люпину білого залежно від елементів технології вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 2. С. 53-57.

108. Панцирева Г.В. Ріст, розвиток і продуктивність сортів люпину білого в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Львівського*

національного університету природокористування «Агрономія». 2019. № 23. С. 103-111. <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.103>

109. Панцирева Г.В. Розробка біоорганічної технології вирощування сільськогосподарських культур за використання біодобрих, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин. *Аграрні інновації*. 2025. № 29. С. 101-106. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.17>

110. Панцирева Г.В. Сортові ресурси зернобобових культур в Україні: сучасний стан та перспективи використання. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 2 (17). С. 30-41.

111. Панцирева Г.В. Формування агротехнологічних підходів до збалансованого управління родючістю порушених та деградованих ґрунтів за вирощування зернобобових культур. *Аграрні інновації*. 2024. № 27. С. 83-87. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.27.13>

112. Панцирева Г.В. Фотосинтетична і насіннева продуктивність люпину білого залежно від інокуляції та стимулятора росту в умовах Правобережного Лісостепу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2018. Вип. 29. С. 47-53.

113. Панцирева Г.В. Функціонування асиміляційного апарату та продуктивність рослин люпину білого. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. № 5 (81). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.004>

114. Панцирева Г.В., Волинець Є.О., Ковальчук В.М. Цінність насіння сої за рахунок інактивації антипоживних речовин. *Аграрні інновації*. 2025. № 32. С. 175-180. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.32.25>

115. Панцирева Г.В., Захарчук В.В., Дідур В.В., Волинець Є.О. Особливості вирощування сортів гороху в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2025. № 2 (37). С. 27-35.

116. Панцирева Г.В., Ковальчук В.М. Дослідження елементів технології вирощування сої на основі мобілізаційних агропідходів за природніх процесів ґрунтово-імобілізаційного характеру. *Аграрні інновації*. 2024. № 24.

С. 107-112.

117. Пасічник, С.М.; Січкач, В.І. Біохімічні та технологічні якості колекційних зразків нуту. *Селекція і насінництво*. 2016. 110. С. 162-170.

118. Петкевич З.З., Мельніченко Г.В. Нут, сочевиця – перспективні зернобобові культури для вирощування на півдні України. Збірник наукових праць. *Зрошувальне землеробство*. 2012. Вип. 65. С. 104-107.

119. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування сільськогосподарських культур. 5-те вид., виправ., допов. Львів: Українські технології, 2019. 806 с.

120. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Сучасні технології у рослинництві в історичному ракурсі і світлі євроінтеграційних викликів. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 9. С. 5-10.

121. Петриченко В.Ф., Камінський В.Ф., Патица В.П. Бобові культури і сталий розвиток агроєкосистем. *Корми і кормовиробництво*. 2003. Вип. 51. С. 3-6.

122. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Стратегія розвитку кормовиробництва в Україні. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2012. Вип. 73. С. 3-10

123. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Колісник С.І., Воронецька І.С., Кобак С.Я. Обґрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні. *Web of Scholar*. 6 (24), Vol.4. 2018. С. 22-29.

124. Пушак В. І. Продуктивність сортів нуту залежно від елементів інтенсифікації технології вирощування в умовах Лісостепу Західного. Автореферат на здобуття канд. с.-г. наук. 06.01.09. рослинництво. Вінниця, 2019. С. 26-30.

125. Пушак В. І. Формування урожайності нуту залежно від елементів інтенсифікації та добрив в умовах Лісостепу Західного. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 2 (89). С. 172-177.

126. Пушак В. І., Шувар А. І. Формування продуктивності нуту під впливом інтенсифікації технології у зоні Лісостепу Західного. Матеріали Всеукр. наук. конф. молодих учених, Умань, 15–16 трав. 2018 р. Умань, 2018. С. 33-34.
127. Рябченко М., Ульяновченко К. Нут – цінна зернобобова культура харчового та кормового призначення. *Бюл. Інституту зернового господарства*. 2008. № 33-34. С. 48-52.
128. Садівництво: нут, зростаюче джерело їжі у світі та Африці. URL: <https://www.horticulture.org.za/chick-peas-a-growing-food-source-in-the-world-and-africa/> (дата звернення: 08.05.2022)
129. Січкач В. І., Бушулян О. В. Нут. Ботанічна характеристика, біологічні особливості, агротехніка та нові сорти. Одеса: СГІ-НАЦ НАІС, 2007. 24 с.
130. Січкач В. І., Бушулян О. В. Перспективи селекції нуту в умовах північного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 1. С. 38-40.
131. Січкач В. І., Бушулян О. В. Технологія вирощування нуту в Україні. *Пропозиція*. 2001. №10. С. 42-43.
132. Січкач В. І., Ведишева Р. Г., Бушулян О. В. Результати внутрішньовидової гібридизації нуту в залежності від умов вирощування. *Зб. наук.пр. СГІ УААН*. 1999. Вип. 1 (41). С. 51-55
133. Січкач В.І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* 2004. Вип. 53. С. 110–115.
134. Січкач В.І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «*Корми і кормовиробництво*». Вінниця, 2004. С. 62-66
135. Січкач В.І., Бушулян О.В. Нові крупнонасінні сорти нуту. *Селекція і насінництво*. Харків, 2005. Вип. 90.С.153-157.
136. Січкач В.І., Пташник О.П., Бушулян О.В. Урожайність нуту в

залежності від сорту та технології вирощування. *Аграрник*. №12. 2014. С. 13-21.

137. Скитський В. Ю., Герасимова Ю. І. Аналіз колекції нуту для використання на підвищення технологічності при вирощуванні. *Генетичні ресурси рослин*. 2010. № 8. С. 40-45.

138. Скитський В. Ю., Шевченко А. М., Степанова Т. Є. Аналіз зразків колекції нуту за продуктивністю та придатністю використання в селекції на сході України. *Генетичні ресурси рослин*. №7. 2009. С. 134-138

139. Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Волинець Є.О., Федюк В.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на густоту стояння та висоту рослин сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Український журнал природничих наук*. 2024. №7. С.168-174. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.18>

140. Ушкаренко В. О. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон: Айлант. 2008. 272 с.

141. Ушкаренко В. О., Лавренко Н. М. Урожай зерна нуту залежно від основного обробітку ґрунту, доз добрив та густоти стояння рослин за різних умов зволоження на Півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2014. №62. С. 42-44.

142. Циганська О.І., Панцирева Г.В., Машенко В.В. Вирощування сої як фактор відновлення поживного режиму ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2025. № 3 (38). С. 173-184. DOI: 10.37128/2707-5826-2025-3-15. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.1.33>

143. Циганський В.І., Циганська О.І., Панцирева Г.В., Шевчук О.В. Накопичення біологічного азоту багаторічними бобовими травами та зернобобовими культурами як спосіб відновлення родючості ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2025. № 1 (36). С. 16-27.

144. Шевченко А. М. Нут – екологічно приваблива зернобобова культура посушливого землеробства. *Посібник Українського хлібороба*. 2013. Т. 2. С. 199-201.

145. Шкатула Ю. М., Вотик В. О. Вплив гербіцидів і біологічних препаратів на ростові процеси та зернову продуктивність нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 2 (25). С. 184–197. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-2-14.
146. Шкатула Ю. М., Вотик В. О. Вплив гербіцидів і біологічних препаратів на ростові процеси та зернову продуктивність нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. Вип. № 2 (25). С. 184-197.
147. Шкатула Ю. М., Вотик В. О. Контролювання бур'янів в агроценозах нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 4 (19). С. 135-147.
148. Шкатула Ю. М., Вотик В. О. Фенологічні спостереження за фазами росту і розвитку сортів нуту. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. Том 19. № 1/101. 15 с.
149. Шкатула Ю. М., Вотик В. О. Шляхи підвищення врожайності насіння нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 2 (17). С. 195-208.
150. Шкатула Ю. М., Вотик В. О. Шляхи підвищення врожайності нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 2 (17). С. 195-208.
151. Щигорцова О. Л. Нут і чина – цінні зернобобові культури для Степової зони Криму. *Зрошуване землеробство: межвід. темат. наук. зб. Херсон: Айлант, 2005. Вип. 44. С. 110-113.*
152. Allam A.Y. Effect of sowing time, planting rate and nitrogen sources on yield, crop components and chickpea quality. *Asyut J. Agril. Sci.* № 33 (5). 2002. P. 131-144.
153. Anwar M.R., B.A. McKenzie and G.D. Hill. Water extraction patterns and water use efficiency of chickpea (*Cicer areitinum* L.) cultivars in Canterbury. *Agronomy N.Z.* № 30. 2000. P.109-120.
154. Beech D.F. and Leach G.J. Comparative growth, water use and yield of chickpea, safflower and wheat in south-eastern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. № 29. 1989. P. 655-662.
155. Bhan V.M. and Kukula S. Weeds and their control in chickpea. In: The

Chickpea (eds. M.C. Saxena and K.B. Singh). CABInternational, Wallingford. 1987. P. 319-328.

156. Bondarenko V., Havrylianchik R., Ovcharuk O., Pansyryeva H., Krusheknyckiy V., Tkach O., Niemec M. Features of the soybean photosynthetic productivity indicators formation depending on the foliar nutrition. *Ecology, Environment and Conservation*. 2022. Vol. 28, Aug Suppl. Issue. P. 20-26. <http://doi.org/10.53550/EEC.2022.v28i04s.004>

157. Boukid F. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) protein as a prospective plant-based ingredient: A review. *International Journal of Food Science & Technology*. 2021. 56. P. 5435-5444. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15046>

158. Calcagno F., Gallo G., Venora G., Iaiani M., Raimondo I. Early sowing increases chickpea yields in the dry, warm environment of Sicily, Italy. *International Chickpea Newsletter*. № 18. 1995. P. 28-29.

159. Calcagno F., Gallo G., Venora G., Iaiani M., Raimondo I. Effects of plant density on seed yield and its components for ten chickpea genotypes grown in Sicily, Italy. *International Chickpea Newsletter*. № 18. 1988. P. 29-31.

160. Calcagno F., Verona G. and Gallo G. Chemical weed control for chickpea in Sicily, Italy. *International Chickpea Newsletter*. № 7. 1987. P. 34-35.

161. Chavan J. K., Kadam S. S. & Salunkhe D. K. Biochemistry and technology of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. *Crit Rev Food Sci Nutr*. № 25. 1986. P. 107-57.

162. Clarke H. and K.H.M. Siddique. Growth and Development in the Chickpea Book (eds. S. Loss, N. Brandon & K.H. M. Siddique). *Agriculture Western Australia*. 2010. P. 123-128.

163. Clarke H. J., Siddique K. H. M. Response of chickpea genotypes to low temperature stress during reproductive development. *Field Crops Res*. 2004. 90. P. 232-334.

164. Crews T. E., Peoples M. B. Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agric Ecosyst Environ*. № 102. 2004.

P. 279-297.

165. Cubero J. I., Moreno Cubero M.-T. Recent advances in chickpea improvement and prospects for the nineties: the Mediterranean region of Europe. Proceedings of the IInd International Workshop on Chickpea Improvement, ICRISAT Center, Patancheru, India, 4-8 Dec. 1989. Patancheru: ICRISAT. P. 263-264.

166. Dalvi D.G., More P.R., Nageem K.A. Effect of antitranspirants on transpiration rate, relative watercontent, water saturation deficit and yield of chickpea. *Indian J. Agronomist Sc.* № 3. 1991. P. 204-206.

167. Dapaah H. K., McKenzieand B. A., Hill G. D. Influence of sowing date and irrigation on the growth and yield of faba beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in a subhumid temperate environment. *J. Agril. Sci.* № 134. 200. P. 33-43.

168. Deb A. C. and Khaleque M. A. Nature of gene action of some quantitative traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *World J. Agric. Sci.* 2009. Vol. 5(3). P. 361-368.

169. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyрева H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2020. Vol. 10, № 5. P. 54-61.

170. Didur I., Pantsyрева H. Peculiarities of soybean growth and development on gray forest soils. *Agronomy Research.* 2025. Vol. 23, Issue 1. P. 352-364. <https://doi.org/10.15159/AR.25.015>

171. Didur I., Pantsyрева H. Prospects for the development of seed production in Ukraine taking into account economic and environmental efficiency. *Baltic Journal of Economic Studies.* 2025. Vol. 11, Issue 2. P. 191-196. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2025-11-2-191-196>

172. Didur I., Pantsyрева H., Kupchuk I., Volynets Y. Formation of yield and quality of chickpea seed products under climate change. *Modern Phytomorphology.* 2024. Vol. 18. P. 170-173.

173. Didur I., Tkachuk O., Pansyryeva H., Chabanuk Ya., Pankova S., Hutsol H., Mazur O., Kovka N. Bioindication characteristics of trees in solid protection forest strips depending on intensive agriculture. *Journal of Ecological Engineering*. 2025, Vol. 26, Issue 6. P. 315-328 <https://doi.org/10.12911/22998993/202749>

174. Didur I., Tkachuk O., Pansyryeva H., Mazur K., Chabaniuk Ya., Chepernaty Ye., Shkatula Yu., Pelekh L., Hetman N., Kozak Yu. Features of the distribution of types of forest polyprotective forest belts in the forest-steppe of Ukraine. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2025. Vol. 15, Issue 2. P. 125-136. <https://doi.org/10.31407/ijeess15.217>

175. Didur I., Chynchyk O., Pansyryeva H., Olifirovych S., Olifirovych V., Tkachuk O. Effect of fertilizers for *Phaseolus vulgaris* L. productivity in Western Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, № 1. P. 419-424.

176. Didur I.M., Pansyryeva H.V., Holovanuk A.B., Kovalchuk V.M. Study of varietal technology of soybean growing in the conditions of climate change. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 9. С. 150-158. doi.org/10.32782/naturaljournal.9.2024.15

177. Didur I.M., Pansyryeva H.V., Telekalo N.V. Agroecological rationale of technological methods of growing legumes. *The scientific heritage*. 2020. Vol. 1, № 52. P. 3-7.

178. Didur I.M., Prokopchuk V.M., Pansyryeva H.V. Investigation of biomorphological and decorative characteristics of ornamental species of the genus *Lupinus* L. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9, № 3. P. 287-290.

179. Doughton J. A., Vallis I. and Saffina P. G. Nitrogen fixation in chickpea. I. Influence of prior cropping or fallow nitrogenfertilizer and tillage. *Aust. J. Agric. Res.* 1993. № 44. P. 1403-1413.

180. Evans J., McNeill A. M., Unkovich M. J., Fettell N. A., Heenan D. P. Net nitrogen balances for cool-season grain legume crops and contributions to wheat nitrogen uptake: a review. *Aust J Exp Agric*. № 41. 2001. P. 347-359.

181. Fallah S. Effects of planting date and density on yield and its components in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under dry land conditions of Khorram-Abad. *J. Sci. Technol. Agric. Natural Res.* №12. 2008. P. 123-135.

182. FAOSTAT. FAO Statistical Database [Электронный ресурс]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2025. <https://www.fao.org/statistics/en>

183. Gan Y. T., Warkentin T. D., Bing D. J., Stevenson F. C., & McDonald C. L. Chickpea Water Use Efficiency in relation to cropping system, cultivar, soil nitrogen and Rhizobial inoculation in semiarid environments. *Agricultural water management.* № 97(9). 2010. P. 1375-1381.

184. Gan Y.T., Warkentin T. D., Bing D. J., Stevenson F. C. & McDonald C. L. Chickpea Water Use Efficiency in relation to cropping system, cultivar, soil nitrogen and Rhizobial inoculation in semiarid environments. *Agricultural water management.* 2010. № 97 (9). P. 1375-1381.

185. Gaur P. M., Gowda C. L. L., Knights E. J., Warkentin T., Açıkgöz N., Yadav S. S., Kumar J. Breeding achievements. Chickpea breeding and management. 2006. P. 391-417.

186. Gaur, P. M., Samineni, S., Chibbar, R. N. Achievements and challenges in improving nutritional quality of chickpea. *Legume Perspect.* 2015. 9. P. 31-33

187. Gaur, P. M., Tripathi, S., Gowda, C., Ranga Rao G.V., Sharma, H.C., Pande S. and Sharma. Chickpea Seed Production Manual. Patancheru. *Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.* 2010. 28 p.

188. Gul Hassan, Naqibullah Khan and Haroon Khan. Effect of zero tillage and herbicides on the weed density and yield of chickpea under rice-based conditions. *Pak. J. Weed Sci. Res.* № 9 (3,4). 2003. P. 193-20

189. Hertzler S.R., Lieblein-Boff J.C., Weiler M., Allgeier C. (2020). Plant proteins: assessing their nutritional quality and effects on health and physical function. *Nutrients.* 2020. 12 (12): 3704. <https://doi.org/10.3390/nu12123704>

190. Honchar M. Effect of pre-sowing seed inoculation and foliar dressing on grain productivity and symbiotic activity of chickpea plants. *Plant and Soil Science*. 2025. № 2 (16). C. 58-68. <https://doi.org/10.31548/plant2.2025.58>
191. Honcharuk I., Gontaruk Y., Pantsyryeva H. Economic aspects of using the potential of bioenergy crops for biogas production and advanced technologies for digestate application. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2024. Vol. 10, Issue 2. P. 68-77. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2024-10-2-68-77>
192. Honcharuk I., Pantsyryeva H. Efficiency of growing legumes crops in Ukraine. *Integration of traditional and innovation processes of development of modern science: collective monograph*. Riga, Latvia: Publishing House «Baltija Publishing», 2020. P. 42-65. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-021-6-31>
193. Hrushetsky S., Nebaba K., Pantsyryeva H., Stepanchenko V., Zagnitko V. Impact of modern precision seed drill parameters on field germination and plant preservation of peas in the forest-steppe zone of Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2025. Vol. 26(12). P. 329-339. <https://doi.org/10.12912/27197050/214421>
194. Ivanyshyn O., Khomina V., Pantsyryeva H. Influence of fertilization on the formation of grain productivity in different-maturing maize hybrids. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, № 3. P. 262-269. DOI: 10.15421/2021_170
195. Ipekesen S, Basdemir F, Tunc M, Bicer BT. Minerals, vitamins, protein and amino acids in wild Cicer species and pure line chickpea genotypes selected from a local population. *J Elem*. 2022. 27. P. 127-140.
196. Janghel D. K., Kumar K., Sunil R., Chhabra A. K. Genetic diversity analysis, characterization and evaluation of elite chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2020. vol. 9, no. 1, pp. 199-209. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.901.023>
197. Jukanti, A. K. Nutritional Quality and Health Benefits of Chickpea (*Cicer Arietinum* L.): A Review. *British Journal of Nutrition*. 2012. 108. P. 11-26. <https://doi.org/10.1017/S0007114512000797>

198. Kaur K, Grewal SK, Gill PS, Singh S. Comparison of cultivated and wild chickpea genotypes for nutritional quality and antioxidant potential. *J Food Sci Technol*. 2019. 56:18. P. 64-76 <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03646-4>
199. Leport L., Turner N. C., Davies S. L., Siddique K. H. M. Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought. *Eur. J. Agron*. 2006. № 24. P. 236-246.
200. Mazur V., Didur I., Pansyryeva H., Telekalo N. Energy-economic efficiency of growth of grain-crop cultures in conditions of right-bank forest-steppe zone of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8, № 4. P. 26-33.
201. Mazur V., Didur I., Tkachuk O., Pansyryeva H., Ovcharuk V. Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, № 1. P. 54-60. [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(1\).2021.54-60](https://doi.org/10.48077/scihor.24(1).2021.54-60)
202. Mazur V., Pansyryeva H. Scientific aspects of technologies of growing, storage and processing of legumins. *Development of scientific, technological and innovation space in Ukraine and EU countries: collective monograph*. Riga, Latvia: Publishing House «Baltija Publishing», 2021. P. 195-220. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-151-0-39>
203. Mazur V., Pansyryeva H., Honchar M. Research assessment of the quality a legumes by economic and value indicators. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 1 (28). С. 5-16.
204. Mazur V., Pansyryeva H., Ovcharuk O., Mazur K., Myalkovsky R., Tkach O., Verholiuk S. Features of the functioning of the assimilation apparatus of lupinus albus depending on the use of eco-biological preparations. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2023. Vol. 13 (2). P. 74-88. <https://doi.org/10.31407/ijees>
205. Mazur V., Tkachuk O., Pansyryeva H., Demchuk O. Quality of pea seeds and agroecological condition of soil when using structured water. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, № 7. P. 53-60. [https://10.0.187.205/scihor.24\(7\).2021](https://10.0.187.205/scihor.24(7).2021)

206. Mazur V., Tkachuk O., Pansyryeva H., Kupchuk I., Mordvaniuk M., Chynchyk O. Ecological suitability peas (*Pisum Sativum*) varieties to climate change in Ukraine. *Agraarteadus*. 2021. Vol. 32, № 2. P. 276-283 <https://dx.doi.org/10.15159/jas.21.26>

207. Mazur V.A., Didur I.M., Myalkovsky R.O., Pansyryeva H.V., Telekalo N.V., Tkach O.V. The productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of Right-Bank Forest-Steppe Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, № 1. P. 101-105.

208. Mazur V.A., Mazur K.V., Pansyryeva H.V. Influence of the technological aspects growing on quality composition of seed white lupine (*Lupinus albus* L.) in the Forest Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9, № 1. P. 66-71.

209. Mazur V.A., Pansyryeva H.V., Mazur K.V., Didur I.M. Influence of the assimilation apparatus and productivity of white lupine plants. *Agronomy Research*. 2019. Vol. 17, № 1. P. 206-219. <http://dx.doi.org/10.15159/ar.19.024>

210. Merga B., Haji, J. Economic importance of chickpea: Production, value, and world trade. *Cogent Food and Agriculture*. № 5(1). 2019. P. 35-43. <https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1615718>

211. Meynez M., Moreno M. T., Desi G. I. Kabuli introgression for yield improvement in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *J. Genet. and Breed.* 1993. 47, № 1. P. 61–64

212. Morgan J. M. Rodriguez-Maribona B., Knights E. J. Adaptation to water-deficit in chickpea breeding lines by osmoregulation: relationship to grain yields in the field. *Field Crops Research*. Vol. 27, Issues 1-2. 1991. P. 61-70.

213. Myalkovsky R., Pansyryeva H. The use of digestate for the development of organic agricultural production. *Agro-ecological potential of soil cover of Vinnytsia region: scientific monograph*. Riga, Latvia: Publishing House «Baltija Publishing», 2023. P. 72-90. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-290-6-4>

214. Nawaz M., Hussain A., Chaudhry F. M., Maqsood M. and Azarn M.

Effect of sowing date and plant population on seed yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) *J. Agric. Res.* № 33. 1995. P. 317-320.

215. Nedumaran S., Abinaya P., Jyosthnaa P., Shraavya B. Rao, Bantilan C. Grain legumes production, consumption and trade trends in developing countries. *Working Paper Series.* №. 60. 2015. P. 58-63.

216. Oweis T., Hachum A., & Pala M. Water Use Efficiency of winter-sown chickpea under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural water management.* № 66 (2). 2004. P. 163-179.

217. Pansyрева H. Economic aspects of organic soy production in Ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies.* 2024. Vol. 10, № 5. P. 324-331. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2024-10-5-324-331>.

218. Pansyрева H., Aliksieiev O. Study of soil conservation technology and environmental stability of rural areas taking into account limited resources and climate change. *Agro-ecological potential of soil cover of Vinnytsia region: scientific monograph.* Riga, Latvia: Publishing House «Baltija Publishing», 2023. P. 91-118. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-290-6-5>

219. Pansyрева H., Aliksieiev O., Tsyhanska O., Vradii O., Honchar M. Formation of qualitative indicators of chickpea seed production under climatic changes in the right-bank forest-steppe of Ukraine. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES).* 2025. Vol. 15, Issue 2. P. 51-54. <https://doi.org/10.31407/ijeess15.207>

220. Pansyрева H., Kovalchuk V. Research on the influence of biological preparations and organo-mineral fertilizers on soybean growth processes. *Сільське господарство та лісівництво.* 2025. № 3 (38). С. 18-29.

221. Pansyрева H., Mazur K. Research of early rating soybean varieties on technology and agroecological resistance. *Theoretical and practical aspects of the development of modern scientific research: scientific monograph. Part 2.* Riga, Latvia: Publishing House «Baltija Publishing», 2022. P. 84-108. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-195-4-182>.

222. Pansyryeva H., Mazur K. The state of the soil cover of Ukraine in the context of bio-organic technologies for growing agricultural crops. *Agro-ecological potential of soil cover of Vinnytsia region: scientific monograph*. Riga, Latvia: Publishing House «Baltija Publishing», 2023. P. 119-142. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-290-6-6>.

223. Pansyryeva H., Volynets Y., Kovalchuk V. Current trends in fodder production in the context of forming a highly nutritious fodder base and energy-efficient soybean processing. *Agroecology, agriculture, forestry and horticulture in the 21st century: problems and solutions: scientific monograph*. Edited by S. Stankevych, O. Mandych. Tallinn: Teadmus OÜ, 2025. P. 264-307.

224. Pansyryeva H.V. Morphological and ecological-biological evaluation of the decorative species of the genus *Lupinus* L. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9, № 3. P. 74-77.

225. Petrychenko V., Didur I., Pansyryeva H., Volynets Ye. Agroecological assessment of technologies for growing legumes. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2025. Vol. 26 (3). P. 393-403. <https://doi.org/10.12912/27197050/200442>

226. Petrychenko V., Lykhochvor V., Didur I., Pansyryeva H. Scientific aspects of organic soy production in Ukraine. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*. 2024. Vol. 29, Issue 1-2. P. 111-121.

227. Petrychenko, V., Kobak, S., Kolisnyk, S., Chorna, V., Korniychuk, O., & Pansyryev, O. 2024. Agroecological Assessment of Soybean Varieties under the Conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering* 25(9). P. 60-69. <https://doi.org/10.12911/22998993/190492>

228. Petrychenko, V., Korniychuk, O., Lykhochvor, V., Kobak, S. & Pansyryev O. 2024. Study of Sowing Quality of Soybean Seeds Depending on Pre-Sowing Treatment of Seed and Microfertilizers. *Journal of Ecological Engineering* 25(7), 332-339. <https://doi.org/10.12911/22998993/188932>.

229. Philip A Thacker, Shiyan Qiao, Vernon J Racz. A comparison of the

nutrient digestibility of Desi and Kabuli chickpeas fed to swine *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2002. 82 (11). P. 1312-1318
<https://doi.org/10.1002/jsfa.1174>

230. Puyu V., Bakhmat M., Pantsyreva H., Khmelianchyshyn Y., Stepanchenko V., Bakhmat O. Social-and-Ecological Aspects of Forage Production Reform in Ukraine in the Early 21st Century. *European Journal of Sustainable Development*. 2021. Vol. 10, № 1. P. 221-228. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2021.v10n1p221>

231. Rachwa-Rosiak D., Nebesny E., Budryn G. Chickpeas – composition, nutritional value, health benefits, application to bread and snacks: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2015. № 55(8). P.1137-1145.

232. Reddy M. V., Singh K. B. Evaluation of a world collection of chickpea germplasm accessions for resistance to ascochyta blight. *Plant Disease*. 1984. Vol. 68, № 10. P. 900-901.

233. Shabbir A., Dhileepan K., Zalucki M. P. et al. Reducing the fitness of an invasive weed, *Parthenium hysterophorus*: complementing biological control with plant competition. *Journal of environmental management*. 2020. Vol. Art. 109790. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.109790

234. Siddique K.H.M., Regan K.L., Tennant D., & Thomson B.D. Water use and Water Use Efficiency of cool season grain legumes in low rainfall Mediterranean-type environments. *European Journal of Agronomy*. № 15(4). 2001. P. 267-280.

235. Siddique K.H.M., Sedgley R.H., Marshall C. Effect of plant density on growth and harvest index of branches in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research*. Vol. 9. 1984. P. 193-203.

236. Singh N, Kaur S, Isono N, Noda T. Genotypic diversity in physico-chemical, pasting and gel textural properties of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Food Chem*. 2010. 122. P. 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.015>

237. Smith B. M., Aebischer N. J., Ewald J. A. et al. The potential of arable

weeds to reverse invertebrate declines and associated ecosystem services in cereal crops. *Frontiers in sustainable food systems*. 2020. Vol. 3. Art. 118. doi: 10.3389/fsufs.2019.00118

238. Telekalo N., Mordvaniuk M., Shafar H., Matsera O. Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (1). P. 169-175.

239. Thangwana N. M., Ogola J. B. O. Yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum*): Response to genotype and planting density in summer and winter sowings. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 2012. Vol. 10 (2). P. 710-715.

240. Tkachuk O., Pantsyreva H., Mazur K., Chabanuk Ya., Zabarna T., Pelekh L., Bronnicova L., Kozak Yu., Viter N. Ecological problems of the functioning of field protective forest belts of Ukrainian Forest Steppe. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2025. Vol. 26(1). P. 149-161 <https://doi.org/10.12912/27197050/195735>

241. Tkachuk O., Pantsyreva H., Zelenchuk N., Bondaruk N., Mostovenko V. Resistance of sunflower crops to harmful objects when using growth-stimulating bioproducts in their crops. *Journal of Ecological Engineering*. 2025. Vol. 26, Issue 4. P. 98-110. <https://doi.org/10.12911/22998993/199816>

242. Tkachuk O., Pantsyreva H., Kupchuk I., Volynets Y. Soybean Productivity in the Forest-Steppe of Ukraine under Ecologization of Cultivation Technology. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25, Issue 5. P. 279-293. <https://doi.org/10.12911/22998993/186494>

243. Toker C. *Cicer turcicum*: A new *Cicer* species and its potential to improve chickpea. *Front. Plant Sci.* 2021. 12. 662891. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.662891>

244. Vdovenko S.A., Pantsyreva G.V., Palamarchuk I.I., Lytvyniuk H.V. Symbiotic potential of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on biological products in agrocoenosis of the Right-Bank Forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology. Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8, № 3. P. 270-274.
245. Yegrem L. Nutritional composition, antinutritional factors, and utilization trends of Ethiopian chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Food Science*. 2021. 5570753. <https://doi.org/10.1155/2021/5570753>
246. Zhao X, Sun, L, Zhang X, Wang M, Liu H, and Zhu Y. Nutritional components, volatile constituents and antioxidant activities of 6 chickpea species. *Food Biosci*. 2021. 41, 100964. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100964> 1
247. Zia-Ul-Haq M., Iqbal S., Ahmad S., Imran M., Niaz A., Bhanger M.I., Nutritional and compositional study of Desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars grown in Punjab, *Pakistan. Food Chemistry*. 2007. 105 (4). P. 1357-1368. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.004>.

ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНВ

N – азот

P – фосфор

K – калій

га – гектар

м – метр

л – літр

°C – градус Цельсія

t – температура

см – сантиметр

мм – міліметр

грн – гривня

мг – міліграм

т – тонна

тис. – тисяча

шт. – штуки

млн – мільйон

р. – рік

рр. – роки

ГДж – гігаджоуль

pH – реакція ґрунтового розчину

НІР – найменша істотна різниця

НААН – Національна академія аграрних наук України

ГТК – гідротермічний коефіцієнт

К_{еє} – коефіцієнт енергетичної ефективності

млн. сх. нас./га – мільйон схожих насінин на гектар

ФП – фотосинтетичний потенціал

ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ НА НАУКОВО-ПРАКТИЧНИХ КОНФЕРЕНЦІЯХ

за спеціальністю 201 Агрономія

Гончара Максима Васильовича

№ п/п	Тема доповіді	Назва конференції, місце проведення, дата
Апробація результатів дисертації на науково-практичних конференціях		
1	Дослідження виробництва зерна нуту в умовах військового стану	XXV Всеукраїнська науково-практична конференція «Молодь, освіта, наука, і національна самосвідомість в умовах європейської інтеграції». Київ. 27 квітня 2023 р.
2	Господарсько-цінні характеристики зерна нуту	Міжнародна науково-практична конференція молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки». Рівне. 11-12 травня 2023 р.
3	Характеристика сортів нуту за комплексом господарсько-цінних ознак	I Міжнародна науково-практична конференція «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес». Харків. 18 травня 2023 р.
4	Особливості вирощування нуту в умовах дефіциту енергоносіїв та військового стану	Всеукраїнська науково-практична конференція «Аграрна галузь України в умовах євроінтеграції: сучасний стан та перспективи розвитку». Вінниця. 24-25 травня 2023 р.
5	Особливості вирощування нуту в умовах військового стану	XVII Міжнародна наукова конференція «Ольвійський форум – 2023: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі». Миколаїв. 15-18 червня 2023 р.
6	Вирощування зернобобових в умовах зміни клімату та глобального потепління	IV Всеукраїнська науково-практична конференція «Науково-інноваційний розвиток агровиробництва як запорука продовольчої безпеки України». Київ. 28-29 вересня 2023 р.

7	Сучасні технології переробки та зберігання зернових та зернобобових культур	IV Всеукраїнська науково-практична конференція «Інноваційні технології та підвищення ефективності виробництва харчових продуктів». Умань. 20 жовтня 2023 р.
8	Застосування інноваційних технологій вирощування нуту в умовах скорочення площі вирощування бобових в умовах війни	Міжнародна наукова конференція «Сучасні технологічні аспекти виробництва зерна та переробки сільськогосподарської продукції» з нагоди 100-річчя від дня народження Григорія Родіоновича Пікуша. Дніпро. 20-21 березня 2024 р.
9	Нут – толерантність до тепла і посухи. Вплив на розвиток, врожайність та складові врожаю	II Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні проблеми сучасної науки: теоретичні та практичні дослідження молодих вчених». Полтава. 14-15 травня 2024 р.
10	Використання сортів нуту в агротехнологіях за умов змін клімату	Всеукраїнська науково-практична конференція «Екологоорієнтовані технології вирощування сільськогосподарської продукції в умовах ґрунтозбереження та кліматичної нейтральності». Вінниця. 23-24 травня 2024 р.
11	Вплив передпосівної інокуляції насіння і позакореневих підживлень на зернову продуктивність та симбіотичну діяльність рослин нуту	Всеукраїнська науково-практична конференція «Сталий розвиток України в умовах європейської інтеграції сучасний стан, шлях відновлення та перспективи». Вінниця. 15-16 травня 2025 р.
12	Вплив передпосівної інокуляції насіння і позакореневих підживлень на симбіотичну активність рослин нуту для відновлення родючості ґрунту	Міжнародна науково-практична конференція молодих учених та спеціалістів «Внесок молодих учених у розвиток ґрунтознавчо-агрохімічної науки та забезпечення сталого розвитку аграрної сфери». Харків. 29 травня 2025 р.

13	Вирощування нуту в умовах воєнного періоду та умовах скорочення посівних площ. Вплив передпосівної інокуляції насіння і позакореневих підживлень на симбіотичну продуктивність та діяльність рослин нуту	Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційні аспекти збереження і підвищення родючості ґрунтів у воєнний та повоєнний періоди». с. Оброшне-Львів. 18 вересня 2025 р.
14	Вплив технологічних прийомів на економічну ефективність вирощування нуту	VII міжнародна науково-практична конференція присвячена видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я. – засновникам наукової школи з селекції та насінництва пшениці і картоплі. «Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку». Біла Церква. 26 березня 2026 р.
15	Польова схожість та виживаність рослин нуту залежно від технологічних прийомів вирощування	XI Міжнародний молодіжний конгрес «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування». Львів. 26-27 березня 2026 р.

Аспірант

Вчений секретар



« 01 » 05 2026 р.

Максим ГОНЧАР

Тетяна КОРΠΑНИЮК

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
за спеціальністю 201 Агрономія
Гончара Максима Васильовича

№ п/п	Назва	Назва видання та його вихідні відомості, що дозволяють ідентифікувати та відрізнити це видання від інших	Кількість друкованих сторінок/ др. арк.	Співавтори
1	2	3	4	5
Статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б», включених до міжнародної наукометричної бази даних (Index Copernicus)				
1	Research assessment of the quality a legumes by economic and value indicators	<i>Agriculture and forestry</i> . 2023. № 1 (28). DOI: 10.37128/2707-5826-2023-1-1 URL: http://forestry.vsau.org/en/particles/research-assessment-of-the-quality-a-legumes-by-economic-and-value-indicators	<u>C. 5-16</u> 0,83 (0,63)	Мазур В.А., Панцирева Г.В
2	Дослідження сортових ресурсів нуту (<i>Cicer Arientium</i> L.) в Україні	<i>Аграрні інновації</i> . 2023. № 22. DOI: 10.32848/agrар.innov.2023.22.5 URL: http://agrарian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrарian/issue/view/22	<u>C. 31-35</u> 0,52	-
3	Динаміка виробництва нуту в Україні та світі	<i>Аграрні інновації</i> . 2024. № 24. DOI: 10.32848/agrар.innov.2024.24 URL: http://agrарian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrарian/issue/view/24	<u>C. 60-66</u> 0,58	-
4	Effect of pre-sowing seed inoculation and foliar dressing on grain productivity and symbiotic activity of chickpea plants	<i>Plant and soil science</i> . 2025. № 2 (16). DOI: 10.31548/plant2.2025.58 URL: https://agriculturalscience.com.ua/uk/journals/tom-16-2-2025/vpliv-peredposivnoyi-inokulyatsiyi-nasinnya-i-pozakorenevikh-pidzhivlen-na-zernovu-produktivnist-ta-simbiotichnu-diyalnist-roslin-nutu	<u>C. 58-68</u> 0,8	-

1	2	3	4	5
5	Польова схожість та виживаність рослин нуту залежно від технологічних прийомів вирощування нуту	<i>Аграрні інновації</i> . 2026. № 1. URL: https://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/issue/archive	<u>14 с.</u> 1 (0,5)	Панцирева Г.В.
Статті, що входять до наукометричної метричної бази Scopus				
6	Formation of qualitative indicators of chickpea seed production under climatic changes in the right-bank Forest-Steppe of Ukraine	<i>International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)</i> . 2025. № 2 (15). DOI: 10.31407/ijeess15.207 URL: https://ijeess.net/images/pdf/HannaPantsyрева1OleksiiAlieksieiev1OlenaTsyhanska1OksanaVradii1MaksymHonchar1FORMATIONOFQUALITATIVEINDICATORSOFCHICKPEASEEDPRODUCTIONUNDERCLIMATICCHANGESINTHERIGHT-BANKFOREST-STEPPEOFUKRAINEpage51-54;-fe4c7312e5.pdf	<u>С. 51-54</u> 1,5 (0,3)	H. Pantsyрева, O. Alieksieiev, O. Tsyhanska, O. Vradii.
Інші видання (тези доповідей)				
7	Дослідження виробництва зерна нуту в умовах військового стану	<i>Молодь, освіта, наука, і національна самосвідомість в умовах європейської інтеграції: збірник матеріалів XXV Всеукраїнської науково-практичної конференції</i> , 27 квітня 2023 р. Київ. 2023. URL: https://e-u.edu.ua/userfiles/files/135/2-tom-molod_2023-_2.pdf	<u>С. 62-65</u> 0,3	-
8	Господарсько-цінні характеристики зерна нуту	<i>Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти</i> , 11-12 травня 2023 р. Рівне, 2023.	<u>С. 642-645</u> 0,32	-

1	2	3	4	5
		<p>URL: https://ep3.nuwm.edu.ua/26282/1/%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D1%82%D0%B5%D0%B7%20%D0%A0%D0%9C%D0%92%20%D0%9D%D0%A3%D0%92%D0%93%D0%9F%202023%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%80%20%D0%B7%D0%B0%D1%85.pdf</p>		
9	Характеристика сортів нуту за комплексом господарсько цінних ознак	<p><i>Сталий ланцюг харчування та безпека кризь науку, знання та бізнес: тези доповідей I Міжнародної науково-практичної конференції, 18 травня 2023 р. Харків, 2023.</i> URL: https://biotechuniv.edu.ua/nauka/konferentsiyi/</p>	C. 176-177 0,3	
10	Особливості вирощування нуту в умовах військового стану	<p><i>Ольвійський форум – 2023: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі. Радіаційна і техногенно-екологічна безпека людини та довкілля: стан, шляхи і заходи покращення: тези XVII Міжнародної наукової конференції. 15-18 червня 2023 р., Миколаїв, 2023.</i> URL: https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1193/3/%D0%9E%D0%A4-2023.%20%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0%20%D1%96%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE-%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0%20%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0%20%D0%BB%D1%8E%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8.pdf</p>	C. 26-29 0,33	

1	2	3	4	5
11	Вирощування зернобобових в умовах зміни клімату та глобального потепління	<i>Науково-інноваційний розвиток агровиробництва як запорука продовольчої безпеки України</i> : матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції. 28-29 вересня 2023 р. Київ, 2023. URL: https://dns.gb.com.ua/assets/files/2023/10/zbirnik_konf_28_09_2023.pdf	<u>C. 244-247</u> 0,34	-
12	Сучасні технології переробки та зберігання зернових та зернобобових культур	<i>Інноваційні технології та підвищення ефективності виробництва харчових продуктів</i> : матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції, 20 жовтня 2023 р. Умань, 2023. URL: https://ft.udau.edu.ua/assets/files/2023/zbirnik-2023-.pdf	<u>C. 27-30</u> 0,37	-
13	Застосування інноваційних технологій вирощування нуту в умовах скорочення площі вирощування бобових в умовах війни	<i>Сучасні технологічні аспекти виробництва зерна та переробки сільськогосподарської продукції</i> : матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100-річчя від дня народження Григорія Радіоновича Пікуша. 20-21 березня 2024 р. Дніпро, 2024. URL: https://institut-zerna.com/library/repozitarij/docs/materialy-konf/mizhnarodnoi-naukovo-konferentsii-z-nagodi-100-richchya-vid-dnya-narodzhennya.pdf	<u>C. 50-52</u> 0,35	-
14	Нут – толерантність до тепла і посухи. Вплив на розвиток, врожайність та складові врожаю	<i>Актуальні проблеми сучасної науки: теоретичні та практичні дослідження молодих вчених</i> : збірник тез доповідей II Всеукраїнської науково-практичної конференції. 14-15 травня 2024 р. м. Полтава. 2024.	<u>C. 11-13</u> 0,31	-

1	2	3	4	5
		URL: https://drive.google.com/file/d/1ky1nD10PZ9Lf1IT8Da6-X8miT_dBJX6m/view		
15	Вплив передпосівної інокуляції насіння і позакореневих підживлень на симбіотичну активність рослин нуту для відновлення родючості ґрунту	<i>Внесок молодих учених у розвиток ґрунтознавчо-агрохімічної науки та забезпечення сталого розвитку аграрної сфери:</i> матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та спеціалістів. 29 травня 2025 р. м. Харків, 2025. URL: https://drive.google.com/file/d/10DXBqCnp_rP_tv6Jo5QG2fVO8BxMBiQR/view	<u>C. 17-22</u> 0,5	-
16	Вирощування нуту в умовах воєнного періоду та умовах скорочення посівних площ. Вплив передпосівної інокуляції насіння і позакореневих підживлень на симбіотичну діяльність рослин нуту	<i>Інноваційні аспекти збереження і підвищення родючості ґрунтів у воєнний та повосінний періоди:</i> матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 18 вересня 2025 р. с. Оброшине-Львів. 2025. URL: https://isgkr.com.ua/index.php/features/novyny/novyny-institutu/1092-mizhnarodna-naukovo-praktychna-konferentsiia-aktualni-problemy-suchasnoho-zemlerobstva-roslynnytstva-i-tvarynnytstva	<u>C.59-61</u> 0,36	-
17	Вплив технологічних прийомів на економічну ефективність вирощування нуту	<i>Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку:</i> матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції присвячені видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я. – засновникам наукової школи з селекції та насінництва пшениці і картоплі. 26 березня 2026 р. м. Біла Церква. 2026.	<u>C. 126-128</u> 0,32	-

1	2	3	4	5
		URL: https://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/tezy/2026/tezy_agrarna_osvita_nauka_26.03.2026.pdf		
18	Польова схожість та виживаність рослин нуту залежно від технологічних прийомів вирощування	<i>Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. XI Міжнародний молодіжний конгрес. Збірник Матеріалів 26-27 березня 2026 р. м. Львів, 2026. URL: https://science.lpnu.ua/sites/default/files/attachments/2025/41132/importantdoc/stalyy-rozvytok-xi-mizhnarodnyy-molodizhnyy-konhres-2026_1.pdf</i>	<u>С. 101-103</u> 0,3 (0,2)	Панцирева Г.В.

Усього за темою дисертаційної роботи «Оптимізація елементів технології вирощування нуту в умовах правобережного Лісостепу України» опубліковано 18 наукових праць загальним обсягом 9,33 умовн. друк. арк. (власний доробок автора 7,33 умовн. друк. арк.) у тому числі 5 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б» та 1 стаття у науковому зарубіжному виданні, що індексується в міжнародній наукометричній базі **Scopus** та 12 тез доповідей у матеріалах науково-практичних конференцій. Основні положення дисертації пройшли апробацію на 15 науково-практичних конференціях.

Аспірант

Вчений секретар



Максим ГОНЧАР

Тетяна КОПРАНІЮК

« 01 » 05 2026 р.

Навчально-наукова та виробнича перевірка результатів досліджень



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, тел. (0432) 46-00-03,
email: office@vzau.org, rector@vzau.org, код ЄДРПОУ 00497236

31 грудня 2024 р. № 01.1-60-1612
на № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукових досліджень
дисертаційної роботи Гончара Максима Васильовича
на тему: «Оптимізація елементів технології вирощування нуту в умовах
правобережного Лісостепу України»

Повідомляємо, що наукові розробки Гончара Максима Васильовича за вказаною темою дисертації мають практичну цінність, що зумовлено їх впровадженням у навчально-методичний процес та наукову роботу кафедри лісового та садово-паркового господарства.

Положення дисертаційної роботи використовується при викладанні навчальної дисципліни «Рослинництво».

Довідка видана Гончару М.В. для представлення у спеціалізовану вчену раду за місцем захисту його дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Розглянуто та затверджено на засіданні науково-методичної комісії Вінницького національного аграрного університету від 06 листопада 2024 року, протокол №4.

Ректор



Віктор МАЗУР

№ 02309

АКТ

впровадження результатів науково-дослідної роботи

У структурно-виробничому підрозділі «Кластер Спіка», що знаходиться у с. Глинівці, Житомирського району, Житомирської області впродовж 2022-2023 років запроваджувалися технологічні заходи щодо вирощування нуту, що передбачали сівбу сортів Триумф та Пам'ять з використанням у передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом БТУ-р (3 л/т насіння) та двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор – 3 л/га насіння) аспірантом Вінницького національного аграрного університету. Загальна площа на якій відбувались дослідження агротехнологічних прийомів та елементів становила 20 га.

Приріст урожайності сортів за рахунок застосування вказаних елементів технології становив 0,8-1,32 т/га залежно від погодних умов року.

Генеральний директор
Кусто Агро Фармінг



Сірий В.В.

Аспірант Вінницького
національного
аграрного
університету



Гончар М.В.

АКТ

впровадження результатів науково-дослідної роботи

У структурно-виробничому підрозділі «Кластер Ліщин», що знаходиться у с. Ліщин, Житомирського району, Житомирської області впродовж 2022-2023 років запроваджувалися технологічні заходи щодо вирощування нуту, що передбачали сівбу сортів Тріумф та Пам'ять з використанням у передпосівній обробки насіння бактеріальним препаратом БТУ-р (3 л/т насіння) та двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор – 3 л/га насіння) аспірантом Вінницького національного аграрного університету. Загальна площа на якій відбувались дослідження агротехнологічних прийомів та елементів становила 20 га.

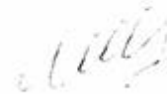
Приріст урожайності сортів за рахунок застосування вказаних елементів технології становив 0,9-1,3 т/га залежно від погодних умов року.

Генеральний директор
Кусто Агро Фармінг



Сірий В.В.

Аспірант Вінницького
національного аграрного
університету



Гончар М.В.

АКТ

впровадження результатів науково-дослідної роботи

У структурно-виробничому підрозділі «Кластер Суємці», що знаходиться у с. Суємці, Баранівського району, Житомирської області впродовж 2023-2024 років запроваджувалися технологічні заходи щодо вирощування нуту, що передбачали сівбу сортів Триумф та Пам'ять з використанням у передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом БТУ-р (3 л/т насіння) та двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор – 3 л/га насіння) аспірантом Вінницького національного аграрного університету. Загальна площа на якій відбувались дослідження агротехнологічних прийомів та елементів становила 20 га.

Приріст урожайності сортів за рахунок застосування вказаних елементів технології становив 0,6-1,1 т/га залежно від погодних умов року.

Генеральний директор
Кусто Агро Фармінг



Сірий В.В.

Аспірант Вінницького
національного аграрного
університету



Гончар М.В.

АКТ

впровадження результатів науково-дослідної роботи

У структурно-виробничому підрозділі «Кластер Агролайн», що знаходиться у с. Липне, Житомирського району, Житомирської області впродовж 2023-2024 років запроваджувалися технологічні заходи щодо вирощування нуту, що передбачали сівбу сортів Триумф та Пам'ять з використанням у передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом БТУ-р (3 л/т насіння) та двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор – 3 л/га насіння) аспірантом Вінницького національного аграрного університету. Загальна площа на якій відбувались дослідження агротехнологічних прийомів та елементів становила 20 га.

Приріст урожайності сортів за рахунок застосування вказаних елементів технології становив 0,88-1,25 т/га залежно від погодних умов року.

Генеральний директор
Кусто Агро Фармінг



Сірий В.В.

Аспірант Вінницького
національного аграрного
університету



Гончар М.В.

АКТ
впровадження результатів науково-дослідної роботи

У структурно-виробничому підрозділі «Кластер Троща», що знаходиться у с. Бурківці, Чуднівського району, Житомирської області впродовж 2023-2024 років запроваджувалися технологічні заходи щодо вирощування нуту, що передбачали сівбу сортів Триумф та Пам'ять з використанням у передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом БТУ-р (3 л/т насіння) та двома позакореновими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор – 3 л/га насіння) аспірантом Вінницького національного аграрного університету. Загальна площа на якій відбувались дослідження агротехнологічних прийомів та елементів становила 20 га.

Приріст урожайності сортів за рахунок застосування вказаних елементів технології становив 0,75-1,19 т/га залежно від погодних умов року.

Генеральний директор
Кусто Агро Фармінг



Сірій В.В.

Аспірант Вінницького
національного аграрного
університету



Гончар М.В.

АКТ

впровадження результатів науково-дослідної роботи

У структурно-виробничому підрозділі «Кластер Агродністер», що знаходиться у с. Вільховець, Кам'янець-Подільського району, Хмельницької області впродовж 2024-2025 років запроваджувалися технологічні заходи щодо вирощування нуту, що передбачали сівбу сортів Тріумф та Пам'ять з використанням у передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом БТУ-р (3 л/т насіння) та двома позакореневими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор – 3 л/га насіння) аспірантом Вінницького національного аграрного університету. Загальна площа на якій відбувались дослідження агротехнологічних прийомів та елементів становила 20 га.

Приріст урожайності сортів за рахунок застосування вказаних елементів технології становив 0,83-1,25 т/га залежно від погодних умов року.

Генеральний директор
Кусто Агро Фармінг



Сірий В.В.

Аспірант Вінницького
національного аграрного
університету



Гончар М.В.

АКТ

впровадження результатів науково-дослідної роботи

У структурно-виробничому підрозділі «Кластер Калинівка», що знаходиться у с. Байківка, Хмільницького району, Вінницької області впродовж 2024-2025 років запроваджувалися технологічні заходи щодо вирощування нуту, що передбачали сівбу сортів Триумф та Пам'ять з використанням у передпосівній обробки насіння бактеріальним препаратом БТУ-р (3 л/т насіння) та двома позакореновими підживленнями мікродобривом Help Rost (Бор – 3 л/га насіння) аспірантом Вінницького національного аграрного університету. Загальна площа на якій відбувались дослідження агротехнологічних прийомів та елементів становила 20 га.

Приріст урожайності сортів за рахунок застосування вказаних елементів технології становив 0,9-1,31 т/га залежно від погодних умов року.

Генеральний директор
Кусто Агро Фармінг



Сірий В.В.

Аспірант Вінницького
національного аграрного
університету

Гончар М.В.

Результати аналізу насіннєвого матеріалу

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ЕЛЕВАТОРНА КОМПАНІЯ «КУСТО АГРО»

Україна, 23100, Вінницька обл., м. Вінниця вул. Грушевського 28 прим 3

код ЄДРПОУ: 37084484

тел./факс: +38 0432 508304

<http://www.kustagr.com>

**Результати аналізу насіннєвого матеріалу із дослідної ділянки
аспіранта Вінницького національного аграрного університету Гончара
Максима Васильовича згідно теми дисертаційної роботи: «Оптимізація
елементів технології вирощування нуту в умовах Лісостепу
Правобережного»**

Рік врожаю – 2023

Культура: Нут;

Сорт: **Тріумф**;

Назва господарства: НДГ «Агронімічне»;

Пункт розсадництва: Вінницька обл, Хмільницький р-н, м.

Кожин, ЕК «Кусто Агро»;

Відправник: аспірант Гончар Максим Васильович;

Одержувач: Елеваторна компанія «Кусто Агро», код ЄДРПОУ
– 37084484;

Маса партії: 2 кг;

Дата відбору зразка: 29.11.24 р;

К-ть факторів: 3;

К-ть варіантів: 6;

К-ть використаних препаратів: 2;

1. Біоінсектицид – БТУ-р. Виробник – БТУ центр;

2. Мінеральне добриво. Мікроелемент – Бор. Help Root –
добриво бор. Виробник – БТУ центр.**Варіант 1. Інокуляція + 2 позакореневих підживлення.**

Урожайність – 3,16 т/га;

К-ть бульбочкових бактерій на кінець цвітіння: 38,2 кгт;

Вміст білка (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 25 г;

Вміст жиру (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 7 г;

Вміст аугласодів (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 46 г;

Вологість: 14%;

Чистота насіння – 98%;

Польова схожість – 98%;

Лабораторна схожість – 100%;

Категорія – Сертифіковане;

Зернова домішка:

I. Органічні домішки – 1,5 %;

II. Шкідливі домішки – 0,5 % (насіння *Ctenopodium album*);

III. Зіпсованих зерн – 0%;

IV. Пошкоджених зерн – 0%;

V. Зерн інших культур – 0%;

VI. Стан зерн – відмінний.

Варіант 2. Інокуляція + 1 позакореневих підживлення.

Урожайність – 2,84 т/га;

К-ть бульбочкових бактерій на кінець цвітіння: 36,7 кгт;

Вміст білка (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 24,5 г;

Вміст жиру (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 6,4 г;

Вміст аугласодів (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 44 г;

Вологість: 14%;

Чистота насіння – 98%;

Польова схожість – 98%;

Лабораторна схожість – 100%;

Категорія – Сертифіковане;

Зернова домішка:

I. Органічні домішки – 1,5 %;

II. Шкідливі домішки – 0,5 % (насіння *Ctenopodium album*);

III. Зіпсованих зерн – 0%;

IV. Пошкоджених зерн – 0%;

V. Зерн інших культур – 0%;

VI. Стан зерн – відмінний.

Культура: Нут;

Сорт: **Пам'ять**;

Назва господарства: НДГ «Агронімічне»;

Пункт розсадництва: Вінницька обл, Хмільницький р-н, м.

Кожин, ЕК «Кусто Агро»;

Відправник: аспірант Гончар Максим Васильович;

Одержувач: Елеваторна компанія «Кусто Агро», код ЄДРПОУ
– 37084484;

Маса партії: 2 кг;

Дата відбору зразка: 29.11.24 р;

К-ть факторів: 3;

К-ть варіантів: 6;

К-ть використаних препаратів: 2;

1. Біоінсектицид – БТУ-р. Виробник – БТУ центр;

2. Мінеральне добриво. Мікроелемент – Бор. Help Root –
добриво бор. Виробник – БТУ центр.**Варіант 1. Інокуляція + 2 позакореневих підживлення.**

Урожайність – 3,03

К-ть бульбочкових бактерій на кінець цвітіння: 38,4 кгт;

Вміст білка (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 24,8 г;

Вміст жиру (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 7 г;

Вміст аугласодів (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 45,8 г;

Вологість: 14%;

Чистота насіння – 98%;

Польова схожість – 98%;

Лабораторна схожість – 100%;

Категорія – Сертифіковане;

Зернова домішка:

I. Органічні домішки – 1,5 %;

II. Шкідливі домішки – 0,5 % (насіння *Ctenopodium album*);

III. Зіпсованих зерн – 0%;

IV. Пошкоджених зерн – 0%;

V. Зерн інших культур – 0%;

VI. Стан зерн – відмінний.

Варіант 2. Інокуляція + 1 позакореневих підживлення.

Урожайність – 2,8 т/га;

К-ть бульбочкових бактерій на кінець цвітіння: 36,7 кгт;

Вміст білка (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 24,2 г;

Вміст жиру (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 6,1 г;

Вміст аугласодів (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 42 г;

Вологість: 14%;

Чистота насіння – 98%;

Польова схожість – 98%;

Лабораторна схожість – 100%;

Категорія – Сертифіковане;

Зернова домішка:

I. Органічні домішки – 1,5 %;

II. Шкідливі домішки – 0,5 % (насіння *Ctenopodium album*);

III. Зіпсованих зерн – 0%;

IV. Пошкоджених зерн – 0%;

V. Зерн інших культур – 0%;

VI. Стан зерн – відмінний.

**Результати аналізу насіннєвого матеріалу із дослідної ділянки
 аспіранта Вінницького національного аграрного університету Гончара
 Максима Васильовича згідно теми дисертаційної роботи: «Оптимізація
 елементів технології вирощування нуту в умовах Лісостепу
 Правобережного»**

Рік врожаю – 2024

Культура: Нут;
 Сорт: Тріумф;
 Назва господарства: НДГ «Агронімічес»;
 Пункт розташування: Вінницька обл, Хмільницький р-н, м.
 Коляки, ЕК «Кусто Агро»;
 Відправник: аспірант Гончар Максим Васильович;
 Отримувач: Елеваторна компанія «Кусто Агро», код ЄДРПОУ
 – 37084484;
 Маса партії: 2 кг;
 Дата відбору зразка: 29.11.24 р;
 К-ть факторів: 3;
 К-ть варіантів: 6;
 К-ть використаних препаратів: 2
 1. Біоінкуліт – БТУ-р. Виробник – БТУ центр;
 2. Мінеральне добриво. Мікроелемент – Бор. Help Root –
 добриво бор. Виробник – БТУ центр.

Варіант 1. Інкуляція + 2 позакореневих підживлення.

Урожайність – 3,2 т/га;
 К-ть бульбачкових бактерій на кінець цвітіння: 38,2 агт;
 Вміст білка (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 27 г;
 Вміст жиру (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 8 г;
 Вміст вуглеводів (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 50 г;
 Вологість: 14%;
 Чистота насіння – 99%;
 Польова схожість – 99%;
 Лабораторна схожість – 100%;
 Категорія – Сертифіковане;
 Зернова домішка:
 I. Органічні домішки – 0,5 %;
 II. Шкідливі домішки – 0,5 % (насіння *Chenopodium album*);
 III. Зіпсованих зерн – 0%;
 IV. Пошкоджених зерн – 0%;
 V. Зерн інших культур – 0%;
 VI. Стан зерн – відмінний.

Варіант 2. Інкуляція + 1 позакореневих підживлення.

Урожайність – 2,96 т/га
 К-ть бульбачкових бактерій на кінець цвітіння: 36,7 агт;
 Вміст білка (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 26,3 г;
 Вміст жиру (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 7,5 г;
 Вміст вуглеводів (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 47 г;
 Вологість: 14%;
 Чистота насіння – 99%;
 Польова схожість – 99%;
 Лабораторна схожість – 100%;
 Категорія – Сертифіковане;
 Зернова домішка:
 I. Органічні домішки – 0,5 %;
 II. Шкідливі домішки – 0,5 % (насіння *Chenopodium album*);
 III. Зіпсованих зерн – 0%;
 IV. Пошкоджених зерн – 0%;
 V. Зерн інших культур – 0%;
 VI. Стан зерн – відмінний.

Культура: Нут;
 Сорт: Пам'ять;
 Назва господарства: НДГ «Агронімічес»;
 Пункт розташування: Вінницька обл, Хмільницький р-н, м.
 Коляки, ЕК «Кусто Агро»;
 Відправник: аспірант Гончар Максим Васильович;
 Отримувач: Елеваторна компанія «Кусто Агро», код ЄДРПОУ
 – 37084484;
 Маса партії: 2 кг;
 Дата відбору зразка: 29.11.24 р;
 К-ть факторів: 3
 К-ть варіантів: 6
 К-ть використаних препаратів: 2
 1. Біоінкуліт – БТУ-р. Виробник – БТУ центр;
 2. Мінеральне добриво. Мікроелемент – Бор. Help Root –
 добриво бор. Виробник – БТУ центр.

Варіант 1. Інкуляція + 2 позакореневих підживлення.

Урожайність – 3,11 т/га;
 К-ть бульбачкових бактерій на кінець цвітіння: 36,4 агт;
 Вміст білка (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 26,6 г;
 Вміст жиру (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 7,7 г;
 Вміст вуглеводів (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 50 г;
 Вологість: 14%;
 Чистота насіння – 99%;
 Польова схожість – 99%;
 Лабораторна схожість – 100%;
 Категорія – Сертифіковане;
 Зернова домішка:
 I. Органічні домішки – 0,5 %;
 II. Шкідливі домішки – 0,5 % (насіння *Chenopodium album*);
 III. Зіпсованих зерн – 0%;
 IV. Пошкоджених зерн – 0%;
 V. Зерн інших культур – 0%;
 VI. Стан зерн – відмінний.

Варіант 2. Інкуляція + 1 позакореневих підживлення.

Урожайність – 2,91 т/га;
 К-ть бульбачкових бактерій на кінець цвітіння: 35,2 агт;
 Вміст білка (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 26,1 г;
 Вміст жиру (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 7,2 г;
 Вміст вуглеводів (на 100 г насіннєвого матеріалу) – 45 г;
 Вологість: 14%;
 Чистота насіння – 99%;
 Польова схожість – 99%;
 Лабораторна схожість – 100%;
 Категорія – Сертифіковане;
 Зернова домішка:
 I. Органічні домішки – 0,5 %;
 II. Шкідливі домішки – 0,5 % (насіння *Chenopodium album*);
 III. Зіпсованих зерн – 0%;
 IV. Пошкоджених зерн – 0%;
 V. Зерн інших культур – 0%;
 VI. Стан зерн – відмінний.

