

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ВОЛОЩУК МАРІЯ ЮРІЇВНА

УДК 633.844:631.5:631.53.01(477.7)

ДИСЕРТАЦІЯ

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
НА ПРОДУКТИВНІСТЬ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ
В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

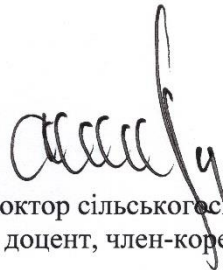
201 – Агрономія
20 – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

 Марія ВОЛОЩУК

Науковий керівник:

 Олег СТАСІВ,
доктор сільськогосподарських наук,
доцент, член-кореспондент НААН

Оброшине – 2025

АНОТАЦІЯ

Волощук М. Ю. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність і якість насіння гірчиці білої в умовах Західного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю: 201 – Агрономія (20 – Аграрні науки та продовольство). – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України, Оброшине, 2025.

У дисертаційній роботі представлено теоретичне обґрунтування та нове рішення важливого наукового завдання, що стосується оцінки та вибору сортів гірчиці білої для Західного Лісостепу України. Крім того, розроблено ефективні агрозаходи для їх вирощування з метою забезпечення стабільно-високої врожайності насіння.

Структура дисертації визначена логікою дослідження та поставленими завданнями і включає вступ, шість розділів, висновки до розділів, загальні висновки, рекомендації для сільськогосподарського виробництва, список використаних джерел та додатки.

У роботі розглянуто актуальність теми та значення вирощування гірчиці білої в умовах ґрунтово-кліматичної зони Західного Лісостепу України. Зазначено вчених, які займаються створенням нових конкурентоспроможних сортів та удосконаленням технології вирощування цієї культури. Висвітлено зв'язок дослідження з відповідними тематичними програмами, планами та завданнями Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Окреслено мету досліджень, основні завдання та методи їх реалізації, а також підкреслено наукову новизну отриманих результатів. Визначено особистий внесок здобувача, надано інформацію про публікації та апробацію результатів за темою дисертаційної роботи.

Розглянуто морфологічні та біологічні особливості культури, а також обґрунтовано підвищення урожайності насіння залежно від вибору сортових ресурсів та застосування елементів технології.

Проаналізовано ґрунтово-кліматичні умови Західного Лісостепу, зокрема специфіку погодних умов, що мали місце в роки проведення досліджень. Визначено гідротермічний коефіцієнт (ГТК), а також надано фізико-хімічну та агрохімічну характеристику ґрунтів дослідних ділянок. Описано схему проведення досліджень, а також застосовані методики та методи.

Досліджено вплив регуляторів росту у передпосівній обробці насіння гірчиці білої, зокрема на польову схожість, фази розвитку рослин, площу листової поверхні, чисту продуктивність фотосинтезу, показники структури рослин, урожайність та посівні якості вирощеного насіння. Встановлено, що на проростання насіння впливали запаси продуктивної вологи в посівному шарі ґрунту (0–10 см), температурні умови та регулятори росту, під дією яких відбувалося інтенсивне поглинання вологи та активація ферментів в обробленому насінні. Передпосівна обробка насіння баковими сумішами протруйника та регуляторів росту сприяла підвищенню польової схожості на 0,9–2,9 %. Найбільш ефективним виявилось поєднання протруйника Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) з регулятором росту Нертус ПлантаПег у нормі 0,40 л/т. На варіантах з внесенням регуляторів росту спостерігався кращий розвиток рослин, що призводило до того, що стадія росту 8 (достигання), фаза ВВСН 87 (70 % стручків достигли, насіння стало жовтим і твердим) наступала на 2–3 дні раніше. У 2022 р. повне дозрівання насіння в сорту Аріадна наступило на 84–86 добу, у 2023 р. – 87–91, а в 2024 р. – 81–83 добу. Для сорту Біла Принцеса ці терміни були наступними: у 2022 р. – 101–103 доба, у 2023 р. – 95–98, в 2024 р. – 93–96 добу. Під впливом регуляторів росту площа листової поверхні збільшувалася на 1,6–3,5 тис. м²/га, а коефіцієнт чистої продуктивності фотосинтезу – на 0,12–0,25 г/м² за добу. Регулятори росту позитивно впливали на ріст і розвиток рослин з ранніх етапів органогенезу, зокрема на їх висоту, кількість стебел і стручків, довжину стручків, кількість насінин на рослині, масу насіння з рослини та масу 1000 насінин. При передпосівній обробці насіння регуляторами росту на фоні мінерального живлення N₃₀P₆₀K₇₀ + N₄₀

(макростадія 1 – розвиток листків, фаза BBCH 14–16, 4–6 листків) + N₂₀ BBCH 52–53 (макростадія 4 – основна стадія росту, фаза – поява суцвіття), приріст урожайності становив 0,19–0,29 т/га. Найвищу ефективність показав регулятор росту Трептолем (норма 0,25 л/т), що містить природні фітогормони в поєднанні з 2,6-диметилпіридин-1-оксидом і бурштиновою кислотою (50 г/л), а також біогенні мікроелементи (Zn, Cu, Mn, Mg, Ca, Fe, Na, K). Також ефективним був Нертус ПлантаПег (0,40 л/т), що містить фульвокислоти та солі гумінових кислот. Посівні якості насіння (маса 1000 насінин, енергія проростання, лабораторна схожість) сортів гірчиці білої, отримані з материнських рослин, на які діяли регулятори росту при передпосівній обробці, були вищими на 0,6–1,0 г, 1,4–3,0 % та 2,1–4,2 % порівняно з контролем (протруйник Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т).

Обґрунтовано формування врожайності та якості насіння гірчиці білої залежно від реакції сортів на рівень мінерального живлення рослин. Визначено, що при низькій природній родючості сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів застосування мінеральних добрив у технології вирощування гірчиці є ефективним. З'ясовано, що кореляція між польовою схожістю висіяного насіння і нормою внесення мінеральних добрив була прямою слабкою ($r = 0,265–0,309$) за їх внесення. Достатнє вологозабезпечення та підвищені середньодобові температури в весняно-літні періоди сприяли інтенсивному проходженню фенологічних фаз гірчиці білої. Вегетаційний період сортів цієї культури залежав як від біологічних особливостей сорту, так і від рівня мінерального живлення рослин, що впливали на тривалість етапів органогенезу, подовжуючи їх до формування насіння і скорочуючи до досягнення повної стиглості. Вегетаційний період сортів у 2022 р. становив: Аріадна – 85–88 діб, Біла Принцеса – 100–105 діб; у 2023 р. відповідно – 83–85 і 94–96 діб, а в 2024 р. – 85–89 і 93–96 діб. Збільшення норм внесення мінеральних добрив з N₃₀P₃₀K₃₅ + N₃₀ (BBCH 14–16) до N₃₀P₉₀K₁₀₀ + N₅₀ (BBCH 14–16) + N₃₀ (BBCH 52–53) сприяло зростанню площі листової поверхні на 2,8–5,4 тис. м²/га та чистої продуктивності фотосинтезу на 0,33–0,62 г/м² за

добу. Оптимальна система мінерального живлення підвищувала продуктивність рослин, що забезпечувало високу врожайність насіння – 2,95–3,56 т/га. Найбільший приріст до контролю (без добрив) – 1,97 т/га було досягнуто при нормі внесення $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) за рахунок вищої маси 1000 насінин на 1,93 г. Розробки вітчизняної селекції дозволяють повною мірою реалізувати біологічний потенціал сорту за умови його вирощування в рекомендованій ґрунтово-кліматичній зоні та за технології, що відповідає його біологічним вимогам. За врожайністю насіння між сортами достовірної різниці не спостерігалось (Аріадна – 3,50 т/га, Біла Принцеса – 3,62 т/га). Інтенсивний розвиток вегетативної маси білої гірчиці під час досліджень був забезпечений високим рівнем мінерального живлення $N_{110}P_{90}K_{100}$ та достатньою кількістю опадів у період від сходів до цвітіння. Середній рівень урожайності зеленої маси сорту Аріадна становив 34,2 т/га, а сорту Біла Принцеса – 34,8 т/га. Найбільші прирости спостерігалися на стадії 6 (цвітіння), фаза ВВСН 65 (повне цвітіння: 50 % квіток на головній китиці відкрито, старі пелюстки опали), і становили від 0,66 до 0,75 т/га. Агротехнічна цінність сортів підтверджена не лише утворенням вегетативної частини рослин, а й масою кореневих решток – 10,0–9,8 т/га. Вміст у зеленій масі 0,11 од./кг та 0,14 г/кг перетравного протеїну забезпечують вихід з 1 га 4,081–4,158 т кормових одиниць і 0,502–0,553 т перетравного протеїну, що підтверджує значну кормову цінність цієї культури.

Наведено агробіологічне обґрунтування способів сівби та норм висіву насіння гірчиці білої на врожайність і якість продукції. Встановлено, що за ширини міжрядь 30 см звичайно рядкового способу сівби порівняно з 15 см – цвітіння рослин відбувалося на 1–2 доби раніше, а за широкорядного (45 см) – на 2–3 доби. Зі зменшенням норм висіву насіння площа листкової поверхні зменшувалася на 1,3–2,6 тис. м²/га. Більша площа живлення при широкорядному способі сівби з нормою висіву 0,5 млн схожих насінин на гектар сприяла формуванню більшої кількості гілок першого порядку, стручків та насінин у стручку. Порівняно з звичайним рядковим способом

сівби (15 см) і нормою висіву 1,5 млн схожих насінин на гектар при ширині міжрядь 30 см і нормі 1,0 млн схожих насінин на гектар, врожайність сортів була вищою на 0,10–0,17 т/га, а за широкорядного способу (45 см) при нормі 0,5 млн схожих насінин на гектар – на 0,15–0,28 т/га. Найвищі показники посівних якостей насіння забезпечив широкорядний спосіб сівби (45 см) з нормою висіву 0,5 млн схожих насінин на гектар, зокрема маса 1000 насінин становила 4,99 г для сорту Біла Принцеса та 5,31 г для сорту Аріадна. Посівні якості зібраного насіння були високими завдяки сприятливим погодним умовам і використовуваним методам сівби та нормам висіву. Енергія проростання насіння залежала від маси 1000 насінин і становила 90,5–94,1 %, а лабораторна схожість – 94,8–99,5 %.

Здійснено економічну оцінку агротехнологічних методів вирощування гірчиці білої в залежності від продуктивності сорту, реакції на передпосівну обробку стимуляторами росту, внесення різних норм мінеральних добрив, а також способів сівби та норм висіву насіння. Встановлено, що використання протруйника Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) і стимуляторів росту при обробці насіння забезпечує підвищення рентабельності виробництва насіння на 23,9–34,3 % порівняно з необробленим насінням. При використанні стимуляторів росту, таких як Нертус ПлантаПег (0,40 л/т), цей показник був вищим на 4,1 %, а за Трептолем (0,25 мл/т) – на 10,4 % порівняно з Вимпел 2 (1,0 л/т). За нормою внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (підживлення в фазі ВВСН 14–16) собівартість 1 т продукції була найнижчою і складала 8,0 тис. грн/т (для сорту Аріадна) та 7,7 тис. грн/т (для сорту Біла Принцеса). Висока реалізаційна ціна насіння забезпечувала рентабельність виробництва на рівні 400 і 419 % відповідно. Широкорядний спосіб сівби (45 см) з нормою висіву 0,5 млн схожих насінин на гектар забезпечує на 26 % вищу рентабельність виробництва насіння білої гірчиці порівняно з звичайним рядковим способом (15 см) і нормою висіву 1,5 млн схожих насінин на гектар.

Ключові слова: гірчиця біла, сорт, добрива, стимулятор росту, спосіб сівби, норма висіву насіння, структура рослини, продуктивність,

урожайність, якість, енергія проростання, схожість, маса 1000 насінин, економічна ефективність.

ANNOTATION

Voloshchuk M. Yu. Influence of elements of cultivation technology on the productivity and quality of white mustard seeds in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. – Qualifying scientific work in the form of a manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in the specialty: 201 – Agronomy (20 – Agricultural sciences and food). – Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Sciences of Ukraine, Obroshyne, 2025.

The dissertation presents a theoretical basis and a new solution to an important scientific problem concerning the assessment and selection of white mustard varieties for the Western Forest-Steppe of Ukraine. In addition, effective agro-measures for their cultivation have been developed to ensure a consistently high seed yield.

The structure of the dissertation is determined by the logic of the study and the tasks set. The dissertation includes an introduction, six chapters, conclusions to the sections, general conclusions, recommendations for agricultural production, a list of references and appendices.

The paper considers the relevance of the topic and the importance of growing white mustard in the conditions of the soil and climatic zone of the Western Forest-Steppe of Ukraine. Scientists, who are engaged in the creation of new competitive varieties and improvement of the technology of growing this crop, are noted. The connection of the study with the relevant thematic programs, plans and tasks of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Agrarian Sciences is highlighted. The objectives of the research, the main tasks and methods of their implementation are outlined and the scientific novelty of the results obtained is emphasized. The personal contribution of the applicant is determined,

information on publications and testing of results on the topic of the dissertation is provided.

The morphological and biological features of the crop are considered, and an increase in seed yield is substantiated depending on the choice of varietal resources and the use of technology elements.

The soil and climatic conditions of the Western Forest-Steppe are analyzed, in particular the specifics of the weather conditions that occurred during the years of research. The hydrothermal coefficient (HTC) is determined and the physicochemical and agrochemical characteristics of the soils of the research sites are provided. The research scheme is described, as well as the methods and techniques, that were applied.

The effect of growth regulators in pre-sowing treatment of white mustard seeds, in particular field germination, plant development phases, leaf surface area, net photosynthetic productivity, plant structure indices, crop yield and sowing qualities of grown seeds was studied. It was found that seed germination was affected by reserves of productive moisture in the sowing soil layer (0-10 cm), temperature conditions and growth regulators, under the influence of which intensive moisture absorption and enzyme activation in the treated seeds occurred. Pre-sowing seed treatment with tank mixtures of seed treatment agent and growth regulators contributed to an increase in field germination by 0.9-2.9 %. The most effective was a combination of Modesto seed treatment agent, 48 % f.s.c. (flowable suspension concentrate). (12.5 l/t) with Nertus PlantaPeg growth regulator at a rate of 0.40 l/t. In the variants with the introduction of growth regulators, better plant development was observed, which led to the fact that growth stage 8 (ripeness), BBCH phase 87 (70 % of the pods are ripe, the seeds have become yellow and hard) occurred 2-3 days earlier. In 2022, the full ripening of the seeds of the Ariadna variety occurred on 84–86 day, in 2023 – on 87–91, and in 2024 – on 81–83 day. For the Beela Pryntsesa variety, these terms were as follows: in 2022 – 101–103 day, in 2023. – 95–98, in 2024 – 93–96 day. Under the influence of growth regulators, the leaf surface area increased by 1.6–3.5 thousand m²/ha, and the coefficient of net

productivity of photosynthesis increased by 0.12–0.25 g/m² per day. Growth regulators had a positive effect on the growth and development of plants from the early stages of organogenesis, in particular on their height, the number of stems and pods, the length of pods, the number of seeds per plant, the weight of seeds per plant and the weight of 1000 seeds. By the pre-sowing treatment of seeds with growth regulators on the background of mineral nutrition N₃₀P₆₀K₇₀ + N₄₀ (macrostage 1 – leaf development, phase BBCH 14–16, 4–6 leaves) + N₂₀ BBCH 52–53 (macrostage 4 – main growth stage, phase – inflorescence appearance), the yield increase was 0.19–0.29 t/ha. The highest efficiency was shown by the growth regulator Treptolem (rate 0.25 l/t), containing natural phytohormones in combination with 2,6-dimethylpyridine-1-oxide and succinic acid (50 g/l), as well as biogenic microelements (Zn, Cu, Mn, Mg, Ca, Fe, Na, K). Nertus PlantaPeg (0.40 l/t), containing fulvic acids and humic acid salts, was also effective. The sowing qualities of seeds (weight of 1000 seeds, germination energy, laboratory germination) of white mustard varieties obtained from maternal plants, that were treated with growth regulators during pre-sowing treatment, were higher by 0.6–1.0 g, 1.4–3.0 % and 2.1–4.2 % compared to the control (Modesto seed treatment, 48 % f.s.c. (12.5 l/t).

The formation of yield and quality of white mustard seeds depending on the response of varieties to the level of mineral nutrition of plants was substantiated. It was determined that with low natural fertility of gray forestal surface-gleyed soils, the use of mineral fertilizers in mustard cultivation technology is effective. It was found that the correlation between field germination of seeds and the rate of application of mineral fertilizers was weak ($r = 0.265\text{--}0.309$) when they were applied. Sufficient moisture supply and increased average daily temperatures in the spring-summer periods led to the intensive passage of phenological phases of white mustard. The vegetation period of the varieties of this crop depended both on the biological characteristics of the variety and on the level of mineral nutrition of the plants, which affected the duration of the stages of organogenesis, extending them until the formation of seeds and shortening them until full maturity was achieved. The vegetation period of the varieties in 2022 was: Ariadna – 85-88 days, Beela

Pryntsesa – 100-105 days; in 2023, respectively – 83-85 and 94-96 days, and in 2024 – 85-89 and 93-96 days. An increase in the application rates of mineral fertilizers from $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (BBCH 14-16) to $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (BBCH 14-16) + N_{30} (BBCH 52-53) contributed to an increase in the leaf surface area by 2.8-5.4 thousand m^2/ha and net photosynthetic productivity by 0.33-0.62 g/m^2 per day. The optimal system of mineral nutrition increased plant productivity, which ensured high seed yields of 2.95–3.56 t/ha. The highest increase comparing to the control (without fertilizers) of 1.97 t/ha was achieved with the application rate of $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (BBCH 14–16) + N_{30} (BBCH 52–53) due to a higher weight of 1000 seeds by 1.93g. The developments of domestic selection make it possible to fully realize the biological potential of the variety when growing it in the recommended soil and climate zone with technology that meets its biological requirements. There was no significant difference in seed yield between the varieties (Ariadna – 3.50 t/ha, Beela Pryntsesa – 3.62 t/ha). Intensive development of the vegetative mass of white mustard during the studies was ensured by a high level of mineral nutrition $N_{110}P_{90}K_{100}$ and sufficient precipitation in the period from germination to flowering. The average yield of green mass of the Ariadna variety was 34.2 t/ha, and that of the Beela Pryntsesa variety was 34.8 t/ha. The highest increases were observed at stage 6 (flowering), phase BBCH 65 (full flowering: 50 % of flowers on the capitulate brush are open, old petals have fallen off), and amounted to 0.66 to 0.75 t/ha. The agrotechnical value of the varieties is confirmed not only by the formation of the vegetative part of the plants, but also by the mass of root residues – 10.0–9.8 t/ha. The content of 0.11 units/kg in the green mass and 0.14 g/kg of digestible protein provide an output of 4.081–4.158 tons of feed units and 0.502–0.553 tons of digestible protein from 1 ha, which confirms the significant feed value of this crop.

The article presents an agrobiological substantiation of sowing methods and seeding rates of white mustard seeds on the yield and quality of products. It was found that with a row spacing of 30 cm in row sowing compared to 15 cm, plants bloomed 1–2 days earlier, and with wide-row sowing (45 cm) – 2–3 days earlier. With a decrease in seed sowing rates, the leaf surface area decreased by 1.3–2.6

thousand m²/ha. A larger feeding area with wide-row sowing with a seeding rate of 0.5 million viable seeds per hectare contributed to the formation of a larger number of first-order branches, pods, and seeds in a pod. Compared with the conventional row sowing method (15 cm) and the seeding rate of 1.5 million viable seeds per hectare with a row spacing of 30 cm and a rate of 1.0 million viable seeds per hectare, the yield of the varieties was higher by 0.10–0.17 t/ha, and with the wide-row method (45 cm) at a rate of 0.5 million viable seeds per hectare – by 0.15–0.28 t/ha. The highest indicators of seed sowing qualities were ensured by the wide-row sowing method (45 cm) with a seeding rate of 0.5 million viable seeds per hectare. In particular, the weight of 1000 seeds was 4,99 g for the Beela Pryntsesa variety and 5.31 g for the Ariadna variety. The sowing qualities of the collected seeds were high due to favorable weather conditions, the sowing methods and seeding rates used. The seed germination energy depended on the mass of 1000 seeds and amounted to 90.5–94.1 %, the laboratory germination rate was 94.8–99.5 %.

An economic assessment of agro-technological methods of growing white mustard was carried out depending on the productivity of the variety, the response to pre-sowing treatment with growth stimulants, the application of different rates of mineral fertilizers, as well as sowing methods and seed sowing rates. It was found that the use of the Modesto seed treatment agent, 48 % f.s.c. (12.5 l/t) and growth stimulants ensures an increase in the profitability of seed production by 23.9–34.3 % compared to untreated seeds. When using growth stimulants such as Nertus PlantaPeg (0.40 l/t), this figure was 4.1% higher, and with Treptolem (0.25 ml/t) – 10.4 % higher compared to Vympel 2 (1.0 l/t). According to the application rate of mineral fertilizers N₃₀P₃₀K₃₅ + N₃₀ (in the BBCN 14–16 phase), the cost of 1 ton of production was the lowest and amounted to 8.0 thousand UAH/t (for the Ariadna variety) and 7.7 thousand UAH/t (for the Beela Pryntsesa variety). The high selling price of seeds ensured production profitability at the level of 400 and 419 %, respectively. The wide-row sowing method (45 cm) with a seeding rate of 0.5 million viable seeds per hectare provides 26 % higher profitability of white mustard

seed production compared to the conventional row method (15 cm) and a seeding rate of 1.5 million viable seeds per hectare.

Keywords: *white mustard, variety, fertilizers, growth stimulator, sowing method, seed sowing rate, plant structure, productivity, yield, quality, germination energy, germination, weight of 1000 seeds, economic efficiency.*

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових виданнях, включених до переліку фахових видань України:

1. Current state of white mustard production and its national value / O. M. Sluchak, O. P. Voloshchuk, I. S. Voloshchuk, V. V. Hlyva, **M. Yu. Voloshchuk**. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 49-59. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-4

2. **Волощук М. Ю.** Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від агротехнічних заходів вирощування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 74 (1). С. 22-36. DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-2

3. Продуктивність гірчиці білої за програмованого застосування добрив та норм висіву в умовах Передкарпаття / Т. В. Мельничук, В. М. Сандецький, Т. В. Козіна, **М. Ю. Волощук**. *Таврійський науковий вісник*. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2023. № 134. С. 88–97. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.13>.

4. **Волощук М. Ю.** Формування врожайності насіння гірчиці білої залежно від рівня мінерального живлення рослин. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (1). С. 18–29. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-2.

5. **Волощук М. Ю.** Агробіологічне обґрунтування способів сівби й норм висіву насіння гірчиці білої на урожайність і якість продукції. *Агронаука і практика*. 2024. Вип. 3. Ч. 2. С. 31-37. DOI: 10.32636/agroscience.2024-(3)-2-5

Статті у наукометричних баз даних Scopus і Web of Science:

6. *Sinapis alba* L. important green manure and fodder crop in the conditions of the Carpathian region of Ukraine / I. Voloshchuk, O. Stasiv, O. Voloshchuk, V. Hlyva, **M. Voloshchuk**. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27, no. 7.45-51. DOI: 10.48077/scihor7.2024.45

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. **Волощук М. Ю.** Стимулятори росту в підвищенні польової схожості насіння гірчиці білої. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: продовольча безпека в умовах воєнного часу і повоєнної відбудови країни* : матеріали XI Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених (с. Оброшине, 10 листоп. 2022 р.). Львів-Оброшине, 2022. С. 25–27.

8. **Волощук М. Ю.** Тривалість фаз розвитку гірчиці білої під впливом передпосівної обробки насіння стимуляторами росту. *Науково-інноваційний розвиток агровиробництва як запорука продовольчої безпеки України: вчора, сьогодні, завтра* : матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції Київ, 28-29 вересня 2023 р. / НААН, ННСГБ, Ін-т історії аграр. науки, освіти та техніки, Ін-т СГ Карпатського регіону НААН; наук. ред. В. А. Вергунов. Київ – Оброшине, 2023. 305 с. С. 237-240.

9. **Волощук М. Ю.** Вплив передпосівної обробки насіння стимуляторами росту на тривалість фаз розвитку гірчиці білої. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: виклики і шляхи розвитку в умовах війни і повоєнної відбудови* : матеріали XII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 23 листоп. 2023 р.). Львів-Оброшине, 2023. С. 21-23.

10. **Волощук М. Ю.** Формування посівних якостей насіння гірчиці білої під впливом погодних і агротехнічних факторів. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: стратегії стійкості сільськогосподарського сектору під час війни та у післявоєнний період* :

матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 19 листоп. 2024 р.). Львів-Оброшине, 2024. С. 14–16.

Рекомендації:

11. Оптимізація технологічних прийомів вирощування гірчиці білої на насіння (науково-практичні рекомендації) / О. П. Волощук, І. С. Волощук, Г. Я. Біловус, В. В. Глива, Ю. В. Воробйова, О. М. Случак, Г. С. Герешко, **М. Ю. Волощук**. Оброшине : [Б. в.], 2024. 35 с.

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ.....	18
ВСТУП.....	19
РОЗДІЛ 1. СОРТОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТА ІННОВАЦІЙНІ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ (огляд наукової літератури).....	25
1.1 Сучасний стан виробництва гірчиці білої та її народногосподарське значення.....	25
1.2 Вплив регуляторів росту на стимуляцію процесу проростання насіння та ріст і розвиток рослин.....	31
1.3 Роль мінеральних добрив у забезпеченні рослин елементами живлення.....	36
1.4 Способи сівби й норми висіву насіння.....	38
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	45
2.1 Загальна характеристика ґрунтово-кліматичних умов зони Західного Лісостепу.....	45
2.2 Особливості погодних умов у роки проведення досліджень та агрохімічна характеристика ґрунту дослідних ділянок.....	46
2.3 Схеми дослідів та методика проведення досліджень.....	50
2.4 Характеристика сортів гірчиці білої та досліджуваних препаратів.....	54
РОЗДІЛ 3. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В ПЕРЕДПОСІВНІЙ ОБРОБЦІ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ....	58
3.1 Польова схожість насіння та фази розвитку рослин.....	58
3.2 Площа листової поверхні й чиста продуктивність фотосинтезу.....	67
3.3 Показники структури рослин.....	73

3.4 Урожайність та посівні якості насіння сортів гірчиці білої..	78
РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ НАСІННЯ	
Й ЗЕЛЕНОЇ МАСИ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РЕАКЦІЇ СОРТІВ	
НА РІВЕНЬ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН.....	87
4.1 Насіннєва продуктивність сортів.....	87
4.1.1 Польова схожість насіння та проходження фенофаз	
розвитку рослин.....	87
4.1.2 Формування асиміляційної поверхні посіву.....	94
4.1.3 Оцінка за морфологічними показниками.....	100
4.1.4 Рівень продуктивності сортів.....	102
4.2 Кормова продуктивність гірчиці білої.....	108
4.2.1 Динаміка накопичення зеленої маси та сухої речовини	
сортами.....	110
4.2.2 Хімічний склад та кормова цінність.....	112
РОЗДІЛ 5. АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ	
СІВБИ Й НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ НА	
УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ СОРТІВ.....	117
5.1 Вплив способів сівби і норм висіву насіння на польову	
схожість і тривалість вегетаційного періоду сортів.....	117
5.2 Фотосинтетична продуктивність посівів.....	123
5.3 Показники структури рослин.....	129
5.4 Урожайність насіння.....	132
5.5 Посівні якості зібраного насіння.....	137
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ	
ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ.....	144
6.1 Економічна ефективність застосування регуляторів росту в	
передпосівній обробці насіння.....	144
6.2 Рентабельність виробництва насіння гірчиці білої залежно	
від норм внесення мінеральних добрив.....	146

6.3 Економічні показники залежно від способів сівби й норм висіву гірчиці білої.....	147
6.4 Результати виробничої перевірки досліджуваних агрозаходів..	148
ВИСНОВКИ.....	151
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	155
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	156
ДОДАТКИ.....	176

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

ІСГ Карпатського регіону НААН	—	Інститут сільського господарства Карпатського регіону Національна академія аграрних наук України
ЄС	—	Європейський союз
МСГ США	—	Міністерство сільського господарства Сполучених Штатів Америки
ЛП	—	рекомендована зона поширення сорту Лісостеп, Полісся
ДСТУ	—	державний стандарт України на продукцію чи методи визначення якості
ГТК	—	гідротермічний коефіцієнт
вар.	—	варіант
га	—	гектар
%	—	відсотки
г	—	грам
грн	—	гривні
д. р.	—	діюча речовина
к. є.	—	концентрат емульсії
м. д.	—	масляна дисперсія
$NP_{0,05}$	—	найменша істотна різниця
pH	—	кислотність ґрунту
т	—	тон
ФП	—	фотосинтетичний потенціал
ЧПФ	—	чиста продуктивність фотосинтезу
K	—	калій
N	—	азот
P	—	фосфор

ВСТУП

Виробництво олійних культур в Україні є вигідною галуззю сільського господарства, оскільки попит на ці продукти стабільний і має тенденцію до зростання. Внутрішній ринок відзначається значним виробництвом соняшнику, сої, ріпаку, але меншими обсягами у виробництві льону, гірчиці та сафлору. Україна займає одне з лідируючих місць на світовому ринку олійних культур, виробляючи 25 % світового соняшнику та експортує 60 % соняшникової олії. Виробництво складає понад 20 млн тонн на площі 9 млн га, щорічно на виготовлення олії використовуються близько 18 млн тонн насіння, а на експорт йде більше 4 млн тонн. З урахуванням експортного та виробничого потенціалу соняшнику, аграрна політика країни потребує удосконалення, щоб стимулювати сільгоспвиробників до вирощування менш поширених олійних культур.

Гірчиця є цінним ресурсом для покращення родючості ґрунтів, виступаючи як зелене добриво. Вона збагачує ґрунт органічними речовинами, ефективно дренує важкі солонцюваті ґрунти на глибину понад 160 см і здатна засвоювати фосфор з малодоступних форм. Це фітомеліорантна рослина, оскільки її корені й рештки після збору посіву допомагають гальмувати розвиток багатьох захворювань, збудники яких знаходяться в ґрунті. Використання гірчичних сидератів дозволяє значною мірою зменшити потребу в біологічних формах та мінеральних фосфорно-калійних добривах. Гірчиця залишає близько 10 т/га пожнивних решток у повітряно-сухій масі, які, правильно залучені в ґрунтово-поглинальний комплекс, можуть покращити вміст органічної речовини в ґрунті. Це перспективна культура, яка є 100 % ліквідною, оскільки її біологічні властивості дозволяють використовувати її не тільки як чудовий попередник для покращення агрофізичних та фітосанітарних характеристик ґрунту, але й як зелене добриво. Насіння гірчиці знаходить застосування в різних галузях виробництва, а сухі рослинні рештки можна перетворювати на паливні пелети. Побічний продукт – гірчичний шрот, після знежирення і подрібнення стає

гірничним порошком, який високо цінується як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках поряд з олією. Цей порошок є основним компонентом столової гірчиці, майонезу, різноманітних соусів, приправ, маринадів і сумішей для консервування. Гірнична олія відзначається високим вмістом біологічно активних речовин, таких як вітаміни (А, D, Е, К, Р), поліненасичені жирні кислоти (фітостероли, хлорофіл, фітонциди, глікозиди та інші), які необхідні для здоров'я людини.

Обґрунтування вибору теми дисертації. Розширенню площ посівів білої гірчиці сприяє швидка зміна клімату в бік потепління, що суттєво коригує традиційні уявлення про біологічне різноманіття та технологічні можливості цієї культури. Аналітики зазначають, що виробництво насіння гірчиці в Україні є більш хаотичним, ніж організованим. Причини таких коливань у популярності цієї культури можна розглядати в двох аспектах: агробіологічному – нестача сортів, які мають високий рівень адаптивних характеристик до комплексу несприятливих абіотичних і біотичних факторів навколишнього середовища, і агротехнологічному – більшість сільгоспвиробників застосовують застарілі технології вирощування, а в деяких випадках використовують окремі елементи технологій вирощування інших споріднених культур, таких як ріпак.

Сортові ресурси та технології вирощування цієї культури збагачені науковими розробками українських учених, зокрема в умовах Степу: О. І. Поляков, О. Г. Жуйков, В. В. Гамаюнова, Н. П. Жернова, М. І. Блащук; у Лісостепу: Т. В. Козіна, А. В. Мельник, Н. М. Лис, С. В. Жердецька; у Прикарпатті: В. В. Лихочвор, І. М. Бойчук, В. О., П. Б. Проців.

Однак залежно від біологічних особливостей реакція сорту на одні і ті ж фактори є різною, що вимагає виділення з поміж них найбільш продуктивних. Впровадження в виробництво нових екологічно-пластичних сортів та прискорені методи виробництва добазового насіння, шляхом удосконалення технології вирощування гірчиці білої сприятимуть поширенню сортів

вітчизняної селекції у сільськогосподарське виробництво регіону і збільшенню площ посівів даної культури.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами.

Дослідження виконано відповідно до тематичних програм, планів, завдань Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН впродовж 2022–2024 рр., ПНД «Використання аграрного ресурсовиробничого потенціалу Карпатського регіону в умовах реалізації євроінтеграційних пріоритетів» («Сталий розвиток Карпатського регіону в умовах реалізації євроінтеграційних пріоритетів»), завдання 09.01.03.П: Удосконалення технології вирощування нових сортів олійних культур з метою реалізації їх генетичного потенціалу в умовах Карпатського регіону (№ДР0120U105630). 2024–2025р. – «Розробити ефективні агрозаходи вирощування олійних культур в умовах Карпатського регіону» (№ ДР 0123U105039).

Мета і завдання досліджень. Теоретично обґрунтувати та удосконалити елементи технологію вирощування насіння гірчиці білої за рахунок сорту, стимуляторів росту, норм внесення мінеральних добрив, способів сівби і норм висіву насіння.

Для досягнення мети вирішували наступні завдання:

- обґрунтувати ефективність застосування стимуляторів росту в передпосівній обробці насіння;
- розкрити реалізацію генетичного потенціалу продуктивності й посівних якостей насіння гірчиці білої залежно від реакції сорту на норми внесення мінеральних добрив;
- встановити вплив способів сівби і норм висіву насіння гірчиці на формування урожайності та якості насіння;
- виявити взаємозв'язки між параметрами продуктивності рослин та якістю насіння;
- визначити економічну ефективність вирощування насіння залежно від досліджуваних агрозаходів у насінницькій технології вирощування гірчиці білої.

Об'єкт досліджень. Процеси росту й розвитку рослин, формування насіння сортів гірчиці білої за різних агротехнічних заходів в ґрунтово-кліматичних умовах зони Західного Лісостепу України.

Предмет досліджень. гірчиця біла, сорт, погодні фактори, стимулятори росту, мінеральні добрива, способи сівби, норми висіву насіння, урожайність, якість.

Методи досліджень. Загальнонаукові методи: робоча гіпотеза – для визначення напрямків наукових досліджень, спостереження та аналізу; математико-статистичні методи – кореляційний, варіаційний, дисперсійний, які здійснювались з використанням комп'ютерних програм «Microsoft Office Excel» та «Statistica 6.0».

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше в умовах Західного Лісостепу України розроблено шляхи реалізації біологічного потенціалу високопродуктивних сортів гірчиці білої: Аріадна і Біла Принцеса, занесених до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні» та удосконалено елементи технології їх вирощування на насіння.

Обґрунтовано ефективність передпосівної обробки насіння стимуляторами росту: Вимпел 2, Трептолем, Нертус ПлантаПег.

Розкрито реалізацію генетичного потенціалу продуктивності й посівних якостей насіння гірчиці білої залежно від реакції сорту на норми внесення мінеральних добрив. Встановлено вплив способів сівби і норм висіву насіння гірчиці на формування урожайності та якості насіння. Виявлено взаємозв'язки між параметрами продуктивності рослин та якістю насіння.

За результатами проведених досліджень була визначена економічна ефективність вирощування насіння в залежності від застосованих агротехнічних заходів у технології насінництва білої гірчиці.

Удосконалено підходи щодо: оцінювання сортів за стабільністю й адаптивністю кількісних ознак, цінними господарськими властивостями залежно від елементів технології вирощування.

Набули подальшого розвитку: питання сортозаміни гірчиці білої за рахунок Аріадна і Біла Принцеса для зони Західного Лісостепу України.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що на основі наших досліджень господарствам різних організаційно-правових форм власності Західного Лісостепу України до впровадження в сільськогосподарське виробництво рекомендовано високопродуктивні сорти, які за розроблених ефективних агрозаходів вирощування забезпечують стабільно-високу врожайність насіння, що сприятиме розширенню посівних площ у регіоні. Для господарств регіону запропоновано науково-практичні рекомендації з вирощування високих врожаїв гірчиці білої «Оптимізація технологічних прийомів вирощування гірчиці білої на насіння», 2024 р.

Впровадження розроблених елементів технології вирощування сортів гірчиці білої проведено в ДП «ДГ «Грусятічі» Інституту сільськогосподарства Карпатського регіону НААН (с. Грусятічі Жидачівський р-н, Львівська обл.) на площі 5 га, рівень рентабельності виробництва насіння за удосконаленої технології – вищий на 18 % порівняно з базовою та ПФ «БОГДАН і К°» (с. Попільники Коломийський р-н., Івано-Франківська обл.) на площі 5 га. Економічний ефект – вищий на 10 тис. грн/га умовно-чистий прибуток за вирощування сорту Аріадна і на 12,0 тис.грн/га сорту Біла Принцеса.

Особистий внесок здобувача. Аспірантом, спільно з науковим керівником, сформовано і обґрунтовано напрям і тему дисертаційного дослідження.

Дисертантка самостійно провела аналітичний огляд вітчизняних і зарубіжних джерел літератури за темою роботи, розробила робочу гіпотезу, спланувала й провела польові та лабораторні дослідження, проаналізувала й статично опрацювала отримані цифрові дані, сформулювала основні положення, висновки й пропозиції виробництву, підготувала наукові публікації та рукопис дисертації.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи були представлені та обговорені під час щорічних звітних атестацій аспірантів, засідань методичних комісій Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Оброшине, 2022–2024 рр.). Результати досліджень були оприлюднені та апробовані на таких науково-практичних конференціях: XI Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: продовольча безпека в умовах воєнного часу і повоєнної відбудови країни» (с. Оброшине, 10 листопада 2022 р.), XII Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: виклики і шляхи розвитку в умовах війни та повоєнної відбудови» (с. Оброшине, 23 листопада 2023 р.), IV Всеукраїнській науково-практичній конференції «Науково-інноваційний розвиток агровиробництва як запорука продовольчої безпеки України: вчора, сьогодні, завтра» (м. Київ, 28–29 вересня 2023 р.), та XIII Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: стратегії стійкості сільськогосподарського сектору під час війни та у післявоєнний період» (с. Оброшине, 19 листопада 2024 р.).

Публікації. Основні результати досліджень за матеріалами дисертації опубліковано в 11 наукових працях, зокрема: в наукових виданнях, включених до переліку фахових видань України – 5, до наукових періодичних виданнях, які індексуються в наукометричних базах Scopus та/або Web of Science – 1, наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації – 4, рекомендації виробництву – 1.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Матеріали дисертації викладено на 202 сторінках комп'ютерного набору, з них основного тексту – 155 сторінок. Дисертація містить анотацію, вступ, шість розділів, висновки, рекомендації виробництву, список використаних джерел нараховує 176 посилань та 25 додатків. Матеріал подано в 63 таблицях та ілюстровано 34 рисунками.

РОЗДІЛ 1

СОРТОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТА ІННОВАЦІЙНІ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ

(огляд наукової літератури)

Сучасний світовий агробізнес характеризується стрімким зростанням виробництва олійних культур. Згідно з прогнозами аналітиків, попит на ці культури в майбутньому продовжуватиме збільшуватися, оскільки вони забезпечують стабільний фінансовий дохід, а основними ринками збуту є Західна Європа та Новий Світ. Потенційні ресурсні природно-екологічні можливості зони Західного Лісостепу України є оптимальними для значного збільшення експортного потенціалу (6,5 млн т) та прогнозованих обсягів виробництва олійних культур (21,4 млн т) [1].

1.1 Сучасний стан виробництва гірчиці білої та її народногосподарське значення

Світові площі посівів гірчиці за останні роки варіюються від 0,7 до 1,1 млн га. Канада є основним постачальником продовольчої гірчиці, займаючи до 70 % обсягу експортно-імпортних операцій. Країни ЄС щорічно імпортують до 100 тис. т гірничого насіння, причому ціни на гірчицю в Європі значно вищі, ніж в Україні, що є важливим аспектом для українських аграріїв у майбутньому. Продуктивність гірчиці в Україні значно зростає, і її площі поступаються серед олійних культур лише соняшнику, ріпаку, сої та льону олійному. Гірнична олія поділяється на продовольчу (найвищої якості) та технічну (непридатну для вживання в їжу). Канада і США виробляють високоякісну гірчицю, країни Чорноморської зони – звичайну продовольчу, а країни із зони Індійського субконтиненту (Індія, Непал) займаються вирощуванням як звичайної, продовольчої, так і технічної [2].

В Україні основною олійною культурою є соняшник, але альтернативою йому може стати гірчиця біла, яка дозволяє збільшити виробництво рослинних

олій, не погіршуючи стан ґрунтів. Науковці та бізнес активно цікавляться гірчицею як перспективною ефіроолійною культурою, оскільки попит на неї зростає останніми роками. За площами посівів гірчиця займає десяте місце в світі, в Україні її посіви поступаються лише соняшнику, ріпаку, сої та льону олійному. Агроекологічні переваги вирощування гірчиці в Україні, її медико-біологічні властивості та висока рентабельність (понад 110 %) сприяють розвитку ринку цієї культури, її переробки та збільшенню прибутковості. Площа її посівів, як «нішевої культури», варіюється в межах 49,5–59,0 тис. га. Гірчиця є стабільним джерелом доходу, що успішно конкурує з соняшником та соєю, причому близько 90 % всього виробленого в Україні насіння експортується (близько 40 тис. т) [3–5].

Україна є одним із традиційних світових регіонів вирощування гірчиці, причому агрокліматичні умови різних зон визначають географічний розподіл її посівів. Сарептська (сиза, руська) гірчиця займає основні площі в південних та південно-східних областях, тоді як біла (англійська) поширена на північному заході та в Поліссі. Найбільші площі посівів гірчиці зосереджені в Херсонській, Запорізькій, Одеській, Миколаївській, Вінницькій, Івано-Франківській та Житомирській областях. Виробництво сизої та білої гірчиці в Україні значно перевищує внутрішні потреби, що дозволяє експортувати більшу частину врожаю (від 76 % до 92 % в окремі роки). Завдяки помірно високим закупівельним цінам на зовнішніх ринках та не складності вирощування, гірчиця є однією з найбільш економічно вигідних культур, а її фітосанітарні та агроеліоративні властивості сприяють більш активному включенню її до сівозмін [6].

Виробництво насіння гірчиці в Україні має більше хаотичний, аніж цілеспрямований характер. Причини коливань популярності цієї культури можна аналізувати з двох боків: агробіологічного, де спостерігається брак сортів, здатних до високої адаптації в умовах погіршення навколишнього середовища, і агротехнологічного, де більшість сільськогосподарських виробників використовують застарілі методи або адаптують технології

виросування інших культур, таких як ріпак. За даними аналітиків, площі посівів гірчиці в Україні у різні роки становили: 2017 р. – 47,7 тис. га, 2018 р. – 57,9 тис. га, 2019 р. – 50,6 тис. га. Близько 26 % посівів зосереджено в південно-східних областях, зокрема у Херсонській (15 тис. га), Запорізькій (8,7 тис. га) та Луганській (8 тис. га) областях. Через війну відбулося скорочення площ на 19 %, зокрема в Запорізькій області на 11 %, Луганській – на 48 %, Донецькій – на 27 %. Однак спостерігається помітне зростання посівних площ у центральному та західному регіонах, зокрема в Житомирській (+4 %), Хмельницькій (+80 %) та Вінницькій (+77 %) областях, де досягнуті рекордні показники. Враховуючи, що врожайність у цих регіонах вища, можливе збільшення валового збору олійної гірчиці на 7 %, досягнувши 35–36 тис. тонн. Середній рівень урожайності гірчиці в Україні значно нижчий за інші країни світу: для сизої гірчиці (сарептської) – від 1,0 до 1,2 т/га, для білої – від 1,5 до 2,5 т/га насіння та до 30 т/га зеленої маси [7–9].

Розширення площ посівів білої гірчиці сприяє також швидка зміна клімату в бік потепління, що значно змінює традиційні уявлення про біологічний склад і технологічні можливості відомих культур [10–13].

Для формування 1 тонни насіння вона споживає 55–60 кг азоту, 25–30 кг фосфору та 25–35 кг калію. Фосфорно-калійні добрива слід вносити під основний обробіток ґрунту. Найбільш оптимальний час для сівби – ранній період, одночасно з посівом ранніх зернових. Сівба проводиться суцільним рядковим методом. Ранній строк сівби має кілька переваг: а) низькі плюсові температури та вологий верхній шар ґрунту сприяють розвитку потужної кореневої системи і листової розетки, що покращує конкурентоспроможність культури щодо бур'янів; б) оскільки гірчиця є рослиною довгого дня, пізній посів прискорює проходження фаз росту і розвитку, що негативно позначається на врожайності; в) рання сівба знижує шкоду від хрестоцвітих блішок.

Ефективне використання запасів вологи в ґрунті робить культуру стійкішою до посухи. Гірчиця біла дає високий урожай зеленої маси, яка добре

поїдається тваринами, тому її традиційно використовують як корм. Крім того, вона є медоносною культурою [14].

Біла гірчиця є невибагливою до умов середовища, здатна рости на більшості типів ґрунтів, за винятком легких піщаних, які для неї небажані. Її коренева система здатна засвоювати поживні речовини з важкорозчинних форм калію та фосфору, що дозволяє їй рости на малородючих ґрунтах з слабокислою реакцією. Культура є холодостійкою: насіння проростає при температурі $+1 - +3$ °С, а сходи в фазі розетки можуть витримувати короточасні заморозки до $-7...-9$ °С. Оптимальний рівень вологи для її розвитку складає 350–450 мм за весь вегетаційний період. Завдяки ранньому посіву гірчиця ефективно використовує осінньо-зимові запаси вологи [15, 16].

Гірчиця біла є відмінним сидератом, що здатна значно покращити стан ґрунту та його родючість, служачи важливим резервом для використання як зеленого добрива. 90 % її кореневої системи проникає глибше орного шару, що забезпечує ефективний дренаж ґрунту, підвищує його водопроникність та аерацію, а також допомагає стримувати розвиток хвороб, збудники яких перебувають у ґрунті. Кореневі виділення гірчиці містять органічні кислоти, які, взаємодіючи з ґрунтом, сприяють перетворенню низки мінеральних елементів у доступні форми для наступних культур. Вважається, що результат від висіву гірчиці як сидерату еквівалентний внесенню перегною. Ця культура структурує ґрунт, збагачує його як органічними, так і мінеральними елементами живлення, оскільки коренева система гірчиці здатна розчиняти та поглинати елементи живлення, які недоступні для інших рослин. Гірчиця також зменшує кількість шкідників і грибних інфекцій у ґрунті. Як сидерат, вона є ефективним засобом підвищення родючості ґрунту та його якості, що дозволяє знижувати витрати на добрива та засоби захисту рослин. Завдяки своїм кореневим і поживним решткам, ця рослина-фітомеліорант пригнічує розвиток багатьох хвороб, збудники яких знаходяться в ґрунті. Використання гірчиці як сидерату дозволяє компенсувати значну частину потреби в біологічних формах та мінеральних фосфорно-калійних добривах [17, 18].

За даними Гусарової А., гірчиця залишає в ґрунті близько 10 т/га пожнивних решток у повітряно-сухій масі, які при належному включенні в ґрунтово-поглинальний комплекс можуть покращити рівень органічної речовини в ґрунті [19].

Під час розкладу гірчиця вносить в ґрунт необхідні елементи, зокрема: 11–12 г азотних сполук, 12–15 г калію та до 1,9 г фосфору на кожен квадратний метр. Всі ці елементи доступні для поглинання рослинами [20].

Гірчиця є перспективною культурою, оскільки її врожай мало чим поступається врожаю ярого ріпаку, а біологічні особливості рослини дозволяють використовувати її не лише як відмінного попередника, здатного покращити агрофізичні та фітосанітарні характеристики ґрунту, але й як ефективний та економічний засіб удобрення ґрунту через сидеральні посіви, серед яких гірчиця є однією з найкращих. Насіння гірчиці можна використовувати в різних галузях виробництва, а також значну вигоду приносить переробка рослинних решток, що дає змогу виготовляти паливні брикети та пелети [21].

Не доцільно розглядати гірчицю як сировину для отримання олії, оскільки існують технології, які дозволяють майже на 100 % використовувати не тільки насіння та продукти його первинної переробки, а й незернову частину врожаю. Побічний продукт – гірчичний шрот після знежирення та подрібнення стає гірчичним порошком, який користується попитом як на вітчизняному, так і на зовнішньому ринку, на рівні з олією. Цей порошок є основним інгредієнтом для столової гірчиці, майонезу, різноманітних соусів, приправ, маринадів та сумішей для консервування. Олію гірчиці використовують у харчовій, кондитерській, консервній, маргариновій, миловарній, парфумерній та лакофарбовій промисловості. Її природні антисептичні властивості, зумовлені специфічним хімічним складом і наявністю ефірної олії, дозволяють також застосовувати її в медицині [22].

Гірничну олію відрізняє високий вміст біологічно активних речовин, важливих для нашого організму, таких як вітаміни (А, D, Е, К, Р),

поліненасичені жирні кислоти, глікозиди, хлорофіл, фітонциди, фітостероли та інші. Ліолева та ліоленова незамінні жирні кислоти, що містяться в олії гірчиці, сприяють поліпшенню роботи серцево-судинної системи, нормалізують жировий обмін, підтримують гормональний баланс, зміцнюють імунітет та нейтралізують негативний вплив токсинів. Антиоксидант вітамін А сприяє нормалізації обміну речовин, покращує зір, захищає шкіру та слизові оболонки від пошкоджень, уповільнює старіння та підвищує імунітет. Жиророзчинний вітамін Е, що міститься в олії гірчиці, необхідний для правильного засвоєння інших вітамінів, нормалізації обмінних процесів, підтримки енергетичного балансу, запобігає передчасному старінню та руйнуванню клітин. Цей потужний антиоксидант має імунно-стимулюючі, протизапальні, ранозагоювальні та омолоджувальні властивості; сприяє зниженню рівня холестерину, запобігає утворенню тромбів, зміцнює стінки судин та капілярів. Зовнішнє застосування гірчиного масла рекомендується при лікуванні артрити, поліартрити, ревматизму, радикуліту, а також для зняття напруги в м'язах і зв'язках після фізичних навантажень. У народній медицині його використовують для прискорення загоєння порізів і травм [23].

Варто також зазначити постійний попит на насіння гірчиці з боку підприємств харчової та кондитерської промисловості. Зокрема, насіння використовується для виробництва хліба вищих сортів, наприклад, гірчиного хліба, а додавання гірчиної олії до тіста дозволяє подовжити термін зберігання хліба, зменшуючи швидкість черствіння вдвічі порівняно з традиційними рецептами. У консервній галузі гірчицю використовують для виготовлення високоякісних рибних і м'ясних консервів, успішно замінюючи прованську олію. Вважається, що саме використання гірчиної олії є «фірмовим» секретом популярних «Ризьких шпротів». Олію гірчиці застосовують у харчовій, кондитерській, консервній, маргариновій, миловарній, парфумерній та лакофарбовій промисловості. Її природні антисептичні властивості, обумовлені специфічним хімічним складом і наявністю ефірної олії, дозволяють також використовувати її в медицині [24].

На сьогодні кілька наукових установ Національної академії аграрної наук України займаються розробкою, випробуванням та впровадженням нових сортів гірчиці. До таких установ належать: Інститут олійних культур НААН (Запорізька область), Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника (Івано-Франківська область), Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України (м. Київ), Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, ТОВ «НДВАП «Українська гірчиця» (Хмельницька область), Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН» (сmt. Чабани), Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН (Рівненська область) та інші. Для висівання необхідно використовувати сорти, які адаптовані до умов вирощування в конкретних ґрунтово-кліматичних зонах і пройшли Державне сортовипробування [25–31].

Експансія іноземних сортів і гібридів на вітчизняний ринок, що спостерігається останніми роками, вимагає ретельного підходу до створення більш продуктивних сортів та формування сортової політики з акцентом на вітчизняні. Хоча деякі переваги іноземних сортів включають вищий біологічний потенціал урожайності, високу посівну якість насіння, привабливу упаковку та професійну маркетингову політику, вони не можуть конкурувати з рядом переваг вітчизняних сортів. Серед них – краща адаптивність і екологічна пластичність до умов вирощування, стійкість до хвороб і шкідників, а також економічні переваги, зокрема нижча вартість насіння [32–34].

1.2 Вплив регуляторів росту на стимуляцію процесу проростання насіння та ріст і розвиток рослин

Для визначення рівномірності сходів у польових умовах основним є вивчення процесу проростання насіння. Біохімічні зміни в насінні

починаються на стадії бубнявіння (ВВСН 00–03), інтенсивність якого дозволяє оцінити, наскільки швидко почнуться і як будуть протікати процеси перетворення запасних високомолекулярних речовин у низькомолекулярні, а також наскільки активно відбудуться наступні етапи органогенезу росту та розвитку паростків і коренів [35].

Найважливішим і найскладнішим завданням при вирощуванні гірчиці білої є одержання вирівняних і одночасних сходів. Ефективні способи підвищення польової схожості гарантують приріст урожайності, зменшення витрат насіння та пестицидів, і таким чином вирішують надзвичайно важливі проблеми економічного та екологічного характеру [36].

Схожість є найбільш важливим показником посівних якостей насіння. Вона вказує на його здатність до нормального проростання в польових умовах, а в послідуєчому впливає на формування потрібної густоти рослин і врожайності [37].

Прогнозувати польову схожість насіння досить складно, оскільки вона залежить від численних змінних факторів зовнішнього середовища в період проростання та початкового росту рослин. Оптимальною є вологість ґрунту на рівні 70 % від його повної вологості на глибині загортання насіння. Тому на сухих і розпушених ґрунтах схожість насіння підвищується після коткування, яке сприяє кращому надходженню вологи до насіння. Виробництво насіння з низькою лабораторною схожістю вимагає його заміни на кондиційне [38].

Розширення асортименту та стабільне виробництво якісного насіння олійних культур, як в Україні, так і в світі загалом, є важливим завданням, враховуючи низку факторів: зростаючу потребу в сировині, зміни погодних та кліматичних умов, трансформацію фітоценозів, а також поширення специфічних хвороб та шкідників, адаптивні можливості видів та сортів тощо [39–42].

Інноваційним напрямом сучасної аграрної науки має бути розробка агротехнологічних прийомів підвищення урожайності олійних культур за

зниження собівартості продукції та енерговитрат на її виробництво, екологізації землеробства за рахунок застосування регуляторів росту [43–45].

Широке використання регуляторів росту рослин є одним із пріоритетних напрямків у сучасному рослинництві. В багатьох розвинених країнах законодавство обмежує, або забороняє масове використання трансгенних рослин і хімічних препаратів у сільському господарстві. Замість хімічних засобів для підвищення врожайності починають застосовувати препарати природного походження, які допомагають максимально реалізувати потенціал рослин, закладений природою та селекцією, регулювати строки дозрівання, покращувати якість продукції та збільшувати врожаї сільськогосподарських культур. Потрапляючи в рослину, стимулятори росту активують біохімічні процеси, що призводить до поліпшення життєздатності рослин [46–48].

Передпосівна обробка насіння різними препаратами є важливим етапом для забезпечення майбутнього врожаю. Наукові дослідження підтверджують, що обробка насіння стимулюючими препаратами перед сівбою сприяє швидкому та рівномірному проростанню, підвищує стійкість рослин до таких несприятливих чинників, як дефіцит вологи та хвороби, а також покращує конкурентоспроможність культурних рослин по відношенню до бур'янів. У сучасному рослинництві ці завдання зазвичай вирішуються за допомогою хімічних засобів захисту, які мають негативний вплив на навколишнє середовище, якість продукції та здоров'я споживачів. Останні дослідження показують, що гумінові речовини, що впливають на проникність клітинних мембран, активують ферментативну діяльність, стимулюють синтез білків і вуглеводів, підвищують інтенсивність дихання та водообміну, що сприяє прискореному росту рослин. Цей ефект особливо помітний, коли обробка препаратами починається на ранніх стадіях розвитку рослин [49–51].

Оскільки активне зростання рослин починається з моменту проростання, першим кроком у технології вирощування є покращення життєздатності та схожості насіння. Для активації генетичного потенціалу зародків необхідно

додавати не лише засоби захисту, а й біологічно активні речовини, які сприяють подальшому розвитку рослини [52–54].

Маренич М. М. і Юрченко С. О. презентують результати досліджень посівних властивостей насіння, обробленого новими гуміновими препаратами, що виробляються компанією Soil-Biotics (США). Вони з'ясували, що обробка насіння препаратом «Seed treatment» прискорює накопичення органічної маси, покращує водопоглинальну здатність насіння та стимулює ріст рослин. Зазначено позитивний вплив цього препарату на схожість насіння, якщо обробка проводиться протягом 45 днів. Використання препарату «Foliar concentrate» також сприяло активізації росту та збільшенню кореневої маси проростків [55].

У Південному Степу Жуйков О. Г. зафіксував позитивний ефект від застосування стимуляторів росту в посівах гірчиці, зокрема їх вплив на насіннєву продуктивність та вміст жирної олії в насінні. Максимальні показники цих параметрів були досягнуті при використанні препаратів «Гілея-Старт» та «Біотрансформатор» [56].

Дослідження впливу різних регуляторів росту на ріст, розвиток і врожайність соняшнику в умовах недостатнього зволоження Південного Степу України, проведене Єременко О. А., Калиткою В. В. та Каленською С. М., показало, що передпосівна обробка насіння соняшнику сортів Лакомка, Вимпел та АКМ збільшувала площу листової поверхні на 18–57 %, скорочувала тривалість фенологічних фаз на 2–4 доби, підвищувала стійкість рослин до абіотичних стресів та сприяла збільшенню врожайності на 12–34 %. Однак, вплив водного дефіциту в році дослідження (60,1 %) був значно більшим, ніж вплив регуляторів росту (37,3 %) [57–59].

Згідно з дослідженнями Бутенко С. О. та Цзя ПейПей, для умов північно-східного Лісостепу України для отримання насіння високої якості гірчиці білої сорту Біла принцеса рекомендується комплексне використання регуляторів росту «Біофордж» та «Фаст старт», що забезпечує врожайність понад 2,2 т/га насіння та 0,6 т/га олії [60].

Результати досліджень низки вчених показують, що для підвищення лабораторної та польової схожості насіння, зростання вегетативної маси і виживаності рослин, а також продуктивності гірчиці білої сорту Талісман доцільно проводити передпосівну обробку насіння фізіологічно активними препаратами. Для стабільного збільшення врожайності гірчиці білої на 0,15–0,27 т/га протягом років, передпосівну стимуляцію насіння слід проводити препаратами Байкал ЕМ 1У та Вимпел. Позитивний ефект передпосівної обробки насіння препаратами Вимпел і Байкал на енергію проростання та лабораторну схожість вирощеного насіння підтверджує можливість їх використання на насінницьких посівах [61].

Сендецький В. М. зазначає, що застосування регуляторів росту «Вермимаг» та «Вермийодіс» сприяє повнішому використанню генетичного потенціалу рослин соняшнику, регулюванню строків дозрівання, збільшенню врожайності та покращенню якості продукції. Їхнє використання є важливою частиною агротехнічних заходів догляду за посівами та не потребує значних додаткових витрат, окрім вартості самих препаратів. Це дозволяє збільшити валовий обсяг продукції при зменшенні собівартості, що є особливо важливим в умовах ринку [62, 63].

Згідно з даними Козіної Т. В., які стосуються росту і розвитку гірчиці білої сорту Подолянка, обробка посівів регулятором росту Вермибіомаг (8 л/га) забезпечила найвищий рівень рентабельності – 235,4 %, а собівартість 1 т була найнижчою – 1491 грн. [64].

При застосуванні мінеральних добрив та регуляторів росту рослин усі види гірчиці формують потужну асиміляційну поверхню і досягають більш високої урожайності. Позитивні результати від використання регуляторів росту підтверджуються багатьма вченими, які вважають, що їх застосування є обов'язковим агротехнічним прийомом, що сприяє підвищенню якості та врожайності сільськогосподарських культур [65–74].

1.3 Роль мінеральних добрив у забезпеченні рослин елементами живлення

Збалансоване мінеральне живлення є основою для досягнення високої врожайності гірчиці білої. Питання застосування мінеральних добрив для цієї культури стали темою досліджень багатьох вітчизняних науковців, серед яких П. С. Вишнівський, О. Г. Жуйков, Н. П. Жернова, В. Ф. Сайко та інші [75–78].

Макроелементи необхідні рослинам у найбільших кількостях, оскільки вони є складовими частинами багатьох важливих компонентів, таких як білки, нуклеїнові кислоти і хлорофіл. Вони беруть участь у таких фізіологічних процесах, як дихання, фотосинтез і підтримка осмотичного тиску. Кожен макроелемент має свої специфічні функції, тому необхідно підтримувати оптимальне співвідношення азоту, фосфору та калію протягом вегетації рослин. Нестача будь-якого з цих елементів знижує продуктивність, а їх надлишок може погіршити якість насіння [79–82].

Особливо важливе постачання поживних речовин для рослин гірчиці з моменту появи сходів. За дефіциту елементів живлення розвиток рослин сповільнюється, що призводить до зниження врожаю як насіння, так і зеленої маси. У процесі росту та розвитку потреба у поживних елементах збільшується, досягаючи максимуму перед цвітінням, після чого знижується та припиняється під час досягання. В цей період рослини використовують накопичені в стеблі, листках та кореневій системі азот, фосфор, калій та інші елементи живлення для формування насіння [83–86].

Культура добре реагує на органічні добрива, але їх краще вносити під попередник, оскільки пряме застосування може сприяти забур'яненню та затягуванню дозрівання. На кислих дерново-підзолистих ґрунтах ефективним є внесення мінеральних добрив разом з вапном. Під зяблеву оранку рекомендується вносити $N_{45-60}P_{45-60}$, а на ґрунтах, бідних калієм, додавати K_{45-60} . При сівбі в рядки фосфорні добрива вносять у нормі P_{15-20} , що підвищує урожайність насіння та вихід олії на 20–22 %. При посіві вносять N_{15-20} . Також

доцільно провести два підживлення: перше – по сходах (N_{15}), друге – у фазі розетки-стеблування (N_{30}) [87].

Дослідження Алі Шахіда, проведені в умовах північно-східного Лісостепу України, показали позитивний вплив мінеральних добрив на ріст і розвиток рослин гірчиці білої сортів: Запоріжанка, Еталон, Ослава. Зокрема, було відзначено збільшення тривалості вегетаційного періоду на 2–5 діб, а також покращення морфологічних характеристик, таких як кількість гілок першого порядку (на 3,6–5,1 %), маса рослин (на 6,3–9,3 %) та площа листової поверхні (на 9,5–15,8 %) порівняно з контролем [88].

У дослідженнях Л. В. Губенко та О. Я. Любчич, проведених у Державному підприємстві Дослідному господарстві «Чабани» в 2016–2018 роках, було встановлено, що найвищу врожайність насіння гірчиці білої (2,58 т/га), найбільший вихід олії (1,12 т/га) та максимальний прибуток (32158 грн/га) отримали при внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{60}K_{90}$ та підживленні рослин у фазі розетки препаратом Тропикел (1,0 кг/га) [89].

Кирилюк В. П., Тимошук Т. М. та Кальчук М. М. зазначають, що система удобрення гірчиці білої в умовах Правобережного Лісостепу України залежала від методів основного обробітку ґрунту. За використання мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$, найвищий врожай гірчиці білої (2,06 т/га) був отриманий при полицевій системі основного обробітку ґрунту. При органо-мінеральному удобренні (залишенням у полі соломи попередника і додаванням $N_{30}P_{30}K_{30}$) найкращі результати (2,05 т/га) спостерігалися за плоскорізною системою обробітку ґрунту. Водночас при органо-мінеральному удобренні, з залишенням соломи попередника і внесенням $N_{30}P_{30}K_{30}$, рентабельність вирощування гірчиці зросла на 93–128 % порівняно з мінеральною системою удобрення [90].

Дослідження науковців показали, що внесення мінеральних добрив, незалежно від виду та дози, сприяло збільшенню як надземної, так і підземної маси хрестоцвітих сидеральних культур. З підвищенням урожайності цих культур збільшувалась кількість кореневих решток, хоча їх частка в загальній

біомасі зменшувалась. Співвідношення кореневих решток до надземної маси варіювало в залежності від ґрунтово-кліматичних умов, рівня врожаїв, біологічних особливостей культур і агротехнології вирощування. На чорноземах кореневі рештки складали близько 28 % усієї біомаси сидеральних культур, а на сірих лісових ґрунтах – 19 % [91–96].

1.4 Способи сівби й норми висіву насіння

Повніша реалізація потенційних можливостей гірчиці білої можлива за встановлення оптимальних способів сівби й норм висіву насіння сортів, що є актуальним питанням при впровадженні їх в виробництво.

Щільність розміщення рослин на одиниці площі впливає на доступність вологи, вуглекислоти та світла протягом усього вегетаційного періоду. У надмірно загущених посівах велика частина рослин гине, а ті, що залишаються, формують недостатньо виповнене насіння, що призводить до зниження врожайності. Таким чином, чим вища норма висіву, тим гірша рівномірність розташування рослин, що негативно позначається на їх продуктивності і здатності виживання до моменту збору врожаю. На зріджених посівах врожайність знижується через неповне використання площі живлення і підвищену забур'яненість. При низьких нормах висіву гірчиці, через сильне розгалуження, дефіцит елементів живлення та води, може утворюватися велика кількість непродуктивних гілок. Найвищі показники продуктивності спостерігаються при оптимальній нормі висіву, оскільки структура посіву безпосередньо впливає на повну реалізацію біологічного потенціалу гірчиці [97–101].

В умовах Передкарпаття кращою була норма висіву – 1,5 млн схож. нас./га на фоні добрив $N_{90}P_{40}K_{70}$, яка порівняно з 2,0 млн схож. нас./га забезпечила приріст урожайності – 0,06–0,12 т/га, більшу кількість стручків на рослині – 14–23 шт., насінин у стручку – 0,1–0,4 шт. та масу 1000 насінин – 0,07–0,13 г [102].

М. І. Абрамик підкреслює, що для зони з недостатнім зволоженням найбільш оптимальним є звичайно-рядковий спосіб сівби гірчиці, оскільки він дозволяє ефективно використовувати запаси ґрунтової вологи в міжряддях, запобігаючи її втратам через непродуктивне випаровування [103].

За результатами своїх досліджень, Жуйков О. Г. вважає звичайно-рядковий спосіб сівби (15 см) з нормою висіву 1,6 млн схожих насінин на гектар найбільш ефективним. Цей метод забезпечує максимальну врожайність кондиційного насіння, а також високий збір олії та гірничного шроту з одиниці площі, має високу технологічність і є прийнятним для більшості господарств з огляду на наявний машинно-тракторний парк [104].

Сучасна техніка дозволяє здійснювати сівбу різними способами, значно диференціюючи норми висіву насіння при високій точності та відповідності вимогам якості. Багато виробників застосовують розкидний спосіб сівби (за допомогою розкидачів мінеральних добрив з подальшим обробітком зубовими боронами), оскільки цей метод став популярним у контексті ресурсозберігаючих технологій. Також широко використовується вузькорядний спосіб з міжряддям 7,5 см, оскільки велика кількість імпортової посівної техніки призначена для такого виду сівби [105–107].

При прискореному збільшенні обсягів виробництва добазового насіння гірчиці білої важливою є розробка ефективних методів сівби з оптимальними нормами висіву. Козіна Т. М. рекомендує для збільшення насіннєвої продуктивності гірчиці білої в умовах Лісостепу Західного здійснювати сівбу в ранньовесняний період із нормою висіву 1,0–1,5 млн схожих насінин на гектар [108].

Зважаючи на те, що спосіб сівби та норма висіву визначають густоту стояння рослин на одиниці площі, що, у свою чергу, впливає на площу живлення і забезпечення рослин абіотичними факторами, рядковий спосіб сівби з міжряддям 15 см є кращим для засмічених ділянок, а широкорядний (30 та 45 см) – більш підходить для забезпечення рослин вологою. Широкорядний спосіб сівби дозволяє механізувати догляд за посівами, але при

цьому збільшується тривалість вегетаційного періоду культури. На думку Шпоти В. І. та Коновалова Н. Г., при широкорядному способі сівби (45 см) з нормою висіву 1,2 млн схожих насінин на гектар в насінницьких посівах досягаються кращі показники структури врожаю (кількість стручків на рослину, кількість насінин в стручку, маса 1000 насінин) порівняно з звичайним рядковим способом сівби [109].

Блищик С. П. зазначає, що при оптимально ранньому строку сівби найвища врожайність насіння гірчиці досягала 1,25 т/га за рядкового способу сівби з нормою висіву 2,0 млн насінин на гектар. Зниження норми висіву до 1,5 млн насінин/га або збільшення до 2,5 млн насінин/га призводило до зниження врожайності, відповідно до 1,15 т/га і 0,84 т/га. При оптимально пізньому строку сівби врожайність була значно нижчою, і при нормах висіву 1,5–2,5 млн насінин/га вона коливалась в межах 0,72–0,75 т/га [110].

Жернова Н. П. у своїх дослідженнях впливу строків сівби та норм висіву насіння на продуктивність гірчиці білої сорту Талісман в умовах Південного Степу України відзначала, що ці фактори мають значний вплив на кількісні та якісні показники врожаю. Найвища урожайність (1,77 т/га) і вихід олії (527,2 кг/га) були отримані при ранньому строку сівби з нормою висіву 2,0 млн насінин/га [111].

Ісічка О. М. стверджує, що для більшості олійних капустяних культур, зокрема для різних видів гірчиці, найефективнішим є звичайний рядковий спосіб сівби, особливо в умовах жорсткого гідротермічного коефіцієнта [112].

На світло-каштанових та каштанових ґрунтах, згідно з думкою Сарнецького Г. А., норма висіву гірчиці має становити 1,5–2,5 млн насінин/га, що дає приріст урожайності на 0,26 т/га порівняно з нормою 3,0 млн насінин/га при використанні звичайного рядкового способу сівби. Якщо культура вирощується в зрошуваних умовах на темно-каштанових або чорноземних ґрунтах, норму висіву варто збільшити до 3,0–3,5 млн насінин/га [113].

Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Коваленко О. А. та Гирля Л. М. зазначають, що продуктивність гірчиці залежить від екологічних факторів та

біологічних особливостей її видів. Впродовж всіх років досліджень рослини гірчиці білої відставали за темпами росту, проте їх розвиток був кращим порівняно з гірчицею сизою. У сприятливих умовах, у 2006 році, врожайність гірчиці білої коливалася від 1,48 до 1,69 т/га, залежно від норми висіву насіння. Кількість стручків на рослині зросла з 27,3 до 65,1 при зменшенні норми висіву з 3 до 1 млн насінин/га [114].

Найкращі економічні результати забезпечував ранньовесняний строк сівби гірчиці білої досліджуваних сортів з нормою висіву 1,5–2,0 млн насінин/га при обприскуванні рослин регулятором росту «Вермибіомаг» у нормі 8 л/га протягом вегетації [115].

Найбільша маса насіння з однієї рослини та маса 1000 насінин для гірчиці сарептської сорту Пріма, відповідно 1,302 г та 3,03 г, а також для гірчиці білої сорту Запоріжанка – 1,152 г та 5,40 г, була отримана при внесенні добрив у дозі $N_{100}P_{120}$ і нормі висіву 1,5 млн насінин/га. Найвища врожайність, як для сорту Пріма (1,63–1,76 т/га), так і для сорту Запоріжанка (1,48–1,64 т/га), була досягнута за внесення мінеральних добрив при нормі $N_{100}P_{120}$. Приріст врожайності порівняно з контролем становив 0,44–0,48 т/га для сорту Пріма і 0,44–0,46 т/га для сорту Запоріжанка, залежно від норми висіву. Оптимальна норма висіву для сорту Пріма, при якій досягнута найбільша врожайність 1,76 т/га, склала 2,0 млн насінин/га, а для сорту Запоріжанка з врожайністю 1,64 т/га – 2,5 млн насінин/га. Найбільший вплив на формування врожаю мали мінеральні добрива ($r = 0,85$), в той час як сорт і норма висіву мали слабший вплив ($r = -0,29$ та $r = -0,06$) [116].

За результатами наукових досліджень багатьма вченими було встановлено, що в умовах застосування спеціальних технологічних заходів можна досягти підвищення урожайності гірчиці білої та економічної ефективності її виробництва [117–122].

У насінницькій технології вирощування гірчиці білої необхідно дотримуватися профілактичного заходу – це науково-обґрунтована сівозміна. Оскільки загрозу для культури становлять хвороби, зокрема: біла гниль

(склеротиніоз), чорна ніжка, фомоз, альтернаріоз, тому виключають й фунгіцидні обробки посівів. Ефективність забезпечується за допомогою препаратів Дезарал Екстра (карбендазим, 250 г/л + флутріяфол, 125 г/л) на початку цвітіння культури, застосованих у нормі 0,8 л/га в баковій суміші з інсектицидами та мікродобривами. Для боротьби зі шкідниками використовуються схеми та засоби, схожі з технологіями захисту ріпаку, з урахуванням відмінностей у термінах цвітіння гірчиці. У процесі застосування інсектицидів враховують те, що в період цвітіння гірчиці спостерігається масове відвідування бджолами рослин, так як у ріпаку озимого уже пройшло цвітіння, а в соняшнику ще не наступило. Тому, для інсектицидного захисту рекомендовано добирати безпечні для бджіл препарати та проводити в нічний і ранковий час. Схема інсектицидного захисту може виглядати так: по листю – Канонір Дуо (імідаклоприд, 300 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л) у нормі 0,1 л/га (в баковій суміші з добривом Брендт Конвердж SRN 28-0-0 (N 28 %: амідний азот 11 %, водорозчинний азот 17 %) – 0,7 л/га); на початку цвітіння – Віарес (ацетаміприд, 300 г/л) у нормі 0,1 л/га (в суміші з фунгіцидом і мікродобривами: Авангард Бор – 1 л/га, Авангард Р Ріпак – 2 л/га); на кінці цвітіння – Моспілан (ацетаміприд, 200 г/л) у нормі 0,1 л/га (в баковій суміші з сульфатом магнію – 3 кг/га і ПАР Тренд 90 – 0,1 л/га) [123].

Висновки до розділу 1

Гірчиця біла, як сидеральна культура має безпосередній вплив на підвищення вмісту гумусу в ґрунті і дозволяє поповнювати його верхні шари свіжою органічною речовиною. Враховуючи спеціалізацію досліджуваної ґрунтово-кліматичної зони, як тваринницького напрямку вона є і важливою кормовою культурою, яка добре поїдається різними видами тварин. Особливо актуальним є вирощування культури на дерново-підзолистих ґрунтах з вмістом гумусу в орному шарі 0,5–2,5 %, які є бідними на поживні речовини. За реакцією ґрунтового розчину вони кислі, що є одним з суттєвих недоліків отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур. Із підвищенням

кислотності проявляється негативний вплив на всі ґрунтові процеси – пригнічується розвиток ґрунтової мікрофлори, азотофіксуючих бактерій, зростає шкідливість рухомого алюмінію, затримується ріст коренів внаслідок знижується врожайність.

За опрацьованим матеріалом публікацій з проблематики технології вирощування гірчиці білої можна зробити висновок, що більшість досліджень було присвячено окремим технологічним операціям у ґрунтово-кліматичних зонах Центрального Лісостепу та Степу і недостатня – Західному Лісостепу.

З огляду на зростаючий інтерес до вирощування гірчиці білої серед виробників, спричинений підвищенням цін на гірничну сировину на внутрішньому та міжнародному аграрних ринках, стає очевидною необхідність розробки зональних і сортових технологій для отримання стабільних та високих врожаїв цієї культури в досліджуваній місцевості.

Умови зони Західного Лісостепу відповідають біологічним вимогам культури за природньою родючістю ґрунтів, сумою ефективних температур та кількістю опадів. Однак середня врожайність насіння гірчиці білої в господарствах України є незначною і коливається в межах 1,0–1,5 т/га, що пов'язано з незначною кількістю нових екологічно-пластичних сортів, обмеженим виробництвом добазового насіння та не удосконаленою технологією вирощування.

Одним з ключових аспектів сучасної технології вирощування для повного розкриття генетичного потенціалу сортів є забезпечення оптимальних режимів живлення рослин, що досягається через використання ефективних норм добрив. Гірчиця біла здатна засвоювати неорганічний азот ґрунту, перетворювати його в органічну сполуку, тому добре реагує на внесення підвищених доз азотних добрив у поєднанні з фосфорно-калійними. З метою повної реалізації генетичного потенціалу сортів олійних культур, виробництвом запропоновані нові регулятори росту різних складових комбінацій, які цілеспрямовано управляють процесами росту й розвитку рослин починаючи з ранніх етапів органогенезу.

У зоні Західного Лісостепу оригінатором ряду сортів олійних культур: ріпаку озимого, редьки олійної, гірчиці білої є Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту СГ Карпатського регіону НААН, що дозволяє сформувати сортову політику в регіоні з сортів власної селекції, адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов.

Впровадження нових сортів за прискорених методів виробництва добазового насіння та удосконалення елементів технології вирощування дозволить збільшити площі посівів даної культури та забезпечить отримання стабільно-високої врожайності високоякісного насіння для розширення посівних площ.

За матеріалами даного розділу авторкою опубліковано такі наукові праці:

Current state of white mustard production and its national value / O. M. Sluchak, O. P. Voloshchuk, I. S. Voloshchuk, V. V. Hlyva, M. Yu. Voloshchuk. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 49–59. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-4

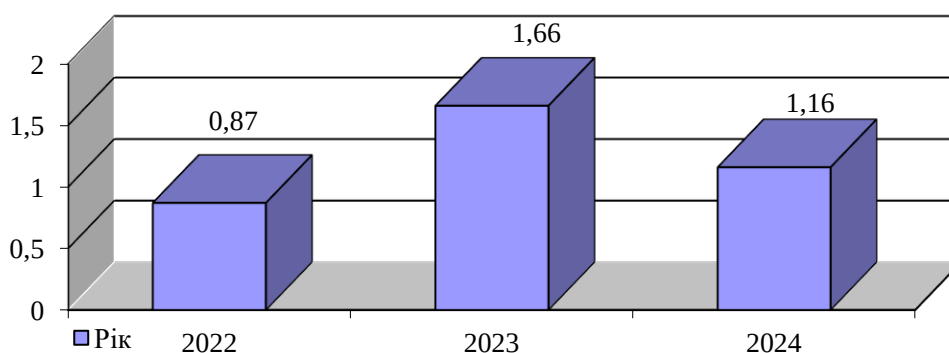
РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Загальна характеристика ґрунтово-кліматичних умов зони Західного Лісостепу

Зона Лісостепу простягається смугою від Карпат до східних кордонів України і займає загальну площу понад 14 млн га, з яких понад третина території це сільськогосподарські угіддя (33,6 %). Вона характеризується неоднорідністю ґрунтово-кліматичних умов, що зумовлюють особливості насичення складу культур, рекомендованих для вирощування у сівозмінах. При складанні сівозмін враховуються умови зволоження ґрунту та їх вплив на вибір попередника для кожної наступної культури. Львівська область відноситься до підзони достатнього зволоження, де річна (сумарна) кількість опадів складає 570–600, а за вегетаційний період 380–450 мм. Сума температур понад 10 °C досягає 2300–2500 °C, ГТК – 1,5–1,8 [124].

За вегетаційний період гірчиці білої в роки досліджень гідротермічний коефіцієнт (ГТК) був у 2022 р. 0,87 (середнім недостатнім), 2023 р. – 1,66 (надлишковим), 2024 р. – 1,16 (оптимальним) (рис. 2.1).



Примітка. ГТК – рівень зволоження: 0,5–0,7 – низький; 0,8–1,0 – середньо-недостатній; 1,1–1,5 – оптимальний; > 1,6 – надмірний.

Рис. 2.1. Рівень зволоження (2022–2024 рр.)

Найбільш строкатими в Україні є ґрунтово-кліматичні умови Карпатського регіону, в межах якого виділено чотири природні зони: Полісся (27 %), Лісостеп (37 %), Передкарпаття (16 %) та Карпати (20 %) з різними ґрунтовими відмінами і погодними умовами обумовленими наявністю великих лісових масивів. Пролягаючи з північного заходу на схід гори зумовлюють зростання висоти місцевості над рівнем моря з 200 до 2000 м і більше.

У гірській зоні Карпат (найтепліший місяць липень) середньомісячна багаторічна температура повітря складає 14,6–16,0 °С, передгірній 16,0–17,5 °С, а у низинній 17,5–19,0 °С. Забезпечення теплом окремих природних зон є нерівномірним, тому строки проведення польових робіт та умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур відрізняються. Якщо на весні в горах ще спостерігається сніг, то в низинній зоні уже проходить відновлення вегетації і польові роботи. Більша частина зони Передкарпаття належить до сталого зволоження, а гірські райони до надмірного. Території даної зони поділена на три ґрунтово-ботанічні області: лісова рівнина, лісостепова і гірсько-карпатська та буроземно-лісова. Лісова рівнина область поділяється на 2 підзони: тайгово-лісову на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся і листяно-лісову зону на сірих-опідзолених ґрунтах.

2.2 Особливості погодних умов у роки проведення досліджень та агрохімічна характеристика ґрунту дослідних ділянок

Абіотичні фактори є невід'ємною складовою будь-якої екосистеми, зокрема й агрофітоценозу (АФЦ). Їхня особливість полягає в тому, що вони не піддаються контролю з боку людини і іноді досягають таких рівнів, що спричиняють стрес у культурних рослин.

Аналіз погодних умов проводили за даними гідрометеоцентру м. Львів, Львівська гідрогеологомеліоративна станція, пункт спостереження – Оброшине.

Температурні умови весняного періоду сівби ярих олійних культур у 2022 р. характеризували переходом через 5 °С в третій декаді березня (рис. 2.2, 2.3, дод. А.1). Квітень був холодним. В усі декади температура повітря була нижчою від середньобагаторічних показників, середньомісячна становила 6,5 за норми 7,4 °С. У першій і третій декаді випала велика кількість опадів (31,0 за 16,0 мм і 44,9 за 19,0 мм). Місячна їх кількість переважала на 31,0 мм.

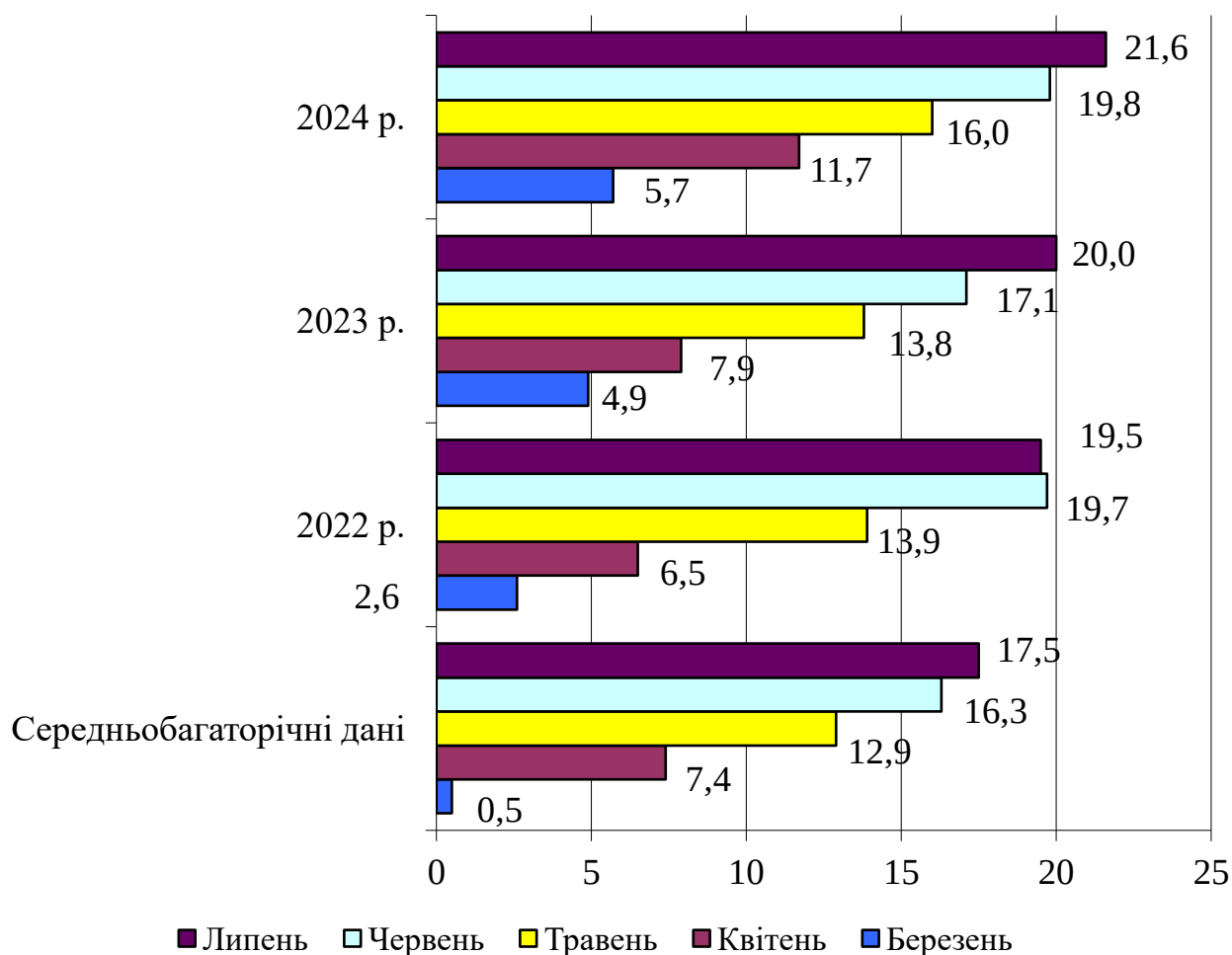


Рис. 2.2 Середньодобова температура повітря вегетаційного періоду (2022–2024 рр.), °С

Усі три декади травня були теплими і сухими. Температури повітря переважали середньобагаторічні показники на 1,6 °С, 1,2 і 0,4 °С, а кількість опадів була меншою на 21,8 мм, 27,2 та 11,7 мм, тобто за місяць випало лише 28,6 %. Середньомісячна температура червня була вищою на 3,4 °С, а кількість опадів меншою і становила 66 % від середньобагаторічної. У липні спостерігали таку ж тенденцію. Температурні умови усіх декад були вищими

на 0,9–3,8 °С, а кількість опадів на 16,5 мм менша до середньобагаторічного показника.

У 2023 р. зростання температурного режиму в другій декаді квітня до 9,8°С а в третій до 10 °С та достатня кількість опадів (22,9 і 20,0 мм) сприяли проведенню сівби гірчиці білої в третій декаді квітня (див. рис. 2.2, 2.3, дод. А.2). Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту (0–10 см) становили 16,5 мм і були достатніми для отримання дружніх сходів. У першій декаді травня спостерігали незначне на 0,6 °С зниження температури повітря і малу кількість опадів – 4,3 мм за багаторічної декадної 24 мм. У другій декаді – температурний режим дещо зріс (0,5 °С), але кількість опадів була не достатньою (12,8 за норми 30 мм).

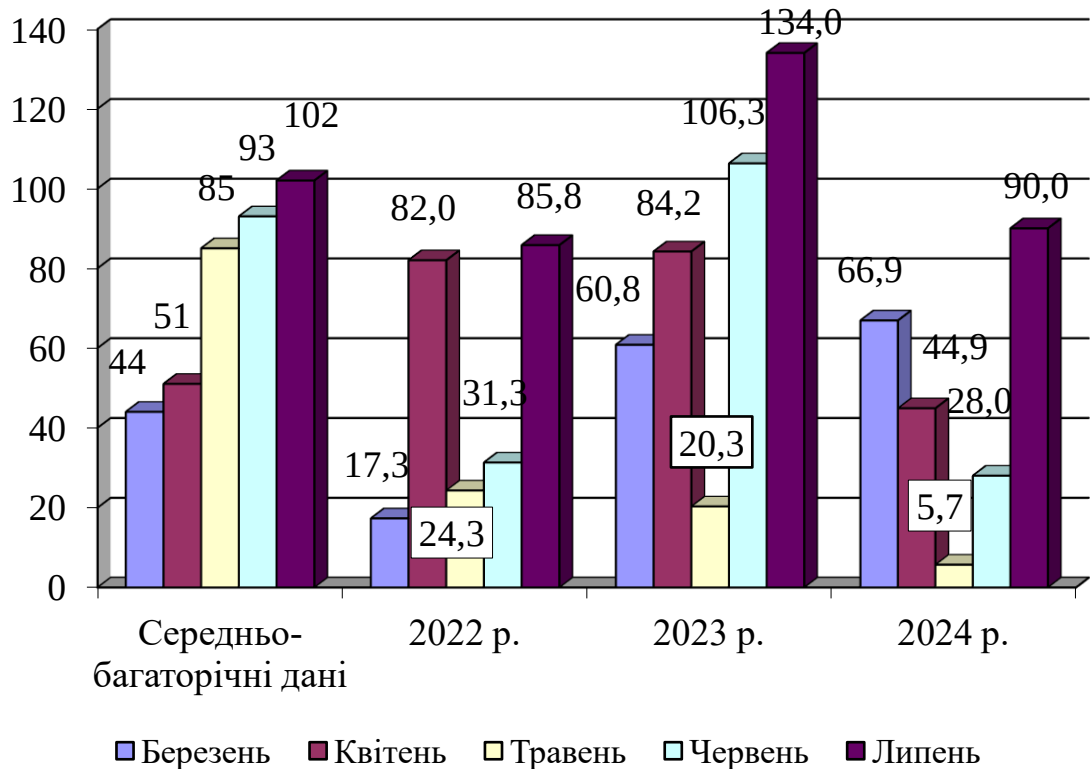


Рис. 2.3 Кількість опадів за вегетаційний період (2022–2024 рр.), мм

У третій декаді – спостерігали вищу на 2,8 °С температуру повітря і лише 41,9 % кількість опадів. Другу і третю декади червня характеризували великою кількістю опадів яка переважала середньодекадні показники на 17,0 і 17,6 мм. У першій декаді липня температура повітря підвищилася до 20,5°С (за 16,7 °С),

а кількість опадів зменшилася до 26,5 мм за середньодакного показника 32,0 мм. Температурний режим другої і третьої декад також був вищим на 2,5 і 1,4 °С, а кількість опадів відповідала середньодакним нормам.

У 2024 р. (дод. А.3) середньодобова температура березня була вищою на 5,2 °С, а кількість опадів на 22,9 мм порівняно з середньобагаторічними даними. Аномально високими були температури усіх декад квітня, що переважало середньомісячну багаторічну на 4,3 °С з дещо меншою кількістю опадів на 6,1 мм. У перших декадах травня температурний режим був також високим з дуже малою кількістю опадів (1,8–1,7 мм), середньомісячна температура перевищувала багаторічну на 3,1 °С, а кількість опадів була меншою на 72,2 мм (за 85 мм). У першій декаді червня спостерігали також на 26,9 мм меншу кількість опадів та вищу на 3,4 °С температуру повітря. Друга і третя декади були надмірно зволоженими (+16,8 і +17,6 мм) з вищими температурами (+2,3 і +4,9°С) до середньобагаторічних даних. У першій декаді липня також переважали високі температури 20,9 °С (за норми 16,7 °С), а кількість опадів була більшою на 4,8 мм до середньобагаторічних даних. Друга і третя декади липня відзначилися вищим температурним режимом на 6,0 і 2,3 °С і меншою на 8,5 і 30,2 мм кількістю опадів.

Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий, поверхнево оглеєний, легкосуглинковий. Він має неоднорідну структуру з різним рівнем зволоження, де вологість в верхніх горизонтах вища, ніж у нижніх. Тому в періоди дощів або роки з великою кількістю опадів ґрунт схильний до надмірного зволоження та оглеєння, а в посушливі роки забезпечений достатньою кількістю продуктивної вологи. За агрохімічними показниками: вміст гумусу (за Тюріним) становить 1,8 %, сума увібраних основ – 13,7 мг-екв на 100 г ґрунту, легкогідролізований азот (за Корнфілдом) – 89,6 мг/кг ґрунту, рухомий фосфор і обмінний калій (за Кірсановим) – відповідно 69,5 і 68,0 мг/кг ґрунту. За ступенем забезпеченості елементами живлення ґрунт має дуже низький рівень азоту та калію, середній – фосфору. Реакція ґрунтового розчину (pНсол) – слабокисла (5,4).

Сірі лісові поверхнево оглеєні ґрунти характеризуються середнім забезпеченням бором (В)–0,67 мг/кг ґрунту, низьким мангану (тобто марганцю Mg) – 21,99, кобальту (Co) – 0,56, міді (Cu) – 1,68 і високим – цинку (Zn) – 0,59 мг/кг ґрунту.

2.3 Схеми дослідів та методика проведення досліджень

Дослідження, що стали основою дисертаційної роботи, проводились у період з 2022 по 2024 рік у відділі насінництва та насіннєзнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Загальна площа дослідної ділянки – 60 м², облікова – 50 м². Розміщення варіантів систематичне, повторність – триразова.

Агротехніка вирощування гірчиці білої включала: обробіток ґрунту – лущення стерні 10–12 см, оранка 20–22 см. Попередник – кукурудза. Строк сівби – III декада квітня. У досліді 1 і 3 норма висіву насіння гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) – 1,5 млн схож. нас./га (15–16 кг/га). Обробка насіння: протруйник – Модесто, 48 % т. к. с. (інсектицидно-фунгіцидної дії, 12,5 л/т). Глибина загортання насіння – 2–4 см. Спосіб сівби – звичайний рядковий (15 см). Гербіциди: Раундап, 48 % в. р. (за 2–3 тижні до оранки), Бутізан, 40 % к. с. (1,75–2,5 л/га); інсектициди (від прихованохоботника та квіткоїда) – Каліпсо, 48 % к. с. (0,25–0,40 л/га).

Дослідження проводили на сортах гірчиці білої: Аріадна – оригінатор Прикарпатська ДСДС ІСГ Карпатського регіону НААН та Біла Принцеса – ННЦ «Інститут землеробства» НААН. Рік внесення сортів до Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні – 2018.

У дослід 1 «Ефективність застосування регуляторів росту в передпосівній обробці насіння гірчиці білої» вивчали за схемою: сорти (фактор А) Аріадна, Біла Принцеса. В усіх варіантах досліді насіння оброблялося протруйником (П) Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) (контроль), стимулятори росту (фактор В) – П + Вимпел 2 (1,0 л/т), П + Трептолем (0,25 мг/т), П + Нертус Планта Пег (0,4 л/т).

Спосіб сівби– звичайний рядковий (15 см), норма висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га. Фон мінерального живлення – $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (макростадія 1 – розвиток листків, фаза ВВСН 14–16, 4–6 листків).

Дослід 2. «Формування врожайності та якості насіння гірчиці білої залежно від реакції сортів на рівень мінерального живлення рослин» вивчали за схемою: сорти (фактор А) Аріадна, Біла Принцеса. Норми мінеральних добрив (фактор В): 1. без добрив (контроль), 2. $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (ВВСН 14–16), 3. $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16) + N_{20} (ВВСН 52–53), 4. $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53). Підживлення аміачною селітрою проводили у макростадії 1 – розвиток листків, фаза ВВСН 14–16 (4–6 листки), макростадія 5 – основна стадія росту, ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона). Спосіб сівби– звичайний рядковий (15 см), норма висіву насіння 1,5 млн.схож. нас./га.

Дослід 3. «Агробіологічне обґрунтування способів сівби й норм висіву насіння гірчиці білої на урожайність і якість продукції» досліджували за схемою: сорти (фактор А) Аріадна, Біла Принцеса. Способи сівби (фактор В): 1. звичайний рядковий (15 см)–контроль, звичайний рядковий (30 см), широкорядний (45 см); норми висіву насіння (фактор С) –1,5 млн схож. нас./га (контроль), 1,0 млн схож. нас./га, 0,5 млн схож. нас./га. Рівень мінерального живлення – $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (макростадія 1 – розвиток листків, фаза ВВСН 14–16, 4–6 листків).

Досліди закладали за методикою Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. [125]. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин гірчиці проводили відповідно до «Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні» [126].

Виміри проводили за настання фаз розвитку рослин відповідно до ВВСН: 1/10–19 (сім'ядолі повністю розгорнулися – 9, або більше листків), 2/21–29 (бічні пагони відсутні – кінець розвитку бічних пагонів: з'явилося 9, або більше бічних пагонів), 3/31–39 (видовження головного стебла), 4/41–49 (розетки-стеблуння), 5/51–59 (поява суцвіття), 6/61–69 (відкриття перших

квіток – закінчення цвітіння), 7/71–79 (початок розвитку бобів – повне досягання), 8/81–89 – (початок–повне досягання бобів і насіння), 9/91–99 (старіння надземної маси – збиральний продукт).

Висоту рослин досліджуваної культури визначали шляхом вимірювань на стаціонарних ділянках, закріплених кілочками, де обирали 25 рослин для трьохразових замірів на двох несуміжних повтореннях. Густоту стояння рослин обліковували двічі: під час фіксації повних сходів та перед збиранням врожаю. Підрахунок рослин проводився на виділених ділянках площею 1 м² у всіх варіантах та повтореннях досліду. За результатами підрахунків на етапі повних сходів також визначали польову схожість насіння, а на передзбиральному етапі – виживаність рослин. У фазі цвітіння та при дозріванні рослин вимірювали висоту рослин та висоту прикріплення нижнього бобу за допомогою мірної рейки.

Площу листової поверхні гірчиці обчислювали методом «висічок», що базується на визначенні площі і маси 50 висічок, а також маси листової поверхні всієї проби в лабораторії на зрізаних рослинах із подальшими розрахунками за методикою Петерсона Н. В., Черномирдіна Т. О. та Куриляк Є. К. [127].

Площа листової поверхні визначалась за такою формулою 2.1:

$$\Pi = (M \times n \times K) / m, \quad (2.1)$$

де Π – загальна площа листя в пробі, см²;

M – маса листя в пробі, г;

n – площа однієї висічки, см²;

K – кількість висічок, шт.; m – маса висічок, г.

Фотосинтетичний потенціал (ФП) визначали за формулою 2.2:

$$\text{ФП} = (\Pi_1 + \Pi_2) T / (2 \times 1000) \quad (2.2),$$

де Π_1 , Π_2 – площа листового апарату на різних етапах розвитку, тис. м²/га;

T – тривалість міжфазного періоду, діб.

Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) обчислювали за формулою 2.3 Кріда:

$$\text{ЧПФ} = (M_2 - M_1) / [0,5 \times (P_1 + P_2) \times D], \quad (2.3)$$

де ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м²/добу;

M₁, M₂ – маса рослин на одиниці площі на початку і в кінці періоду, г;

P₁, P₂ – площа листкового апарату в ці самі періоди, см²;

D – тривалість періоду, діб.

Оцінку хвороб проводили за методикою Омелюта В. П., Григорович І. В. та Чабана В. С. [128], де сорти вважалися стійкими при ураженні до 15 %, з слабкою сприйнятливістю – до 25 %, та сприйнятливими при ураженні понад 40 %.

Визначення показників якості насіння гірчиці білої проводили методом інфрачервоної спектроскопії, відповідно до ДСТУ 4117:2007 «Зерно та продукти його переробки» [129]. Збирання гірчиці білої здійснювали прямим комбайнуванням «САМПО-130» у період, коли основне стебло та стручки набували жовтого кольору, а листя опадали. Під час збирання проводили зважування насіння по варіантах досліду та відбір зразків для визначення вологості та чистоти. Урожай доводили до 100 % чистоти, а вологість насіння встановлювали на рівні 8%. Вихід кондиційного насіння визначали після його очищення на зерноочисній машині «Петкус-Гігант», а коефіцієнт розмноження обчислювали як відношення очищеного насіння до висіяного. Посівні якості насіння оцінювали згідно з ДСТУ 4138-2002 [130].

Статистичний аналіз результатів проводили за допомогою дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізу, використовуючи програмне забезпечення Excell, Agrostat, Statistica-8. Економічну оцінку факторів дослідження здійснювали згідно з методикою Наумова О. Б. [131].

Систематизацію даних, математичні обчислення, підготовку таблиць і рисунків, а також написання тексту роботи виконували на персональному комп'ютері за допомогою програм *Microsoft Word 2010* та *Microsoft Excel 2010*.

Кореляцію між показниками структури рослин, урожайністю та якістю насіння оцінювали таким чином: від 0 до 0,33 – слабка, від 0,33 до 0,66 – середня, від 0,66 до 1,00 – сильна, 1,00 – повна, як для прямої, так і для зворотної кореляції (r), при достовірності на 5-відсотковому рівні значущості.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог, затверджених наказом МОН № 40 від 12.01.2017, та стандартом ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання» [132].

2.4 Характеристика сортів гірчиці білої та досліджуваних препаратів

Сорт *Аріадна*. Сорт був внесений до Державного реєстру рослин, придатних для поширення в Україні, у 2018 р. [133]. Оригіном є Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Національної академії аграрних наук України. Рекомендується для вирощування в зонах Лісостепу, Полісся та Степу. Урожайність складає 2,8 т/га. Висота рослин досягає 135 см, а тривалість вегетаційного періоду – 85 діб (ранньостигла група). Урожайність насіння становить 2,8 т/га, маса 1000 насінин – 4,5 г. Вміст в насінні: олії – 35 %, білка – 26 %.

Стійкість до посухи оцінена в 8 балів, до осипання – в 9 балів. Стійкість до хвороб та шкідників: філокситоз – 9 балів, борошниста роса – 8 балів, біла гниль – 8 балів, септоріоз – 8 балів; клоп гірчичний – 8 балів, хрестоцвітні блішки – 8 балів.

Сорт *Біла Принцеса*. Сорт був внесений до Державного реєстру рослин, придатних для поширення в Україні, у 2018 р. Оригіном є Національний науковий центр «Інститут землеробства». Рекомендується для вирощування в зонах Лісостепу, Полісся та Степу. Сорт призначений для виробництва продовольчої олії, шроту та гірчичного порошку. Урожайність складає 3,0 т/га, вміст олії – 40 %. Висота рослини середня – до 132 см, тривалість вегетаційного періоду – 102 діб (середньостигла група). Суцвіття має довжину

23–26 см, стручок – 2–4 см. Маса 1000 насінин коливається від 4 до 6 г. Сорт стійкий до вилягання, осипання насіння та посухи. Виявляє стійкість до хвороб і середню стійкість до шкідників. Вміст білка в насінні становить 27 %.

Вимпел 2[®] – комплексний природно-синтетичний препарат контактно-системної дії призначений для обробки насіння та вегетуючих рослин [134]. Він має оптимально збалансований склад багатоатомних спиртів, що дозволяє зберігати рідкий стан при низьких температурах, завдяки чому препарат можна застосовувати при температурі повітря +5 °С і вище. У складі препарату є набір карбонових кислот, що беруть участь у циклі Кребса – важливому етапі клітинного дихання та джерелі енергії для синтезу таких з'єднань, як вуглеводи та амінокислоти. Гумінові кислоти представлені новою модифікацією, що є власною розробкою компанії «Долина». Норма внесення препарату для обробки насіння становить 1,0 л/т, а для позакореневого застосування – 0,5 л/т. Модифіковані гумінові кислоти стійкі як в кислому, так і в лужному середовищі, що забезпечує стійкість препарату в широкому інтервалі рН без втрати активності.

Трептолем (ТУ У 24.2-03563790-042-2001) – стимулятор росту з широким спектром дії [135]. Використовується в технологіях вирощування соняшнику, ріпаку та інших олійних культур для передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин під час вегетації. Основними компонентами препарату є природні фітогормони в поєднанні з 2,6-диметилпіридин-1-оксидом і бурштиною кислотою (50 г/л), а також біогенні мікроелементи (Zn, Cu, Mn, Mg, Ca, Fe, Na, K). Препарат представлений у вигляді безбарвного водно-спиртового розчину з запахом етилового спирту. Відповідно до Дсанпін 8.8.1.002-98, препарат відноситься до токсичних речовин. Рекомендується для використання в суміші з пестицидами, рідкими комплексними добривами, інсектицидами та мікроелементами.

Норма внесення: для обробки насіння ріпаку – 25 мл/т, у фазі 6–8 листків – 20 мл/га, в фазі 8–10 листків – 20 мл/га. Препарат підвищує енергію проростання і польову схожість насіння на 3–8 %, врожайність – на 15–18 %,

а вміст олії – на 1,5–2,5 %. Знижує захворюваність рослин, сприяє прискореному поділу клітин, розвитку потужної кореневої системи, збільшує площу листової поверхні та вміст хлорофілу, зменшує фітотоксичну дію пестицидів. Покращує якість продукції, підвищує стійкість рослин до стресових факторів природного та антропогенного походження. Також підвищує ефективність пестицидів, дозволяючи знижувати їх норму до мінімуму, рекомендованого виробником. Активізує «ген стійкості» рослини, покращуючи її здатність витримувати заморозки і посуху, а також сприяє формуванню потужної кореневої системи та листової поверхні. Збільшує діаметр кошиків соняшнику на 4–5 см, підвищуючи врожайність насіння на 0,25–0,40 т/га і вміст жиру на 1,5–2,5 %.

Нертус ПлантаПег (PlantaPeg), виробник – ТОВ "Харків Хімпром" [136]. Стимулятор росту, призначений для обробки насіння та вегетуючих рослин. Основні компоненти: ПЕГ-400 і ПЕГ-1500 (800 г/л), фульвокислоти та солі гумінових кислот (4 г/л). Форма препарату – рідина. Норма внесення для передпосівної обробки насіння ріпаку – 0,4 л/т.

Препарат впливає на фізіологічні процеси рослин, сприяючи утворенню дружних і рівномірних сходів, а також підвищує стійкість рослин до несприятливих умов, таких як високі та низькі температури, низька вологість повітря та обробка пестицидами. Осмотично активна оболонка з поліетиленгліколей захищає насіння від надмірної вологи, що також сприяє рівномірним сходам. Фульвокислоти та солі гумінових кислот стимулюють коренеутворення і підтримують ріст рослин. ПЕГ-1500, завдяки утворенню плівки, забезпечує утримання бакових препаратів на поверхні насіння чи листя, тоді як ПЕГ-400, завдяки своїй низькій молекулярній масі, легко проникає в тканини і виконує функцію транспортного агента.

Препарат застосовують під час протруювання насіння та обробки вегетуючих рослин. Норма витрати робочого розчину при обробці за допомогою наземних обприскувачів варіюється від 70 до 1000 л/га, залежно від культури. Препарат сумісний з більшістю пестицидів, але перед

використанням у складі бакових сумішей слід перевірити їх фізичну сумісність.

Висновки до розділу 2

Аналіз ґрунтово-кліматичних умов зони Західного Лісостепу підтверджує про підвищення температурного режиму та достатню кількість опадів за останні роки, що відповідає вимогам досліджуваної культури і дозволяє провести об'єктивну, комплексну оцінку за морфолого-біологічними ознаками та господарсько – цінними показниками сортів.

Низька природня родючість ґрунтів досліджуваної зони є одним із факторів отримання низьких врожаїв гірчиці білої, підвищення продуктивності якої можна досягнути за оптимізованої технології вирощування.

Рекомендовані для зони Лісостепу сорти гірчиці білої Аріадна і Біла Принцеса характеризуються високою пластичністю та продуктивністю і за удосконаленої інтенсивної технології вирощування спроможні задовільнити вимоги сільськогосподарського виробництва як на насіння, так і на зелену масу.

Методологічну основу становили загальнонаукові та спеціальні методи. Програма досліджень включала аналіз гідротермічних умов, агрохімічного складу ґрунтів, а також удосконалення елементів технології вирощування гірчиці білої з включення нових форм стимуляторів росту, різних норм мінеральних добрив, методів сівби та норм висіву насіння. Теоретичне обґрунтування та практичне впровадження цих аспектів дозволяють підняти насінництво гірчиці на новий рівень і забезпечити отримання достовірних та значущих результатів, які можуть бути використані для надання практичних порад і рекомендацій сільгоспвиробникам цієї зони, які займаються вирощуванням гірчичного насіння.

РОЗДІЛ 3

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В ПЕРЕДПОСІВНІЙ ОБРОБЦІ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ

Для визначення рівномірних сходів у польових умовах основою є дослідження процесу проростання насіння. Біохімічні зміни в насініні розпочинаються на стадії набухання (ВВСН 00–03), інтенсивність якого дозволяє оцінити швидкість перетворення запасних високомолекулярних речовин у низькомолекулярні та прогнозувати, як активно будуть відбуватися наступні етапи росту паростків і коренів. Одним із найбільших викликів при вирощуванні гірчиці білої є забезпечення одночасних і вирівняних сходів. Ефективні методи підвищення польової схожості сприяють збільшенню врожайності, зменшенню витрат на насіння та пестициди, що, в свою чергу, вирішує важливі економічні та екологічні питання. Сучасні умови агровиробництва вимагають заходів, що забезпечують високу продуктивність та якість насіння при одночасному зниженні витрат на їх вирощування. Одним із ефективних рішень є використання регуляторів росту для передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на різних етапах розвитку рослин [137, 138].

3.1 Польова схожість насіння та фази розвитку рослин

Схожість є найбільш важливим показником посівних якостей насіння та ознакою здатності нормального проростати в польових умовах і має безпосередній вплив на формування потрібної густоти рослин. Проростання насіння є першим етапом і активною фазою життєдіяльності рослин від якої залежить кінцевий результат– урожайність та якість вирощеної продукції [140].

М. К. Іжик зазначає, що досягнення оптимальних показників польової схожості є ключовим для рівномірності посіву, однорідності майбутнього агрофітоценозу та, як наслідок, одностадійного дозрівання, збереження продуктивного потенціалу та зменшення втрат врожаю під час збирання [141].

За визначенням Я. Г. Цицюри це складна похідна взаємодії режиму гідротермічного забезпечення у період сівба-повні сходи з біологічними особливостями самої насінини та агротехнічними заходами вирощування [142].

Дослідження біологічних аспектів формування польової схожості насіння сільськогосподарських культур через призму біологічних складових життєздатності є надзвичайно важливим і актуальним науковим завданням, особливо з огляду на недостатнє вивчення цієї проблеми стосовно гірчиці білої. Технологія вирощування гірчиці білої повинна включати обробку насіння інсектицидними та фунгіцидними протруйниками для попередження хвороб, боротьби із шкідниками, активізацію і регуляцію процесу проростання насіння з одночасним додаванням композицій поживних елементів і біологічно-активних речовин. Ефективним способом у цьому агрозаході є використання регуляторів росту які сприяють оптимізації живлення рослини на самих ранніх стадіях розвитку та їх стійкість до хвороб і несприятливих погодних умов впродовж вегетації [143, 144].

Вивчаючи вплив новозареєстрованих на вітчизняному ринку регуляторів росту в передпосівній обробці насіння гірчиці білої, ми встановили їх достовірний вплив на польову схожість висіяного насіння (табл. 3.1).

За запасів продуктивної вологи ґрунту (0–10 см) у 2022 р. – 19,2 мм, на контролі (обробка насіння інсектицидно-фунгіцидним протруйником Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) польова схожість насіння гірчиці білої становила 90,6 % (у сорту Аріадна) – 90,8 % (Біла Принцеса).

За застосування Вимпел 2 в нормі 1,0 л/т даний показник зростав на 0,6–0,8 %.

Обробка Трептолемом в нормі 0,25 мл/т забезпечувала вищу польову схожість насіння до контролю на 1,4–1,7 %.

Ефективність Нертус ПлантаПегу в нормі 0,4 л/т була найвищою, що обумовлювало підвищення даного показника на 2,7 % до контрольного варіанту.

Таблиця 3.1

**Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від передпосівної
обробки стимуляторами росту (2022 р.), %**

Передпосівна обробка насіння	Норма внесен- ня	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Аріадна	Біла Принцеса			
Модесто, 48 % т. к. с. (контроль)	12,5 л/т	90,6	90,8	90,7	-	-
П + Вимпел 2	1,0 л/т	91,2	91,6	91,4	0,7	-
П + Трептолем	0,25 мл/т	92,2	92,6	92,4	1,7	1,0
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	93,3	93,5	93,4	2,7	2,0

НІР_{0,05}

0,4

0,4

Примітка. П– протруйник. Фон мінерального живлення – N₃₀P₃₀K₃₅. + N₃₀ (ВВСН 14–16).

У 2023 р. продуктивна вологість ґрунту (0–20 см) третьої декади квітня становила 32,4 мм і була достатньою для дружніх сходів. Передпосівна обробка гірчиці білої РР мала вплив на польову схожість висіяного насіння, що підтверджує на усіх варіантах суттєву різницю (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від передпосівної
обробки стимуляторами росту (2023 р.), %**

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Аріадна	Біла Принцеса			
Модесто, 48 % т.к.с. (контроль)	12,5 л/т	92,5	92,4	92,5	-	-
П + Вимпел 2	1,0 л/т	93,3	93,1	93,2	0,7	-
П + Трептолем	0,25 мл/т	94,8	94,6	94,7	2,2	1,5
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	95,2	95,4	95,3	2,8	2,1

НІР_{0,05}

0,5

0,5

Якщо на контролі польова схожість насіння становила 92,5 %, то за їх застосування достовірно зростала на 0,7–2,8 % ($HP_{0,05} = 0,5 \%$).

Найвищу польову схожість забезпечив стимулятор росту Нертус ПлантаПег в нормі 0,4 л/т – 95,3 %.

Достатніми (25,8 мм) були запаси вологи ґрунту посівного шару (0–10 см) та оптимальний температурний режим періоду сівба-сходи у 2024 р., польова схожість насіння становила 94,4–97,5 % (табл. 3.3). Порівняно з контролем регулятори росту сприяли вищому показнику на 1,2–3,1 %.

Таблиця 3.3

Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від передпосівної обробки стимуляторами росту (2024 р.), %

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Аріадна	Біла Принцеса			
Модесто, 48 % т.к.с. (контроль)	12,5 л/т	94,5	94,3	94,4	-	-
П + Вимпел 2	1,0 л/т	95,7	95,5	95,6	1,2	-
П + Трептолем	0,25 мл/т	96,9	96,4	96,7	2,3	1,1
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	97,4	97,6	97,5	3,1	1,9
$HP_{0,05}$		0,6	0,7			

Середній показник польової схожості насіння за три роки досліджень на контролі становив 92,5 % і достовірно зростав на 0,9–2,9 за застосування регуляторів росту (рис. 3.1, дод. Б). За застосування протруйника і стимулятора росту Вимпел польова схожість насіння становила 93,4%, за Трептолеми–94,5–94,6%. Найвищий показник забезпечили інсектицидний протруйник Модесто,48 % т.к. с. (12,5 л/т) з РР – Нертус ПлантаПегу в нормі 0,4 л/т –95,3–95,5%.

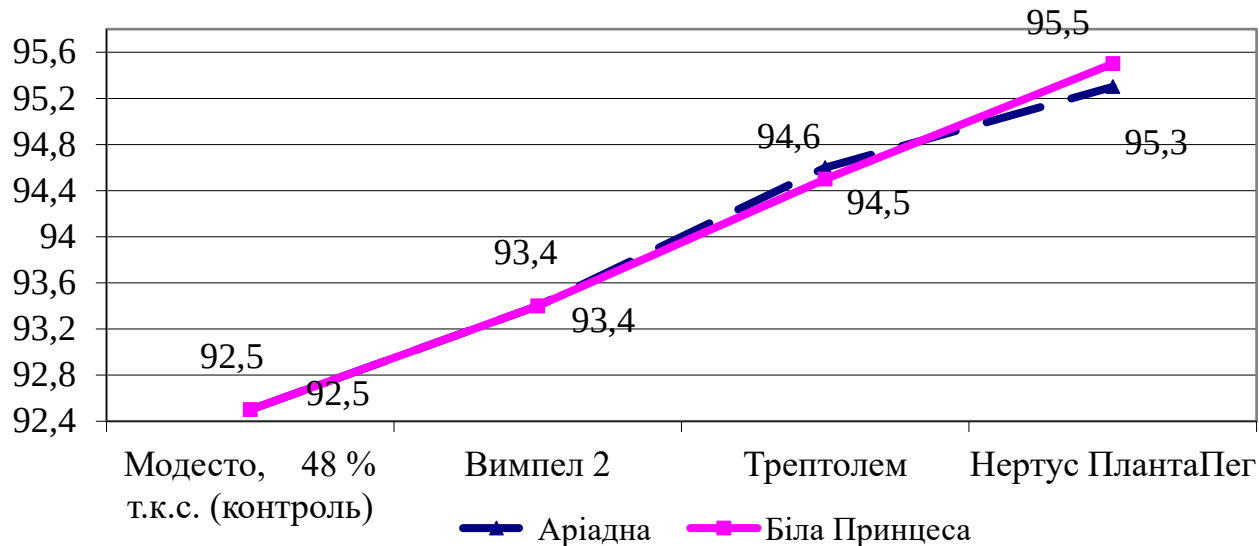


Рис. 3.1 Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від передпосівної обробки стимуляторами росту, в середньому за сортами (2022–2024 рр.), %

Дані рисунку 3.2 висвітлюють частку впливу сорту (фактор А) – 5 %, що підтверджує про високу якість висіяного насіння, стимуляторів росту (фактор В) – 30 %, взаємодія сорту і стимуляторів росту (АВ) – 2 %, інших факторів – 63 %.

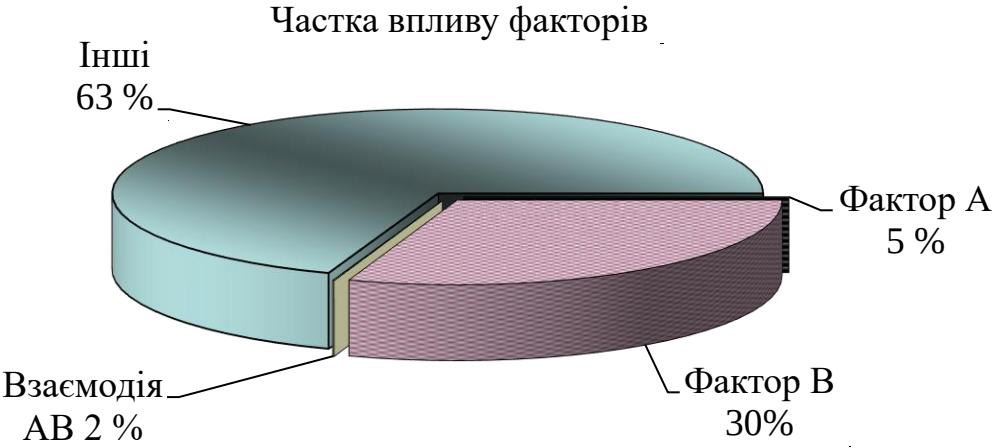


Рис. 3.2 Вплив факторів на польову схожість насіння гірчиці білої залежно від передпосівної обробки стимуляторами росту, в середньому за сортами (2022–2024 рр.), %

Середній показник продуктивної вологості ґрунту (0-10 см) за роки

досліджень становив 22,5 мм. Кореляція сорту Аріадна між польовою схожістю насіння обробленого протруйником з стимуляторами росту і продуктивною вологістю ґрунту була прямою і варіювала від середньої (0,638) до сильної (0,753), у Білої Принцеси, відповідно від 0,626 до 0,725 (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Кореляція (r) між польовою схожістю сортів гірчиці білої
та продуктивною вологістю ґрунту (2022–2024 рр.), %**

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення препарату	Сорт			
		Аріадна		Біла Принцеса	
		польова схожість, %	r	польова схожість, %	r
Модесто, 48 % т.к.с. (контроль)	12,5 л/т	92,5	0,332	92,5	0,303
П+Вимпел 2	1,0 л/т	93,4	0,638	93,4	0,626
П+Трептолем	0,25 мл/т	94,6	0,753	94,5	0,725
П+Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	95,3	0,702	95,5	0,709

Примітка. Коефіцієнт кореляції (r): від 0 до 0,33 – слабка, 0,33 до 0,66 – середня, 0,66 до 1,00 – сильна, 1,00 – повна, як для прямої (+), так і зворотної (-).

Досліджуваний агрозахід впливав на перебіг фаз росту та розвитку рослин гірчиці білої, які включають: сівба-сходи, сходи-стеблування, розетка-цвітіння, цвітіння-формування бобів, дозрівання-повна стиглість. Умови, за яких проходять ці фази, мають вирішальне значення для визначення рівня врожаю та впливають на перспективність і технологію вирощування культури в конкретній ґрунтово-кліматичній зоні [145].

У сортів гірчиці білої повні сходи в 2022 р. було відмічено на 10 добу (контроль) після сівби (табл. 3.5). Застосування стимуляторів росту сприяло швидшій їх появі на 1–2 доби (макростадія 0, ВВСН 09). Фазу розвитку першого справжнього листка (макростадія 1, ВВСН 11) відмічено на 15–16 добу на контролі і на 12–14 добу на варіантах обробки насіння, а дев'ять

листіків (макростадія 2, ВВСН 20–29), відповідно на 34–39 і 31–37 добу. На контролі (протруювання насіння Модесто, 48 % т. к. с., 12,5 л/т + вода, 10 л/т) та залежно від групи стиглості в сорту Аріадна фаза повного цвітіння закінчилася на 43 добу, а в Білої Принцеси – на 51 добу. Регулятори росту подовжували даний період на 8–13 діб. Однак на цих варіантах стручки досягли 100 % утворення сортотиповості швидше порівняно з контролем на 3–6 діб – Аріадна і на 8–10 діб – Біла Принцеса. Повна стиглість насіння наступила у сорту Аріадна на – 84–86 дібу, Біла Принцеса на – 101–103 добу.

Таблиця 3.5

Дати настання фаз розвитку сортів гірчиці білої залежно від передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2022 р.), діб

Передпосівна обробка насіння	Сорт															
	Аріадна								Біла Принцеса							
	макростадія, ВВСН															
	0/09	1/10-19	2/20-29	3/31-39	5/51-59	6/61-69	7/71-79	8/80-89	0/09	1/10-19	2/21-29	3/31-39	5/51-59	6/61-69	7/71-79	8/81-89
Модесто, 48 % т. к. с., 12,5 л/т (контроль)	10	15	34	37	40	43	76	84	10	16	39	43	49	51	78	101
П + Вимпел 2 (1,0 л/т)	9	13	32	35	39	56	73	86	8	14	35	42	56	59	77	102
П + Трепто- лем (0,25 мл/т)	8	12	31	34	39	53	71	85	8	13	36	41	55	58	75	103
П + Нертус ПлантаПег (0,4 л/т)	9	12	30	34	38	51	70	85	9	13	37	42	56	59	76	103

У 2023 р. появу сходів на контролі (без РР) відмічено на 9 добу, а на варіантах застосування регуляторів росту – 8 добу (табл. 3.6). Розвиток гірчиці білої був інтенсивним. Стадія росту 1, фаза розвитку ВВСН 11 (1 листок)

наступала на 14 добу, і на 11–12 добу на варіантах з регуляторами росту. Тривалість періоду фази гілкування (ВВСН 2/21–29) варіювала від 34 доби на контролі без регуляторів росту і пришвидшувалася до 30–32 доби за їх застосування. За передпосівної обробки насіння регуляторами росту поява суцвіть та фаза цвітіння (ВВСН 6/61–69) наставали на 2–3 доби раніше. Повна стиглість у сорту Аріадна на контролі настала на 87 добу і пізніше за передпосівної обробки насіння регуляторами росту (90–91). Таку ж закономірність спостерігали й у сорту Біла Принцеса (95–98 діб).

Таблиця 3.6

Дати настання фаз розвитку сортів гірчиці білої залежно від передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2023 р.), діб

Передпосівна обробка насіння	Сорт															
	Аріадна								Біла Принцеса							
	макростадія, ВВСН															
	0/09	1/10-19	2/21-29	3/31-39	5/51-59	6/61-69	7/71-79	8/80-89	0/09	1/10-19	2/21-29	3/31-39	5/51-59	6/61-69	7/71-79	8/81-89
Модесто, 48 % т. к. с., 12,5 л/т (контроль)	9	14	34	38	41	51	58	87	7	15	35	38	42	52	75	98
П + Вимпел 2 (1,0 л/т)	8	12	32	36	40	47	54	90	6	13	33	37	41	50	74	96
П + Трептолем (0,25 мл/т)	8	11	31	33	40	46	55	91	6	12	32	37	40	50	75	95
П + Нертус ПлантаПег (0,4 л/т)	8	11	30	35	39	46	55	91	6	11	32	37	40	50	75	95

Через високі запаси вологи ґрунту і низьку температуру в 2024 р. (макростадія 0, ВВСН 09) повні сходи в сорту Аріадна відмічено на 11 добу на контролі і дещо швидше на 1 добу на варіантах передпосівної обробки насіння гірчиці білої стимуляторами росту (табл. 3.7). Від повних сходів до стадії росту 1, фази розвитку ВВСН 11 (1 листок) тривалість становила 15 діб

(контроль) і 13–14 на варіантах з стимуляторами росту. Стимулятори росту посилювали ріст і розвиток рослин гірчиці білої у різні періоди та фази, тому період фази гілкування (ВВСН 2/21–29) настував швидше на 1–2 доби і наступні. Від повних сходів до появи суцвіть та фази цвітіння (ВВСН 6/61–69) кількість діб становила 58–59 діб, до стадії утворення стручків (ВВСН 7/71–79) – 64–65 діб.

Таблиця 3.7

Дати настання фаз розвитку сортів гірчиці білої залежно від передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2024 р.), діб

Передпосівна обробка насіння	Сорт															
	Аріадна								Біла Принцеса							
	макростадія, ВВСН															
	0/09	1/10-19	2/21-29	3/31-39	5/51-59	6/61-69	7/71-79	8/80-89	0/09	1/10-19	2/21-29	3/31-39	5/51-59	6/61-69	7/71-79	8/81-89
Модесто, 48 % т. к. с., 12,5 л/т (контроль)	11	15	31	42	45	59	65	83	11	18	36	43	47	60	74	96
П + Вимпел 2 (1,0 л/т)	10	14	30	42	43	58	65	82	11	17	35	44	46	62	72	94
П + Трептолем (0,25 мл/т)	10	14	29	41	43	58	64	81	10	16	35	43	45	63	71	93
П + Нертус ПлантаПег (0,4 л/т)	10	13	29	41	43	58	64	81	10	16	35	43	45	63	71	94

У сорту Аріадна на контролі повна стиглість насіння наступила на 83 добу і швидше за передпосівної обробки насіння регуляторами росту – 81–83 добу, у сорту Біла Принцеса спостерігали таку ж залежність (93–96 добу).

Отже, стимулятори росту застосовані в передпосівній обробці насіння сприяли швидшому проходженню основних стадій і скорочували досягання насіння (ВВСН 8/80–89) – на 1–3 доби.

3.2 Площа листкової поверхні й чиста продуктивність фотосинтезу

Процес накопичення сухої речовини та її перерозподіл між продукуючими та зберігаючими системами є важливим показником рівня продуктивності. Тому більш точну інформацію про хід та особливості продукційного процесу можна отримати, визначивши акумуляцію сухої речовини рослинами протягом вегетаційного періоду. Найкраща якість продукції сільськогосподарських рослин досягається в посівах, де площа листя оптимальна за розмірами, а його формування і структура належним чином організовані [146–149].

Згідно з дослідженнями, проведеними в Лісостепу України, оптимальна площа листової поверхні для гірчиці білої становить 40–50 тис. м²/га. Якщо площа листя менша, то оптико-біологічна структура посіву не є оптимізованою, і використання фотосинтетичної активної радіації (ФАР) не є раціональним. Проте більша площа листя також небажана, оскільки через взаємозатінення значна частина листків в нижньому ярусі опадає, а решта не працює ефективно. Дослідження показують, що цей показник може варіювати в залежності від генотипу сорту, екологічних умов та технології вирощування [150, 151].

За результатами досліджень С. В. Поливаного та Л. А. Голунової, обробка рослин гірчиці білої в період бутонізації стимуляторами росту, такими як трептолем та регоплант, призводила до змін у мезоструктурній організації листків. Використання цих екзогенних стимуляторів сприяло збільшенню товщини листкових пластинок через розростання клітин хлоренхіми [152].

У 2022 р. регулятори росту внесені в передпосівній обробці насіння сприяли зростанню площі листкової поверхні гірчиці білої (табл. 3.8). Якщо на контролі (Модесто, 48 % т. к. с.) даний показник становив 33,2 тис. м²/га, то за застосування РР Вимпел 2 в нормі 1,0 л/т зростав на 2,4 тис. м²/га, або на 7,2 %. Більшу площу листків на 6,2 тис. м²/га (18,7 %) до контролю і на 3,8 тис. м²/га

(11,3 %) до Вимпел 2 (1,0 л/т) забезпечував Трептолем з нормою внесення 0,25 мл/т. За застосування Нертус ПлантаПегу (0,4 л/т) приріст складав до контролю 4,2 тис. м²/га (12,7 %), а до Вимпел 2 – 1,8 тис. м²/га (5,5 %).

Таблиця 3.8

Площа листкової поверхні сортів гірчиці білої залежно від передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2022 р.), тис. м²/га

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Аріадна	Біла Принцеса		тис. м ² /га	%
Модесто, 48 % т.к.с. (контроль)	12,5 л/т	32,3	34,1	33,2	-	-
П + Вимпел 2	1,0 л/т	34,4	36,7	35,6	2,4	7,2
П + Трептолем	0,25 мл/т	37,9	40,8	39,4	6,2	18,7
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	36,2	38,6	37,4	4,2	12,7

НІР_{0,05}

1,3

За меншої кількості опадів впродовж травня-червня 2023 р., площа листкової поверхні гірчиці білої на контролі в сорту Аріадна становила – 28,9 тис. м²/га, Біла Принцеса – 30,4 тис. м²/га, середній показник по сортах складав 29,7 тис. м²/га (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Площа листкової поверхні сортів гірчиці білої залежно від передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2023 р.), тис. м²/га

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Аріадна	Біла Принцеса		тис. м ² /га	%
Модесто, 48 % т. к. с. (контроль)	12,5 л/т	28,9	30,4	29,7	-	-
П + Вимпел 2	1,0 л/т	30,5	31,7	31,1	1,4	-
П + Трептолем	0,25 мл/т	32,6	33,4	32,5	2,8	1,4
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	31,3	32,0	31,7	2,0	0,6

НІР_{0,05}

1,1

Передпосівна обробка насіння РР сприяла кращому розвитку рослин. За застосування Вимпел 2 в нормі 1,0 л/т площа листків на 1 га становила – 31,1 тис. м²/га, за Нертус ПлантаПегу (0,4 л/т) – 31,7 і найбільшою була за внесення Трептолем (0,25 мл/т) – 32,5 тис. м²/га.

У 2024 р. травень характеризували меншою на 64,1 мм кількістю опадів, а червень і липень більшою на 13,3 мм і 32,0 мм, що впливало на формування площі листків сортів гірчиці білої.

На контрольному варіанті з обробкою насіння протруйником Модесто, 48 % т. к. с. сорт Аріадна сформував площу листків на 1 га – 30,7 тис. м²/га, Біла Принцеса – 30,9 тис. м²/га (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Площа листкової поверхні сортів гірчиці білої залежно від передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2024 р.), тис.м²/га

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Аріадна	Біла Принцеса		тис. м ² /га	%
Модесто, 48 % т.к.с. (контроль)	12,5 л/т	30,7	30,9	30,8	-	-
П + Вимпел 2	1,0 л/т	31,4	31,8	31,6	0,8	-
П + Трептолем	0,25 мл/т	32,3	32,0	32,2	1,4	0,6
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	33,2	33,4	33,3	2,5	1,7

НІР_{0,05}

1,0

Більш облиствленими були рослини в сортів за застосування регулятора росту Вимпел 2 (1,0 л/т), відповідно 31,4 і 31,8 тис. м²/га, Трептолеми (0,25 мл/т) – 32,0 і 32,3 і Нертус ПлантаПегу (0,4 л/т) – 33,2 і 33,4 тис.м²/га.

Прирости до контролю становили 0,8–2,5 тис. м²/га, до регулятора росту Вимпел2 (1,0 л/т) – 0,6 тис. м²/га (Трептолем 0,25 мг/т) і 1,7 тис. м²/га (Нертус ПлантаПег 0,4л/т).

За три роки досліджень середній показник площі листкової поверхні в сорту Аріадна становив 30,6–33,6 тис. м²/га, а в Білої Принцеси – 31,8–34,7 тис. м²/га (табл. 3. 11).

Таблиця 3.11

Площа листкової поверхні сортів гірчиці білої залежно від передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2022–2024 рр.), тис. м²/га

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт							
		Аріадна				Біла Принцеса			
		2022	2023	2024	сере- дне	2022	2023	2024	сере- дне
Модесто, 48 % т.к.с. (контроль)	12,5 л/т	32,3	28,9	30,7	30,6	34,1	30,4	30,9	31,8
П + Вимпел 2	1,0 л/т	34,4	30,5	31,4	32,1	36,7	31,7	31,8	33,4
П + Трептолем	0,25 мл/т	37,9	32,6	32,3	34,3	40,8	33,4	32,0	35,4
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	36,2	31,3	33,2	33,6	38,6	32,0	33,4	34,7
НІР _{0,05}		1,2	1,1	0,9		1,3	1,1	1,0	

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) є біологічним показником, що має всі передумови для моделювання й прогнозування врожайності. У 2022 р. середній даний показник сортів гірчиці білої на контролі становив 1,73 г/м² за добу (табл. 3.12).

Стимулятор росту Вимпел 2 (1,0 л/т) забезпечував зростання на 0,16 г/м² за добу вищий до контролю. Більший вплив спостерігали від стимуляторів Нертус ПлантаПег (0,4 л/т) і Трептолем (0,25 мл/т), відповідно прирости складали 0,23 і 0,26 г/м² за добу.

Таблиця 3.12

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів гірчиці білої залежно від передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2022 р.), г/м² за добу

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Аріадна	Біла Принцеса		г/м ² за добу	%
Модесто, 48 % т. к. с. (контроль)	12,5 л/т	1,70	1,76	1,73	-	-
П + Вимпел 2	1,0 л/т	1,84	1,94	1,89	0,16	-
П + Трептолем	0,25 мл/т	1,96	2,01	1,99	0,26	0,10
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	1,93	1,99	1,96	0,23	0,07

НІР_{0,05}

0,06

У 2023 р. середній по сортах показник чистої продуктивності фотосинтезу варіював від 1,63 г/м² за добу на контролі (Модесто, 48 % т. к. с.) до 1,86 г/м² за добу за варіанту внесення стимулятора росту Трептолем у нормі 0,25 мл/т (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів гірчиці білої залежно від передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2023 р.), г/м² за добу

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Аріадна	Біла Принцеса		г/м ² за добу	%
Модесто, 48 % т.к.с. (контроль)	12,5 л/т	1,59	1,67	1,63	-	-
П + Вимпел 2	1,0 л/т	1,68	1,74	1,71	0,09	-
П + Трептолем	0,25 мл/т	1,84	1,86	1,86	0,23	0,15
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	1,88	1,89	1,89	0,26	0,12

НІР_{0,05}

0,03

Прирости даного показника до контролю складали 0,09–0,23 г/м² за добу. За $HP_{0,05} = 0,03$ виявлено суттєву різницю з стимулятором Нертус ПлантаПег (0,4 л/т).

Чиста продуктивність фотосинтезу в 2024 р. на контролі становила 1,65 і зростала до 1,76 г/м² за добу за варіанту застосування Вимпел 2 у нормі 1,0 л/т. Рівнозначно вищі показники отримали від внесення Трептолему в нормі 0,25 мл/т і Нертус ПлантаПегу, 0,4 л/т (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів гірчиці білої залежно від передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2024 р.), г/м² за добу

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Аріадна	Біла Принцеса		г/м ² за добу	%
Модесто, 48 % т. к. с. (контроль)	12,5 л/т	1,63	1,67	1,65	-	-
П + Вимпел 2	1,0 л/т	1,79	1,77	1,76	0,11	-
П + Трептолем	0,25 мл/т	1,88	1,92	1,90	0,25	0,13
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	1,90	1,94	1,92	0,27	0,16
$HP_{0,05}$				0,06		

За три роки досліджень середній по сортах показник чистої продуктивності фотосинтезу на контролі (обробка насіння інсектицидним протруйником Модесто, 48 % т. к. с (12,5 л/т) становив у сорту Аріадна 1,64 г/м² за добу(табл. 3.15).

За сумісного застосування протруйника з стимулятором росту Вимпел 2 (1,0 л/т) зростала до 1,77 г/м² за добу і була вищою до контролю на 0,13 г/м² за добу.

Бакові суміші Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) з Трептолемом (0,25 мл/т) забезпечували ці значення – 1,89 г/м² за добу, або вище на 0,25 г/м² за добу, а Модесто, 48 % т. к. с (12,5 л/т) з стимулятором Нертус ПлантаПег (0,4 л/т) – 1,90 г/м² за добу, або плюс 0,26 г/м² за добу.

У сорту Біла Принцеса цей показник варіював від 1,70 г/м² за добу (контроль – без обробки насіння РР) до 1,94 г/м² за добу – Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) + Нертус ПлантаПег (0,4 л/т).

Таблиця 3.15

**Чиста продуктивність фотосинтезу рослин гірчиці білої
залежно від передпосівної обробки насіння регуляторами росту
(2022–2024 рр.), г/м² за добу**

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт							
		Аріадна				Біла Принцеса			
		2022	2023	2024	сере- дне	2022	2023	2024	сере- дне
Модесто, 48 % т.к.с. (контроль)	12,5 л/т	1,70	1,59	1,63	1,64	1,76	1,67	1,67	1,70
П + Вимпел 2	1,0 л/т	1,84	1,68	1,79	1,77	1,94	1,74	1,77	1,82
П + Трептолем	0,25 мл/т	1,96	1,84	1,88	1,89	2,01	1,86	1,92	1,93
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	1,93	1,88	1,90	1,90	1,99	1,89	1,94	1,94
НІР _{0,05}		0,05	0,03	0,05		0,06	0,03	0,06	

3.3 Показники структури рослин

Стимулятори росту позитивно впливали на морфометричні параметри рослин гірчиці білої (табл. 3.16). Якщо в 2022 р. на контролі висота рослин варіювала від 96,7 см в сорту Аріадна до 98,2 см Біла Принцеса, то за передпосівної обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 в нормі 1,0 л/т зростала на 8,9–10,2 см; за Трептолема (0,25 мл/т) – на 12,8–13,9 см, а за Нертус ПлантаПег (0,4 л/т) – на 11,5–15,1 см. Під їх впливом проходило інтенсивне галуження рослин з 2,3–2,4 шт – на контролі до 4,3–4, шт – за застосування Нертус ПлантаПег. Кращий рівень живлення за такого варіанту забезпечував утворення більшої кількості на рослині стручків – 132–134 шт (контроль) – 139–140 шт за РР. За варіантів використання регуляторів росту кількість

Таблиця 3.16

**Морфометричні параметри рослин сортів гірчиці білої залежно передпосівної обробки насіння регуляторами
росту, (2022 р.)**

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт													
		Аріадна							Біла Принцеса						
		висота рослини, см	стебел на рослині, шт	кількість стручків, шт	довжина стручка, см	насінин в стручку, шт	кількість насінин з рослини, шт	маса насіння з рослини, г	висота рослини, см	стебел на рослині, шт	кількість стручків, шт	довжина стручка, см	насінин в стручку, шт	кількість насінин з рослини, шт	маса насіння рослини, г
Модесто, 48 % т. к. с. (контроль)	12,5 л/т	96,7	2,3	134	2,5	4,0	535	2,14	98,2	2,4	132	2,5	4,1	541	2,26
П + Вимпел 2	1,0 л/т	105,6	3,9	136	2,8	4,1	558	2,29	108,3	4,0	137	2,9	4,1	562	2,37
П + Трептолем	0,25 мл/т	109,5	4,1	139	2,9	4,1	570	2,37	112,1	4,2	139	2,9	4,2	584	2,51
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	108,2	4,4	140	3,0	4,2	588	2,49	113,3	4,3	139	3,0	4,2	584	2,47
H _P 0,05		2,5	0,5	2,0	0,1	0,5	10	0,08	2,2	1,0	1,5	0,1	0,7	11	0,10

насінин на рослині зростала з 535–541 до 584–588 шт, а маса насіння з рослини – з 2,14–2,26 до 2,49–2,51 г. У 2023 р. висота рослин гірчиці білої сорту Аріадна варіювала з 84,2 см на контролі (обробка насіння протруйником Модесто, 48 % т. к. с., 12,5 л/т) до 86,3 см за варіанту застосування Трептолему в нормі 0,25 л/т (табл. 3.17). Рослини сорту Біла Принцеса за таких варіантів були вищими на 7,4–7,9 см порівняно з Аріадною.

Середня кількість стебел на рослині в сортів становила 2,0–4,5 шт. З застосуванням регуляторів росту формування репродуктивних параметрів рослин зростало, зокрема збільшувалася кількість стручків на рослині, довжина стручка та насінин в стручку.

У сорту Аріадна ці показники складали відповідно: 118–123 шт, 2,3–2,6 см та 4,2–4,4 шт, у Білої Принцеси були вищими, відповідно 121–122 шт, 2,1–2,6 см і 4,1–4,4 шт.

Дані показники забезпечували різну продуктивність рослин. Так кількість насінин з рослини в сорту Аріадна коливалася від 503 шт (контроль) до 528 шт на варіанті з застосуванням Трептолему, у Білої Принцеси – 500–532 шт. Маса насіння з рослини становила 1,67–1,89 і 1,72–1,91 г.

У 2024 р. структурні показники рослин мали також різні параметри (табл. 3.18)

У сорту Аріадна вони варіювали в межах: висота рослин – 82,1–84,4 см, кількість стебел на рослині – 1,6–3,8 шт, довжина стручка – 2,0–2,6 см, кількість насінин в стручку – 4,7–4,9 шт, кількість стручків – 106–108 шт, насінин в стручку – 4,7–4,9 шт, кількість насінин на рослині – 508–521 шт, маса насіння з рослини – 1,80–1,91 г, маса 1000 насінин – 3,54–3,60 г.

Дещо вищими були структурні показники сорту Біла Принцеса, зокрема: висота рослин – 88,3–90,9 см, кількість стебел на рослині – 1,7–4,0 шт, довжина стручка – 2,2–2,7 см, кількість насінин в стручку – 4,6–4,8 шт, кількість стручків – 108–111 шт, насінин в стручку – 4,6–4,8 шт, кількість насінин на рослині – 512–517 шт, маса насіння з рослини – 1,79–1,98 г, маса 1000 насінин – 3,50–3,75 г.

Таблиця 3.17

**Морфометричні параметри рослин сортів гірчиці білої залежно передпосівної обробки насіння регуляторами
росту (2023 р.)**

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт													
		Аріадна							Біла Принцеса						
		висота рослини, см	стебел на рослині, шт	кількість стручків, шт	довжина стручка, см	насінин в стручку, шт	кількість насінин з рослини, шт	маса насіння з рослини, г	висота рослини, см	стебел на рослині, шт	кількість стручків, шт	довжина стручка, см	насінин в стручку, шт	кількість насінин з рослини, шт	маса насіння рослини, г
Модесто, 48 % т. к. с. (контроль)	12,5 л/т	84,2	2,0	120	2,3	4,2	503	1,67	91,6	2,3	122	2,1	4,1	500	1,72
П + Вимпел 2	1,0 л/т	87,6	4,0	118	2,5	4,4	519	1,81	96,4	4,2	122	2,4	4,2	512	1,83
П + Трептолем	0,25 мл/т	89,1	4,5	123	2,5	4,3	528	1,89	97,0	4,1	121	2,6	4,4	532	1,91
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	86,3	4,2	122	2,6	4,3	524	1,84	97,1	4,2	121	2,6	4,3	520	1,88
НІР _{0,05}		1,4	0,3	1,2	0,1	0,1	5,3	0,04	1,1	1,3	1,1	0,3	0,1	6,1	0,03

Таблиця 3.18

**Морфометричні параметри рослин сортів гірчиці білої залежно передпосівної обробки насіння регуляторами
росту (2024 р.)**

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт													
		Аріадна							Біла Принцеса						
		висота рослини, см	стебел на рослині, шт	кількість стручків, шт	довжина стручка, см	насінин в стручку, шт	кількість насінин з рослини, шт	маса насіння з рослини, г	висота рослини, см	стебел на рослині, шт	кількість стручків, шт	довжина стручка, см	насінин в стручку, шт	кількість насінин з рослини, шт	маса насіння рослини, г
Модесто, 48 % т. к. с. (контроль)	12,5 л/т	82,1	1,6	108	2,0	4,7	508	1,80	88,3	1,7	111	2,2	4,6	512	1,79
П + Вимпел 2	1,0 л/т	83,0	3,5	107	2,4	4,8	515	1,87	89,2	3,6	109	2,5	4,7	513	1,88
П + Трептолем	0,25 мл/т	84,1	3,8	109	2,5	4,8	521	1,91	90,9	4,0	110	2,7	4,7	517	1,94
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	84,0	3,7	106	2,6	4,9	519	1,87	90,5	3,9	108	2,6	4,8	516	1,93
H _P 0,05		1,0	0,2	1,4	0,1	0,1	5,0	0,02	1,0	0,1	1,3	0,1	0,1	5,2	0,01

3.4 Урожайність і посівні якості насіння сортів гірчиці білої

Зміни кліматичних умов і функціонування різних організаційно-правових форм господарств обумовили проблему технологічного забезпечення сортів гірчиці білої, що вплинуло на зниження врожайності через погіршення вологозабезпеченості та природної родючості ґрунтів, зменшення кількості внесення органічних і мінеральних добрив. Нарощування об'ємів виробництва насіння даної культури можливе лише за застосування інтенсивних технологій, які включають високопродуктивні, екологічно-пластичні сорти адаптовані до конкретних ґрунтово-кліматичних умов вирощування та обґрунтовано розширювати їхні площі посіву [153–156].

У наших дослідках за передпосівної обробки насіння регуляторами росту на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (фаза підживлення аміачною селітрою – макростадія 1, фаза розвитку ВВСН 14–16 (4–6 листки) + N_{20} (макростадія 4, фаза розвитку ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона) отримано достовірний приріст урожайності (табл. 3.19).

Таблиця 3.19

Урожайність насіння сортів гірчиці білої залежно передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2022 р.), т/га

Передпосів-на обробка насіння	Норма внесення	Сорт						Середнє	± до контролю	
		Аріадна			Біла Принцеса					
		т/Га	± до контролю		т/Га	± до контролю				
Модесто, 48 % т.к.с. (контроль)	12,5 л/т	3,21	-	-	3,39	-	-	3,30	-	-
П + Вимпел 2	1,0 л/т	3,44	0,23	-	3,65	0,26	-	3,55	0,25	-
П + Трептолем	0,25 мл/т	3,56	0,35	0,12	3,76	0,37	0,11	3,66	0,36	0,11
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	3,48	0,27	0,04	3,70	0,31	0,05	3,59	0,29	0,04

$НІР_{0,05}$

0,10

Примітка. Фон мінерального живлення – $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (ВВСН 14–16).

У сорту Аріадна він становив 0,23–0,35 т/га, а в Білої Принцеси – 0,26–0,37 т/га. Середній показник збільшення до контролю (протруйник Модесто, 48 % т. к. с.) коливався від 0,25 т/га за застосування Вимпел 2 в нормі 1,0 л/т до 0,36 т/га за Трептолем (0,25 л/т). Позитивна дія Нертус ПлантаПег в нормі 0,4 л/т була на рівні Вимпелу 2.

У 2023 р. урожайність насіння на контролі (без РР) коливалася в межах 2,50 т/га сорт Аріадна – 2,58 т/га Біла принцеса (табл. 3.20). За передпосівної обробки насіння регулятором росту Вимпел 2 в нормі 1,0 л/т даний показник зростав до 2,71–2,75 т/га, або на 0,19 т/га. Ефективність Нертус ПлантаПегу в нормі 0,4 л/т була на рівні 2,76–2,82 т/га, або вищою до контролю – на 0,25–0,26 т/га і до Вимпел 2 – на 0,04–0,05 т/га. Найвищу врожайність насіння гірчиці білої отримали за застосування регулятора росту Трептолем (у нормі 0,25 л/т) – 2,83–2,87 т/га, що більше до контролю – на 0,29–0,33 т/га, а до Вимпел 2 – на 0,12 т/га.

Таблиця 3.20

Урожайність насіння сортів гірчиці білої залежно передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2023 р.), т/га

Передпосівна обробка насіння	Норма внесен- ня	Сорт						Середнє	± до контролю	
		Аріадна			Біла Принцеса					
		т/га	± до контролю		т/га	± до контролю				
Модесто, 48 % т. к. с. (контроль)	12,5 л/т	2,50	-	-	2,58	-	-	2,54	-	-
П + Вимпел 2	1,0 л/т	2,71	0,21	-	2,75	0,17	-	2,73	0,19	-
П + Трептолем	0,25 мл/т	2,83	0,33	0,12	2,87	0,29	0,12	2,85	0,31	0,12
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	2,76	0,26	0,05	2,82	0,24	0,07	2,79	0,25	0,06

НІР_{0,05}

0,06

У 2024 р. сорти гірчиці білої сформували урожайність на рівні 2,69 т/га

– контроль (обробка насіння Модесто, 48 % т. к. с., 12,5 л/т) – 2,81–2,85 т/га – застосування стимуляторів росту (табл. 3.21).

Таблиця 3.21

Урожайність насіння сортів гірчиці білої залежно передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2024 р.), т/га

Передпосівна обробка насіння	Норма внесен- ня	Сорт						Середнє	± до контролю	
		Аріадна			Біла Принцеса					
		т/га	± до контролю		т/га	± до контролю				
Модесто, 48 % т. к. с. (контроль)	12,5 л/т	2,70	-	-	2,68	-	-	2,69	-	-
П + Вимпел 2	1,0 л/т	2,80	0,10	-	2,82	0,14	-	2,81	0,12	-
П + Трептолем	0,25 мл/т	2,87	0,17	0,05	2,91	0,23	0,09	2,89	0,19	0,07
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	2,81	0,11	0,01	2,89	0,21	0,07	2,85	0,17	0,05

НІР_{0,05}

0,07

Найвищу урожайність насіння сформували сорти гірчиці білої в 2022 р. – 3,30–3,66 т/га, а найнижчу в 2023 р. – 2,54–2,85 т/га, на що впливали погодні умови періоду наливу-дозрівання (рис. 3.3, дод. В).

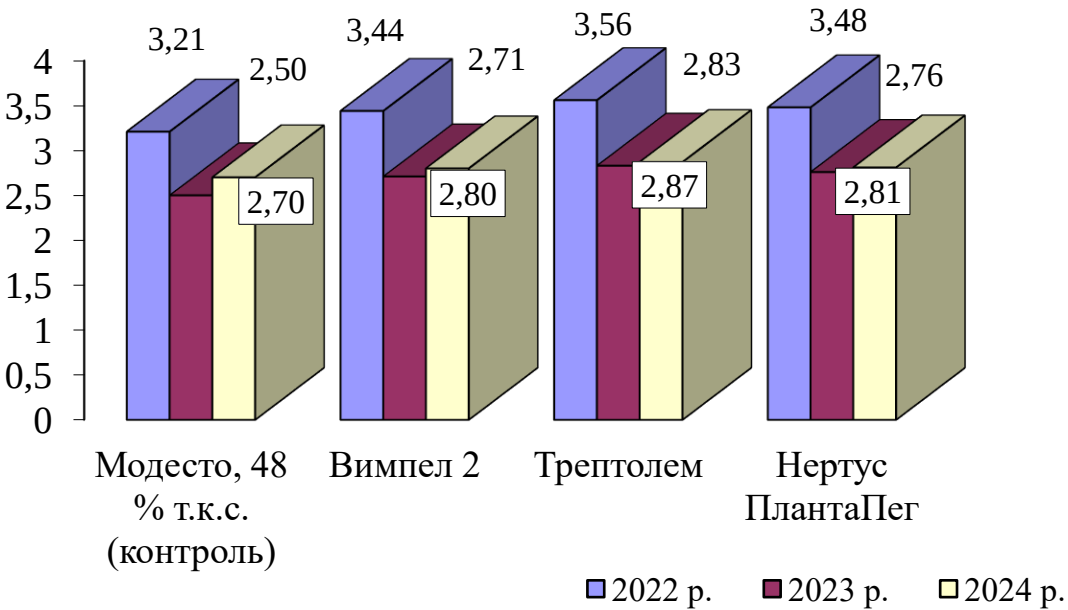


Рис. 3.3 Урожайність насіння гірчиці білої сорту Аріадна залежно передпосівної обробки регуляторами росту (2022–2024 рр.), т/га

Середній показник урожайності за роки досліджень на контролі (обробка насіння Модесто 48 % т.к.с., 12,5 л/т) у сорту Аріадна становив 2,80 т/га, Біла Принцеса – 2,88 т/га. Приріст урожайності під впливом передпосівної обробки насіння стимуляторами росту, відповідно становив 0,18–0,29 т/га і 0,19–0,30 т/га (рис. 3.4).

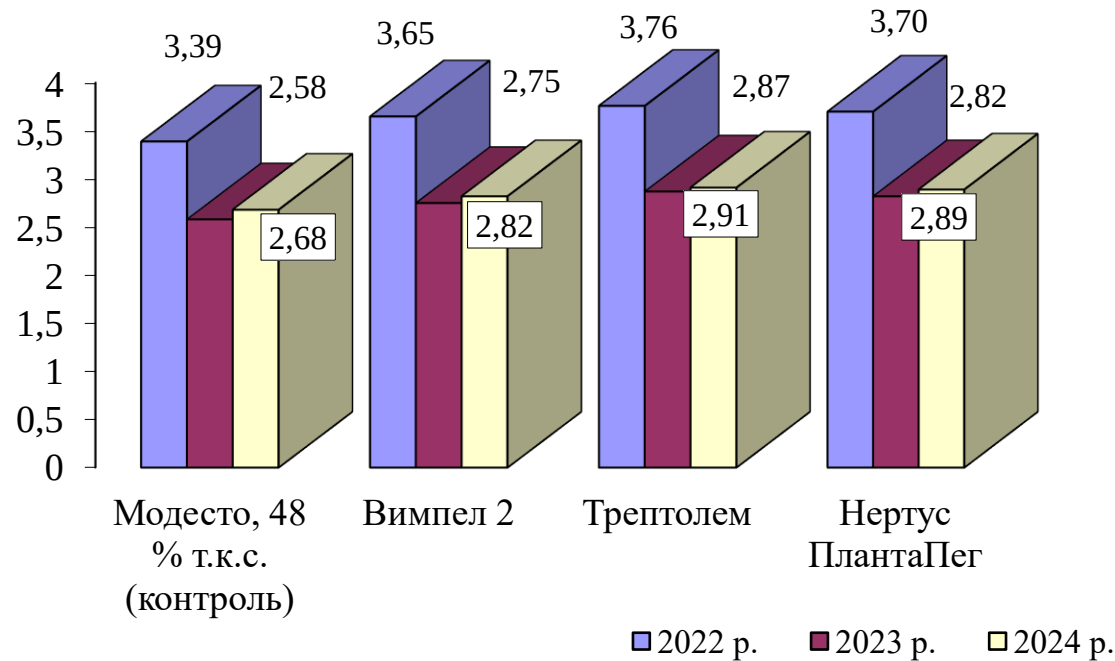


Рис. 3.4 Урожайність насіння гірчиці білої сорту Біла Принцеса залежно передпосівної обробки регуляторами росту (2022–2024 рр.), т/га

На рисунку 3.5 подано частку впливу факторів на урожайність насіння сортів гірчиці білої.

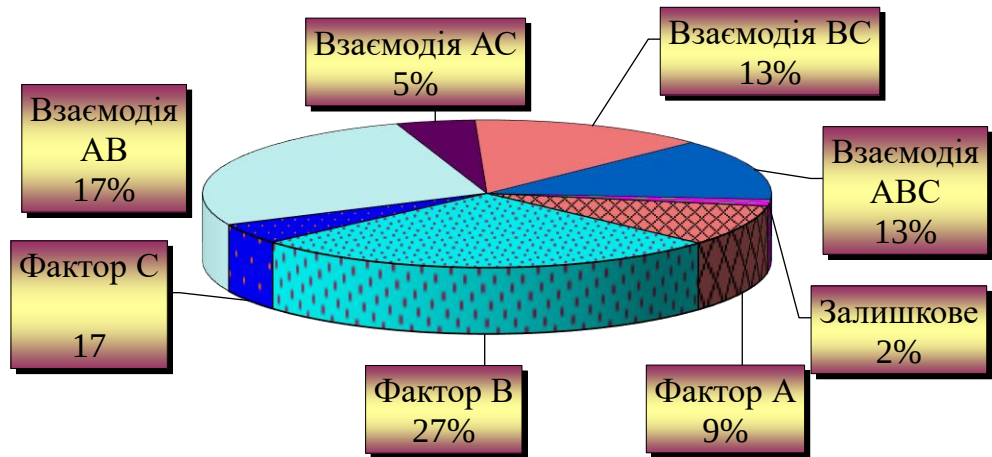


Рис. 3.5 Вплив факторів на урожайність насіння сортів гірчиці білої (2022–2024 рр.), %

Вплив сорту (фактор А) на урожайність насіння становив 9 %, стимуляторів росту (фактор В) – 27, погодних умов (фактор С) – 14, взаємодія: АВ – 17, АС – 5, ВС – 13, АВС – 13, інші (залишкове) фактори – 2 %.

Запорукою отримання високої врожайності гірчиці білої є якість насіння. Це одна з основних агрономічних вимог і починається із здорової насінини, яка в процесі розвитку проходить обмін речовин, що залежить не лише від спадкової основи ознак, а й тих умов, у яких вона формується. Внаслідок впливу різних зовнішніх факторів у ній проходять процеси синтезу, накопичення білків, ферментів та інших хімічних сполук, що визначають врожайні і посівні властивості насінини. Лише за оптимального поєднання факторів навколишнього середовища, застосування ефективних технологічних заходів сорти здатні повніше реалізовувати свій генетичний потенціал.

Досліджуючи вплив стимуляторів росту в передпосівній обробці насіння ми встановили їх позитивний вплив на масу 1000 насінин (рис. 3.6, дод. Г). Під їх дією середній показник зростав з 3,66 г на контролі до 3,78–3,85 г з застосуванням у передпосівній обробці насіння регуляторів росту.

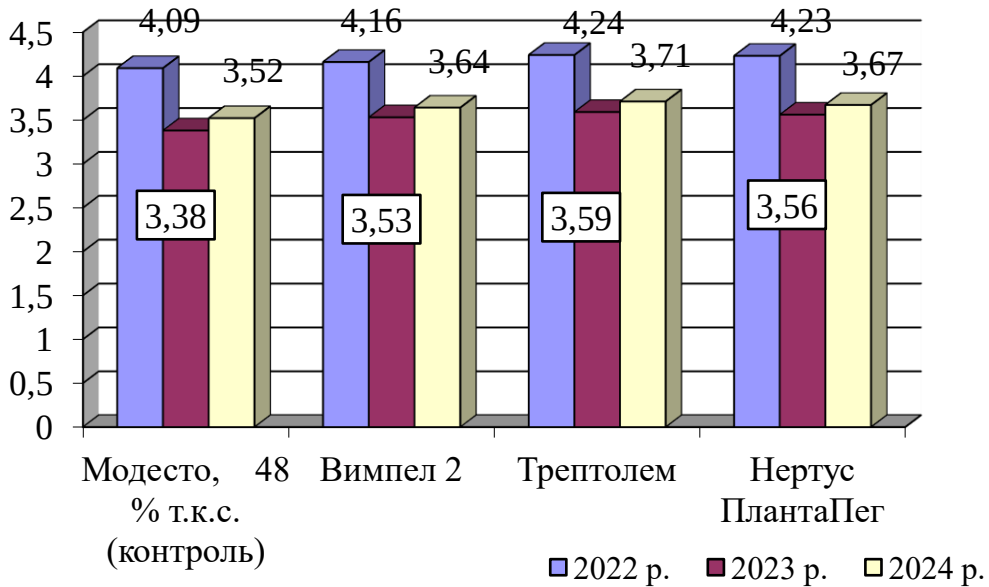


Рис. 3.6 Маса 1000 насінин гірчиці білої залежно передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2022–2024 рр.)

Насіння, яке формується на рослині гірчиці білої і навіть у стручку є неоднорідним за багатьма показниками, у т.ч. і генетично. Така матрикальна

різноякісність насіння виявляється у зміні морфологічних ознак біологічних і фізичних властивостей.

Температурні умови в період формування насіння гірчиці білої та досліджувані регулятори росту мали безпосередній вплив на енергію проростання, яка змінювалася з 82,2 до 85,2 % (рис. 3.7, дод. Д).

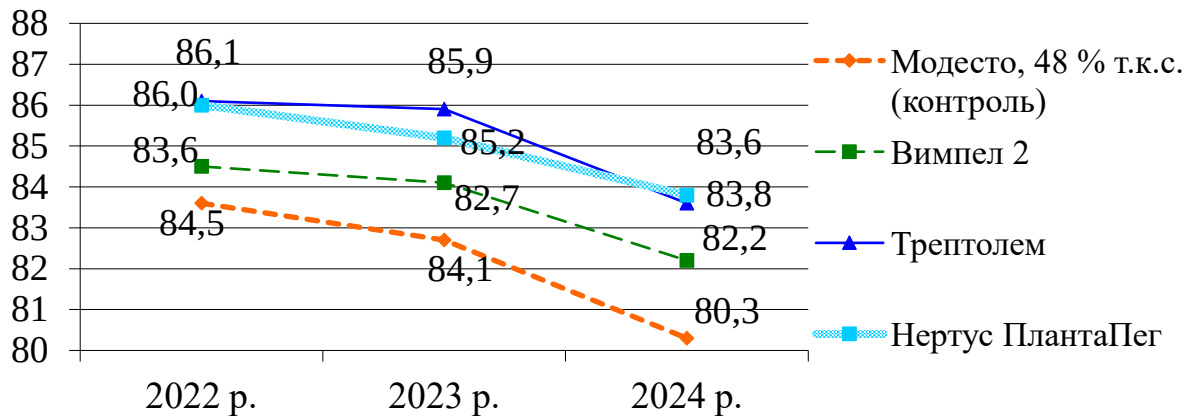


Рис. 3.7 Енергія проростання насіння гірчиці білої залежно передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2022–2024 рр.), %

Лабораторна схожість зібраного насіння гірчиці білої була високою (рис. 3.8, дод. Е).

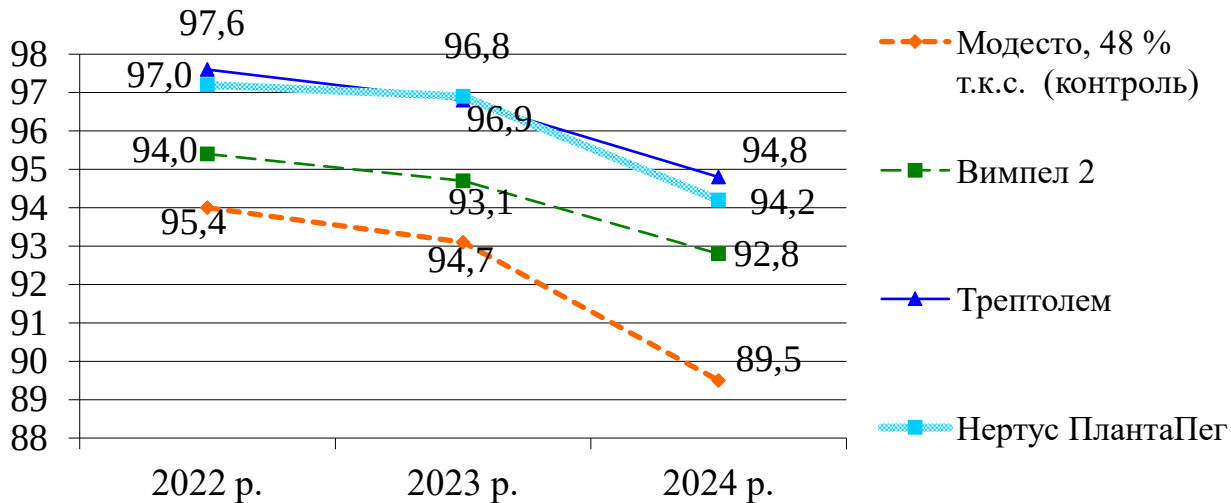


Рис. 3.8 Лабораторна схожість насіння гірчиці білої залежно від передпосівної обробки насіння регуляторами росту (2022–2024 рр.), %

Якщо на контролі (обробка насіння протруйником Модесто, 48 % т. к. с. вона складала 92,2 %, то на варіантах внесення стимуляторів росту зростала на 2,1–4,2 %.

Висновки до розділу 3

Нульова стадія росту (проростання насіння) є першим етапом і активною фазою життєдіяльності рослин, від якої залежить кінцевий результат – урожайність та якість вирощеної продукції, тому технологія вирощування сортів гірчиці білої повинна включати ефективні агрозаходи передпосівної обробки, які сприятимуть підвищенню польової схожості висіяного насіння:

- факторами, що впливали на проростання насіння були запаси продуктивної вологи посівного шару ґрунту (0–10 см), температурні умови й регулятори росту під впливом яких проходило інтенсивне поглинання вологи та активація ферментів в обробленому насінні;
- передпосівна обробка насіння баковими сумішами протруйника Модесто, 48 % т. к. с., 12,5 л/т з регуляторами росту забезпечувала підвищення польової схожості на 0,9–2,9 %. Найбільш ефективним було поєднання протруйника Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) з регулятором росту Нертус ПлантаПег в нормі 0,4 л/т;
- на варіантах внесення регуляторів росту розвиток рослин був кращим, тому стадія росту 8 (достигання) фаза ВВСН 87 (70 % стручків достигли, насіння жовте, тверде) наступала на 2–3 доби раніше;
- у 2022 р. повне дозрівання насіння в сорту Аріадна відмічено на 84–86 добу, в 2023 р. – 87–91, у 2024 р. – 81–83 добу, у Білої Принцеси відповідно: 2022 р. – 101–103; 2023 р. – 95–98; у 2024 р. – 93–96 добу;
- під впливом регуляторів росту площа листкової поверхні зростала на 1,6–3,5 тис. м²/га, коефіцієнт чистої продуктивності фотосинтезу – на 0,12–0,25 г/м² за добу;
- РР уже з ранніх етапів органогенезу позитивно впливали на ріст і розвиток рослин, зокрема їх висоту, кількість стебел, кількість стручків,

довжину стручка, насінин на рослині, масу насіння з рослини та масу 1000 насінин;

- за передпосівної обробки насіння регуляторами росту на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (макростадія 1 – розвиток листків, фаза ВВСН 14–16, 4–6 листків) + N_{20} (ВВСН 52–53 макростадія 5 – основна стадія росту, фаза – поява суцвіття) приріст урожайності складав 0,19–0,29 т/га. Найвищу ефективність забезпечив регулятор росту Трептолем (в нормі 0,25 л/т), у складі якого містяться природні фітогормони та рівнозначну Нертус ПлантаПег (0,4 л/т) з вмістом фульвокислот та солей гумінових кислот;
- посівні якості насіння (маса 1000 насінин, енергія проростання, лабораторна схожість) сортів гірчиці білої, отриманого з материнських рослин на які впливали регулятори росту, застосовані в передпосівній обробці були вищими на 0,6–1,0 г, 1,4–3,0 та 2,1–4,2 % порівняно з контролем – протруйник Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т).

За матеріалами даного розділу авторкою опубліковано такі наукові праці:

Волощук М. Ю. Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від агротехнічних заходів вирощування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 74 (1). С. 22-36. DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-2.

Волощук М. Ю. Стимулятори росту в підвищенні польової схожості насіння гірчиці білої. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: продовольча безпека в умовах воєнного часу і повоєнної відбудови країни* : матеріали XI Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених (с. Оброшине, 10 листоп. 2022 р.). Львів-Оброшине, 2022. С. 25-27.

Волощук М. Ю. Тривалість фаз розвитку гірчиці білої під впливом передпосівної обробки насіння стимуляторами росту. *Науково-інноваційний розвиток агровиробництва як запорука продовольчої безпеки України: вчора, сьогодні, завтра* : матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції Київ, 28–29 вересня 2023 р. / НААН, ННСГБ, Ін-т історії аграр.

науки, освіти та техніки, Ін-т СГ Карпатського регіону НААН; наук. ред. В. А. Вергунов. Київ – Оброшине, 2023. 305 с. С. 237-240.

Волощук М. Ю. Вплив передпосівної обробки насіння стимуляторами росту на тривалість фаз розвитку гірчиці білої. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: виклики і шляхи розвитку в умовах війни і повоєнної відбудови* : матеріали XII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 23 листоп. 2023 р.). Львів-Оброшине, 2023. С. 21-23.

РОЗДІЛ 4

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ НАСІННЯ Й ЗЕЛЕНОЇ МАСИ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РЕАКЦІЇ СОРТІВ НА РІВЕНЬ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН

4.1 Насіннєва продуктивність сортів

Однією з ключових умов для забезпечення високої продуктивності рослин гірчиці білої є оптимальне живлення. Для формування 1 т насіння культура потребує 55–60 кг азоту, 25–30 кг фосфору та 25–35 кг калію. Особливо важливим є збалансоване застосування макро- і мікроелементів, до яких гірчиця дуже чутлива. Потреба в цих елементах змінюється протягом вегетаційного періоду: на початкових етапах важливим є фосфор, під час вегетативного росту – азот, а на етапі генеративного розвитку – калій [157–160].

4.1.1 Польова схожість насіння та проходження фенофаз розвитку рослин

Досліджуючи зміну польової схожості висіяного насіння сортів гірчиці білої в 2022 р. під впливом внесення мінеральних добрив, ми не встановили достовірної різниці (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Польова схожість насіння гірчиці білої
залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022 р.), %**

Основне удобрення	Підживлення в фази:		Сорт		Середнє	± до конт- ролю
	4–6 листок	квітконос головного пагона	Аріадна	Біла Принцеса		
1	2	3	4	5	6	7
Контроль (без добрив)	-	-	92,3	92,3	92,3	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (BVCH 14–16)	-	92,5	92,6	92,6	0,3

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7
$N_{30}P_{60}K_{70}$	N_{40} (ВВСН 14–16)	N_{20} (ВВСН 52–53)	92,6	92,5	92,6	0,2
$N_{30}P_{90}K_{100}$	N_{50} (ВВСН 14–16)	N_{30} (ВВСН 52–53)	92,2	92,5	92,4	0,1

НІР_{0,05}

0,5

Примітка. Спосіб сівби – звичайний рядковий (15 см), норма висіву насіння – 1,5 млн схож. нас./га.

Середній даний показник по сортах варіював з 92,3 % на контролі (без добрив) до 92,6 % за норми внесення $N_{30}P_{90}K_{100}$ (НІР_{0,05} = 0,5 %). Збільшення норм внесення мінеральних добрив під гірчицю білу з $N_{30}P_{30}K_{35}$ до $N_{30}P_{90}K_{100}$ з поетапним внесенням азоту в N_{30-50} (ВВСН 14–16) та N_{20-30} (ВВСН 52–53) не мало впливу на польову схожість, даний показник змінювався від якості висіяного насіння та запасів вологи в посівному шарі ґрунту.

У 2023 р. на контролі (без добрив) польова схожість насіння гірчиці білої становила 94,5 % (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2023 р.), %

Основне удобрєння	Підживлення в фазі:		Сорт		Середнє	± до контролю
	4–6 листок	квітконос головного пагона	Аріадна	Біла Принцеса		
Контроль (без добрив)	-	-	94,3	94,6	94,5	-
$N_{30}P_{30}K_{35}$	N_{30} (ВВСН 14–16)	-	94,7	94,9	94,8	0,3
$N_{30}P_{60}K_{70}$	N_{40} (ВВСН 14–16)	N_{20} (ВВСН 52–53)	94,8	94,6	94,7	0,2
$N_{30}P_{90}K_{100}$	N_{50} (ВВСН 14–16)	N_{30} (ВВСН 52–53)	94,5	94,7	94,6	0,1

НІР_{0,05}

0,7

За внесення мінеральних добрив в нормі $N_{30}P_{30}K_{35}$ польова схожість зросла до 94,8 %, або на 0,3 % – до контролю.

Підвищення норми внесення фосфорно-калійних добрив до $N_{30}P_{60}K_{70}$ забезпечувало не достовірному зростанню польової схожості насіння на 0,2 %, а за найвищої норми $N_{30}P_{90}K_{100}$ – на 0,1 %.

У 2024 р. на контролі без добрив середній показник польової схожості по сортах становив 91,5 % (табл. 4.3). За внесення $N_{30}P_{30}K_{35}$ зростав на 0,5 %, $N_{30}P_{60}K_{70}$ – 1,3 %, а за $N_{30}P_{90}K_{100}$ – на 1,7 % ($HP_{0,05} = 1,0$ %).

Таблиця 4.3

Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2024 р.), %

Основне удобрення	Підживлення в фазі:		Сорт		Середнє	± до контролю
	4–6 листок	квітконос головного пагона	Аріадна	Біла принцеса		
Контроль (без добрив)	-	-	91,2	91,8	91,5	-
$N_{30}P_{30}K_{35}$	N_{30} (BBCH 14– 16)	-	92,2	91,8	92,0	0,5
$N_{30}P_{60}K_{70}$	N_{40} (BBCH 14–16)	N_{20} (BBCH 52–53)	93,1	92,4	92,8	1,3
$N_{30}P_{90}K_{100}$	N_{50} (BBCH 14–16)	N_{30} (BBCH 52–53)	93,4	93,0	93,2	1,7
$HP_{0,05}$					1,0	

Середній показник польової схожості на контролі без добрив складав 92,8 % (рис. 4.1, дод. Ж). За внесення мінеральних добрив він підвищувався на 0,4–0,7 % ($HP_{0,05} = 0,5; 0,7; 1,0$).

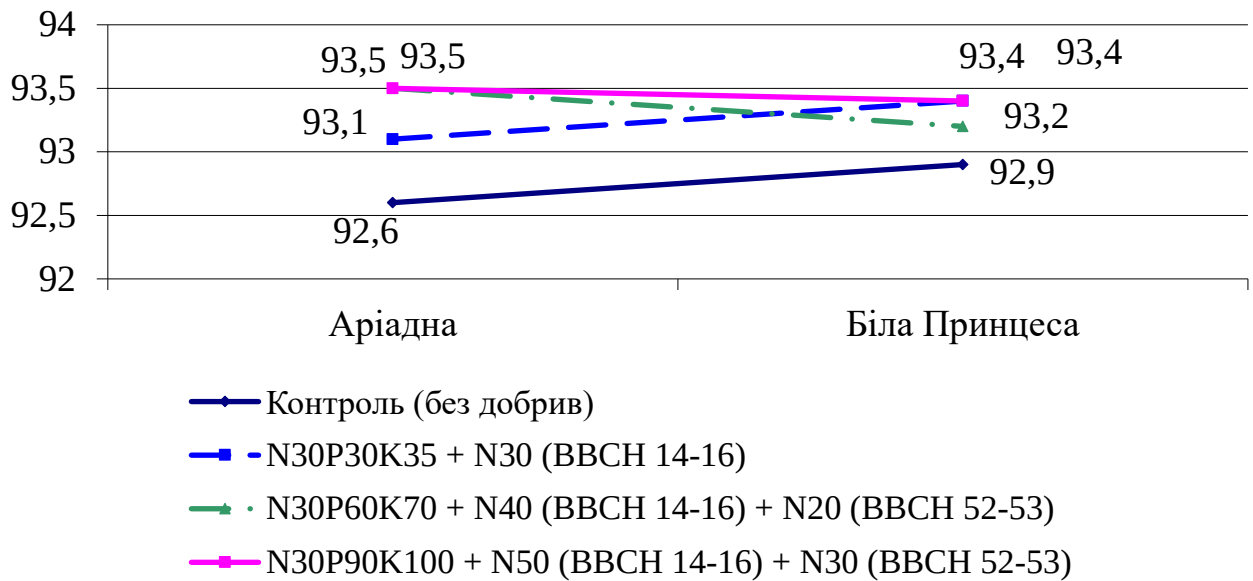


Рис. 4.1 Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 рр.), %

За статистичною обробкою даних частка впливу мінеральних добрив (фактор В) на польову схожість насіння становила 10 %, сорту (фактор А) – 4 %, взаємодія АВ – 3 %, інші (погодні умови, підготовка ґрунту та ін.) – 83 % (рис. 4.2).

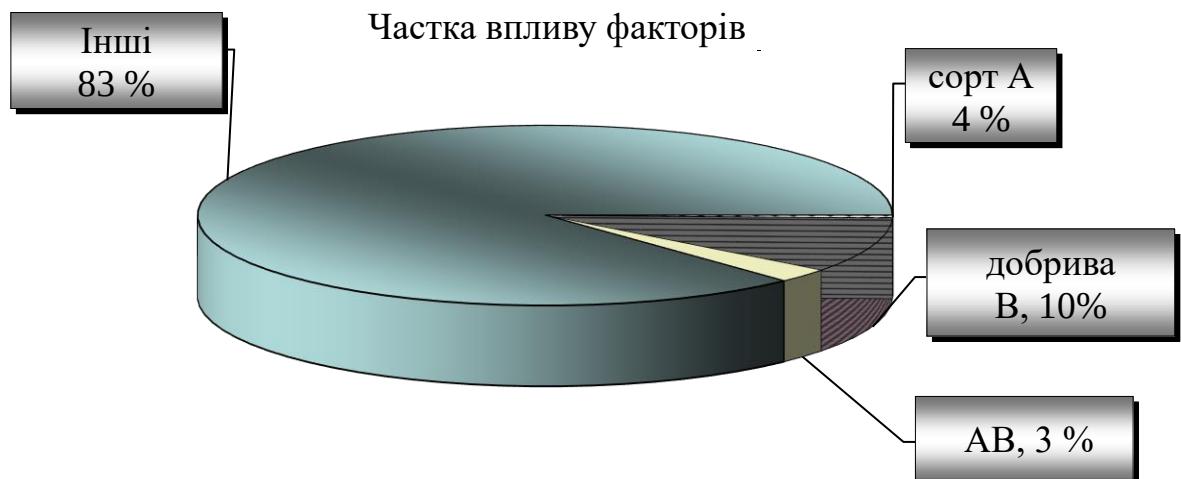


Рис. 4.2 Вплив факторів на польову схожість насіння гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив, (2022–2024 рр.)

Дані подані в таблиці 4.4 вказують на взаємозв'язок між польовою схожістю насіння сортів і нормою внесення мінеральних добрив. Якщо за внесення $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (ВВСН 14–16) кореляція сортів становила у сорту Аріадна ($r = 0,265$), Білої Принцеси ($r = 0,260$), то за внесення $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) недостовірно більшувалася до 0,309 і 0,305. Що вказує на пряму слабку кореляцію між цими показниками.

Таблиця 4.4

Кореляція (r) між польовою схожістю насіння (%) та нормою внесення мінеральних добрив (2022–2024 рр.)

Основне удобрення	Підживлення в фазі:		Сорт			
	4–6 листок	квітконос головного пагона	Аріадна		Біла Принцеса	
			%	r	%	r
Контроль (без добрив)	-	-	92,6	-	92,9	-
$N_{30}P_{30}K_{35}$	N_{30} (ВВСН 14–16)	-	93,1	0,265	93,4	0,260
$N_{30}P_{60}K_{70}$	N_{40} (ВВСН 14–16)	N_{20} (ВВСН 52–53)	93,5	0,284	93,2	0,281
$N_{30}P_{90}K_{100}$	N_{50} (ВВСН 14–16)	N_{30} (ВВСН 52–53)	93,5	0,309	93,4	0,305

Примітка. Коефіцієнт кореляції (r): від 0 до 0,33 – слабка, 0,33 до 0,66 – середня, 0,66 до 1,00 – сильна, 1,00 – повна, як для прямої (+), так і зворотної (-).

Внесення мінеральних добрив з підживленням гірчиці білої за етапами органогенезу суттєво впливало на проходження фаз вегетації сортів (табл. 4.5). У 2022 р. на контролі (без добрив) за сівби гірчиці білої в першій декаді травня повні сходи (макростадія 0, ВВСН 09) відмічено на 10 добу.

Тривалість від повних сходів до фази формування 9 листків (ВВСН 19) становила – 15–16 діб, 2/29 – 33–35 діб у сорту Аріадна і 36–39 доби Біла Принцеса. Фаза цвітіння (ВВСН 69) наступала через 37–41 і 45–47 діб, а фаза (ВВСН 79) – 79–85 і 84–87 діб.

Вегетаційний період (ВВСН 89) у сорту Аріадна на контролі становив 85 діб у сорту Біла Принцеса – 100 діб і довшим був за внесення мінеральних добрив.

Таблиця 4.5

Тривалість фаз розвитку сортів гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022 р.), діб

Основне удобрення	Підживлення в фази:		Сорт											
	4–6 листок	квітконос головного пагона	Аріадна						Біла Принцеса					
			0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89	0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89
Контроль (без добрив)	-	-	10	16	35	41	79	85	11	19	39	47	84	100
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (ВВСН 14–16)	-	9	16	34	39	82	86	10	19	38	46	85	102
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (ВВСН 14–16)	N ₂₀ (ВВСН 52–53)	9	15	33	37	84	88	10	18	36	45	87	105
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (ВВСН 14–16)	N ₃₀ (ВВСН 52–53)	9	15	33	37	85	88	10	18	36	45	87	105

За більшої кількості опадів в період сівби 2023 р. повні сходи гірчиці білої (макростадія 0, ВВСН 09) на контролі відзначено на 8 добу і швидше на варіантах внесення мінеральних добрив (табл. 4.6). Тривалість утворення 9-го справжнього листка (ВВСН 19) скоротилася на 1–2 доби в сорту Аріадна і на 2–3 доби – в Білої Принцеси. Другий період фаза 2/29 наступила на 32–34 добу в сорту Аріадна і 31–35 – в Білої Принцеси. Фаза цвітіння (ВВСН 69), відповідно наступала через 38–40 і 41–43 доби, а фаза ВВСН 79 – 77–81 і 80–83 доби.

Утворення стручків найшвидше проходило за норми внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{90}K_{100}$ з поетапним підживлення N_{50} в фазу ВВСН 14–16 та N_{30} – ВВСН 52–53. Однак період дозрівання насіння порівняно з контролем був довшим на 3–6 діб в Аріадни і на 2–5 діб – в Білої Принцеси. Вегетаційний період (ВВСН 89) у сорту Аріадна на контролі становив 83 доби, сорту Біла Принцеса – 94.

Таблиця 4.6

Тривалість фаз розвитку сортів гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2023 р.), діб

Основне удобрення	Підживлення в фази:		Сорт											
	4–6 листок	квітконос головного пагона	Аріадна						Біла Принцеса					
			0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89	0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89
Контроль (без добрив)	-	-	8	14	34	40	77	83	8	15	35	43	80	94
$N_{30}P_{30}K_{35}$	N_{30} (ВВСН 14–16)	-	7	13	33	38	80	84	8	13	33	41	82	95
$N_{30}P_{60}K_{70}$	N_{40} (ВВСН 14–16)	N_{20} (ВВСН 52–53)	7	12	32	38	81	85	7	12	32	41	83	96
$N_{30}P_{90}K_{100}$	N_{50} (ВВСН 14–16)	N_{30} (ВВСН 52–53)	7	12	32	38	81	85	7	12	31	41	82	96

Низька продуктивна вологість ґрунту в 2024 р. обумовила появу сходів насіння сортів на 9 добу на контролі – без добрив і на 1–2 доби швидше за їх внесення (табл. 4.7). Через 12–13 діб відмічали на контролі фазу ВВСН 19 – 9 справжнього листка. За внесення мінеральних добрив ця фаза наступала швидше на 1–2 доби в обидвох сортів, а також фаза гілкування, яка припадає на другий період росту фази ВВСН 2/29. Кількість діб від повних сходів до появи суцвіть та фази цвітіння (ВВСН 6/61–69) в сорту Аріадна становила 57

(контроль) – 55–54 доби, за внесення мінеральних добрив, а в Білої Принцеси – 58–55 діб, до стадії утворення стручків (ВВСН 7/79) тривалість була – 79–75 і 78–74 доби. Вегетаційний період (ВВСН 89) на контролі (без добрив) у сорту Аріадна становив 85 діб, Білої Принцеси – 93 і довшим був, відповідно на 2–5 і 3–4 доби за норм внесення мінеральних добрив.

Таблиця 4.7

Тривалість фаз розвитку сортів гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2024 р.), діб

Основне удобрення	Підживлення в фази:		Сорт											
	4–6 листок	звітконос головного пагона	Аріадна						Біла Принцеса					
			0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89	0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89
Контроль (без добрив)	-	-	9	13	31	57	79	85	9	12	30	58	78	93
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (ВВСН 14–16)	-	8	12	30	55	76	87	8	11	29	56	75	96
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (ВВСН 14–16)	N ₂₀ (ВВСН 52–53)	8	12	29	55	75	88	8	11	28	56	74	97
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (ВВСН 14–16)	N ₃₀ (ВВСН 52–53)	7	11	29	54	75	89	7	10	28	55	74	97

4.1.2 Формування асиміляційної поверхні посіву

Встановлена пряма залежність норм внесення мінеральних добрив на площу листової поверхні рослин гірчиці білої та чисту продуктивність фотосинтезу.

У 2022 р. на контролі – без внесення мінеральних добрив середня листовка площа становила 33,5 тис. м²/га (табл. 4.8).

За норми внесення $N_{30}P_{30}K_{35}$ + підживлення N_{30} у фазі BBCH 14–16 (4–6 листок) показник достовірно збільшувався на 4,2 тис. $m^2/га$ ($HP_{0,05} = 0,8$ тис. $m^2/га$). Вищі норми внесення мінеральних добрив з підживленням за етапами органогенезу обумовлювали зростання приростів на 5,3–6,0 тис. $m^2/га$.

Таблиця 4.8

**Площа листової поверхні сортів гірчиці білої залежно від норм
внесення мінеральних добрив (2022 р.), тис. $m^2/га$**

Основне удобрення	Підживлення в фазі:		Сорт		Середнє	± до контролю
	4–6 листок	квітконос головного пагона	Аріадна	Біла Принцеса		
Контроль (без добрив)	-	-	32,9	34,0	33,5	-
$N_{30}P_{30}K_{35}$	N_{30} (BBCH 14–16)	-	36,5	38,9	37,7	4,2
$N_{30}P_{60}K_{70}$	N_{40} (BBCH 14–16)	N_{20} (BBCH 52–53)	37,4	40,2	38,8	5,3
$N_{30}P_{90}K_{100}$	N_{50} (BBCH 14–16)	N_{30} (BBCH 52–53)	38,1	40,9	39,5	6,0

 $HP_{0,05}$

0,8

У 2023 р. середній показник по сортах площі листової поверхні на контролі (без добрив) становив 29,1 тис. $m^2/га$ і зростав з внесенням мінеральних добрив (табл. 4.9).

За норми $N_{30}P_{30}K_{35}$ площа листової поверхні у сорту Аріадна становила – 31,8 тис. $m^2/га$, а Білої Принцеси була більшою на 0,3 тис. $m^2/га$. Підвищення норми фосфорно-калійних добрив в основному внесенні та азотних у підживленні за етапами органогенезу сприяло формуванню більшої кількості листків. Найбільшу площу листків – 34,7–34,9 тис. $m^2/га$ зафіксували на варіанті внесення $N_{30}P_{90}K_{100}$ + підживлення аміачною селітрою N_{50} у фазі розетки 4–6 листків (BBCH 14–16) та в фазі формування квітконосу головного пагона N_{30} (BBCH 52–53).

Таблиця 4.9

**Площа листкової поверхні сортів гірчиці білої залежно від норм
внесення мінеральних добрив (2023 р.), тис.м²/га**

Основне удобрення	Підживлення в фазу:		Сорт		Середнє	± до контролю
	4–6 листок	квітконос головного пагона	Аріадна	Біла Принцеса		
Контроль (без добрив)	-	-	28,9	29,2	29,1	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (BBCH 14–16)	-	31,8	32,1	32,0	2,9
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (BBCH 14–16)	N ₂₀ (BBCH 52–53)	32,8	33,4	33,1	4,0
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 52–53)	34,7	34,9	34,3	5,2
НІР _{0,05}					1,0	

У 2024 р. на контролі площа листків становила 25,5 тис. м²/га і зростала у такій ж закономірності як у попередніх роках на 1,5–4,5 тис. м²/га (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

**Площа листкової поверхні сортів гірчиці білої залежно від норм
внесення мінеральних добрив (2024 р.), тис.м²/га**

Основне удобрення	Підживлення в фази:		Сорт		Середнє	± до контролю
	4–6 листок	квітконос головного пагона	Аріадна	Біла Принцеса		
Контроль (без добрив)	-	-	25,7	25,3	25,5	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (BBCH 14–16)	-	26,9	27,1	27,0	1,5
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (BBCH 14–16)	N ₂₀ (BBCH 52–53)	27,4	28,5	28,0	2,5
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 52–53)	29,8	30,2	30,0	4,5
НІР _{0,05}					0,9	

Середній показник площі листкової поверхні сортів за роки досліджень на контролі складав 29,4 тис. м²/га і зростав на 2,8–5,4 тис. м²/га за внесення мінеральних добрив (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

Площа листкової поверхні сортів гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 рр.), тис.м²/га

Основне удобрення	Підживлення в фази:		Сорт								Середнє за сортами	± до контролю
	4–6 листок	квітко- нос голов- ного пагона	Аріадна				Біла Принцеса					
			2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє		
Контроль (без добрив)	-	-	32,9	28,9	25,7	29,2	34,0	29,2	25,3	29,5	29,4	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (BBCH 14–16)	-	36,5	31,8	26,9	31,7	38,9	32,1	27,1	32,7	32,2	2,8
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (BBCH 14–16)	N ₂₀ (BBCH 52–53)	37,4	32,8	27,4	32,5	40,2	33,4	28,5	34,0	33,3	3,9
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 52–53)	38,1	34,7	29,8	34,2	40,9	34,9	30,2	35,3	34,8	5,4
H _{IP} _{0,05}			0,7	0,9	0,8		0,8	1,0	0,9			

Залежно від внесення норм мінеральних добрив у 2022 р. чиста продуктивність фотосинтезу в сорту Аріадна зростала з 1,33 до 1,98 г/м² за добу, у Білої Принцеси – з 1,39 до 2,00 г/м² за добу (табл. 4.12).

За H_{IP}_{0,05} = 0,09 достовірної різниці між сортами не виявлено і достовірною була між варіантами досліду.

Таблиця 4.12

**Чиста продуктивність фотосинтезу сортів гірчиці білої
залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022 р.), г/м² за добу**

Основне удобрення	Підживлення в фазу:		Сорт		Середнє	± до контролю
	4–6 листок	квітконос головного пагона	Аріадна	Біла Принцеса		
Контроль (без добрив)	-	-	1,33	1,39	1,36	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (ВВСН 14–16)	-	1,72	1,74	1,73	0,37
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (ВВСН 14–16)	N ₂₀ (ВВСН 52–53)	1,82	1,86	1,84	0,48
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (ВВСН 14–16)	N ₃₀ (ВВСН 52–53)	1,98	2,00	1,99	0,63
НІР _{0,05}					0,09	

У 2023 р. чиста продуктивність фотосинтезу варіювала від 1,35 до 1,87 г/м² за добу (табл. 4.13). Порівняно з контролем (без добрив) на варіантах з їх внесення даний показник зростав на 0,35–0,52 г/м² за добу.

Таблиця 4.13

**Чиста продуктивність фотосинтезу сортів гірчиці білої залежно від норм
внесення мінеральних добрив (2023 р.), г/м² за добу**

Основне удобрення	Підживлення в фазу:		Сорт		Середнє	± до контролю
	4–6 листок	квітконос головного пагона	Аріадна	Біла Принцеса		
Контроль (без добрив)	-	-	1,34	1,36	1,35	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (ВВСН 14–16)	-	1,69	1,70	1,70	0,35
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (ВВСН 14–16)	N ₂₀ (ВВСН 52–53)	1,76	1,80	1,78	0,43
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (ВВСН 14–16)	N ₃₀ (ВВСН 52–53)	1,85	1,89	1,87	0,52
НІР _{0,05}					0,15	

У 2024 р. на контролі (без внесення добрив) чиста продуктивність фотосинтезу становила 1,17 г/м² за добу (табл. 4.14). Норми мінеральних добрив з підживленням азотом у фазу 4–6 листків та в фазі формування квітконосу головного пагона сприяли зростанню показника на 0,26–0,47 г/м² за добу.

Таблиця 4.14

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2024 р.), г/м² за добу

Основне удобрення	Підживлення в фазу:		Сорт		Середнє	± до контролю
	4–6 листок	квітконос головного пагона	Аріадна	Біла Принцеса		
Контроль (без добрив)	-	-	1,08	1,26	1,17	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (BBCH 14–16)	-	1,39	1,47	1,43	0,26
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (BBCH 14–16)	N ₂₀ (BBCH 52–53)	1,48	1,54	1,51	0,34
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 52–53)	1,60	1,68	1,64	0,47
H _{IP} 0,05			0,10			

За роки досліджень середній показник чистої продуктивності фотосинтезу сортів гірчиці білої варіював від 1,29 до 1,91 г/м² за добу, що вище контролю на 0,33–0,62 г/м² за добу (табл. 4.15).

Таблиця 4.15

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 рр.), г/м² за добу

Основне удобрення	Підживлення в фазу:		Рік			Середнє	± до контролю
	4–6 листок	квітконос головного пагона	2022	2023	2024		
1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль (без добрив)	-	-	1,36	1,35	1,17	1,29	-

Продовження таблиці 4.15

1	2	3	4	5	6	7	8
$N_{30}P_{30}K_{35}$	N_{30} (ВВСН 14–16)	-	1,73	1,71	1,43	1,62	0,33
$N_{30}P_{60}K_{70}$	N_{40} (ВВСН 14–16)	N_{20} (ВВСН 52–53)	1,84	1,86	1,51	1,74	0,45
$N_{30}P_{90}K_{100}$	N_{50} (ВВСН 14–16)	N_{30} (ВВСН 52–53)	1,99	2,10	1,64	1,91	0,62
$НІР_{0,05}$			0,09	0,15	0,10		

4.1.3 Оцінка за морфологічними показниками

Визначення закономірностей будови та процесів формоутворення рослин в їхньому індивідуальному розвитку має важливе значення у технологічному аспекті вирощування гірчиці білої. Правильно визначена норма внесення мінеральних добрив сприяє створенню оптимальних умов для їх живлення, що обумовлює ріст і розвиток та суттєво впливає на рівень врожайності культури і її складники. Визначаючи морфологічні параметри рослин сортів гірчиці білої, ми встановили їх зміну залежно від біологічних особливостей сорту, погодних складових та досліджуваних норм внесення добрив (табл. 4.16).

За середньорічними показниками на варіантах з застосування мінеральних добрив висота рослин порівняно з контролем (89 см) зростала до 98–105 см, або на 9,0–19,0 см у сорту Аріадна і на 11,0–23,0 – в сорту Біла Принцеса. За норми $N_{110}P_{90}K_{100}$ з поетапним внесенням азоту кількість стебел на рослині зростала до 3,2 шт/рос, або була більшою порівняно з контролем (без добрив) на 1,9 і 1,8 шт. На варіантах удобрення рослини формували більшу кількість стручків на рослині 126–136 шт (Аріадна), 128–137 шт (Біла Принцеса), що вище контролю, відповідно на 37–47 шт/рос. і 39–55 шт/рос.

Порівняно з контролем (без добрив) максимальні значення довжини стручка (3,1; 3,3 см), насінин в стручку (6,0; 6,2 шт), кількості насінин з рослини (816; 911 шт) забезпечила норма основного внесення $N_{30}P_{90}K_{100}$ з підживленням 50 кг д.р. ВВСН 14–16 і 30 кг д.р. у ВВСН 52–53.

Таблиця 4.16

Вплив норм внесення мінеральних добрив на морфометричні параметри сортів гірчиці білої (2022–2024 рр.)

Норма застосування мінеральних добрив, д.р./га			Сорт													
			Аріадна							Біла Принцеса						
ОСНОВНЕ	підживлення		висота рослини, см	стебел на рослині, шт.	кількість стручків, шт.	довжина стручка, см	насінин в стручку, шт.	кількість насінин з рослини, шт	маса насіння з рослини, г	висота рослини, см	стебел на рослині, шт.	кількість стручків, шт.	довжина стручка, см	насінин в стручку, шт.	кількість насінин з рослини, шт	маса насіння рослини, г
	ВВСН 14–16	ВВСН 52–53														
Контроль (без добрив)	-	-	89	1,3	89	2,3	4,2	374	1,78	91	1,4	92	2,4	4,3	400	1,95
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		98	2,5	126	2,9	4,3	542	2,94	102	2,6	128	3,2	4,5	576	3,04
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	103	2,8	129	3,0	4,4	568	3,38	107	3,0	131	3,3	4,5	590	3,46
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	108	3,2	136	3,1	5,0	680	3,86	114	3,2	137	3,3	5,0	685	3,92
HP _{0,05}			5	0,2	10	0,1	0,2	15	0,08	4	0,3	11	0,1	0,2	14	0,09

За $HP_{0,05} = 0,09$ г достовірно більшою була маса насіння зібрана з рослини. Якщо на контролі (без добрив) даний показник становив 1,95 г, то за норми внесення $N_{30}P_{30}K_{35}$ з підживленням у фазі ВВСН 14–16 азотом N_{30} зростав до 3,04 г. Збільшення норми фосфорно-калійних добрив до $N_{30}P_{90}K_{100}$ та азотних N_{50} у фазу ВВСН 14–16 + N_{30} в ВВСН 52–53 забезпечував найбільшу масу насіння з рослини – 3,92 г.

4.1.4 Рівень продуктивності сортів

Високий рівень урожайності, її стабільність та якість отриманої продукції є основними вимогами виробництва до впровадження нових сортів [161].

У досліді з вивчення норм внесення мінеральних добрив у 2022 р. ми зафіксували, що на контролі (без добрив) насіннева продуктивність гірчиці формувалася на природній родючості ґрунту, тому була низькою 1,75 т/га (Аріадна) – 1,95 т/га (Біла Принцеса) (табл. 4.17).

Таблиця 4.17

Урожайність насіння сортів гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022 р.)

Норма застосування мінеральних добрив, д. р./га			Сорт						Середнє	± до контролю	
			Аріадна			Біла Принцеса					
основне	підживлення		т/га	± до контролю		т/га	± до контролю				
	ВВСН 14–16	ВВСН 52–53									
Контроль (без добрив)	-	-	1,75	-	-	1,95	-	-	1,85	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		3,48	1,73	-	3,74	1,79	-	3,61	1,76	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	3,78	2,03	0,30	4,07	2,12	0,33	3,93	2,08	0,32
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	4,13	2,38	0,65	4,42	2,47	0,68	4,28	2,43	0,67
НІР _{0,05}			0,25			0,27					

За основного внесення мінеральних добрив в нормі $N_{30}P_{30}K_{35}$ та додаткового – підживлення аміачною селітрою в нормі N_{30} у фазу ВВСН 14–16 урожайність зростала до 3,48 т/га (Аріадна) – 3,74 т/га (Біла Принцеса), що становило приріст до контролю 1,73 т/га і 1,79 т/га. Збільшення норми фосфорно-калійних добрив – $N_{30}P_{60}K_{70}$ та підживлення N_{40} у фази: ВВСН 14–16 + N_{20} – ВВСН 52–53 сприяло вищій врожайності сортів на 2,03 т/га (Аріадна) та на 2,08 т/га (Біла Принцеса).

За норми основного внесення $N_{30}P_{90}K_{100}$ і підживлень аміачною селітрою у ці ж фази в нормі $N_{50} + N_{30}$ середній приріст до контролю (без добрив) по сортах становив – 2,38 і 2,47 т/га і був найвищим.

У 2023 р. на контролі (без добрив) урожайність насіння гірчиці білої становила 1,59 т/га (Аріадна) – 1,62 т/га (Біла Принцеса) (табл. 4.18).

Таблиця 4.18

Урожайність насіння сортів гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2023 р.)

Норма застосування мінеральних добрив, д. р./га			Сорт						Середнє	± до контролю	
			Аріадна			Біла Принцеса					
основне	підживлення		т/га	± до контролю		т/га	± до контролю				
	ВВСН	ВВСН									
	14–16	52–53									
Контроль (без добрив)	-	-	1,59	-	-	1,62	-	-	1,61	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		3,30	1,71	-	3,34	1,72	-	3,32	1,71	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	3,56	1,91	0,20	3,70	2,08	0,36	3,63	2,02	0,31
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	3,89	2,30	0,59	3,93	2,31	0,59	3,91	2,30	0,59
НІР _{0,05}			0,18			0,21					

За основного внесення мінеральних добрив в нормі $N_{30}P_{30}K_{35}$ та додаткового – підживлення аміачною селітрою в нормі N_{30} у фазу ВВСН 14–

16 даний показник зростав до 3,30 т/га (Аріадна) – 3,34 т/га (Біла Принцеса). Приріст до контролю в обидвох сортів був рівнозначним і становив 1,71–1,72 т/га. Збільшення норми внесення фосфорно-калійних добрив – $N_{30}P_{60}K_{70}$ та підживлення N_{40} у фази ВВСН 14–16 (4–6 листків) + N_{20} (ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона) забезпечило вищу врожайність сортів на 1,91 т/га (Аріадна), 2,08 т/га (Біла Принцеса). За найвищої норми основного внесення $N_{30}P_{90}K_{100}$ і підживлень аміачною селітрою у ці ж фази в нормі N_{50} + N_{30} середній приріст до контролю (без добрив) по сортах складав 2,30–2,31 т/га і був найвищим.

У 2024 р. урожайність насіння гірчиці білої на контролі (без добрив) становила 1,29 т/га (Аріадна) – 1,32 т/га (Біла Принцеса) (табл. 4.19).

Таблиця 4.19

Урожайність насіння сортів гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2024 р.)

Норма застосування мінеральних добрив, д. р./га			Сорт						Середнє	± до контролю	
			Аріадна			Біла Принцеса					
основне	підживлення		т/га	± до контролю		т/га	± до контролю				
	ВВСН 14–16	ВВСН 52–53									
Контроль (без добрив)	-	-	1,29	-	-	1,32	-	-	1,31	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		1,89	0,60	-	1,94	0,62	-	1,92	0,61	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	2,27	0,98	0,38	2,33	1,01	0,39	2,30	0,99	0,38
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	2,48	1,19	0,59	2,51	1,19	0,57	2,50	1,19	0,58
НІР _{0,05}			0,15			0,16					

За основного внесення мінеральних добрив в нормі $N_{30}P_{30}K_{35}$ та додаткового – підживлення аміачною селітрою в нормі N_{30} у фази ВВСН 14–16 даний показник зростав до 1,89 т/га (Аріадна) – 1,94 т/га (Біла Принцеса).

Приріст до контролю в сортів становив 0,60–0,62 т/га. Збільшення норми внесення фосфорно-калійних добрив – $N_{30}P_{60}K_{70}$ та підживлення N_{40} у фазі (ВВСН 14–16 + N_{20} (ВВСН 52–53) забезпечило вищу врожайність сортів на 0,98 т/га (Аріадна), 1,01 т/га (Біла Принцеса).

За найвищої норми основного внесення $N_{30}P_{90}K_{100}$ і підживлень аміачною селітрою у ці ж фази в нормі N_{50} + N_{30} середній приріст до контролю (без добрив) по сортах складав 1,19 т/га.

За три роки досліджень середня по сортах урожайність насіння гірчиці білої на контролі (без удобрення) становила 1,59 т/га (рис. 4.3, дод. 3). За норм внесення: $N_{30}P_{30}K_{35}$ з підживленням у фазу 4–6 листків N_{30} (ВВСН 14–16) приріст до контролю становив 1,36 т/га, за більшої норми добрив – $N_{30}P_{60}K_{70}$ + N_{40} (ВВСН 14–16) + N_{20} (ВВСН 52–53) підвищення складало 1,73 т/га. Найвищим (1,97 т/га) було за норми $N_{30}P_{90}K_{100}$ + N_{50} (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53).

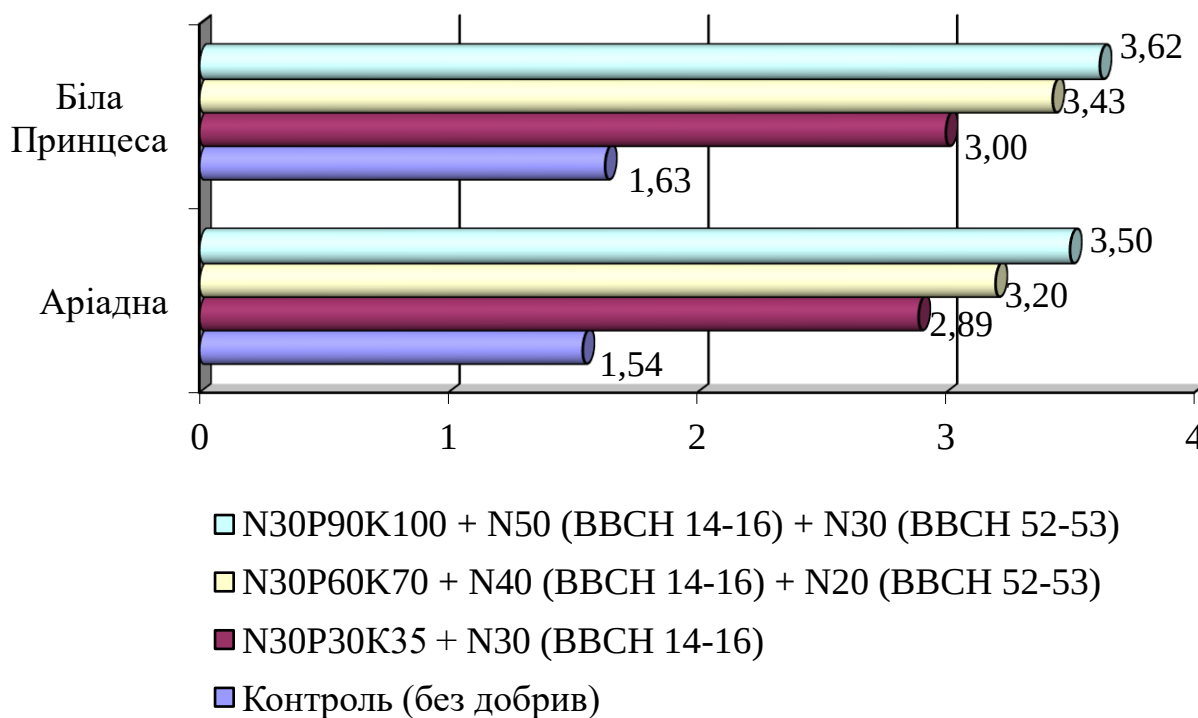


Рис. 4.3 Урожайність насіння сортів гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 рр.), т/га

За статистичною обробкою даних частка впливу на урожайність насіння гірчиці білої становила: сорту (фактор А) – 18 %, мінеральних добрив (фактор В) – 24, погодних умов (фактор С) – 5, взаємодія сорту і мінеральних добрив (АВ) – 14, сорту і погодних факторі (АС) – 5, мінеральних добрив і погодних умов (ВС) – 14, сорту, мінеральних добрив і погодних умов (АВС) – 15 і інших факторів – 5 % (рис. 4.4).

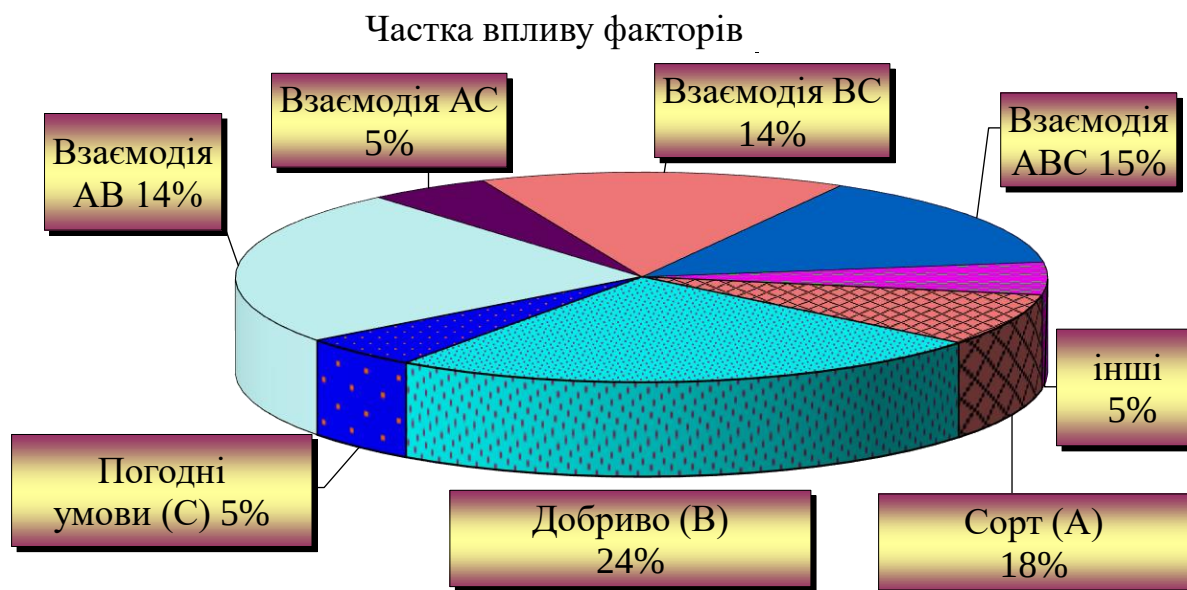


Рис. 4.4 Вплив факторів на формування урожайності насіння сортів гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 рр.), %

Крупне насіння гірчиці білої за масою 1000 насінин є гарантією отримання більш дружніх сходів за рахунок забезпечення корневих пагінців на початкових етапах росту і розвитку кращими умовами живлення.

Вивчаючи зміну маси 1000 насінин ми встановили достовірний вплив на її формування як погодних умов року, так і системи живлення рослин (рис. 4.5, дод. И). У 2022 р. цей показник у сорту Аріадна був в межах 2,99–4,96 г, а в Білої Принцеси – 3,05–5,00 г, у 2023 р., відповідно 2,38–4,11 і 2,55–4,45 г, а в 2024 р. – 2,00–4,00 і 2,05–4,02 г. Середній за роки досліджень показник маси 1000 насінин у сортів на контролі (без добрив) становив 2,50 г і зростав на 0,29–1,93 г за внесення мінеральних добрив.

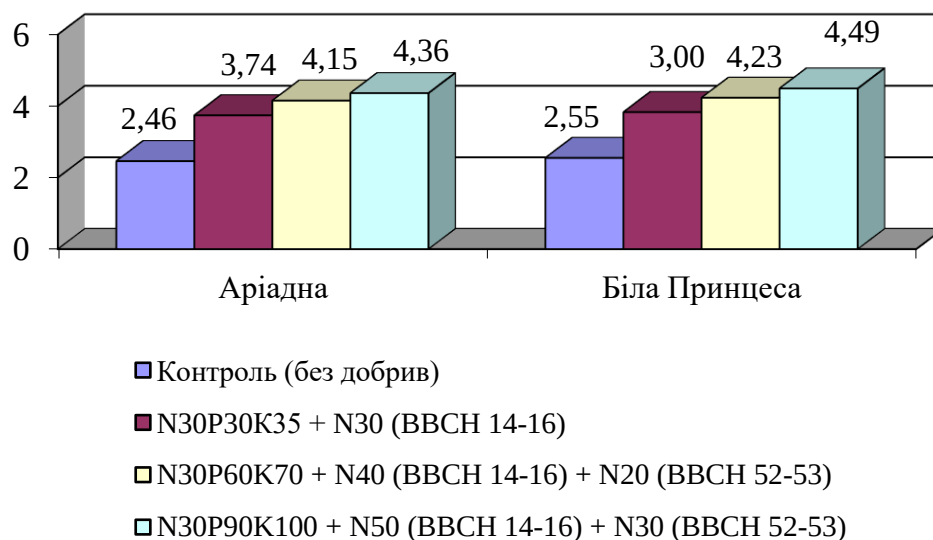


Рис. 4.5 Маса 1000 насінин сортів гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 р.), г

За $HP_{0,05} = 0,2-0,5$ г різниця між варіантами досліду $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (ВВСН 14–16) та $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16) + N_{20} (ВВСН 52–53) становила 1,40 г, а за найвищої норми $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) – 1,64 г.

Дані рисунку 4.6 підтверджують, що маса 1000 насінин є генетично закладеним показником у сорті (фактор А) – 6 %, однак великий вплив на неї має рівень живлення (фактор В) обумовлений внесенням мінеральних добрив – 65 та взаємодія сорту і мінеральних добрив (АВ) – 27, інших (залишкове) факторів – 2 %.



Рис. 4.6 Вплив факторів на масу 1000 насінин гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 рр.), г

Залежно від норм внесення мінеральних добрив кореляція між урожайністю насіння і масою 1000 насінин у сортів Аріадна та Біла Принцеса була пряма сильна ($r = 0,691-0,963$; $r = 0,745-0,975$) (табл. 4.20).

Таблиця 4.20

**Кореляція (r) між урожайністю насіння сортів гірчиці білої
та масою 1000 насінин (2022–2024 рр.), %**

Норма застосування мінеральних добрив, д. р./га			Сорт					
основне	підживлення		Аріадна			Біла Принцеса		
	ВВСН 14–16	ВВСН 52–53	урожайність, т/га	маса 1000 насінин, г	r	урожайність, т/га	маса 1000 насінин, г	r
Контроль (без добрив)	-	-	1,54	2,46	0,963	1,63	2,55	0,975
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		2,89	3,74	0,750	3,00	3,83	0,928
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	3,20	4,15	0,743	3,43	4,23	0,840
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	3,50	4,36	0,691	3,62	4,49	0,745

Примітка. Коефіцієнт кореляції (r): від 0 до 0,33 – слабка, 0,33 до 0,66 – середня, 0,66 до 1,00 – сильна, 1,00 – повна, як для прямої (+), так і зворотної (-).

4.2 Кормова продуктивність гірчиці білої

Пошук альтернативних видів сидеральних культур, які на рівні можуть конкурувати з традиційними обумовив зростання частки гірчиці білої в структурі посівних площ. Вирішення проблеми сидерації посівів тісно пов'язане з біологічними особливостями впроваджених у сільськогосподарське виробництво сортів та їх здатності формувати велику вегетативну масу в ґрунтово-кліматичних умовах вирощування. Лише за рахунок підвищення урожайності та ефективного використання отриманої продукції можливе досягнення оптимальних обсягів виробництва малопоширених олійних культур, в тому числі гірчиці білої [162, 163].

Фітомеліоративні властивості гірчиці білої є високими, оскільки вона залишає біля 9,8–10,0 т/га повітряно-сухої маси корневих та стерньових решток.

Цінність культури полягає і в тому, що за зменшення в ґрунтах вмісту органічної речовини, яке спостерігаємо в останні роки майже в 4–5 рази вона здатна поповнювати його лабільними формами поживних речовин. Глибоко проникаюче коріння культури (до 2,5 м) перетворює важкодоступні фосфати у легкозасвоювані форми фосфору. Вона нарощує велику біомасу в короткі терміни і до цвітіння яке настає залежно від сорту на 60–75 добу, формує добрий покривний шар що пригнічує бур'яни, запобігає ерозійним процесам, сприяє активній дії мікроорганізмів, зменшенню ураження наступних культур хворобами та поширенню шкідників. Завдяки ефірній олії та іншим біологічно активним сполукам, що виділяються рослиною, гірчиця ефективно пригнічує збудники: фітофторозу, парші, кореневої гнилі, фузаріозу, чорної ніжки та ризоктоніозу [164, 165].

З усіх видів гірчиць, саме біла є багатовекторною для вирощування в умовах зміни клімату. Дану культуру необхідно вводити в сівозміну для зниження ризику порівняно з традиційними культурами, що в короткі терміни дозволяє збагатити ґрунт великою кількістю легкодоступних поживних речовин і підвищити його загальну родючість ґрунту. Зелена маса гірчиці в кількості 15,0–20,0 т/га заорювана в ґрунт за кількістю поживних речовин рівнозначна застосуванню 20 т/га гною [166].

Використання сидеральних культур сприяє підвищенню водного режиму ґрунту та зменшенню кислотності. Велика фітосанітарна роль гірчиці як сидеральної культури в нейтралізації ґрунтовтоми, несумісності в системі сівозміни збільшувати розрив за розміщення в монокультурі. Біомаса сидерату якої за приорювання в ґрунт легко і рівномірно розкладається наповнюючи його елементами живлення [167].

Особливості використання капустяних під озимі культури полягає у подрібненні, дискуванні й заробці в ґрунт через 14 діб, на що впливає їх

хімічний склад, зокрема співвідношення в масі С до N, яке визначає швидкість мінералізації та доступність елементів живлення. Як кормову культуру гірчицю білу вирощують у чистому і змішаних видах. Велика її цінність у післяжнивних посівах, оскільки дана культура не потребує великих затрат, що обумовлено неглибоким та спрощеним обробітком ґрунту, низькою нормою висіву насіння та можливістю не збирати зелену масу, а випасати її тваринами. Гірчиця дає високі врожаї зеленої маси – 25–30 т/га, що рівноцінно внесенню 20 т/га гною. За внесення 1 т сухої маси, ґрунт поповнюється – 15–25 кг азоту, 5 кг – фосфору та до 80 кг – калію. А в 100 кг зеленої маси гірчиці білої міститься 12 кормових одиниць та близько 1,5 кг перетравного протеїну [168].

За дещо низького ступеня системності наукового пошуку вирощування гірчиці білої, що має суперечливий характер і присвячений в більшості насіннєвій продуктивності культури за окремими елементами технології, поодинокими і недостатньо висвітленими є публікації з вивчення кормової продуктивності.

4.2.1 Динаміка накопичення зеленої маси та сухої речовини сортами

Визначаючи кормову продуктивність та хімічний склад корму сортів гірчиці білої, ми встановили, що інтенсивний розвиток вегетативної маси гірчиці білої у роки досліджень був забезпечений високим рівнем мінерального живлення $N_{110}P_{90}K_{100}$ та достатньою кількістю опадів впродовж періоду сходи-цвітіння.

За проведеною динамікою накопичення зеленої маси в основній стадії росту 1 (розвиток листків) фаза ВВСН 18 (8 листків розгорнулися) середній показник становив у сорту Аріадна 28,7–34,2 т/га, в Білої Принцеси – 29,8–34,8 т/га (табл. 4.21).

До стадії 5 (поява суцвіття), фаза ВВСН 50 (наявні квіткові бруньки, прикриті листками) прирости по сортах відповідно складала 3,1 і 2,9 т/га, а в стадії 6 – цвітіння, фаза ВВСН 65 – 5,5 і 5,0 т/га. Висока врожайність зеленої

маси в 2023 і 2024 рр. була зумовлена вологозабезпеченням, ГТК був надлишковим і становив 1,66 і 1,16, що позитивно вплинуло на інтенсивність росту рослин починаючи з ранніх етапів органогенезу.

Таблиця 4.21

**Динаміка накопичення зеленої маси сортів гірчиці білої за стадіями
росту і фазами розвитку (2022–2024 рр.), т/га**

Основна стадія росту, фаза розвитку (ВВСН)	Сорт, рік									
	Аріадна			середнє	± до контролю	Біла Принцеса			середнє	± до контролю
	2022	2023	2024			2022	2023	2024		
1. ВВСН 18	25,2	29,3	31,6	28,7	-	26,1	30,8	32,4	29,8	-
5. ВВСН 50	27,6	32,6	35,1	31,8	3,1	28,0	34,9	35,1	32,7	2,9
6. ВВСН 65	29,4	35,8	37,4	34,2	5,5	30,5	36,2	37,6	34,8	5,0
НІР _{0,05}	1,1	1,3	1,0			1,0	1,2	1,1		

Примітка. Основна стадія росту, фаза розвитку (ВВСН). 1 – розвиток листків, ВВСН 18 (8 листків розгорнулися); 5 – поява суцвіття, ВВСН 50 (наявні квіткові бруньки, прикриті листками); 6 – цвітіння, ВВСН 65 (повне цвітіння: 50 % квіток на головній китиці відкрито, старі пелюстки опали).

У основній стадії 6 – цвітіння, ВВСН 65 середня врожайність зеленої маси сорту Аріадна становила – 34,2 т/га, Біла Принцеса – 34,8 т/га, достовірних переваг між сортами не спостерігали (НІР_{0,05} = 1,0–1,3 т/га).

У стадії росту 1, фазі розвитку ВВСН 18 (розвиток розетки листя) середній збір сухої речовини сортів гірчиці білої був на рівні 3,41–3,55 т/га і зростав до стадії 5 (поява суцвіття), ВВСН 50 (наявні квіткові бруньки, прикриті листками) на 0,38 і 0,52 т/га (табл. 4.22).

Найвищі прирости спостерігали у стадії 6 (цвітіння), фази ВВСН 65, відповідно на 0,84 і 0,75 т/га.

Таблиця 4.22

**Динаміка накопичення сухої речовини сортів гірчиці білої за стадіями
росту і фазами розвитку (2022–2024 рр.), т/га**

Основна стадія росту, фаза розвитку (ВВСН)	Сорт, рік									
	Аріадна			середнє	± до контролю	Біла Принцеса			середнє	± до контролю
	2022	2023	2024			2022	2023	2024		
1. ВВСН 18	2,60	3,67	3,95	3,41	-	2,74	3,85	4,05	3,55	-
5. ВВСН 50	2,89	4,08	4,39	3,79	0,38	3,44	4,37	4,39	4,07	0,52
6. ВВСН 65	3,60	4,48	4,68	4,25	0,84	3,67	4,53	4,70	4,30	0,75
НІР _{0,05}	0,25	0,20	0,18			0,21	0,18	0,16		

4.2.2 Хімічний склад та кормова цінність

За хімічним складом надземної вегетативної біомаси можна стверджувати про низький рівень сирого протеїну – 3,6 % сорт Аріадна – 3,7 % Біла Принцеса та цукру, відповідно 0,6 і 0,5 % (табл. 4.23).

Таблиця 4.23

**Хімічний склад надземної вегетативної біомаси гірчиці білої в 6 стадії –
цвітіння (основній), фаза розвитку ВВСН 65 (2022–2024 рр.), %**

Показник	Сорт		Середнє
	Аріадна	Біла Принцеса	
Сирий протеїн	3,6	3,7	3,7
Цукор	0,6	0,5	0,6
Жир	1,2	1,2	1,2
Клітковина	12,1	12,0	12,1
БЕР	14,5	14,8	14,7
Зола	3,4	3,5	3,5
Вода	64,6	64,3	64,5

У фазі повного цвітіння маса рослини гірчиці білої сорту Аріадна становила 21,2 г, в т. ч. надземної частини – 16,9 г, коренів – 4,3 г, у сорту Біла Принцеса, відповідно 21,3 г в т. ч. 17,2 і 4,1 г (табл. 4.24).

Маса кореневих решток в ґрунті сорту Аріадна варіювала від 9,2 т/га у 2024 р. до 10,9 г/га в 2022р., у сорту Біла Принцеса відповідно 9,8 т/га–10,4т/га.

За роки досліджень гірчиця біла сорт Аріадна формувала масу надземної частини 27,0–38,2 т/га, а Біла Принцеса – 27,4–39,5 т/га.

Таблиця 4.24

Структура рослин гірчиці білої в 6 стадії – цвітіння (основній), фаза розвитку ВВСН 65 (2022–2024 рр.)

Показник	Сорт, рік							
	Аріадна				Біла Принцеса			
	2022	2023	2024	серед- не	2022	2023	2024	серед- не
Маса рослини, г	22,4	21,3	19,8	21,2	22,6	21,3	20,1	21,3
у т.ч. коренів	4,7	4,4	3,8	4,3	4,5	4,0	3,9	4,1
у т.ч. вегетативна частина	17,7	17,1	16,0	16,9	18,1	17,3	16,2	17,2
Маса кореневих решток в ґрунті, т/га	10,9	10,0	9,2	10,0	10,4	9,8	9,2	9,8
Маса надземної частини рослин, т/га	38,2	37,4	27,0	34,2	39,5	37,6	27,4	34,8

За вмісту в зеленій масі 0,11 од./кг та 0,14 г/кг перетравного протеїну гірчиця біла сорт Аріадна забезпечувала вихід 3,941–4,200 т/га кормових одиниць, Біла принцеса – 3,990–4,350 т/га (рис. 4.7).

Показник перетравного протеїну в зеленій масі становив у сорту Аріадна 0,502–0,535, у Білої Принцеси, відповідно– 0,507–0,553 т/га (рис. 4.8).

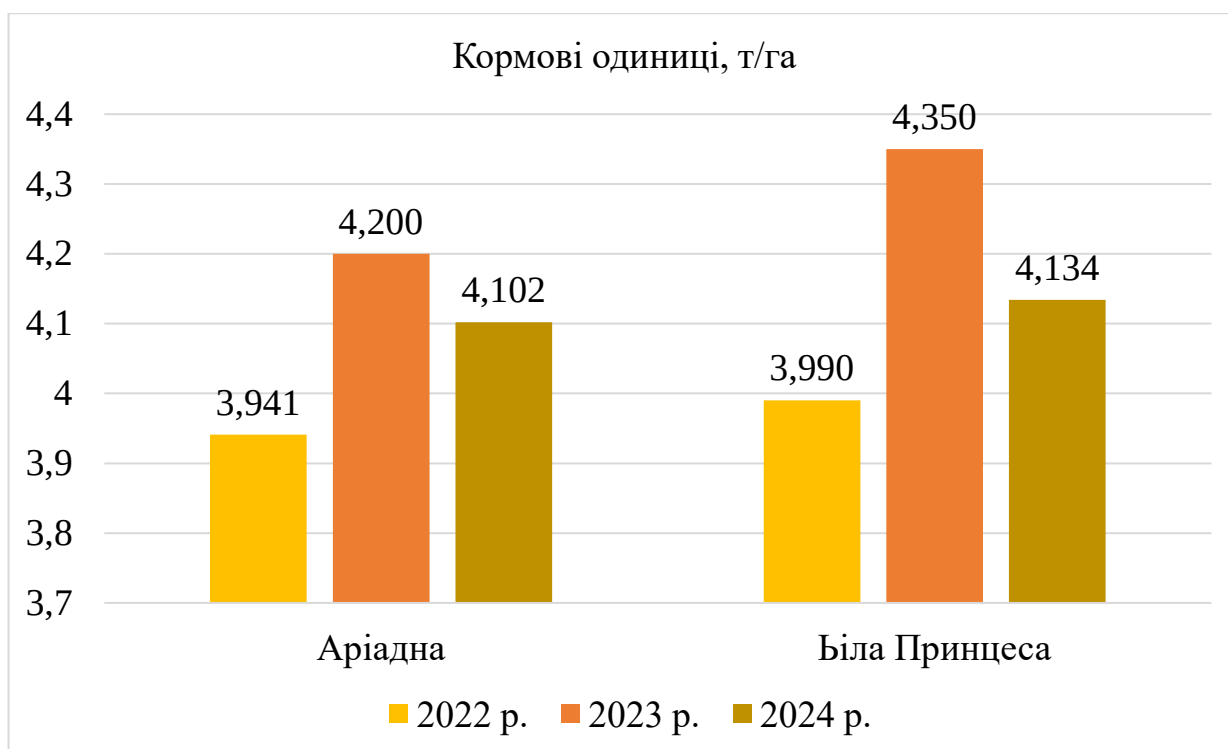


Рис. 4.7 Вихід кормових одиниць сортів гірчиці білої (2022–2024 рр.), т/га

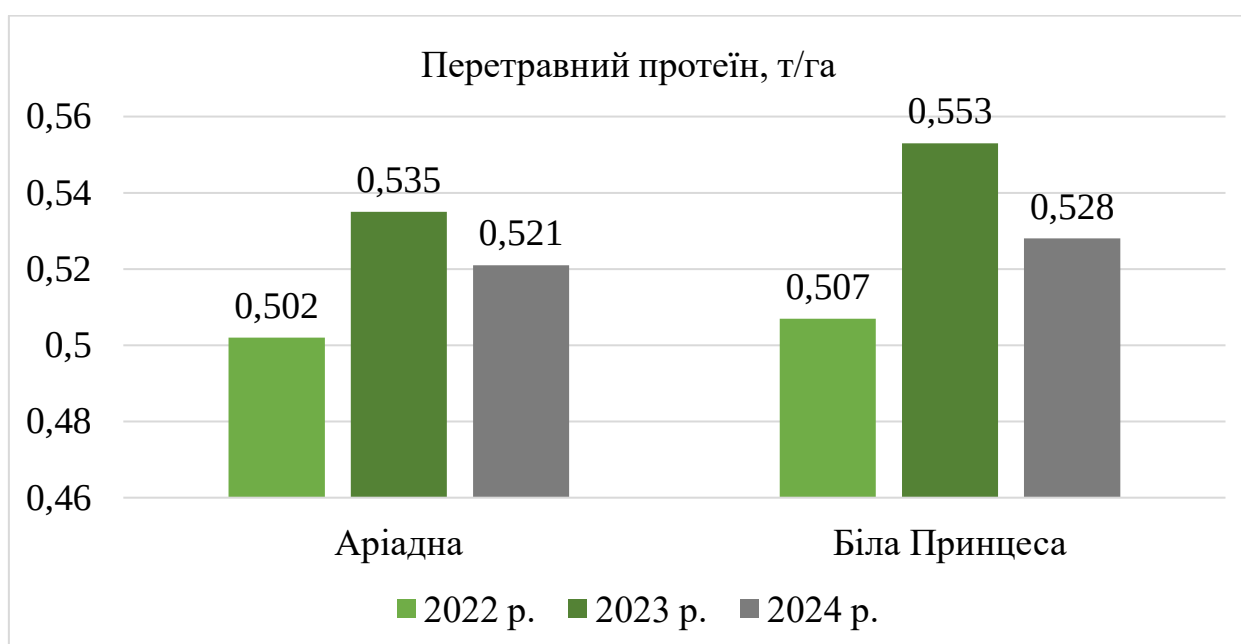


Рис. 4.8 Вихід перетравного протеїну сортів гірчиці білої (2022–2024 рр.), т/га

Висновки до розділу 4:

– кореляція між польовою схожістю висіяного насіння та нормою внесення мінеральних добрив була прямою слабкою $r = 0,265-0,309$ в сорту Аріадна та $r = 0,260-0,305$ – в Білої Принцеси;

– достатнє вологозабезпечення та підвищений рівень середньодобових температур у весняно літні періоди обумовлювали інтенсивне проходження фенологічних фаз гірчиці білої;

– вегетаційний період сортів гірчиці білої залежав як від біологічних особливостей сорту, так і рівня мінерального живлення рослин, що впливали на тривалість етапів органогенезу рослин, подовжуючи їх до формування насіння і скорочуючи до повної стиглості. Вегетаційний період сортів у 2022 р. становив: Аріадна – 85–88, Біла Принцеса – 100–105 діб, у 2023 р., відповідно: 83–85 і 94–96 діб, а в 2024 р. – 85–89 і 93–97 діб.

– збільшення норм внесення мінеральних добрив з $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (ВВСН 14–16) до $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) забезпечувало зростання площі листової поверхні на 2,8–5,4 тис. $m^2/га$ та чистої продуктивності фотосинтезу – на 0,33–0,62 $г/м^2$ за добу;

– оптимальна система мінерального живлення ($N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (ВВСН 14–16) до $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53)) рослин підвищувала показники продуктивності, що забезпечували високу врожайність насіння – 2,95–3,56 т/га.

– найвищий приріст до контролю (без добрив) – 1,97 т/га забезпечила норма внесення $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) за рахунок вищої на 1,93 г маси 1000 насінин. Кореляція між урожайністю насіння і масою 1000 насінин у сортів Аріадна та Біла Принцеса була пряма сильна ($r = 0,691-0,963$; $r = 0,745-0,975$);

– розробки вітчизняної селекції дозволяють реалізувати біологічний потенціал сорту за умов поширення в конкретній рекомендованій для його вирощування ґрунтово-кліматичній зоні та технології вирощування, яка відповідає його біологічним вимогам. За урожайністю насіння між сортами достовірної різниці не виявлено (Аріадна – 3,50 т/га, Біла Принцеса – 3,62 т/га;

- інтенсивний розвиток вегетативної маси гірчиці білої у роки досліджень був забезпечений високим рівнем мінерального живлення $N_{110}P_{90}K_{100}$ та достатньою кількістю опадів впродовж періоду сходи–цвітіння;
- середній показник урожайності зеленої маси сорту Аріадна становив – 31,1 т/га, Білої Принцеси – 31,2 т/га, найвищі прирости спостерігали у стадії 6 (цвітіння), фази ВВСН 65, відповідно 0,66–0,75 т/га;
- агротехнічна цінність сортів гірчиці білої підтверджена формуванням не лише вегетативної частини рослин, а і маси кореневих решток – 10,0–9,8 т/га;
- визначений вміст в зеленій масі 0,11 од./кг, 0,14 г/кг перетравного протеїну забезпечують вихід з 1 га – 4,081–4,158 т кормових одиниць і 0,502–0,553 т перетравного протеїну, що вказує на достатньо вагоме кормове значення цієї культури.

За матеріалами даного розділу авторкою опубліковано такі наукові праці:

Волошук М. Ю. Формування врожайності насіння гірчиці білої залежно від рівня мінерального живлення рослин. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (1). С. 18–29. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-2

Sinapis alba L. important green manure and fodder crop in the conditions of the Carpathian region of Ukraine / I. Voloshchuk, O. Stasiv, O. Voloshchuk, V. Hlyva, M. Voloshchuk. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27, no. 7.45-51. DOI: 10.48077/scihor7.2024.45

Продуктивність гірчиці білої за програмованого застосування добрив та норм висіву в умовах Передкарпаття / Т. В. Мельничук, В. М. Сендецький, Т. В. Козіна, М. Ю. Волошук. *Таврійський науковий вісник*. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2023. № 134. С. 88–97. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.13>

РОЗДІЛ 5

АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ СІВБИ І НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ НА УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ

Потенціал урожайності гірчиці білої залежить від різноманітних погодних умов і застосованих агротехнологічних заходів, на які різні сорти реагують по-різному. Змінювані фактори зовнішнього середовища під час проростання насіння не завжди гарантують передбачувану польову схожість, навіть якщо використовуваний матеріал відповідає стандартам. Важливу роль у цьому відіграє достатній рівень продуктивної вологості ґрунту, який захищає молоді рослини від можливого дефіциту вологи після появи сходів і забезпечує зволоження на наступних етапах органогенезу. Крім того, спосіб сівби і норма висіву насіння визначають доступність рослин до площі живлення, ґрунтової вологи, інтенсивність освітлення та аерацію, а також конкурентність до бур'янів, що в підсумку впливає на розвиток вегетативної маси, кореневої системи і загальну врожайність. Оптимальна густина продуктивних рослин для гірчиці білої на 1 м² становить 100–120 рослин. Тому необґрунтоване збільшення норми висіву може призвести до біологічної конкуренції між рослинами, їх вилягання, а також збільшення ураження хворобами та шкідниками на 10–30 % [169].

5.1 Вплив способів сівби і норм висіву насіння на польову схожість і тривалість вегетаційного періоду сортів

Польова схожість насіння гірчиці білої в більшості залежала від якості висіяного насіння, погодних факторів періоду сівба–сходи, ніж від способу сівби і норм висіву (табл. 5.1).

У 2022 р. кількість рослин на 1 м² змінювалася в залежності від норм висіву насіння і становила 46,2–139,0 шт, однак за показниками польової

схожості насіння ($НІР_{0,05} = 0,6 \%$) достовірної різниці між звичайним рядковим і широкорядним не спостерігали.

Таблиця 5.1

Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2022 р.), %

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Сорт				Середнє		± до контролю, %
		Аріадна		Біла Принцеса				
		кількість рослин на 1 м ² , шт	польова схожість насіння, %	кількість рослин на 1 м ² , шт	польова схожість насіння, %	шт/м ²	%	
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	139,0	92,6	139,0	92,5	139,0	92,6	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	92,8	92,8	92,7	92,7	92,8	92,8	0,2
Широкорядний (45 см)	0,5	46,1	92,3	46,2	92,4	46,2	92,4	-0,2

$НІР_{0,05}$

15

0,5

14

0,6

Примітка. Фон мінерального живлення – $N_{30}P_{30}K_{35}$. + N_{30} (ВВСН 14–16).

У 2023 р. кількість рослин на 1 м² за звичайно-рядкового способу сівби з нормою висіву 1,5 млн схож. нас./га становила 142,1 шт. рослин, польова схожість насіння – 94,7 % (табл. 5.2).

Зниження норми висіву насіння до 1,0 млн схож. нас./га за такого ж способу сівби з міжряддями 30 см обумовило густоту рослин – 94,8 рослин шт./м², польову схожість насіння – вищу до контролю на 0,1 %.

За широкорядного способу сівби, норми висіву насіння 0,5 млн схож. нас./га на 1 м² кількість рослин складала 47,5 шт, польова схожість – 95,0 %, що менше контролю на 0,3 %, з недостовірною різницею за варіантами дослідів $НІР_{0,05} = 0,7 \%$.

Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2023 р.), %

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Сорт				Середнє		± до контролю, %
		Аріадна		Біла Принцеса				
		кількість рослин на 1м ² , шт	польова схожість насіння, %	кількість рослин на 1м ² , шт	польова схожість насіння, %	шт/м ²	%	
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	141,9	94,6	142,2	94,8	142,1	94,7	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	94,8	94,9	94,7	94,7	94,8	94,8	0,1
Широкорядний (45 см)	0,5	47,5	95,0	47,5	95,0	47,5	95,0	0,3
НІР _{0,05}		17	0,6	15	0,7			

У 2024 р. польова схожість насіння сорту гірчиці білої Аріадна варіювала від 93,2% на контролі звичайно-рядкового способу сівби (15 см) з нормою висіву 1,5 млн схож. нас./га до 93,7% за широкорядного (45см) з нормою висіву 0,5 млн схож. нас./га з недостовірною різницею (НІР_{0,05} = 0,5%) (табл. 5.3).

У сорту Біла Принцеса спостерігали таку ж закономірність –93,4–93,8 % з недостовірною різницею.

За три роки досліджень середній показник польової схожості на контролі звичайно-рядкового способу сівби (15 см), норми висіву насіння 1,5 млн схож. нас/га становив 93,3 % і недостовірно зростав на 0,3% за такого ж посіву з нормою 1,0 млн схож. нас/га та на 0,5% за широкорядного (45 см) з нормою 0,5 млн схож. нас/га.

Полева схожість насіння гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2024 р.), %

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Сорт				Середнє		± до контролю, %
		Аріадна		Біла Принцеса				
		кількість рослин на 1м ² , шт	полева схожість насіння,%	кількість рослин на 1м ² , шт	полева схожість насіння,%	шт/м ²	%	
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	139,8	93,2	140,1	93,4	140,0	93,3	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	93,5	93,5	93,6	93,6	93,6	93,6	0,3
Широкорядний (45 см)	0,5	46,9	93,7	46,9	93,8	46,9	93,8	0,5
НІР _{0,05}		21	0,5	20	0,5			

Залежно від норм висіву насіння середній показник кількості рослин на 1 м² сортів за звичайно рядкового способу сівби з шириною міжрядь 15 см та нормою висіву 1,5 млн схож. нас./га (контроль) становив 140,2–140,4 шт (рис. 5.1, дод. К).

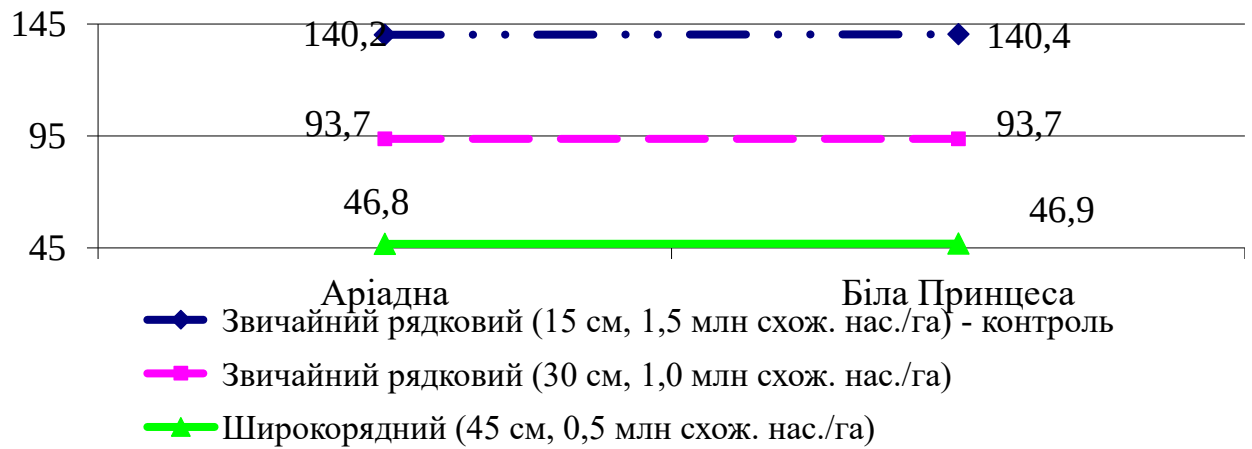


Рис. 5.1 Кількість рослин на 1 м² гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2022–2024 рр.), шт.

За такого ж способу сівби з міжряддями 30 см і нормою висіву 1,0 млн схож. нас./га – 93,7–93,7 шт, а за широкорядного (45 см) з нормою висіву 0,5 млн схож. нас./га – 46,8–46,9 шт/м².

Середній показник польової схожості висіяного насіння сортів за звичайно рядкового способу сівби з шириною міжрядь 15 см (контроль) становив 93,5 % і зростав на 0,2 %, за звичайно рядкового способу сівби з шириною міжрядь 30 см та широкорядного – 45 см, що в межах найменшої істотної різниці ($HP_{0,05} = 0,5–0,7$) (рис. 5.2, дод. Л.1, Л.2).

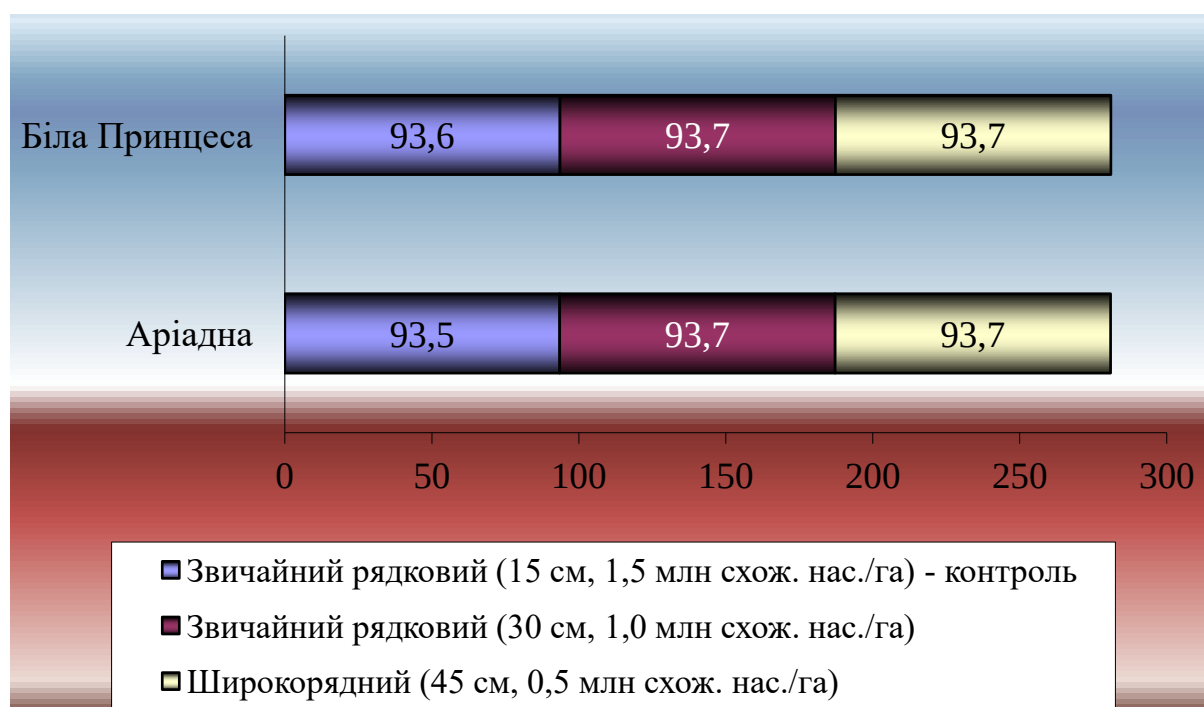


Рис. 5.2 Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2022–2024 рр.), %

Продуктивність гірчиці білої формується під впливом інтенсивності ростових процесів і динамічного взаємозв'язку між масою окремих органів рослин. Тому вегетаційний період слід розглядати як складний і динамічний процес, в якому визначаються критичні моменти та морфотип для кожної фази розвитку. Вегетація рослин є системою, на яку впливають як регулюючі фактори (строки сівби, норма висіву, площа живлення рослин тощо), так і нерегульовані фактори, зокрема погодні умови. Оптимальний розвиток рослин спостерігається при раціональному поєднанні технологічних параметрів та

сприятливих погодних умов. Тому аналіз фенології є основою для вивчення закономірностей росту та формування продуктивності сільськогосподарських культур, на який накладаються й інші виявлені закономірності. Таким чином, оптимізація технології вирощування будь-якої культури неможлива без врахування її фенологічних особливостей і критичних періодів розвитку. В залежності від зони вирощування, окремі питання особливостей гірчиці білої потребують додаткового висвітлення, оскільки вплив абіотичних чинників на вегетацію рослин залишається предметом дискусій.

За трирічними нашими спостереженнями від сівби до повних сходів способи сівби й норми висіву не мали впливу на настання фази ВВСН 09 (повні сходи) (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Тривалість фаз розвитку сортів гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2022–2024 рр.), діб

Спосіб сівби, норма висіву насіння	Сорт											
	Аріадна						Біла Принцеса					
	0/09	1/11	1/19	6/69	7/79	8/87	0/09	1/11	1/19	6/69	7/79	8/87
Звичайний рядковий (15 см), 1,5 млн схож. нас./га (контроль)	10	16	33	42	77	91	10	17	40	52	94	98
Звичайний рядковий (30 см), 1,0 млн схож. нас./га	10	16	32	41	76	89	10	17	39	50	93	96
Широкорядний (45 см), 0,5 млн схож. нас./га	10	15	30	40	73	85	10	16	37	49	90	93

На етапах утворення листків від фази ВВСН 11 до ВВСН 19 швидше на 3 доби спостерігали їх формування за широкорядного способу сівби в обидвох сортів гірчиці білої. Фаза цвітіння ВВСН 69 на контролі (звичайний рядковий спосіб сівби з шириною міжрядь 15 см) у сорту Аріадна наступила на 42 добу,

а в сорту Біла принцеса на 52 добу. Збільшення ширини міжрядь до 30 см пришвидшувало цвітіння рослин на 1–2 доби за звичайно рядкового способу сівби і на 2–3 доби за широкорядного, 45 см. Відповідно фаза ВВСН 79 наступила на 76–73 добу в сорту Аріадна і на 97–95 в Біла принцеса.

Основну стадію росту 8 – досягання, фаза ВВСН 87–70 % стручків достигли, насіння темне тверде, за звичайно рядкового способу сівби (15 см) з нормою висіву 1,5 млн схож. нас./га (контроль) у сорту Аріадна встановлено на 91, в Білої Принцеси – на 98 добу і швидше на 2–3 доби за ширини міжрядь 30 см, норми висіву 1,0 млн схож. нас./га та на 5–6 діб за широкорядного посіву (45 см) норми висіву насіння 0,5 млн схож. нас./га.

5.2 Фотосинтетична продуктивність посівів

Найголовнішим фізіологічним процесом, на частку якого припадає до 95 % усієї накопиченої в рослинах енергії, і який працює на підвищення врожайності є фотосинтез. Урожайність гірчиці білої залежить від фотосинтетичної діяльності сортів та агротехнологічних заходів спрямованих на підвищення його продуктивності. У 2022 р. за звичайно рядкового способу сівби з шириною міжрядь 15 см та нормою висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га середня площа листкової поверхні сортів становила 33,2 тис. м²/га (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Площа листкової поверхні сортів гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2022 р.), тис.м²/га

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Сорт		Середнє	± до контролю
		Аріадна	Біла Принцеса		
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	33,0	34,6	33,2	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	31,4	32,7	32,1	-1,1
Широкорядний (45 см)	0,5	29,6	30,1	29,9	-3,3

НІР_{0,05}

1,0

Із зменшенням норми висіву насіння до 1,0 млн схож. нас./га за звичайно рядкового способу сівби з шириною міжрядь 30 см даний показник був меншим на 1,1 тис. м²/га. Таке зниження порівняно з контролем спостерігали і за широкорядного способу сівби (45 см) з нормою висіву насіння 0,5 млн схож. нас./га. – на 3,3 тис. м²/га.

У 2023 р. середній показник площі листкової поверхні на контролі (звичайнорядковий спосіб сівби, ширина міжрядь 15 см) становила 34,8 тис. м²/га (табл. 5.6).

Таблиця 5.6

Площа листкової поверхні сортів гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2023 р.), тис.м²/га

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас./га	Сорт		Середнє	± до контролю
		Аріадна	Біла Принцеса		
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	34,5	35,1	34,8	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	32,8	33,1	33,0	-1,8
Широкорядний (45 см)	0,5	31,4	32,0	31,7	-3,1
НІР _{0,05}				1,2	

За звичайно рядкового способу сівби з більшою шириною міжрядь 30 см вона знизилася на 1,8 тис. м²/га, а за широкорядного (45 см) – на 3,1 тис. м²/га.

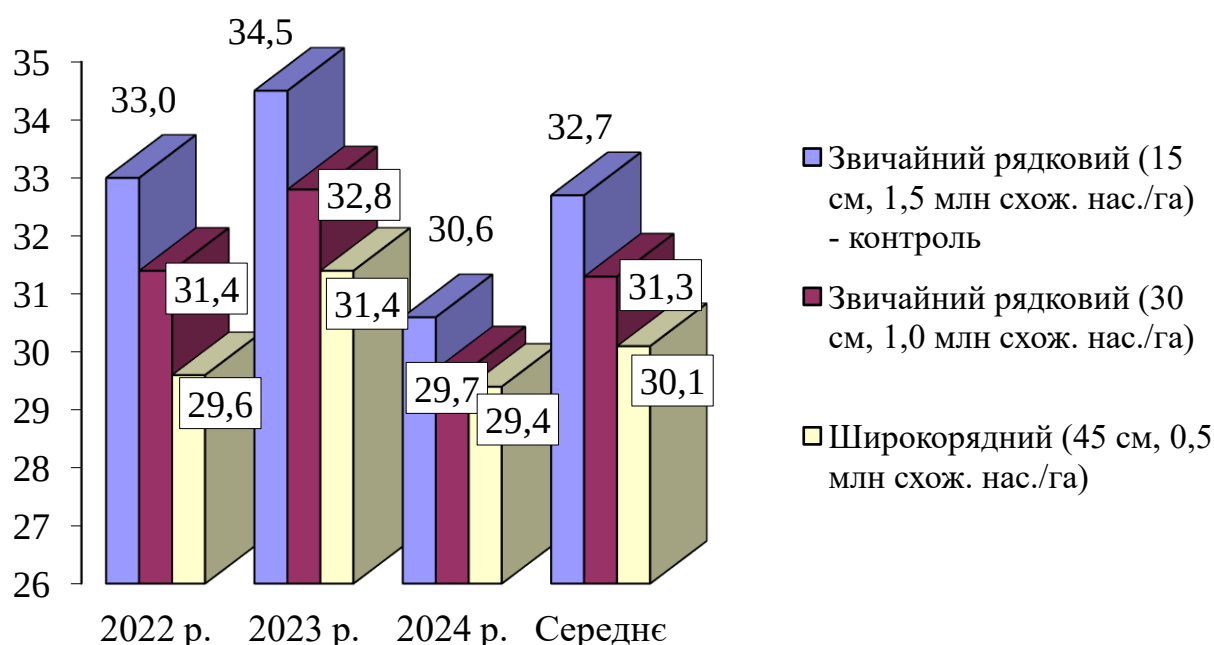
Високі температури повітря та мала кількість опадів негативно вплинули на формування площі листків у 2024 р. (табл. 5.7).

За звичайно-рядкового способу сівби з шириною міжрядь 15 см і нормою висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га показник становив 31,0 тис. м²/га і меншим був на 0,9 тис.м²/га за ширини міжрядь 30 см, норми висіву насіння 1,0 млн схож. нас./га. Зниження на 1,4 тис. м²/га обраховували за широкорядного посіву (45 см) з нормою висіву 0,5 млн схож. нас./га.

**Площа листкової поверхні сортів гірчиці білої залежно від способу сівби
і норм висіву насіння (2024 р.), тис.м²/га**

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Сорт		Середнє	± до контролю
		Аріадна	Біла Принцеса		
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	30,6	31,3	31,0	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	29,7	30,5	30,1	-0,9
Широкорядний (45 см)	0,5	29,4	29,8	29,6	-1,4
НІР _{0,05}		1,5			

За роки досліджень, на звичайно-рядковому посіві (15 см) з нормою висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га, площа листкової поверхні рослин гірчиці білої сорту Аріадна становила 32,7 тис. м²/га (рис. 5.3, дод. М). За збільшення ширини міжрядь до 30 см і зменшення норми висіву 1,0 млн схож.нас./га знижувалася до 31,3, а за широкорядного способу сівби до 30,1 тис. м²/га.



**Рис. 5.3 Площа листкової поверхні гірчиці білої сорту Аріадна залежно
від способу сівби і норм висіву насіння (2022–2024 рр.), тис. м²/га**

За роки досліджень у сорту Біла Принцеса на контролі звичайнорядковий спосіб сівби (15 см) нормою висіву 1,5 млн схож.нас./га площа листкової поверхні складала 33,7 тис. м²/га і зменшувалася до 32,1 тис. м²/га за ширини міжрядь 30 см і норми висіву 1,0 млн схож.нас./га, а за широкорядного (45 см), норма висіву насіння – 0,5 млн схож.нас./га до 30,6 тис. м²/га (рис. 5.4).

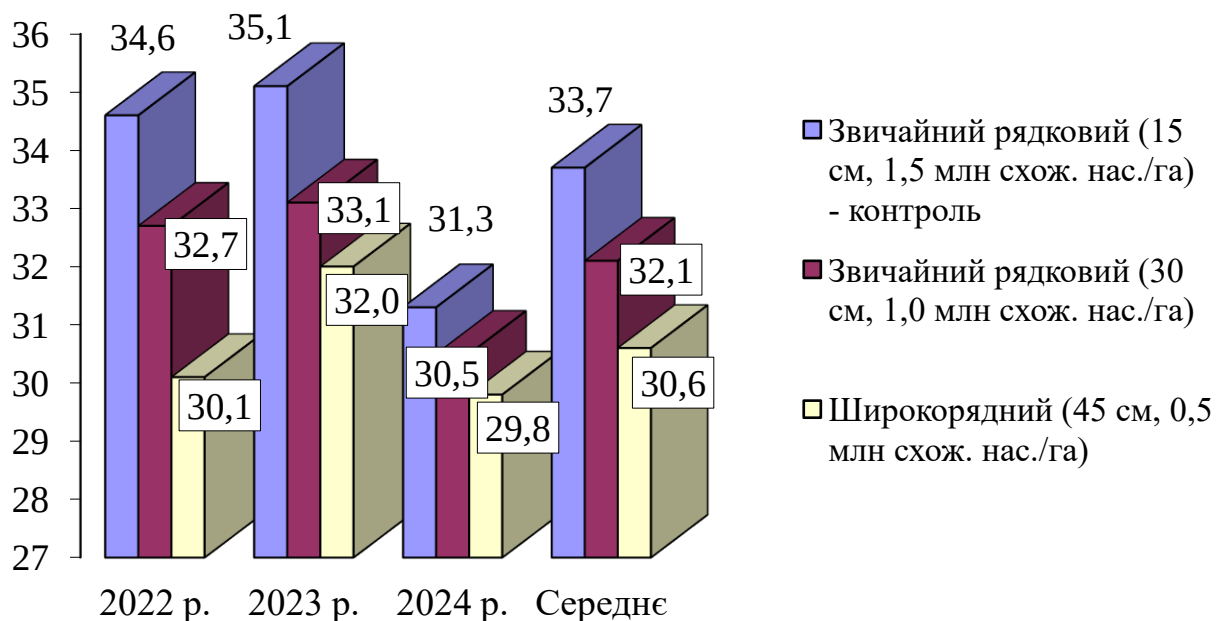


Рис. 5.4 Площа листкової поверхні гірчиці білої сорту Біла Принцеса залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2022–2024 рр.), тис. м²/га

Меншою – на 1,3 тис. м²/га була площа листкової поверхні за звичайнорядкового способу сівби з міжряддями 30 см та нормою висіву 1,0 млн схож. нас./га і на 2,6 тис. м²/га за широкорядного (45 см) з нормою – 0,5 млн схож. нас./га. На даний показник впливали погодні умови, зокрема сума опадів впродовж вегетації, найвищу спостерігали в 2023 р.

Залежно від способів сівби й норм висіву насіння кількість накопичення абсолютно сухої маси рослин змінювалася (табл. 5.8). Якщо за звичайно рядкового способу сівби з шириною міжрядь (15 см) та нормою висіву насіння – 1,5 млн схож. нас./га (контроль) вона становила – 1,75 г/м² за добу, то за ширини міжрядь 30 см і меншої норми висіву насіння – 1,0 млн схож. нас./га зростала на 0,21 г/м² за добу.

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2022 р.), г/м² за добу

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Сорт		Середнє	± до контролю
		Аріадна	Біла Принцеса		
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	1,73	1,77	1,75	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	1,94	1,97	1,96	0,21
Широкорядний (45 см)	0,5	2,06	2,08	2,07	0,32
НІР _{0,05}				0,10	

Швидше добове наростання у рослин обидвох сортів відмічено за широкорядного способу сівби (45 см) з нормою висіву насіння 0,5 млн схож. нас/га, що вище на 0,32 г/м² за добу до контролю (звичайний рядковий – 15 см, норма висіву 0,5 млн схож. нас./га). Отже збільшення площі живлення та краща освітленість рослин забезпечували вищі добові прирости.

У 2023 р. за звичайно рядкового способу сівби з шириною міжрядь (15 см) та нормою висіву насіння – 1,5 млн схож. нас./га (контроль) чиста продуктивність фотосинтезу варіювала від 1,87 до 2,15 г/м² за добу за ширини міжрядь 30 см (норма висіву насіння – 1,0 млн схож. нас./га) (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2023 р.), г/м² за добу

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Сорт		Середнє	± до контролю
		Аріадна	Біла Принцеса		
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	1,86	1,88	1,87	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	2,14	2,16	2,15	0,28
Широкорядний (45 см)	0,5	2,31	2,35	2,33	0,46
НІР _{0,05}				0,15	

За широкорядного способу сівби (45 см) з нормою висіву насіння 0,5 млн схож. нас./га даний показник був найвищим – 2,33 г/м² за добу.

У 2024 р. чиста продуктивність фотосинтезу становила 1,73 г/м² за добу на контролі (звичайнорядковий спосіб сівби (15 см) норма висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га) (табл. 5.10).

Таблиця 5.10

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2024 р.), г/м² за добу

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас./га	Сорт		Середнє	± до контролю
		Аріадна	Біла Принцеса		
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	1,71	1,74	1,73	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	1,89	1,91	1,90	-0,17
Широкорядний (45 см)	0,5	1,96	1,98	1,97	-0,24
НІР _{0,05}				0,18	

Даний показник зростав на 0,17 г/м² за добу – за звичайнорядкового (30 см) з нормою висіву 1,0 млн схож. нас./га та на 0,24 г/м² за добу – за широкорядного (45 см) з нормою 0,5 млн схож. нас./га.

Комплекс агрозаходів, зокрема способів сівби і норм висіву насіння гірчиці білої спрямований на достатньо швидкі темпи розвитку оптимальної площі листків та її тривалого функціонування, обґрунтовує приріст загальної біомаси рослин за певний проміжок часу відносно показника середньої площі листків за цей самий період і відображає чисту продуктивність фотосинтезу, виражену в г/добу/м².

За даними наших досліджень показник чистої продуктивності фотосинтезу сорту Аріадна за три роки досліджень варіював від 1,77 г.м²/за добу на контролі (звичайнорядковий спосіб сівби, 15 см, норма висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га) до 2,11 г/м²/за добу за широкорядного (45 см) з нормою висіву 0,5 млн схож. нас./га (рис. 5.5, дод. Н).

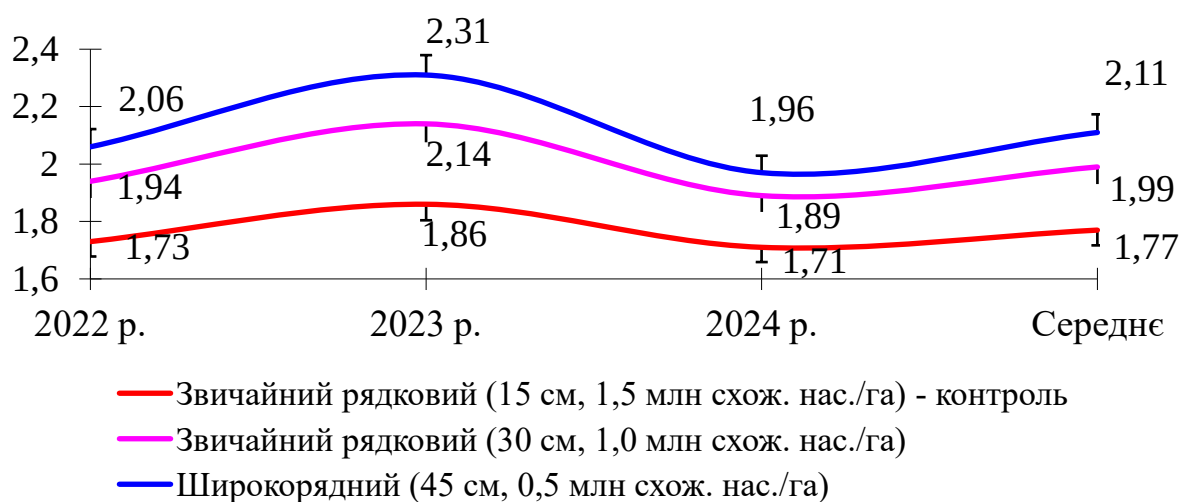


Рис. 5.5 Чиста продуктивність фотосинтезу сорту Аріадна гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2022–2024 р.), г м²/за добу

У сорту Біла Принцеса чиста продуктивність фотосинтезу становила на контролі 1,80 г м²/за добу й зростала до 2,01 і 2,14 г м²/за добу на інших варіантах дослідів (рис. 5.6).

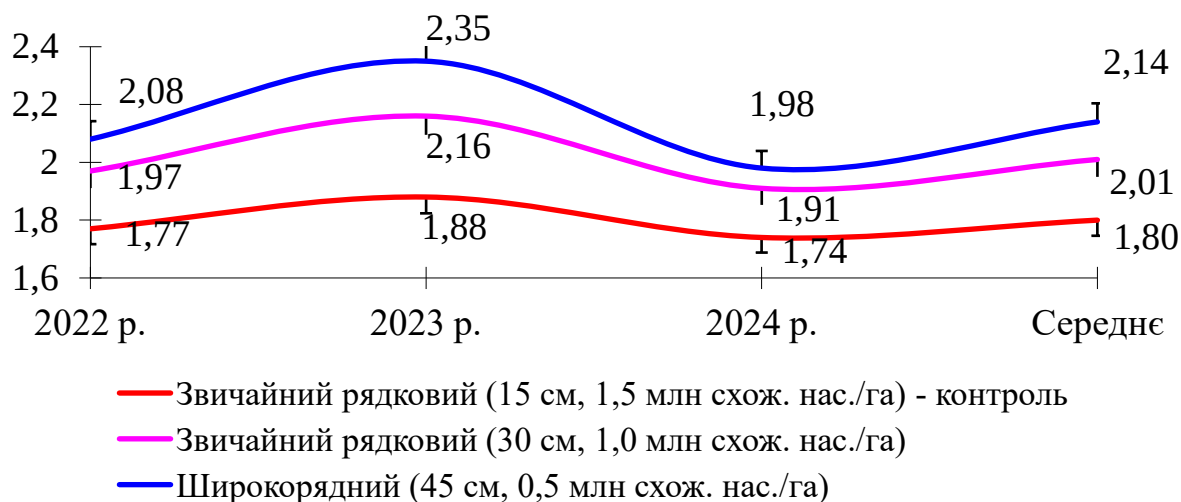


Рис. 5.6 Чиста продуктивність фотосинтезу сорту Біла Принцеса гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2022–2024 р.), г м²/за добу

5.3 Показники структури рослин

Визначаючи структурні показники рослин сортів гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння ми встановили їх достовірну зміну (табл. 5.11).

**Морфометричні параметри рослин сортів гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння
(2022–2024 рр.)**

Спосіб сівби	Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас./га	Сорт													
			Аріадна							Біла Принцеса						
			висота рослини, см	кількість стебел на рослині, шт.	кількість стручків, шт.	довжина стручка, см	кількість насінин в стручку, шт.	кількість насінин з рослини, шт	маса насіння з рослини, г	висота рослини, см	кількість стебел на рослині, шт.	кількість стручків, шт.	довжина стручка, см	кількість насінин в стручку, шт.	кількість насінин з рослини, шт.	маса насіння рослини, г
Звичайний рядковий – (контроль)	15	1,5	97,1	2,5	125	2,9	5,0	625	2,0	99,3	2,6	129	3,0	5,1	658	2,2
Звичайний рядковий	30	1,0	95,3	3,6	158	3,3	5,5	869	3,5	97,1	3,5	167	3,4	5,7	952	3,90
Широкоряд ний	45	0,5	91,7	4,2	177	3,6	6,0	1042	4,6	92,8	4,4	183	3,7	6,2	1135	5,1
НІР _{0,05}			1,5	0,8	12	0,2	1,0	25	1,0	1,6	0,9	11	0,1	0,9	23	1,2

За середніми даними, найбільш високими були рослини в варіантах звичайно-рядкового способу сівби (30 см), норми висіву насіння 1,0 млн схож. нас./га – 97,1 см у сорту Аріадна і 99,3 см – Біла Принцеса. За звичайно рядкового способу сівби (15 см) і вищої норми висіву 1,5 млн схож. нас./га рослини були нижчі на 1,8–2,2 см до попереднього варіанту. За широкорядного способу сівби (45 см) і норми висіву насіння 0,5 млн схож. нас./га висота рослин становила 91,7 см (Аріадни) і 92,8 см (Біла Принцеса). Під впливом збільшення площі живлення обумовленої способами сівби і зменшення норм висіву насіння, рослини краще галузились. Якщо на контролі кількість стебел на рослині складала 2,5–2,6 шт., то за широкорядного способу сівби зросла до 4,2–4,4 шт./рос.

Кращі умови живлення та освітлення рослин, сприяли формуванню більшої кількості стручків на рослині порівняно з контролем на 33–38 шт. за звичайно рядкового способу сівби (30 см) з нормою висіву насіння 1,0 млн схож. нас./га і на 52–59 шт. за широкорядного (45 см) норми висіву 0,5 млн схож. нас./га. Довжина стручка зростала з 2,9–3,0 см (контроль) до 3,6–3,7 см (широкорядний спосіб сівби), а кількість насінин в стручку з 5,0–5,1 шт. до 6,0–6,2 шт. Більша кількість стручків на рослині, насінин в стручку забезпечували вищу обнасіненість рослин, яка зростала з 2,0–2,2 г (контроль) – 4,6–5,1 г за широкорядного способу сівби. Технологічні питання, пов'язані зі збереженням рослин до збирання є актуальними з заслуговують великої уваги точки зору отримання високої урожайності сортів гірчиці білої.

Впродовж вегетаційного періоду спостерігається різний негативний вплив на ріст і розвиток рослин, що призводить до зниження захисних властивостей організму. За виключенням форс мажорних обставин (град, дощовий ливень, спека), які призводять до значних втрат густоти стояння рослин на одиниці площі є і незначні – хвороби, шкідники і т. ін., тому важливо визначати їх збереження на час збирання. Визначаючи збереженість рослин гірчиці білої на закінчення періоду вегетації під впливом способів сівби й норм

висіву насіння, ми встановили, що відсоток гибелі рослин становив: у 2022 р. – 5–12 %, 2023 р. – 4–11, 2024 р. – 6–13 % (табл. 5.12).

Таблиця 5.12

**Збереження рослин гірчиці білої до збирання залежно від способів сівби
й норм висіву насіння (2022–2024 рр.), шт, % /га**

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас./га	Рік			Середнє	± до контролю
		2022	2023	2024		
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	$\frac{139}{12}$	$\frac{142}{11}$	$\frac{140}{13}$	$\frac{140}{12}$	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	$\frac{93}{9}$	$\frac{95}{8}$	$\frac{94}{10}$	$\frac{94}{9}$	$\frac{46}{3}$
Широкорядний (45 см)	0,5	$\frac{46}{5}$	$\frac{48}{4}$	$\frac{47}{6}$	$\frac{47}{5}$	$\frac{93}{7}$

Примітка. Чисельник – кількість рослин до збирання (шт/м²), знаменник – втрати (%).

За збільшення ширини міжрядь та зменшення норм висіву насіння відмічалася закономірність більш помітного збільшення показників збереження рослин. Більш стійкими до різного негативного впливу були рослини на широкорядному посіві (45 см) з нормою висіву насіння 0,5 млн схож. нас./га.

5.4 Урожайність насіння

Способи сівби впливали на формування врожайності насіння гірчиці білої (табл. 5.13). За звичайно рядкового способу сівби з шириною міжрядь 15 см та норми висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га середній показник урожайності по двох сортах становив 2,87 т/га.

Збільшення площі живлення за такого ж способу сівби, але ширини міжрядь – 30 см та меншої норми висіву насіння 1,0 млн схож. нас./га,

забезпечували формування більшої кількості стручків на рослині, насінин в стручку і вищої маси насіння з рослини.

Таблиця 5.13

Урожайність насіння сортів гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння (2022 р.)

Спосіб сівби	Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас./га	Сорт)				Середнє по сортах	± до контролю
			Аріадна		Біла Принцеса			
			т/га	± до контролю	т/га	± до контролю		
Звичайний рядковий (контроль) —	15	1,5	3,25	-	2,48	-	2,87	-
Звичайний рядковий	30	1,0	3,43	0,18	2,54	0,06	2,99	0,12
Широкорядний	45	0,5	3,54	0,29	2,61	0,13	3,08	0,21

НІР_{0,05}

0,21

0,11

Примітка. Фон мінерального живлення – N₃₀P₃₀K₃₅. + N₃₀ (ВВСН 14–16).

Краща насіннева продуктивність рослин порівняно з контролем забезпечувала вищу врожайність на 0,12 т/га. Однак найвищий приріст до контролю (0,21 т/га) забезпечив широкорядний спосіб сівби (45 см) з нормою висіву насіння 0,5 млн схож. нас./га, за якого показники структури рослин і маса 1000 насінин були найвищими.

У 2023 р. середня урожайність насіння сортів за звичайно рядкового способу сівби з шириною міжрядь 15 см та нормою висіву 1,5 млн схож. нас./га становила 3,02 т/га (табл. 5.14).

За НІР_{0,05} = 0,14 т/га достовірно вищою вона була на варіантах звичайно рядкового способу сівби з шириною міжрядь 30 см та нормою висіву 1,0 млн схож. нас./га – 3,19 т/га і за широкорядного (45 см) з нормою висіву 0,5 млн схож. нас./га – 3,28 т/га.

Таблиця 5.14

Урожайність насіння сортів гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння(2023 р.)

Спосіб сівби	Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас./га	Сорт				Середнє	± до контролю
			Аріадна		Біла Принцеса			
			т/га	± до контролю	т/га	± до контролю		
Звичайний рядковий – (контроль)	15	1,5	3,30	-	2,74	-	3,02	-
Звичайний рядковий	30	1,0	3,51	0,21	2,86	0,12	3,19	0,17
Широкорядний	45	0,5	3,66	0,36	2,90	0,16	3,28	0,26
НІР _{0,05}			0,20		0,09			

У 2024 р. через несприятливі погодні умови урожайність насіння гірчиці білої була нижчою порівняно з попередніми роками досліджень (табл. 5.15).

Таблиця 5.15

Урожайність насіння сортів гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння (2024 р.)

Спосіб сівби	Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, млн схож.	Сорт				Середнє	± до контролю
			Аріадна		Біла Принцеса			
			т/га	± до контролю	т/га	± до контролю		
Звичайний рядковий – (контроль)	15	1,5	2,03	-	2,12	-	2,08	-
Звичайний рядковий	30	1,0	2,14	0,11	2,25	0,13	2,20	0,12
Широкорядний	45	0,5	2,21	0,18	2,29	0,17	2,25	0,17
НІР _{0,05}			0,10		0,12			

На варіанті звичайно рядкового способу сівби з шириною міжрядь 15 см та нормою висіву 1,5 млн схож. нас./га середній по сортах показник становив 2,08 т/га і збільшувався на 0,12 т/га за ширини міжрядь 30 см.

Вищий приріст урожайності до контролю і рівнозначний до ширини міжрядь 30 см забезпечив широкорядний спосіб (45 см) з нижчою нормою висіву насіння 0,5 млн схож. нас./га – 0,17 т/га.

Отримані трирічні дані подані в рисунку 5.7 (дод. П) дозволяють стверджувати про різну реакцію сортів на погодні умови, які склалися в роки досліджень та досліджувані способи сівби й норми висіву насіння і їх взаємодію. Більш адаптований до умов вирощування та агрозаходів, які вивчали був сорт Аріадна продуктивністю 2,86–3,14 т/га.

Збільшення площі живлення, за різних способів сівби з 15 см до 45 см та зниження норми висіву з 1,5 до 0,5 млн схож. нас./га сприяли кращому розвитку рослин, що обумовлювало вищу врожайність. Порівняно з контролем (звичайнорядковий спосіб сівби (15 см), норма висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га) урожайність сорту Аріадна була вищою на 0,17–0,28 т/га з іншими. Це підтверджує про економію посівного матеріалу при застосуванні широкорядного (45 см) способу сівби з нормою висіву 0,5 млн схож. нас./га.

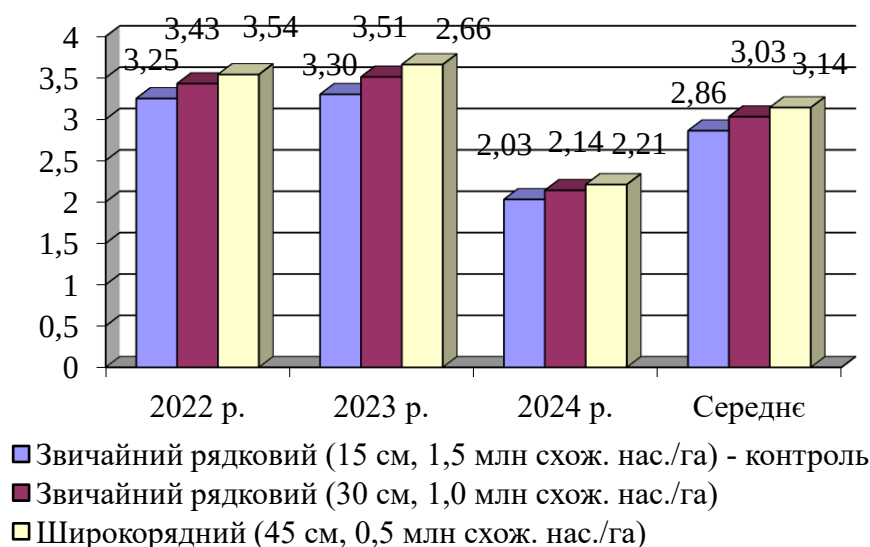


Рис. 5.7 Урожайність насіння гірчиці білої сорту Аріадна залежно від способів сівби й норм висіву насіння (2022–2024 рр.), т/га

Середня урожайність насіння сорту Біла Принцеса варіювала від 2,45 т/га контроль – звичайнорядковий спосіб сівби (15 см, норма висіву 1,5 млн схож. нас./га) до 2,60 т/га – широкорядний посів (45 см, 0,5 млн схож. нас./га), з різницею – 0,10–0,15 т/га (рис. 5.8).

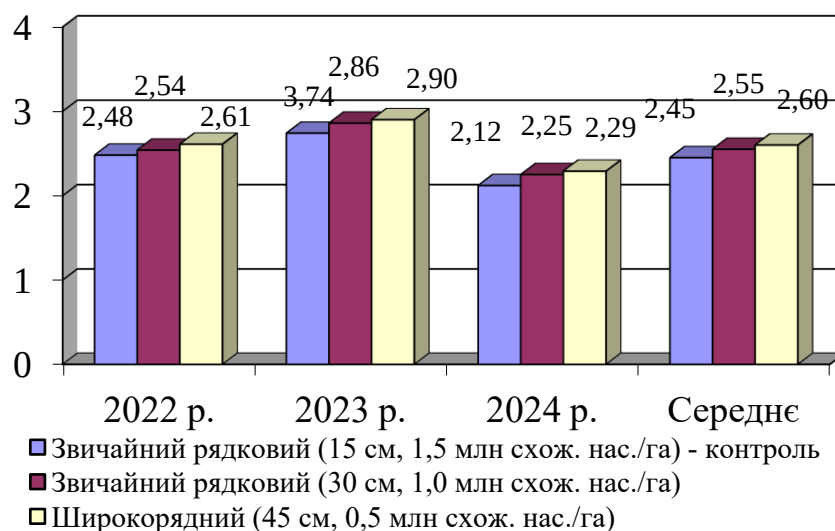


Рис. 5.8 Урожайність насіння гірчиці білої сорту Біла Принцеса залежно від способів сівби й норм висіву насіння (2022–2024 рр.), т/га

Найвищу врожайність даний сорт забезпечив у 2023 р. – 2,74–2,90 т/га, а найнижчу – в 2024 р. (2,12–2,29 т/га).

Статистична обробка дослідів підтвердила, що кожен сорт по різному реагує на способи сівби і норми висіву насіння (рис. 5.9).

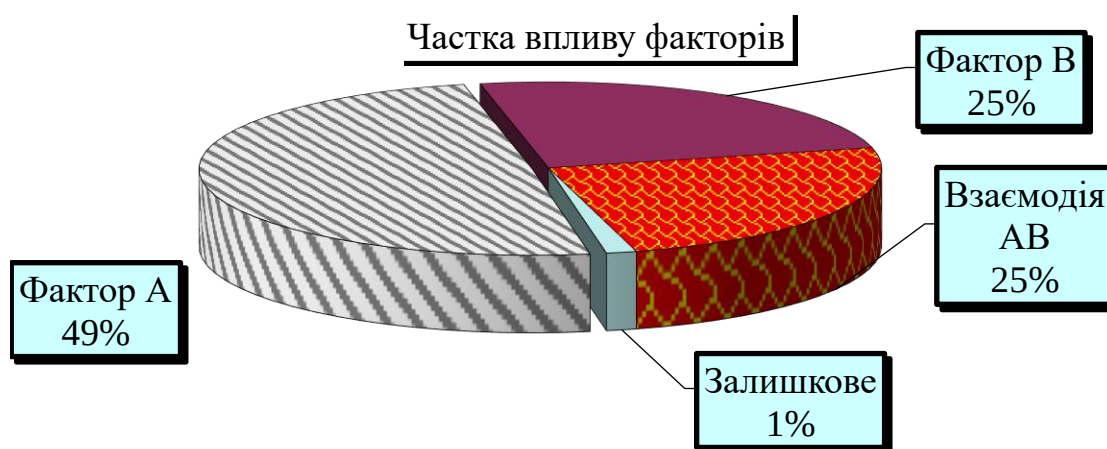


Рис. 5.9 Вплив факторів на врожайність насіння гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння, в середньому по сортах (2022–2024 рр.), %

Частка впливу сорту (фактор А) на урожайність насіння становила 49 %, способів сівби і норм висіву насіння (фактор В) – 25, їх взаємодія АВ – 25, інших (залишкове) факторів – 1 %.

5.5 Посівні якості зібраного насіння

Маса 1000 насінин є важливим показником не тільки технологічної цінності сорту, а й критерієм для оцінки якості насіннєвого матеріалу. Цей параметр закладається генетично селекціонером під час створення сорту, проте може змінюватися під впливом різноманітних факторів. Вивчення впливу способів сівби і норм висіву насіння на формування маси 1000 насінин гірчиці білої є недостатньо дослідженою темою, оскільки щораз проходить сортозаміна сортів, які знаходилися в виробництві на нові. Недостатня, або надмірна густота стояння рослин на одиниці площі може призводити до формування неідеальної оптико-біологічної моделі посіву та нераціонального використання фотосинтетично-активної сонячної радіації (ФАР).

У наших дослідках маса 1000 насінин сорту Аріадна в 2022 р. варіювала від 5,01 до 5,44 г, у 2023 р. була вищою і становила 5,20–5,67 г, а в 2024 р. нижчою – 4,64–4,82 г (рис. 5.10, дод. Р).

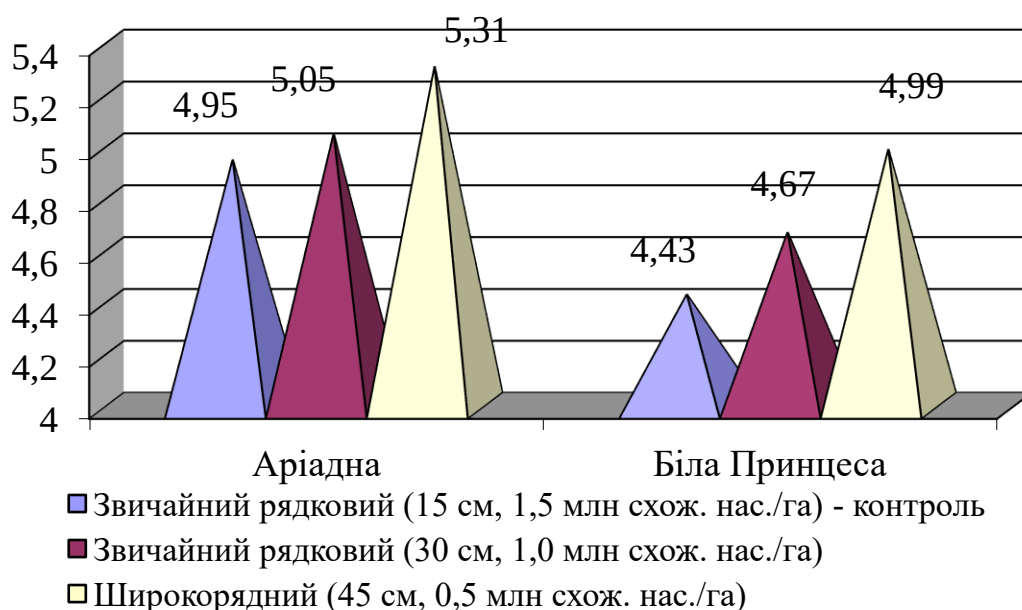


Рис. 5.10 Маса 1000 насінин сортів гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння (2022–2024 рр.), г

Таку закономірність спостерігали в сорту Біла Принцеса, відповідно 4,48–5,09 г (2022 р.), 4,63–5,35 г (2023 р.), 4,43–4,99 г (2024 р.). Середній показник по сортах змінювався від 4,69 г – на контролі (звичайно рядковий спосіб сівби (15 см), норма висіву 1,5 млн схож. нас./га) до 4,86 г (+0,17 г) за такого ж посіву з більшою шириною міжрядь (30 см) та нормою висіву насіння 1,0 млн схож. нас./га. Найвищу масу 1000 насінин формували рослини за широкорядного посіву з міжряддям 45 см, норма висіву – 0,5 млн схож. нас./га.

На формування маси 1000 насінин мали вплив ряд факторів (рис. 5.11). Вплив сорту (фактор А) на масу 1000 насінин становив 26 %, способів сівби і норм висіву насіння (фактор В) – 22, їх взаємодія (АВ) – 1 %. Найбільший вплив мали погодні умови – інші (залишкове) – 51 %.

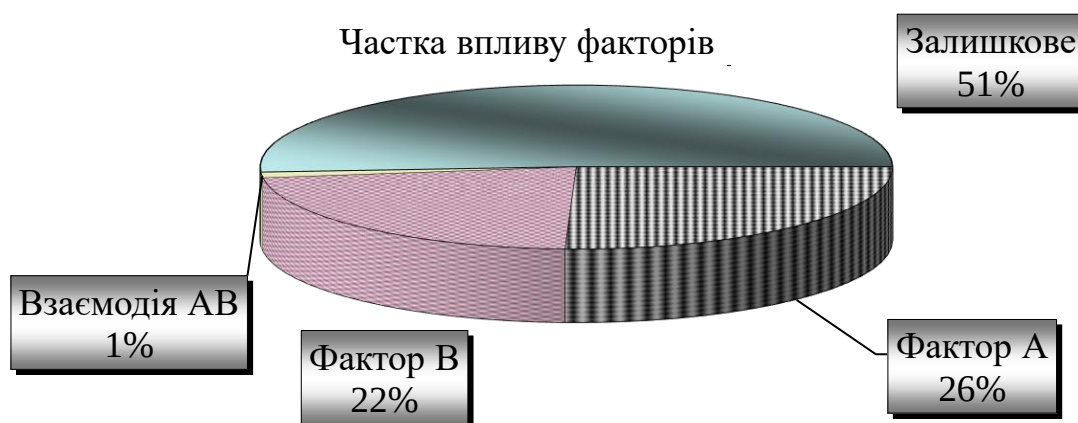


Рис. 5.11 Вплив факторів на масу 1000 насінин гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння, у середньому по сортах (2022–2024 рр.), %

Під час віднесення партії до кондиційного, або не кондиційного насіння важливим показником є енергія проростання. Чим вищий даний показник, тим більш гарантоване є отримання дружних сходів у польових умовах.

Визначення енергії проростання насіння сортів проводили у сертифікованій лабораторії агрохімії та аналітичних досліджень нашого інституту. Висока маса 1000 насінин сформована за оптимальної температури повітря та кількості опадів забезпечила середні показники енергії проростання

насіння від – 90,5 % на контролі за звичайно рядкового способу сівби, норми висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га до 94,1 % за широкорядного з нормою висіву 0,5 млн схож. нас./га (рис. 5.12, дод. С.1). Найнижчий даний показник спостерігали в 2024 р.

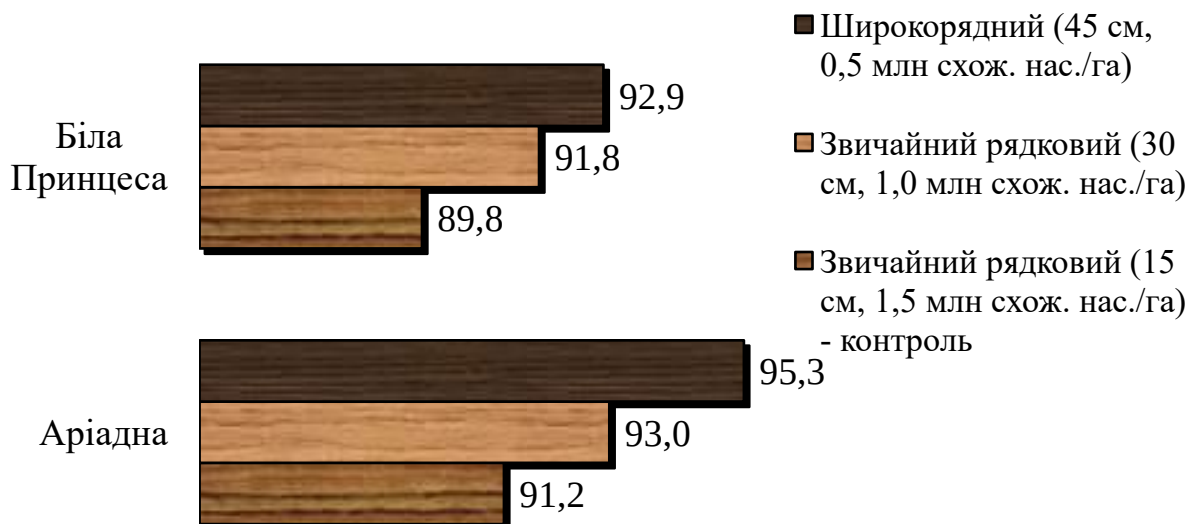


Рис. 5.12 Енергія проростання зібраного насіння сортів гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння (2022–2024 рр.), %

Вплив факторів на енергію проростання подана на рисунку 5.13. Вплив сорту (фактор А) на енергію проростання зібраного насіння оцінювали в сім відсотків, способи сівби і норми висіву насіння (фактор В) становили 22 %, їх взаємодія (АВ) – 2 і найбільший вплив мали погодні умови – інші (залишкове) 69 %.

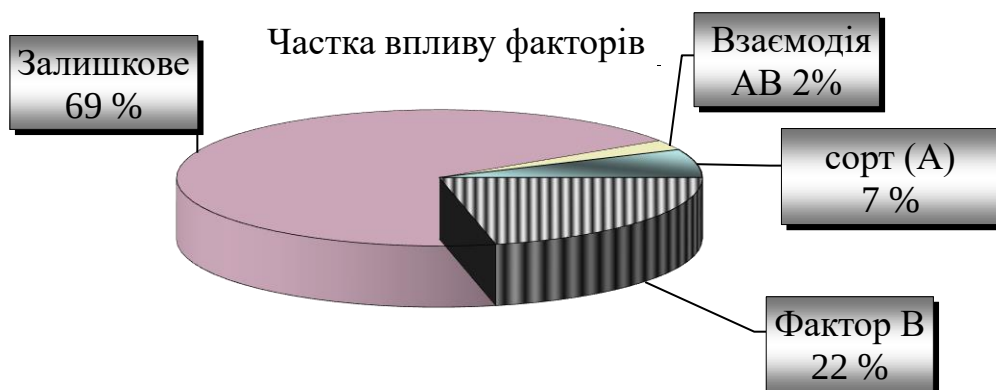


Рис. 5.13 Вплив факторів на енергію проростання зібраного насіння гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння (2022–2024 рр.), %

За звичайнорядкового способу сівби з шириною міжрядь 15 і 30 см з нормами висіву 1,5 і 1,0 млн схож. нас./га кореляція між масою 1000 насінин і енергією проростання насіння у сорту Аріадна була прямою сильною ($r = 0,970-0,990$), а за широкорядного (45 см, з нормою висіву 0,5 млн схож. нас./га) – пряма повна ($r = 1,000$) (табл. 5.16). За таких варіантів у сорту Біла Принцеса ці показники становили, відповідно $r = 0,922-0,999$ і $r = 1,000$.

Таблиця 5.16

Кореляція між масою 1000 насінин і енергією проростання сортів гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння (2022–2024 рр.)

Спосіб сівби	Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас./га	Сорт					
			Аріадна			Біла Принцеса		
			г	%	г	г	%	г
Звичайний рядковий – (контроль)	15	1,5	4,95	91,2	0,970	4,43	89,8	0,922
Звичайний рядковий	30	1,0	5,05	93,0	0,990	4,67	91,8	0,999
Широкорядний	45	0,5	5,31	95,3	1,000	4,99	92,4	1,000

Лабораторна схожість насіння на контролі за звичайно рядкового способу сівби (15 см, норма висіву 1,5 млн схож. нас./га) у сорту Аріадна становила 95,1 %, у Білої Принцеси – 94,5 % з різницею між сортами 0,6 % (рис. 5.14, дод. С.2–С.4).

За звичайнорядкового способу сівби (30 см, 1,0 млн схож. нас./га) даний показник у сорту Аріадна становив 98,2 %, у Білої Принцеси – 96,4 %, за широкорядного (45 см, 0,5 млн схож. нас./га), відповідно 99,6 і 99,4 %. Порівняно з звичайнорядковим способом сівби (15 см, норма висіву 1,5 млн схож. нас./га) за широкорядного (45 см, 0,5 млн схож. нас./га) лабораторна схожість була вищою в сорту Аріадна на 4,4 %, Біла Принцеса – 5,0 %.



Рис. 5.14 Лабораторна схожість зібраного насіння сортів гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння (2022–2024 рр.), %

На лабораторну схожість зібраного насіння сортів гірчиці білої найбільший вплив мали погодні чинники (залишкове) – 73 %, сорт (фактор А) – 10, способи сівби і норми висіву (В) – 10, їх взаємодія (АВ) – 7 % (рис. 5.15).

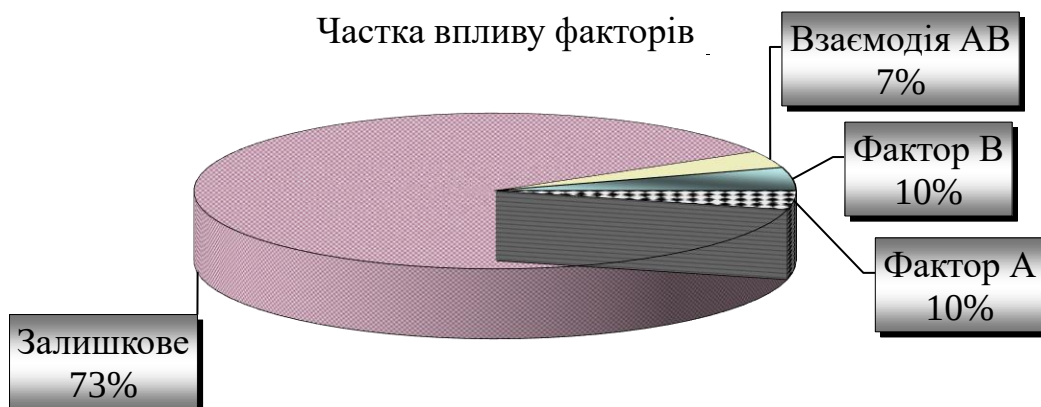


Рис. 5.15 Вплив факторів на лабораторну схожість зібраного насіння гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння (2022–2024 рр.), %

Висновки до розділу 5

За отриманими результатами досліджень можна констатувати, що способи сівби і норми висіву сортів гірчиці білої у нульовій фазі ВВСН 00-09 проростання насіння, не мали достовірного впливу на польову схожість висіяного насіння. Даний показник залежав від якості висіяного матеріалу,

запасів продуктивної вологи посівного шару ґрунту (0–10 см) та температури повітря. У 2022 р. середній показник польової схожості насіння сортів становив: у 2022 р. – 92,4–92,8 %, 2023 р. – 94,5–95,0, 2024 р. – 93,3–93,8 %;

- збільшення ширини міжрядь з 15 до 30 см за звичайно рядкового способу сівби пришвидшувало цвітіння рослин на 1–2 доби, а за широкорядного (45 см) – на 2–3 доби;

- із зниженням норм висіву насіння площа листкової поверхні зменшувалася на 1,3–2,6 тис. м²/га;

- більша площа живлення за широкорядного способу сівби з нормою висіву насіння 0,5 млн схож. нас./га сприяла формуванню більшої кількості гілок першого порядку, стручків та насінин в стручку;

- порівняно з звичайно-рядковим способом сівби (15 см) з нормою висіву 1,5 млн схож. нас./га за ширини міжрядь 30 см і норми 1,0 млн схож. нас./га урожайність сортів була вищою на 0,10–0,17 т/га, а за широкорядного (45 см), 0,5 млн схож. нас./га – на 0,15–0,28 т/га.

- широкорядний спосіб сівби (45 см) з нормою висіву насіння 0,5 млн схож. нас./га забезпечив найвищі показники посівних якостей насіння, зокрема масу 1000 насінин – 4,99 г (сорт Біла Принцеса) та 5,31 г (Аріадна).

- посівні якості зібраного насіння були високими. Вони формувалися під впливом сприятливих погодних умов і досліджуваних способів сівби та норм висіву насіння. Енергія проростання зібраного насіння залежала від маси 1000 насінин і становила 90,5–94,1 %, лабораторна схожість – 94,8–99,5 %.

- за звичайнорядкового способу сівби з шириною міжрядь 15 і 30 см з нормами висіву 1,5 і 1,0 млн схож. нас./га кореляція між масою 1000 насінин і енергією проростання насіння в сортів Аріадна і Біла Принцеса була прямою сильною ($r = 0,970\text{--}0,990$; $r = 0,922\text{--}0,999$), а за широкорядного (45 см, з нормою висіву 0,5 млн схож. нас./га) – прямою повною ($r = 1,000$).

За матеріалами даного розділу авторкою опубліковано такі наукові праці:

Волощук М. Ю. Агробіологічне обґрунтування способів сівби й норм висіву насіння гірчиці білої на урожайність і якість продукції. *Агронаука і практика*. 2024. Вип. 3. Ч. 2. С. 31–37. DOI: 10.32636/agroscience.2024-(3)-2-5

Волощук М. Ю. Формування посівних якостей насіння гірчиці білої під впливом погодних і агротехнічних факторів. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: стратегії стійкості сільськогосподарського сектору під час війни та у післявоєнний період : матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених* (с. Оброшине, 19 листоп. 2024 р.). Львів-Оброшине, 2024. С. 14–16.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ

Основу аграрної економіки України складають зернові і олійні культури які забезпечують внутрішні потреби населення і є експортним потенціалом вітчизняного агропромислового комплексу [170, 171].

Наявність в Західному Лісостепу України сприятливих ґрунтово-кліматичних умов для вирощування олійних культур дозволяє досягнути значних економічних показників і створити необхідні умови для організації ефективного виробництва олієсировини [172].

Впровадження ефективних інноваційних розробок дозволяє забезпечити високу конкурентоспроможність виробленої продукції, з іншого – збільшити валові збори [173].

Рівень собівартості насіння залежить від продуктивності сорту і технології вирощування культури, які забезпечують економічну оцінку й обґрунтовують впровадження запропонованих агрозаходів.

Найбільш гострою проблемою сільськогосподарського виробництва є високі ціни на матеріально-технічні ресурси.

У результаті досягнення високої фінансово-господарської діяльності за рахунок прибутку, виробник отримує винагороду за ризики, покращує свій добробут та конкурентоспроможність підприємства чи фермерства [174].

Ціна на насіння гірчиці білої є високою і коливається в межах 40–70 тис. грн/т [175, 176].

6.1 Економічна ефективність застосування регуляторів росту в передпосівній обробці насіння гірчиці білої

Дані таблиці 6.1 підтверджують, що залежно від отриманої врожайності вартість реалізованого насіння варіювала від 113,6 тис. грн/га на контролі (без

стимуляторів росту) до 121,2–125,2 тис. грн/га за їх застосування, при цьому сума затрат на вирощування становила 23,5–23,8 тис. грн/га.

Таблиця 6.1

Економічна ефективність застосування регуляторів росту в передпосівній обробці насіння гірчиці білої (2022–2024 рр.)

Передпосівна обробка насіння регуляторами росту	Урожайність насіння, т/га	Вартість реалізованого насіння, тис. грн/га	Сума затрат на вирощування, тис. грн/га	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Собівартість 1 т продукції, тис. грн.	Рентабельність		
						%	± до контролю	
Модесто, 48 % т.к.с. (контроль), 12,5 л/т	2,84	113,6	23,1	90,5	8,1	391,8	-	-
П + Вимпел 2 (1,0 л/т)	3,03	121,2	23,5	97,7	7,8	415,7	23,9	-
П + Трептолем (0,25 мл/т)	3,13	125,2	23,8	101,4	7,6	426,1	34,3	10,4
П + Нертус ПлантаПег (0,4 л/т)	3,08	123,2	23,7	99,5	7,7	419,8	28,0	4,1

Примітка. Рівень мінерального живлення – $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (макростадія 1 – розвиток листків, фаза ВВСН 14–16, 4–6 листків). Вартість 1 т насіння гірчиці білої за цінами 2024 р. – 40 тис. грн/т.

За застосування стимуляторів у передпосівній обробці насіння гірчиці білої умовно чистий прибуток зростав з 90,5 до 101,4 тис. грн/га, а собівартість 1 т знижувалася з 8,1 до 7,6 тис. грн.

Висока ринкова ціна на насіння даної культури забезпечувала рівень рентабельності в межах 391,8–426,1 %.

Порівняно з контролем стимулятори збільшували даний показник на 23,9–34,3 %, найвищу отримали від Трептолем (0,25 мл/т).

6.2 Економічна ефективність виробництва насіння гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив

Порівняно з контролем (без внесення мінеральних добрив) вартість реалізованої продукції сорту Аріадна зростала з 61,6 до 140,0 тис. грн/га за норми внесення – $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Економічна ефективність виробництва насіння гірчиці білої сорту Аріадна залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 рр.)

Норма внесення мінеральних добрив, д.р./га			Урожайність насіння, т/га	Вартість реалізованого насіння, тис. грн/га	Сума затрат на вирощування, тис.	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Собівартість 1 т продукції, тис. грн.	Рентабельність	
основне	підживлення							%	± до конт-ролю
	ВВСН 14–16	ВВСН 52–53							
Контроль (без добрив)	-	-	1,54	61,6	15,0	46,6	9,7	311	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		2,89	115,6	23,1	92,5	8,0	400	89
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	3,20	128,0	29,2	98,8	9,1	338	27
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	3,50	140,0	33,0	107,0	9,4	324	13

По мірі збільшення норм добрив затрати на вирощування зростали з 15,0 до 33,0 тис. грн/га, але і збільшувався умовно чистий прибуток з 46,6 до 107,0 тис. грн/га. Найнижчу собівартість продукції – 8,0 тис. грн/т та найвищу рентабельність зафіксовано за норми добрив $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (підживлення в фазі ВВСН 14–16) – 400 % у сорту Аріадна.

У такій залежності зростали економічні показники сорту Біла Принцеса подані в таблиці 6.3. Собівартість продукції становила 7,7 тис. грн/га та рентабельність – 419 %.

**Економічна ефективність виробництва насіння гірчиці білої
сорту Біла Принцеса залежно від норм внесення мінеральних добрив
(2022–2024 рр.)**

Норма внесення мінеральних добрив, д.р./га			Урожайність насіння, т/га	Вартість реалізованого насіння, тис. грн/га	Сума затрат на виращування, тис.	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Собівартість 1 т продукції, тис. грн.	Рентабель- ність	
основне	підживлення							%	± до конт- ролю
	ВВСН 14–16	ВВСН 52–53							
Контроль (без добрив)	-	-	1,63	65,2	15,0	50,2	9,2	335	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		3,00	120,0	23,1	96,9	7,7	419	84
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	3,43	137,2	29,2	108,0	8,5	370	35
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	3,62	144,8	33,0	111,8	9,1	339	4

**6.3 Економічна ефективність виробництва насіння гірчиці білої
залежно від способів сівби й норм висіву**

Вартість реалізованого насіння сортів гірчиці білої зростала з 98,0 тис. грн – Біла Принцеса, 114,4 тис. грн – Аріадна, за звичайно рядкового способу сівби (15 см) з нормою висіву 1,5 млн схож. нас./га (контроль) до 104,0 і 125,6 тис. грн за широкорядного (45 см) з нормою висіву 0,5 млн схож. нас./га (табл. 6.4).

Зменшення норм висіву насіння знижувало витрати технології виращування з 23,1 тис. грн/га (контроль) до 22,5 тис. грн/га (широкорядний посів, норма 0,5 млн схож. нас./га). Умовно чистий прибуток сортів складав 91,3/74,9 тис. грн/га (контроль) – 103,1/81,5 тис. грн/га (широкорядний спосіб сівби, норма висіву – 0,5 млн схож. нас./га), а собівартість 1 т продукції, відповідно 8,1/9,4–7,2/8,7 тис. грн.

Рентабельність виробництва насіння гірчиці білої була високою – 395/324–458/361 %. Порівняно з звичайно рядковим способом сівби, норма 1,5 млн схож. нас./га (контроль) за зниження до 1,0 млн схож. нас./га вона зростала на 14 %, а за широкорядного (0,5 млн схож. нас./га) – на 26 %.

Більша продуктивність сорту Аріадна забезпечила вищі показники економічної ефективності порівняно з Білою Принцесою.

Таблиця 6.4

**Економічна ефективність виробництва насіння сортів гірчиці білої
залежно від способів сівби й норм висіву (2022–2024 рр.)**

Спосіб сівби (см), норма висіву насіння, млн схож. нас./га	Урожайність насіння, т/га	Вартість реалізованого насіння, тис. грн.	Сума затрат на ви- рування, тис. грн/га	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Собівартість 1 т продукції, тис. грн.	Рентабельність		
						%	± між сортами	
Звичайний рядковий (15 см), 1,5 млн схож. нас./га (контроль)	<u>2,86</u>	<u>114,4</u>		<u>91,3</u>	<u>8,1</u>	<u>395</u>		
	2,45	98,0	23,1	74,9	9,4	324	71	-
Звичайний рядковий (30 см), 1,0 млн схож. нас./га	<u>3,03</u>	<u>121,2</u>		<u>98,5</u>	<u>7,5</u>	<u>434</u>		
	2,55	102,0	22,7	79,3	8,9	349	85	14
Широкорядний (45 см), 0,5 млн схож. нас./га	<u>3,14</u>	<u>125,6</u>		<u>103,1</u>	<u>7,2</u>	<u>458</u>		
	2,60	104,0	22,5	81,5	8,7	361	97	26

Примітка. Рівень мінерального живлення – $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (макростадія 1 – розвиток листків, фаза ВВСН 14–16, 4–6 листків). Чисельник – сорт Аріадна, знаменник – Біла Принцеса.

6.4 Результати впровадження досліджуваних агрозаходів

У 2024 р. проведено впровадження кращих варіантів досліду в процесі виконання дисертаційної роботи в господарствах.

1) ДП «ДГ «Грусятічі» Інститут СГ Карпатського регіону НААН
с. Грусятічі Жидачівський район Львівська область (дод. Т).

Наукова розробка «Удосконалені елементи технології вирощування гірчиці білої в умовах Західного Лісостепу України» (завдання «Розробити ефективні агрозаходи вирощування олійних культур в умовах Карпатського регіону», № ДР 0123U105039) включала: сорт Аріадна, передпосівну обробку насіння протруйником Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) з стимуляторами росту – Трептолем (0,25 л/т), норму внесення мінеральних добрив – $N_{30}P_{90}K_{100}$ + підживлення N_{50} у фазах ВВСН 14–16 + N_{30} ВВСН 52–53, спосіб сівби широкорядний (45 см) з нормою висіву 0,5 млн схож. нас./га, забезпечила вищий приріст урожайності насіння на 0,24 т/га порівняно з базовою.

Економічна ефективність: порівняно з базовою технологією вирощування гірчиці білої сорту Аріадна за удосконаленої, умовно чистий прибуток був вищим на 1,8 тис. грн/га, рівень рентабельності виробництва насіння на 18 %.

2) ПФ «БОГДАН і К^о» с. Попельники Коломийський район, Івано-Франківська область на площі 5 га. Наукова розробка «Удосконалені елементи технології вирощування гірчиці білої в умовах Західного Лісостепу України» (завдання «Розробити ефективні агрозаходи вирощування олійних культур в умовах Карпатського регіону», № ДР 0123U105039) включала: сорт Аріадна, Біла Принцеса, передпосівну обробку насіння протруйником Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) з стимуляторами росту – Трептолем (0,25 л/т), норму внесення мінеральних добрив – $N_{30}P_{90}K_{100}$ + підживлення N_{50} у фазах ВВСН 14–16 + N_{30} ВВСН 52–53, спосіб сівби широкорядний (45 см), норма висіву насіння – 0,5 млн схож. нас./га забезпечили вищий приріст урожайності на 0,45 т/га (Аріадна), 0,56 т/га (Біла Принцеса) порівняно з базовою.

Економічна ефективність: порівняно з базовою технологією вирощування гірчиці білої за удосконаленої, умовно чистий прибуток був вищим на 10 тис.грн/га у сорту Аріадна і 12,0 тис.грн/га в Білої Принцеси (дод. У).

Висновки до розділу 6

Сумісне застосування протруйника з стимуляторами росту в передпосівній обробці насіння забезпечували вищу на 23,9–34,3 % рентабельність виробництва насіння сортів порівняно з контрольним варіантом – Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т). За використання стимуляторів росту, а саме Нертус ПлантаПег (0,4 л/т) даний показник був вищим на 4,1 %, а за Трептолем (0,25 мл/т) – 10,4 % порівняно з Вимпел 2 (1,0 л/т). Висока ринкова ціна на насіння даної культури забезпечувала рівень рентабельності в межах 391,8–426,1 %. Порівняно з контролем стимулятори збільшували даний показник на 23,9–34,3 %, найвищу отримали від Трептолем (0,25 мл/т).

За норми внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (підживлення в фазі ВВСН 14–16) собівартість 1 т продукції була найнижчою і складала: 8,0 тис. грн/т (Аріадна) – 7,7 тис. грн/т (Біла Принцеса), а висока реалізаційна ціна на насіння гірчиці білої забезпечувала рентабельність виробництва, відповідно: 400 і 419 %.

Широкорядний спосіб сівби з нормою висіву насіння 0,5 млн схож. нас./га забезпечує вищу на 26 % рентабельність виробництва насіння гірчиці білої порівняно з звичайно рядковим (15 см), нормою висіву 1,5 млн схож. нас./га.

За матеріалами даного розділу авторкою опубліковано такі наукові праці:

Оптимізація технологічних прийомів вирощування гірчиці білої на насіння (науково-практичні рекомендації) / О. П. Волощук, І. С. Волощук, Г. Я. Біловус, В. В. Глива, Ю. В. Воробйова, О. М. Случак, Г. С. Герешко, М. Ю. Волощук. Оброшине : [Б. в.], 2024. 35 с.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання щодо обґрунтування процесів формування урожайності насіння сортів гірчиці білої під впливом погодних факторів й удосконалених елементів технології вирощування, які включають: передпосівну обробку насіння стимуляторами росту, норми застосування мінеральних добрив за фазами органогенезу, способи сівби й норми висіву насіння.

1. Встановлено, що передпосівна обробка насіння баковими сумішами протруйника з регуляторами росту забезпечувала підвищення польової схожості на 0,9–2,9 % порівняно з інсектицидним протруйником (контроль). Найбільш ефективним було сумісне застосування протруйника Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) + стимулятора Трептолем (0,25 л/т). Кореляція сорту Аріадна між польовою схожістю насіння обробленого протруйником з стимуляторами росту і продуктивною вологістю ґрунту була прямою і варіювала від середньої (0,638) до сильної (0,753), у Білої Принцеси, відповідно від 0,626 до 0,725. За застосування стимуляторів стадія росту 8 (достигання) фаза ВВСН 87 (70 % стручків достигли, насіння жовте, тверде) наступала на 2–3 доби раніше. Залежно від групи стиглості і погодних факторів повне дозрівання насіння в сорту Аріадна відмічено на 81–91 добу, Білої Принцеси – на 93–103 добу.

2. Встановлено зростання площі листкової поверхні на – 1,6–3,5 тис. м²/га, чистої продуктивності фотосинтезу – 0,12–0,25 г/м² за добу та формування вищих показників структури росли сортів гірчиці білої під впливом регуляторів росту.

3. За передпосівної обробки насіння стимуляторами росту прирости урожайності складала 0,19–0,29 т/га, вищими були посівні якості зібраного насіння: маса 1000 насінин – на 0,6–1,0 г, енергія проростання – 1,4–3,0% та лабораторна схожість – 2,1–4,2 %.

Вплив факторів на урожайність насіння гірчиці білої становив: сорту – 9 %, стимуляторів росту –27 %, погодних факторів –14 %, взаємодія сорту і стимуляторів росту –17%, сорту і погодних умов –5 %, стимуляторів і погодних факторів –13 %, сорту, стимуляторів і погодних умов –13%, інших факторів –2%.

4. Внесення мінеральних добрив за низької природньої родючості сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтів та оптимальної кількості опадів і вищих температурних режимів впродовж вегетаційного періоду обумовлювали високу реалізацію генетичного потенціалу сортів. Добрива впливали на тривалість етапів органогенезу рослин, подовжуючи їх до формування насіння і скорочуючи до повної стиглості. Збільшення норм внесення мінеральних добрив з $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (ВВСН 14–16) до $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) забезпечувало зростання площі листкової поверхні на 2,8–5,4 тис.м²/га та чистої продуктивності фотосинтезу на 0,33–0,62 г/м² за добу.

5. Доведено, що оптимальна система мінерального живлення рослин ($N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53)) підвищувала показники продуктивності забезпечуючи високу врожайність насіння – 2,95–3,56 т/га. Найвищий приріст до контролю (без добрив) – 1,97 т/га отримано за норми внесення $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) внаслідок вищої на 1,93 г маси 1000 насінин. За урожайністю насіння між сортами достовірної різниці не виявлено (Аріадна – 3,50 т/га, Біла Принцеса – 3,62 т/га). Вплив факторів на урожайність насіння становив: сорту (фактор А) – 18 %, мінеральних добрив (фактор В) – 24%, погодних умов (фактор С) – 5%, взаємодія сорту і мінеральних добрив (АВ) – 14 %, сорту і погодних умов року (АС) – 5 %, мінеральних добрив і погодних умов (ВС) – 14 %, сорту, мінеральних добрив і погодних умов (АВС) – 15 % і інших факторів – 5 %. Кореляція між урожайністю насіння і масою 1000 насінин у сортів Аріадна та Біла Принцеса була пряма сильна ($r = 0,691–0,963$; $r = 0,745–0,975$).

6. На фоні мінерального живлення $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) агротехнічна цінність гірчиці білої підтверджена формуванням у стадії 6 (цвітіння), фази ВВСН 65 (повне цвітіння: 50 % квіток на головній

китиці відкрито, старі пелюстки опали) вегетативної маси сорту Аріадна – 34,2 т/га, Білої Принцеси – 34,8 т/га та кореневих решток – 10,0 і 9,8 т/га.

7. Кормове значення гірчиці білої визначено за вмістом в зеленій масі 0,11 од./кг, 0,14 г/кг перетравного протеїну, що забезпечувало вихід з 1 га – 4,081–4,158 т – кормових одиниць і 0,502–0,553 т – перетравного протеїну.

8. Способи сівби і норми висіву сортів гірчиці білої на початкових стадіях проростання насіння (фаза ВВСН 00–09) не мали значного впливу на польову схожість висіяного насіння. Цей показник залежав переважно від якості насіннєвого матеріалу, запасів продуктивної вологи в посівному шарі ґрунту (0–10 см) та температури повітря. У 2022 р. середній рівень польової схожості насіння сортів становив 92,4–92,8 %, у 2023 р. – 94,5–95,0 %, а в 2024 році – 93,3–93,8 %.

9. Збільшення ширини міжрядь з 15 до 30 см при звичайному рядковому способі сівби прискорювало цвітіння рослин на 1–2 дні, а при широкорядному (45 см) — на 2–3 дні. Зменшення норм висіву насіння призводило до скорочення площі листової поверхні на 1,3–2,6 тис. м²/га, водночас чиста продуктивність фотосинтезу зростала на 0,22–0,34 г/м² на добу. Більша площа живлення при широкорядному способі сівби з нормою висіву 0,5 млн схожих насінин на гектар сприяла утворенню більшої кількості гілок першого порядку, стручків та насінин у стручках.

10. Порівняно з звичайним рядковим способом сівби (15 см) за нормою висіву 1,5 млн схожих насінин на гектар при ширині міжрядь 30 см і нормі 1,0 млн схожих насінин на гектар, урожайність сортів була вищою на 0,10–0,17 т/га. За широкорядного способу сівби (45 см) при нормі 0,5 млн схожих насінин на гектар урожайність збільшувалася на 0,15–0,28 т/га. Найвищі показники посівних якостей насіння були за широкорядного способу сівби (45 см) з нормою висіву 0,5 млн схожих насінин на гектар, зокрема маса 1000 насінин становила 4,99 г для сорту Біла Принцеса і 5,31 г для сорту Аріадна. Посівні якості зібраного насіння залежали від погодних умов та досліджуваних способів сівби й норм висіву. Енергія проростання зібраного насіння, яка залежала від маси 1000 насінин, становила 90,5–94,1 %, а

лабораторна схожість варіювала від 94,8 до 99,5 %. Кореляція між масою 1000 насінин і енергією проростання за широкорядного способу сівби (45 см, з нормою висіву 0,5 млн схож. нас./га) була прямою повною ($r = 1,000$).

11. Протруйник з стимуляторами росту в передпосівній обробці насіння забезпечують вищу на 23,9–34,3 % рентабельність виробництва насіння сортів порівняно з контролем (Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т)). За використання Нертус ПлантаПег (0,4 л/т) даний показник був вищим на 4,1 %, а за Трептолем (0,25 мл/т) – 10,4 % порівняно з Вимпел 2 (1,0 л/т).

За норми внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (підживлення в фазі ВВСН 14–16) собівартість 1 т продукції була найнижчою і складала: 8,0 тис. грн/т (Аріадна) – 7,7 тис. грн/т (Біла Принцеса), а висока реалізаційна ціна на насіння гірчиці білої забезпечувала рентабельність виробництва, відповідно: 400 і 419 %. Широкорядний спосіб сівби з нормою висіву насіння 0,5 млн схож. нас./га забезпечував вищу на 26 % рентабельність виробництва насіння гірчиці білої порівняно з звичайно рядковим (15 см), нормою висіву 1,5 млн схож. нас./га.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтах зони Західного Лісостепу, господарствам різних організаційно–правових форм власності, впроваджувати у виробництво нові екологічно–пластичні, високопродуктивні сорти гірчиці білої ранньостиглої групи – Аріадна та середньостиглої – Біла Принцеса.

Сортова технологія вирощування повинна включати:

- передпосівну обробку насіння інсектицидним протруйником Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) з стимулятором росту – Трептолем (0,25 л/т),
- норму внесення мінеральних добрив – $N_{30}P_{90}K_{100}$ + підживлення N_{50} у фазах BBCH 14–16 (4–6 листків) + N_{30} BBCH 52–53 (квітконос головного пагона);
- для насінницьких посівів застосовувати широкорядний спосіб сівби (45 см) з нормою висіву 0,5 млн схожих насінин на гектар, а для виробничих посівів з метою отримання зеленої маси – звичайний рядковий (15 см) з нормою 1,5 млн схожих насінин на гектар.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Чехов А. В. Мировое производство семян масличных культур и пути их реализации. *Науково-технічний бюлетень ІОК УААН*. Запоріжжя, 2001. Вип. 6. С. 1–4.
2. Слісарчук М. Вирощування гірчиці білої як олійної культури. Пропозиція. Агрономія Сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/10623-vyroshchuvannia-hirchytsi-biloi-iak-oliinoi-kultury.html> (дата звернення: 30.08.2022).
3. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури) : монографія / І. А. Шевченко та ін.; Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України. Запоріжжя : СТАТУС, 2017. 44 с.
4. Архипенко Ф. М, Слюсар С. М. Гірчиця біла – культура широкого діапазону використання. *Агроном*. 2006. № 3. С. 26–28.
5. Гірчиця як олійна та кормова культура / Ф. М. Архипенко та ін. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. Київ : Нора-прінт, 2000. Вип. 1. С. 48-51.
6. Олійні культури в Україні / М. М. Гаврилюк та ін. / за ред. В. Н. Салатенка. Київ : Основа. 2008. 420 с.
7. Іваницька Ю. В Україні змінюється географія вирощування гірчиці. *Аналітик. ІА «АПК-Інформ»*. URL: <https://superagronom.com/news/8006-v-ukrayini-zminuyetsya-geografiya-viroschuvannya-girchitsi-analitik> (дата звернення: 02.09.2022).
8. Губенко Л. Гірчичні реалії та перспективи. *Пропозиція*. 2019. № 1. URL: <https://propozitsiya.com/ua/girchychni-realiyi-ta-perspektyvy> (дата звернення: 02.09.2022).
9. Жуйков О. Г. Ринок гірчиці в Україні: стан, проблеми, перспективи. *Таврійський науковий вісник*. 2014. № 87. С. 39–48.
10. Жуйков Г. Є., Жуйков О. Г. Роль гірчиці та продуктів її переробки у формуванні продуктового сегменту АПК України. *Бізнес-навігатор* : науково-

виробничий журнал, МУБіП. 2013. Вип. 1 (30). С. 141–147.

11. Жуйков О. Г. Гірчиця в Південному Степу: агроекологічні аспекти і технології вирощування: наукова монографія. Херсон : Грін Д. С., 2014. 416 с.

12. Гірчиця біла та її ефективне використання в біологізації землеробства / І. А. Шувар та ін. Львів : Львівський національний аграрний університет. 2009. 69 с.

13. Effects of grought and rehydration on the growth and physiological features of mustard seedlings / P. Jia et al. *Journal of Central European Agriculture*. 2021. Vol. 22, no. 4. P. 836–847. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.4.3246>.

14. Урожайність гірчиці залежно від погодно-кліматичних умов північно-східного Лісостепу України / С. В. Жердецька та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми. 2016. № 2. С. 127–130.

15. Effects of seed pre-treatment with plant growth compound regulators on seedling growth under drought stress / P. Jia et al. *Agraarteadus*. 2021. Vol. 32, no. 2. P. 251–256. DOI: <https://doi.org/10.15159/jas.21.35>.

16. Мельник Т. І., Алі Ш., Колосок В. Г. Якість насіння гірчиці білої залежно від сорту та норм висіву в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2020. № 113. С. 92–97.

17. Козіна Т. В. Удосконалення окремих елементів сортової технології вирощування гірчиці білої в умовах Лісостепу західного : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво». Кам'янець-Подільський, 2013. 20 с.

18. Сидерати в сучасному землеробстві / І. А. Шувар та ін. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2015. 156 с.

19. Гусарова А. Гірчиця як попередник пригнічує поширення кореневих гнилей. URL: <https://superagronom.com/news/6406-girchitsya-yak-poperednik-prignichuye-poshirennya-korenevih-gniley-doslidjennya> (дата звернення: 07.09.2022).

20. Власенко Н. Г., Коротких Н. А. Влияние агротехнических приемов на фитосанитарные свойства полевых капустных культур в отношении

сорняков. *Агрохимия*. 2002. № 10. С. 58–63.

21. Жуйков О. Г., Жуйков Г. Є. Економіко-енергетична ефективність виробництва насіння гірчиці в зоні південного степу. *Бізнес-навігатор*. 2014. № 3. С. 188–194.

22. Гірчиця / В. О. Мазур та ін. *Посібник*. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2009. 88 с.

23. Видові особливості формування зеленої маси гірчиці в умовах Лівобережного Лісостепу України / А. В. Мельник та ін. *Вісник ХНАУ. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання*. 2017. № 2. С. 79–85.

24. Гірчична олія – користь для організму і шкода, склад і як приймати для лікування. URL: <http://radka.in.ua/zdorovya/girchichne-maslo-korist-dlia-organiz.html> (дата звернення: 03.09.2022).

25. Гірчичне масло: склад, користь, властивості, лікування і протипоказання. Застосування гірчичного масла в косметології для обличчя та волосся. URL: <http://inmoment.com.ua/beauty/beautiful-body/mustard-oil.html> (дата звернення: 03.09.2022).

26. Ляпін Г. Нова «професія» гірчиць. *Хлібороб України*. 1988. № 6. С. 22.

27. Базалій В. В., Жуйков О. Г. Еколого-технологічне обґрунтування способу основного обробітку ґрунту при вирощуванні гірчиці білої в зоні Сухого Степу. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 80. С. 9–14.

28. Мельник А. В. Жердецька С. В. Вплив доз мінеральних добрив на врожайність гірчиці ярої сизої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України*. Київ. 2017. № 269. С. 177–185.

29. Алі Ш. Вплив норм мінеральних добрив на ріст та розвиток рослин гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2018. № 101. С. 132–136.

30. Rika Ya. A. Effect on Growth and Yield of Mustard (*Brassica juncea*) to Addition of Coal Bottom Ash and Organic Matter. *Agrosainstek : Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*. 2018. Vol. 2. No. 1. P. 40–43. DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v2i1.17>.

31. The Effect of Different Rates of Nitrogen and Plant Density on Qualitative and Quantitative traits of Indian mustard / S. Keivanrad et al. *Advances in Environmental Biology*. 2012. Vol. 6. No. 1. P. 145–152.

32. Жушков О. Г. Комплексна агробіологічна оцінка сучасного сортового складу гірчиці білої в умовах сухого степу. *Зрошуване землеробство*. 2012. Вип. 58. С. 94–99.

33. Жушков О. Г. Агробіологічна оцінка сортового складу гірчиці сарептської для вирощування в умовах зрошення Півдня. *Зрошуване землеробство*. Херсон : Айлант, 2002. Вип. 42. С. 45–47.

34. Жушков О. Г. Еколого-біологічна оцінка сортового складу гірчиці білої (*Sinapis alba*) за вирощування в умовах Сухого Степу. *Модернізаційні стратегії розвитку аграрної науки та АПК: наук.-практ. конф. (м. Львів, 9–10 листопада 2012 р.)*. Львів : Львівська аграрна фундація, 2012. С. 78–82.

35. Мусієнко М. М., Капінос В. В. Фізіолого-біохімічні реакції в насінні та рослинах гороху посівного (*Pisum sativum* L.) на початкових етапах онтогенезу за дії біопрепаратів і регуляторів росту рослин. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 7. С. 11–17.

36. Калитка В. В., Капінос В. В. Вплив регуляторів росту і біопрепаратів на продуктивність гороху посівного (*Pisum sativum* L.) в умовах Південного Степу України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. Вип. 210, ч. 1. С. 38–46.

37. Рожков А. О., Труш О. К. Польова схожість насіння та збереженість рослин квасолі залежно від норми висіву насіння. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 30–36. DOI: [10.31210/visnyk2018.04.04](https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.04).

38. Волощук М. Ю. Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від агротехнічних заходів вирощування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 74 (1). С. 22–36. DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-2.

39. Agrobiological features of growing the brown mustard under the conditions of left-bank forest-stepp of Ukraine / A. V. Melnik et al. *AgroFor International Journal*. 2019. Vol. 4. No. 1. P. 93–12.

40. Вивчення ефективності допосівної обробки насіння стимуляторами росту рослин / О. О. Олійник та ін. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2013. (4). С. 112–119.

41. Продуктивність сої культурної за використання препаратів рістрегулюючого типу / В. В. Шевчук та ін. / *The scientific heritage : Biological sciences*. Budapest, Hungary. 2021. Vol. 61, no. 1. P. 6–10. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-61-1-6-10.

42. Гончар Л. М., Щербакова О. М. Вплив передпосівного оброблення насіння нуту на польову схожість та густоту стояння рослин. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Серія: Агрономія*. 2016. № 3. С. 43–49.

43. Сергієнко В. П. Рістрегулюючий та захисний ефект гумінових речовин. *Агробізнес сьогодні*. 2001. № 7. С. 26–29.

44. Баган А. В., Юрченко С. О., Шакалій С. М. Формування посівних якостей насіння зернобобових культур залежно від стимулятора росту *Foliar Concentrate*. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113. С. 3–9.

45. Волощук М. Ю. Стимулятори росту в підвищенні польової схожості насіння гірчиці білої. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: продовольча безпека в умовах воєнного часу і повоєнної відбудови країни* : матеріали XI Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених (с. Оброшине, 10 листоп. 2022 р.). Львів-Оброшине, 2022. С. 25–27.

46. Козаренко Д. О. Застосування гуматів – перспективний метод зменшення хімічного навантаження на агроценози. *Карантин і захист рослин*. 2013. № 8. С. 14–16.

47. Поливаний С. В., Голунова Л. А. Анатомічні особливості будови листкового апарату рослин гірчиці білої за дії стимуляторів росту. *Біологія та екологія*. 2020. Т. 6. № 1–2. С. 48–50.

48. Поливаний С. В., Кур'ята В. Г. Дія емістиму С на морфогенез та насіннєву продуктивність маку олійного. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія*. 2015. № 1(62). С. 117–124.

49. Ходаніцька О. О., Кур'ята В. Г. Вплив суміші регуляторів росту хлормекватхлориду і трептолему на якість олії льону сорту Орфей. *Питання біоіндикації та екології*. 2013. Вип. 18, № 2. С. 77–88.

50. Influence of pre-sowing seed treatments on germination properties and seedling vigor of wheat / T. Shah et al. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 2017. Vol. 1, no. 1. P. 62–70.

51. Effect of growth stimulants on seed germination and morpho-physiological attributes in pungam (*Pongamia pinnata*) / A. Venkatesh et al. *Journal of Tropical Forest Science*. 2000. Vol. 12, no. 4. P. 643–649.

52. Effectiveness of Different Groups of Preparations for Pre-Sowing Treatment of Winter Wheat Seeds / H. Slobodanyk et al. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, no. 9. P. 53–63 DOI: 10.48077/scihor.25(9).2022.53-63.

53. Вплив регуляторів росту на продуктивність гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України / А. В. Мельник та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2015. № 9. С. 173–175.

54. Мельник А. В., Жердецька С. В., Алі ІІІ. Вплив регуляторів росту на морфологічні параметри гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України. *Природне агровиробництво в Україні: Проблеми становлення, перспективи розвитку* : Міжнар. наук.-практ. Конф. (м. Дніпропетровськ, 22–23 жовтня 2015). Дніпропетровськ : РВВ ДДАЕУ, 2015. 393 с.

55. Маренич М. М., Юрченко С. О. Посівні властивості насіння сільськогосподарських культур залежно від застосування стимуляторів росту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Сільське господарство. Рослинництво*. 2016. № 1–2. С. 18–21. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2016.1-2.03>.

56. Жуйков О. Г. Агроекологічне обґрунтування залучення гірчиці білої до незрошуваних сівозмін Сухого Степу. *Збірник наукових праць ІБКіЦБ «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур»*. Київ, 2013. Вип. 17. (Т. I). С. 116–121.

57. Єременко О. А., Калитка В. В., Каленська С. М. Вплив регулятора росту на ріст, розвиток рослин і формування врожаю гібридів соняшнику (F1) в умовах Південного Степу України. *Plant Varieties Studying and protection*. 2017. Vol. 13 № 2. Р. 141–149. DOI: 10.21498/2518-1017.13.2.2017.105395.

58. Передпосівна обробка насіння біостимуляторами: застосовувати, не варто ігнорувати. *Експерти з живлення рослин. Новини та події*. <https://plantagroup.com/news/62-peredposivna-obrobka> (дата звернення: 08.06.2023).

59. Assessment of ecological plasticity and stability of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) in Ukrainian Steppe / O. A. Yeremenko et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. №. 8 (1). Р. 289–296. DOI: 10.15421/2018_214.

60. Бутенко С. О., Цзя ПейПей. Вплив регуляторів росту рослин на якість насіння гірчиці в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 124. С. 10–18. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.2>.

61. Ieremenko O., Kalitka V. Productivity of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) under the effect if AKM plant growth regulator in the conditions low moisture of southern Steppe of Ukraine. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 2016. Vol. 9, no. 1. Р. 59–64. DOI: 10.9790/2380-0909015964.

62. Сендецький В. М. Вплив гумінових препаратів на врожайність і якісні показники насіння соняшнику в умовах Лісостепу Західного. *Науковий*

вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Агрономія. Київ : НУБіП України, 2018. Вип. 294. С. 32–41.

63. Сендецький В. М. Передпосівне оброблення насіння соняшнику регуляторами росту і його вплив на формування врожайності в умовах Лісостепу Західного. *Збірник ПДАТУ «Подільський вісник»*. 2017. Вип. 26. Ч. I. С. 175–179.

64. Козіна Т. В. Економічна ефективність вирощування гірчиці білої в умовах Лісостепу Західного. *Агробіологія*. 2014. № 2. С. 46–49.

65. Урожайність і посівні якості гірчиці білої залежно від обробки насіння фізіологічно активними препаратами / А. О. Рожков та ін. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 208–217. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.134381.

66. Анішин Л. А. Регулятори росту рослин: сумніви і факти. *Пропозиція*. 2002. № 5. С. 64–65.

67. Гуменюк І. О., Поливаний С. В. Дія хлормекватхлориду на морфогенез та продуктивність рослин гірчиці білої. *Міжнародний науковий журнал «Грааль науки»*. 2021. № 7. С. 134–136. DOI: 10.36074/grail-of-science.27.08.2021.023.

68. Козіна Т. В. Вплив регулятора росту «Вермибіомаг», строків сівби і норм висіву на насіннєву продуктивність гірчиці білої в умовах Лісостепу західного. *Збірник наукових праць ПДАТУ. Кам'янець-Подільський*. 2014. Вип. 22. С. 77–81.

69. Effect of sulfur fertilization, varieties and irrigation scheduling on growth, yield, and heat utilization efficiency of indian mustard (*Brassica Juncea* L.) / K. Rana et al. *Communications in soil science and plant analysis*. 2020. Vol. 51, no. 2. P. 265–275. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1705325>.

70. Вплив мікробіологічних препаратів на продуктивність гірчиці / Н. М. Лис та ін. *Збірник наук. праць ННЦ Інститут землеробства НААН*. 2015. Вип. 2. С. 143–151.

71. Interactive Effects of Foliar Application of Zinc, Iron and Nitrogen on Productivity and Nutritional Quality of Indian Mustard (*Brassica juncea* L.) / S. S. Dhaliwal et al. *Agronomy*. 2021. Vol. 11, no. 11. Article 2333. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.121.6>.

72. Effect of in situ green manuring crops and chemical fertilizer on yield of T. Aman rice and mustard / I. J. Irin et al. *Asian Journal of Crop*. 2020. Vol. 2, no. 02. P. 68–79. DOI:10.18801/ajcsp.020220.10.

73. Effect of ethrel spray and nitrogen on growth, photosynthesis, carboxylation efficiency and water–use efficiency of mustard (*Brassica juncea* L.) / M. R. Mir et al. *International Journal of Current Research*. 2010. Vol. 6. P. 22–26.

74. Чехов А. В., Жернова Н. П. Технологічні аспекти вирощування гірчиці білої в умовах південного степу України. *Науково-технічний бюлетень ІОК УААН*. Запоріжжя, 2009. Вип. 14. С. 156–200.

76. Вишнівський П. С., Губенко Л. В., Бондарчук А. А. Вплив мінеральних добрив на екологічну адаптивність сортів гірчиці. Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства» НААН». 2012. Вип. 1/2. Р. 105–113.

77. Сайко В. Ф., Вишневський В. С. Вплив елементів технології на формування врожайності гірчиці білої сорту Еталон. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН України»*. 2015. Вип. 4. С. 72–78.

78. Жернова Н. П. Удосконалення прийомів технології вирощування гірчиці білої в умовах південного Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво». Херсон, 2011. 16 с.

79. Основи насіннєзнавства (теорія, методологія, практика) : монографія / В. Д. Паламарчук та ін. Вінниця : Друкарня ТОВ «Друк», 2022. 392 с.

80. Петерс Я. Мікроелементи в живленні озимих. Доцільність застосування. *Агроном*. 2021. № 2. С. 34–36.

81. Господаренко Г. М., Карнаух О. Б. Мікроелементи і добрива в живленні рослин. *Навчальний посібник*. Кам'янець-Подільський : Рута, 2020. 348 с.

82. Kurmi K. Influence of sowing date on the performance of rapeseed and mustard varieties under rainfed situation of Southern Assam. *Journal of Oilseeds Research*. 2002. Vol. 19, no. (2). P. 197–198.

83. Piri I., Rahimi A., Tavassoli A. Effect of sulphur fertilizer on sulphur uptake and forage yield of Brassica juncea in condition of different regimes of irrigation. *African Journal of Agricultural Research*. 2012. № 7. P. 958–963.

84. Effect and efficiency of nitrogen levels on quantitative and qualitative yield and yield components of two cultivars of rapeseed in Ahvaz region / E. Zangani et al. *Iranian J. Agric. Sci.* 2006. Vol. 37. P. 39–45.

85. *Sinapis alba* L. important green manure and fodder crop in the conditions of the Carpathian region of Ukraine / I. Voloshchuk et al. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27, no. 7.45-51. DOI: 10.48077/scihor7.2024.45.

86. Продуктивність гірчиці білої за програмованого застосування добрив та норм висіву в умовах Передкарпаття / Т. В. Мельничук та ін. *Таврійський науковий вісник*. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2023. № 134. С. 88–97. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.13>.

87. Волошук М. Ю. Формування врожайності насіння гірчиці білої залежно від рівня мінерального живлення рослин. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (1). С. 18–29. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-2.

88. Журавель В., Будилка А. Горчица черная – эмблема печали, горчица белая – эмблема любви. *Зерно*. 2013. № 4. С. 85–91.

89. Губенко Л. В., Любич О. Я. Вплив добрив на продуктивність гірчиці білої. *Зернові культури*. Т. 4. № 2. 2020. С. 289–295.

90. Кирилюк В. П., Тимошук Т. М. Урожайність гірчиці білої залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Наукові горизонти*. 2019. № 2 (75). С. 27–33. DOI: 10.332491/2663-2144-2019-75-2-27-33.

91. Писаренко В. М. Формула успіху. *Навчальний посібник*. Київ, 2018. 176 с.

92. Серединський С. М., Борщак І.С. Критерії відбору сидеральних культур для Західного Лісостепу. *Агроекологічний журнал*. 2007. № 4. С. 52–56.

93. Трембіцька О. І. Біологічна активність ґрунту в залежності від систем добрив в короткоротаційній сівозміні. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2011. № 1 (28). С. 441–449.

94. Блищик С. П., Нікитчин Д. І., Гуцаленко А. П. Вивчення деяких прийомів агротехніки гірчиці в посушливих умовах Запорізької області. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. 1998. Вип. 3. С. 187–189.

95. Волощук М. Ю. Агробіологічне обґрунтування способів сівби й норм висіву насіння гірчиці білої на урожайність і якість продукції. *Агронаука і практика*. 2024. Вип. 3. Ч. 2. С. 31–37. DOI: 10.32636/agroscience.2024-(3)-2-5.

96. Томашова О. Л., Томашов С. В. Урожайність гірчиці білої залежно від строків сівби та удобрення. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. Запоріжжя, 2007. №12. С. 240–244.

97. Блищик С. П. Вплив прийомів вирощування на урожайність гірчиці сарептської. *Наукові проблеми виробництва зерна в Україні та сучасні методи їх вирішення* : Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (м. Дніпропетровськ, 22–24 листоп. 2000 р.). Дніпропетровськ, 2000. С. 110.

98. Гаврилюк М. М., Соколов В. М., Рябова О. М. Насінництво і насіннєзнавство олійних культур / за ред. Гаврилюка М. М. Київ : Аграрна наука, 2002. 220 с.

99. Кліщенко С. Гірчиця та технології її вирощування. *Agroexpert*. 2009. № 1 (6). С. 14–16.

100. Жуйков О. Г. Спосіб сівби та норма висіву насіння як фактори впливу на врожайність і якість насіння гірчиці сарептської. *Зрошуване землеробство*. Херсон : Грінь Д. С., 2007. Вип. 47. С. 92–97.

101. Нікітчин Д. І., Гуцаленко А. Н., Закарлюка Н. П. Інтенсивна технологія вирощування ріпаку ярого, гірчиці і суріпиці в Україні. *Збірник наукових праць*. Запоріжжя, 1997. Вип. II. С. 214–217.

102. Вплив строків сівби та норм висіву на формування продуктивності гірчиці білої в умовах Передкарпаття / Т. В. Мельничук та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (2). С. 87–97. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-2-8.

103. Гірчиця / М. І. Абрамик та ін. Івано-Франківськ : Симфонія-Форте, 2011. 32 с.

104. Жуйков О. Г. Біометричні показники, господарсько-цінні ознаки та рівень насінневої продуктивності гірчиці білої в залежності від способу сівби та норми висіву в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон : Грінь Д.С., 2012. Вип. 81. С. 51–58.

105. Цицюра Я. Г., Цицюра Т. В. Динаміка росту рослин сортів редьки олійної за різних норм висіву, способу сівби і удобрення. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2013. Вип. 3 (25). С. 128–132.

106. Сайко В. Ф., Камінський В. Ф. Вишневський П. С. Рекомендації з вирощування ріпаку та гірчиці білої. Київ : Колообіг, 2005. 34 с.

107. Рамазанова А. У., Шурманбаев А. У., Гришанов И. Н. Возделывание горчицы сарептской на маслосемена в условиях Северного Казахстана. *Исследования, результаты*. 2008. № 3. С. 194–196.

108. Козіна Т. М. Ріст та розвиток рослин і продуктивність гірчиці білої залежно від строків сівби і норми висіву в умовах Лісостепу Західного. *Збірник наукових праць Білоцерківського НАУ : Агробіологія*. Біла Церква, 2012. Вип. 7(91). URL: <https://www.sworld.com.ua/index.php/agriculture-212/agriculture-animal-husbandry-and-forestry-212/13666-212-300> (дата звернення: 25.05.2023 р.).

109. Шпота В. И., Коновалов Н. Г. Особенности первичного семеноводства низкоэруковой горчицы. *Масличные культуры*. 1985. № 1. С. 33–34.
110. Блищик С. П., Нікитчин Д. І., Гуцаленко А. П. Вивчення деяких прийомів агротехніки гірчиці в посушливих умовах Запорізької області. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. 1998. Вип. 3. С. 187–189.
111. Жернова Н. П. Вплив способів сівби та норм висіву на продуктивність гірчиці сарептської сорту Світлана. *Агроном*. 2012. № 1. С. 211–213.
112. Исичко О. М. Способы сева мелкосемянных масличных культур. *Масличные культуры*. 1986. № 2. С. 14–15.
113. Сарнецкий Г. А. Масличные и эфиромасличные культуры. Київ : Урожай, 1983. 152 с.
114. Урожайність гірчиці залежно від погодних умов та норми висіву на чорноземах південних / В. В. Гамаюнова та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2014. № 88. С. 50–55.
115. Козіна Т. В. Економічна ефективність вирощування гірчиці білої в умовах Лісостепу західного. *Агробіологія*. 2014. № 2. С. 46–49.
116. Поляков О. І., Нікітенко О. В., Вендель В. В. Вплив мінерального живлення на продуктивність гірчиці ярої за різних норм висіву. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур*. 2018. № 26. С. 89–97.
117. Пикун О. А. Влияние сроков сева на урожайность и посевные качества семян горчицы белой. *Зерно*. 2010. № 3. С. 26–27.
118. Оксимець О. Л. Вплив добрив і строків сівби на урожайність зеленої маси та насінневу продуктивність гірчиці білої. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. Вип. 1–2. С. 134–136.

119. Оксимець О. Л., Ларіна В. І. Вплив добрив та строків сівби на ріст гірчиці білої. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. Київ : ЕКМО, 2003. Вип. 4. С. 87–91.

120. Рекомендації з вирощування гірчиці в умовах Прикарпаття / І. М. Кифорук та ін. *Посібник українського хлібороба*. 2011. № 1. С. 216–222.

121. Жуйков О. Г. Експериментальне дослідження строків сівби гірчиці сарептської як фактора стабілізації насінневої продуктивності культури в умовах сухого Степу. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур* : II Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених (м. Київ, 26–27 квітня 2013 р.). Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2013. С. 116–121.

122. Current state of white mustard production and its national value / О. М. Sluchak et al. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 49–59. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-4.

123. Технологію вирощування гірчиці можна будувати на прикладі ярого ріпака, але є відмінності – фахівець. SuperAgronom.com. Головний сайт для агронома. Серпень 2023. URL: <https://superagronom.com/news/17609-tehnologiyu-viroschuvannya-girchitsi-mojna-buduvati-na-prikladi-yarogo-ripaka-ale-ye-vidminnosti--fahivets> (дата звернення: 20.12.2024 р.).

124. Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур / за ред. В. Ф. Камінського. Київ. 2012. 196 с.

125. Методика польового досліджу (зрошуване землеробство) : навчальний посібник / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон, 2014. 448 с.

126. Методика проведення експертизи сортів рослин групи олійних на відмінність, однорідність і стабільність / за ред. Ткачик С. О.; укл. Костенко Н. П. та ін. , Український інститут експертизи сортів рослин. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця, 2016. 178 с.

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

128. Омелюта В. П., Григорович І. В., Чабан В. С. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур ; за ред. В. П. Омелюти. Київ : Урожай, 1986. 286 с.

129. ДСТУ 4117:2007. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії : Видання офіційне. [Чинний від 2007-08-01]. Київ, 2007.

130. ДСТУ ISO 4138:2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості : Видання офіційне. [Чинний від 2002-12-28]. Київ, 2003. 148 с.

131. Наумов О. Б. Визначення економічної ефективності виробництва за узагальнюючими показниками. *Економіка АПК*. 2000. № 5. С. 39–42.

132. ДСТУ 8302:2015 Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання : Видання офіційне. [Чинний від 2016-07-01]. Київ, 2016. 37 с.

133. *Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018*. State register of plant varieties suitable for dissemination in Ukraine in 2018. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Київ. 2018. URL : <https://www.rivneprod.gov.ua/wp-content/uploads/2019/05/Derzhavnyj-reyestr-sortiv-roslyn-prydatnyh-dlya-poshyrennya-v-Ukrayini-na-2018-rik.pdf> (дата звернення: 20.05.2023).

134. Стимулятор росту рослин Вимпел 2. URL : <https://agropioneer.com.ua/uk/stimuljator-rostu-roslin-vimpel-2/p-621.html> (дата звернення: 25.05.2023).

135. Трептолем. *Агротехнологія XXI*. URL : <https://agro21.com.ua/stimulatoryrosta/treptolem/> (дата звернення: 25.05.2023).

136. Нертус ПлантаПег. URL : https://nertus.ua/zzr/view/Nertus_PlantaPeg (дата звернення: 25.05.2023 р.).

137. Тенденції впровадження сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в агропідприємствах : матеріали VIII наук.-практ. інтернет-конференції (м. Полтава, 31 березня 2020 р.) / Редкол. :

М. Я. Шевніков та ін. Полтавська державна аграрна академія, 2020. 49 с.

138. Волощук М. Ю. Тривалість фаз розвитку гірчиці білої під впливом передпосівної обробки насіння стимуляторами росту. *Науково-інноваційний розвиток агровиробництва як запорука продовольчої безпеки України: вчора, сьогодні, завтра* : матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції Київ, 28–29 вересня 2023 р. / НААН, ННСГБ, Ін-т історії аграр. науки, освіти та техніки, Ін-т СГ Карпатського регіону НААН; наук. ред. В. А. Вергунов. Київ – Оброшине, 2023. 305 с. С. 237–240.

139. Волощук М. Ю. Вплив передпосівної обробки насіння стимуляторами росту на тривалість фаз розвитку гірчиці білої. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: виклики і шляхи розвитку в умовах війни і повоєнної відбудови* : матеріали XII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 23 листоп. 2023 р.). Львів-Оброшине, 2023. С. 21–23.

140. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин: підручник. Київ, 2001. 392 с.

141. Іжик М. К. Польова схожість насіння. Київ : Урожай. 1976. 200 с.

142. Цицюра Я. Г. Життєздатність насіння редьки олійної та її біологічні складові методами лабораторного оцінювання. *Сільське господарство та лісівництво. Селекція, насінництво, насіннєзнавство та сортознавство*. 2019. № 12. С. 53–68.

143. Цицюра Я. Г. Особливості формування сходів редьки олійної за зміни глибини сівби в умовах Лісостепу Правобережного України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 170–178.

144. Цицюра Я. Г. Особливості формування сходів редьки олійної залежно від структурно-агрегатного стану ґрунту в умовах Правобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник Серія: Сільськогосподарські науки*. 2018. Вип. 101. С. 124–131.

145. Єременко О. А., Тодорова Л. В., Покопцева Л. А. Вплив погодних умов на проходження та тривалість фенологічних фаз росту та розвитку олійних культур. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 99. С. 59–64.

146. Єременко О. А. Особливості фотосинтетичної діяльності гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) (F1) залежно від дії регулятора росту рослин в умовах південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 57–65.

147. Харченко М. І. Чиста продуктивність фотосинтезу і площа листової поверхні різних за густотою сортів і гібридів соняшника. *Степове землеробство*. 1993. Вип. 27. С. 61–66.

148. Борисенко В. В. Листкова поверхня та фотосинтетичний потенціал посіву соняшнику залежно від умов вирощування. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань. 2013. Вип. 83. С. 79–84.

149. Гуляев Б. И., Рожко И. И., Рогаченко А. Д. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений. Київ : Наукова думка, 1989. 152 с.

150. Каленська С. М., Новицька Н. В., Джемесюк Д. Формування площі листової поверхні сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава. 2016. № 3. С. 6–10.

151. Aksyonov I. Effect of cultivation measures on index of photosynthesis and yield of sunflower. *Helia*, 2007. Vol. 30, no. 47. P. 79–86.

152. Поливаний С. В., Голунова Л. А. Анатомічні особливості будови листового апарату рослин гірчиці білої за дії стимуляторів росту. *Біологія та екологія*. 2020. Т. 6. № 1–2. С. 48–50.

153. Петриченко В. Ф., Бабич А. О. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур. *Вісник аграрної науки*. 2003. С. 15–19.

154. Шевніков М. Я. Світові агротехнології. Полтава : ВАТ «Видавництво Полтава», 2005. 192 с.

155. Жатов О. Г., Житова Г. О. Формування цінних ознак соняшнику залежно від зовнішніх факторів. *Вісник Сумського Національного аграрного університету*. 2011. Вип. 4(21). С. 58–61.

156. Марков І. Інтенсивна технологія вирощування ріпаку. Агрономія сьогодні (тематичний додаток). *Агробізнес сьогодні*. 2011. № 10 (209). 20 с.
157. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві / В. Д. Паламарчук та ін. Вінниця : ФОП Рогальська І. О.. 2015. 452 с.
158. Карпіщенко О. І., Карпіщенко О. О. Еколого-економічні проблеми використання мінеральних добрив. *Вісник Сумського державного університету. Серія: Економіка*. 2013. № 2. С. 5–11.
159. Оптимізація живлення сільськогосподарських культур / М. М. Мірошніченко та ін. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2018. № 87. С. 82-91.
160. Центи́ло Л. В., Цюк О. А. Баланс азоту, фосфору і калію за застосування добрив. *Наукові доповіді НУБІП України*. 2018. № 5(75). URL: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd.2018/5/22> (дата звернення: 16.06.2023 р.).
161. Блащук М. І., Тетерещенко Н. М. Вплив строків сівби та доз мінеральних добрив на продуктивність гірчиці білої. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014: № 21. С. 65–74.
162. Горб О. О., Чайка Т. О., Яснолоб І. О. Використання сидеральних культур як відновлюваного джерела енергії в органічному землеробстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Сільське господарство. Рослинництво*. 2017. № 4. С. 38–41.
163. Кирилюк В. П., Тимошук Т. М., Шульга С. Ю. Формування бур'янового компоненту агрофітоценозу гірчиці білої залежно від агротехнічних заходів. *Наукові горизонти*. 2018. № 7–8 (70). С. 116–124.
164. Скоробогатов Д., Голуб Г., Марус О. Сидеральні культури. Механіко-технологічні основи подрібнення та загортання : монографія. Київ : НУБіП України, 2016. 171 с.
165. Effect of plant growth regulators on growth, biochemical and yield of Indian mustard (*Brassica juncea*) under drought stress condition / N. Nehal et al. *Plant Archives*. 2017. Vol. 17. № 1. P. 580–584.
166. Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Сидерати – резерв відтворення родючості ґрунту. *Агрономія Сьогодні*. 2016. URL: <https://agro->

business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html (дата звернення: 16.04.2023).

167. Influence of Growth Regulators with Anti-Stress Activity on Productivity Parameters of *Sinapis alba* L. / S. Butenko et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2022. Vol. 23, no. 9. P. 128–135. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/151780>.

168. Цицюра Т. В. Тривалість міжфазних періодів вегетації редьки олійної залежно від абіотичних факторів і технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та багтанництво*. 2013. № 83. С. 116–121.

169. Волощук М. Ю. Формування посівних якостей насіння гірчиці білої під впливом погодних і агротехнічних факторів. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: стратегії стійкості сільськогосподарського сектору під час війни та у післявоєнний період : матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених* (с. Оброшине, 19 листоп. 2024 р.). Львів-Оброшине, 2024. С. 14–16.

170. Нужна С. А. Математичні аспекти моделювання та планування діяльності агропромислових підприємств в умовах невизначеності. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. № 3. С. 128–133.

171. Шрамко І. І. Економічний аналіз технічного розвитку природного агровиробництва олійних культур. *Економічний простір*. 2015. № 101. С. 115–128.

172. Аранчій В. І., Перетятко І. В. Сучасний стан і перспективи розвитку виробництва та переробки олійних культур в Україні. *Економічний вісник Донбасу*. 2013. № 2 (32). С. 145–151.

173. Шпикуляк О. Г., Курило Л. І., Лузан О. Ю. Розвиток інститутів інноваційної діяльності у формуванні інтелектуального капіталу: теоретичний аспект. *Економіка АПК*. 2013. № 7. С. 92–97.

174. Петриченко В. Ф., Воронецька І. С. Виробництво олійних культур в Україні: сучасні виклики та перспективи. *Економіка АПК*. 2017. № 10. С. 32–38.

175. Агроексперт-трейд – насіння більше 1000 сортів та гібридів зернових, бобових, олійних, гумат калію, мікродобрива. URL: <https://agroexp.com.ua/uk> (дата звернення: 31.07.2024 р.).

176. Оптимізація технологічних прийомів вирощування гірчиці білої на насіння (науково-практичні рекомендації) / О. П. Волощук та ін. Оброшине : [Б. в.], 2024. 35 с.

ДОДАТКИ

Додаток А.1

Метеорологічні дані (Гідромеліоративний пост спостережень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН), 2022 р.

Показники	Місяць, декада							
	березень				квітень			
	I	II	III	серед- не	I	II	III	серед- не
Температура повітря, °C	-0,8	1,4	7,1	2,6	5,2	5,5	8,9	6,5
Середньобагаторічний показник, °C	-1,7	0,1	3,1	0,5	6,1	7,0	9,0	7,4
Відхилення, °C	-0,9	1,5	4,0	2,1	0,9	1,5	0,1	0,9
Кількість опадів, мм	2,7	0	14,6	17,3	31,0	6,1	44,9	82,0
Середньобагаторічний показник, мм	15	14	15	44	16	16	19	51
Відхилення, мм	12,3	-14	-0,4	-26,7	15	-9,9	25,9	31
	травень				червень			
Температура повітря, °C	13,1	14,6	14,1	13,9	19,1	18,4	21,5	19,7
Середньобагаторічний показник, °C	11,5	13,4	13,7	12,9	15,6	16,0	17,2	16,3
Відхилення, °C	1,6	1,2	0,4	1,0	3,5	2,4	4,3	3,4
Кількість опадів, мм	2,2	2,8	19,3	24,3	11,0	14,6	5,7	31,3
Середньобагаторічний показник, мм	24	30	31	85	30	30	33	93
Відхилення, мм	-21,8	-27,2	-11,7	-60,7	-19,0	-15,4	-27,3	-61,7
	липень							
Температура повітря, °C	19,9	17,3	21,3	19,5				
Середньобагаторічний показник, °C	16,7	18,2	17,5	17,5				
Відхилення, °C	3,2	0,9	3,8	2,0				
Кількість опадів, мм	32,5	18,8	34,5	85,8				
Середньобагаторічний показник, мм	32,0	33,0	37,0	102				
Відхилення, мм	0,5	1,5	-2,5	-16,2				

Додаток А.2

Метеорологічні дані (Гідромеліоративний пост спостережень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН), 2023 р.

Показники	Місяць							
	березень				квітень			
	I	II	III	серед- нє	I	II	III	серед- нє
Температура повітря, °С	2,5	5,0	7,1	4,9	3,9	9,8	10,1	7,9
Середньобагаторічний показник, °С	-1,7	0,1	3,1	0,5	6,1	7,0	9,0	7,4
Відхилення, °С	0,8	4,9	4,0	4,4	2,2	2,8	1,1	0,5
Кількість опадів, мм	9,4	18,7	32,7	60,8	41,3	22,9	20,0	84,2
Середньобагаторічний показник, мм	15	14	15	44	16	16	19	51
Відхилення, мм	5,6	4,7	17,7	16,8	25,3	6,9	1,0	33,2
	травень				червень			
Температура повітря, °С	10,9	13,9	16,5	13,8	16,8	15,4	19,0	17,1
Середньобагаторічний показник, °С	11,5	13,4	13,7	12,9	15,6	16,0	17,2	16,3
Відхилення, °С	0,6	0,5	2,8	0,9	1,2	0,6	1,8	0,8
Кількість опадів, мм	4,3	12,8	3,2	20,3	8,7	47,0	50,6	106,3
Середньобагаторічний показник, мм	24	30	31	85	30	30	33	93
Відхилення, мм	-19,7	-17,2	-27,8	-64,1	-21,3	17,0	17,6	13,3
	липень							
Температура повітря, °С	20,5	20,7	18,9	20,0				
Середньобагаторічний показник, °С	16,7	18,2	17,5	17,5				
Відхилення, °С	3,8	2,5	1,4	2,5				
Кількість опадів, мм	26,5	34,0	73,5	134,0				
Середньобагаторічний показник, мм	32,0	33,0	37,0	102				
Відхилення, мм	-5,5	1,0	36,5	32				

Додаток А.3

Метеорологічні дані (Гідромеліоративний пост спостережень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН), 2024 р.

Показники	Місяць							
	березень				квітень			
	I	II	III	серед- нє	I	II	III	серед- нє
Температура повітря, °C	5,0	3,5	8,7	5,7	14,4	10,4	10,3	11,7
Середньобагаторічний показник, °C	-1,7	0,1	3,1	0,5	6,1	7,0	9,0	7,4
Відхилення, °C	6,7	3,4	5,6	5,2	8,3	3,4	1,3	4,3
Кількість опадів, мм	11,7	28,3	26,9	66,9	11,8	20,3	12,8	44,9
Середньобагаторічний показник, мм	15	14	15	44	16	16	19	51
Відхилення, мм	-3,3	14,3	11,9	22,9	-4,2	4,3	-6,2	-6,1
	травень				червень			
Температура повітря, °C	15,5	13,7	18,7	16,0	19,0	18,3	22,1	19,8
Середньобагаторічний показник, °C	11,5	13,4	13,7	12,9	15,6	16,0	17,2	16,3
Відхилення, °C	4,0	0,3	5,0	3,1	3,4	2,3	4,9	3,5
Кількість опадів, мм	1,8	1,7	9,3	12,8	56,9	46,8	15,4	119,1
Середньобагаторічний показник, мм	24	30	31	85	30	30	33	93
Відхилення, мм	-22,2	-28,3	-21,7	-72,2	-26,9	16,8	-17,6	26,1
	липень							
Температура повітря, °C	20,9	24,2	19,8	21,6				
Середньобагаторічний показник, °C	16,7	18,2	17,5	17,5				
Відхилення, °C	4,2	6,0	2,3	4,1				
Кількість опадів, мм	36,8	24,5	6,8	68,1				
Середньобагаторічний показник, мм	32,0	33,0	37,0	102				
Відхилення, мм	4,8	-8,5	-30,2	-33,9				

Додаток Б

Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від передпосівної обробки стимуляторами росту (2022–2024 рр.), %

Передпосів на обробка насіння	Норма внесення	Сорт								Середнє за сортами	± до контролю
		Аріадна				Біла Принцеса					
		2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє		
Модесто, 48 % т. к. с. (контроль)	12,5 л/т	90,6	92,5	94,5	92,5	90,8	92,4	94,3	92,5	92,5	-
Вимпел 2	1,0 л/т	91,2	93,3	95,7	93,4	91,6	93,1	95,5	93,4	93,4	0,9
Трептолем	25 мл/т	92,2	94,8	96,9	94,6	92,6	94,6	96,4	94,5	94,6	2,1
Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	93,3	95,2	97,4	95,3	93,5	95,4	97,6	95,5	95,4	2,9
НІР _{0,05}		0,4	0,5	0,6		0,4	0,5	0,7			

Додаток В

Урожайність насіння гірчиці білої залежно передпосівної обробки насіння
регуляторами росту (2022–2024 рр.), т/га

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт							
		Аріадна				Біла Принцеса			
		2022	2023	2024	сере- дне	2022	2023	2024	сере- дне
Модесто, 48 % т.к.с. (контроль)	12,5 л/т	3,21	2,50	2,70	2,80	3,39	2,58	2,68	2,88
П + Вимпел 2	1,0 л/т	3,44	2,71	2,80	2,98	3,65	2,75	2,82	3,07
П + Трептолем	0,25 мл/т	3,56	2,83	2,87	3,09	3,76	2,87	2,91	3,18
П + Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	3,48	2,76	2,81	3,05	3,70	2,82	2,89	3,14
НІР _{0,05}		0,08	0,07	0,05		0,10	0,06	0,07	

Додаток Г

Маса 1000 насінин гірчиці білої залежно передпосівної обробки насіння
регуляторами росту (2022–2024 рр.), г

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Рік			Середнє	± до контролю	
		2022	2023	2024			
Модесто, 48 % т. к. с. (контроль)	12,5 л/т	4,09	3,38	3,52	3,66	-	-
Вимпел 2	1,0 л/т	4,16	3,53	3,64	3,78	0,12	-
Трептолем	0,25 мл/т	4,24	3,59	3,71	3,85	0,19	0,05
Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	4,23	3,56	3,67	3,82	0,16	0,04
НІР _{0,05}		0,05	0,04	0,03			

Додаток Д

Енергія проростання насінин гірчиці білої залежно передпосівної обробки
насіння регуляторами росту (2022–2024 рр.), %

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Рік			Середнє	± до контролю	
		2022	2023	2024			
Модесто, 48 % т. к. с. (контроль)	12,5 л/т	83,6	82,7	80,3	82,2	-	-
Вимпел 2	1,0 л/т	84,5	84,1	82,2	83,6	1,4	-
Трептолем	0,25 мл/т	86,1	85,9	83,6	85,2	3,0	1,6
Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	86,0	85,2	83,8	85,0	2,8	1,4
НІР _{0,05}		1,0	0,9	0,8			

Додаток Е

Лабораторна схожість насінин гірчиці білої залежно передпосівної обробки
насіння регуляторами росту (2022–2024 рр.), %

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Рік			Середнє	± до контролю	
		2022	2023	2024			
Модесто, 48 % т. к. с. (контроль)	12,5 л/т	94,0	93,1	89,5	92,2	-	-
Вимпел 2	1,0 л/т	95,4	94,7	92,8	94,3	2,1	-
Трептолем	0,25мл/т	97,6	96,8	94,8	96,4	4,2	2,1
Нертус ПлантаПег	0,4 л/т	97,2	96,9	94,2	96,1	3,9	1,8
НІР _{0,05}		0,07	0,06	0,08			

Додаток Ж

Полюва схожість насіння гірчиці білої

залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 рр.), %

Основне удобрен ня	Підживлення в фази:		Сорт								Середнє за сортами	± до контролю
	4–6 листків	квітконос головного пагона	Аріадна				Біла Принцеса					
			2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє		
Контроль (без добрив)	-	-	92,2	94,3	91,2	92,6	92,3	94,6	91,8	92,9	92,8	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (BBCH 14–16)	-	92,5	94,7	92,2	93,1	92,6	94,9	92,8	93,4	93,3	0,5
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (BBCH 14–16)	N ₂₀ (BBCH 52–53)	92,5	94,8	93,1	93,5	92,5	94,6	92,4	93,2	93,4	0,4
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 52–53)	92,3	94,5	93,4	93,5	92,5	94,7	93,0	93,4	93,5	0,7

НІР_{0,05}

0,5 0,6 0,5 0,5 0,7 0,6

Додаток 3

Урожайність насіння сортів гірчиці білої залежно від норм внесення
мінеральних добрив (2022–2024 рр.), т/га

Основне удобрен ня	Підживлення в фази:		Сорт								Середнє за сортами	± до контролю
	4–6 листків	квітконос головного пагона	Аріадна				Біла Принцеса					
			2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє		
Контроль (без добрив)	-	-	1,75	1,59	1,29	1,54	1,95	1,62	1,32	1,63	1,59	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 14–16)	-	3,48	3,30	1,89	2,89	3,74	3,34	1,94	3,00	2,95	1,36
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀ (BBCH 14–16)	N ₄₀ (BBCH 14–16)	N ₂₀ (BBCH 52–53)	3,78	3,56	2,27	3,20	4,07	3,70	2,33	3,43	3,32	1,73
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀ (BBCH 14–16)	N ₅₀ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 52–53)	4,13	3,89	2,48	3,50	4,42	3,93	2,51	3,62	3,56	1,97

НІР_{0,05}

0,25 0,20 0,16

0,30 0,24 0,18

Додаток И

Маса 1000 насінин сортів гірчиці білої залежно від норм внесення
мінеральних добрив (2022–2024 р.), г

Основне удобрен ня	Підживлення в фази:		Сорт								Середнє за сортами	± до контролю
	4–6 листків	квітконос головного пагона	Аріадна				Біла Принцеса					
			2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє		
Контроль (без добрив)	-	-	2,99	2,38	2,00	2,46	3,05	2,55	2,05	2,55	2,50	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 14–16)	-	4,02	3,65	3,54	3,74	4,08	3,81	3,60	3,83	3,79	0,29
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀ (BBCH 14–16)	N ₄₀ (BBCH 14–16)	N ₂₀ (BBCH 52–53)	4,82	3,92	3,71	4,15	4,90	4,06	3,74	4,23	4,19	1,69
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀ (BBCH 14–16)	N ₅₀ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 52–53)	4,96	4,11	4,00	4,36	5,00	4,45	4,02	4,49	4,43	1,93
H _{IP} _{0,05}			0,4	0,3	0,2		0,5	0,4	0,2			

Додаток К

Кількість рослин на 1 м² гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2022–2024 рр.), шт.

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Аріадна				Біла принцеса				Середнє по сортах	± до контролю
		2022 р.	2023 р.	2024 р.	середнє	2022 р.	2023 р.	2024 р.	середнє		
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	139,0	141,9	139,8	140,2	139,0	142,2	140,1	140,4	140,3	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	92,8	94,8	93,5	93,7	92,7	94,7	93,6	93,7	93,7	0,0
Широкорядний (45 см)	0,5	46,1	47,5	46,9	46,8	46,2	47,5	46,9	46,9	46,9	0,1
НІР _{0,05}		21	17	18		20	15	14			

Додаток Л.1

Полюва схожість насіння гірчиці білої залежно від способу сівби
і норм висіву насіння (2022–2024 рр.), %

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Аріадна				Біла Принцеса				Середнє по сортах	± до контролю
		2022 р.	2023 р.	2024 р.	середнє	2022 р.	2023 р.	2024 р.	середнє		
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	92,6	94,6	93,2	93,5	92,5	94,8	93,4	93,6	93,6	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	92,8	94,9	93,5	93,7	92,7	94,7	93,6	93,7	93,7	0,0
Широкоряд ний (45 см)	0,5	92,3	95,0	93,7	93,7	92,4	95,0	93,8	93,7	93,7	0,0
НІР _{0,05}		0,5	0,7	1,0		0,6	0,7	0,9			

Додаток Л.2

Полюва схожість насіння гірчиці білої залежно від способу сівби
і норм висіву насіння (2022–2024 рр.), %

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Рік			Середнє	± до контролю
		2022	2023	2024		
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	92,6	94,7	93,3	93,5	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	92,8	94,8	93,6	93,7	0,2
Широкорядний (45 см)	0,5	92,4	95,0	93,8	93,7	0,2
НІР _{0,05}		0,6	0,7	0,5		

Додаток М

Площа листкової поверхні сортів гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2022–2024 рр.), тис. м²/га

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Сорт							
		Аріадна				Біла Принцеса			
		2022	2023	2024	сере- дне	2022	2023	2024	сере- дне
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	33,0	34,5	30,6	32,7	34,6	35,1	31,3	33,7
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	31,4	32,8	29,7	31,3	32,7	33,1	30,5	32,1
Широкорядний (45 см)	0,5	29,6	31,4	29,4	30,1	30,1	32,0	29,8	30,6
НІР _{0,05}		0,9	1,1	1,3		1,0	1,2	1,5	

Додаток Н

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів гірчиці білої залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2022–2024 р.), г м²/за добу

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Сорт							
		Аріадна				Біла Принцеса			
		2022	2023	2024	сере- дне	2022	2023	2024	сере- дне
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	1,73	1,86	1,71	1,77	1,77	1,88	1,74	1,80
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	1,94	2,14	1,89	1,99	1,97	2,16	1,91	2,01
Широкорядний (45 см)	0,5	2,06	2,31	1,96	2,11	2,08	2,35	1,98	2,14
НІР _{0,05}		0,09	0,14	0,16		0,10	0,15	0,18	

Додаток П

Урожайність насіння сортів гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння (2022–2024 рр.), т/га

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас./га	Сорт, рік									
		Аріадна					Біла Принцеса				
		2022	2023	2024	середнє	± до контролю	2022	2023	2024	середнє	± до контролю
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	3,25	3,30	2,03	2,86	-	2,48	2,74	2,12	2,45	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	3,43	3,51	2,14	3,03	0,17	2,54	2,86	2,25	2,55	0,10
Широкорядний (45 см)	0,5	3,54	3,66	2,21	3,14	0,28	2,61	2,90	2,29	2,60	0,15
НІР _{0,05}		0,21	0,20	0,10			0,11	0,09	0,12		

Додаток Р

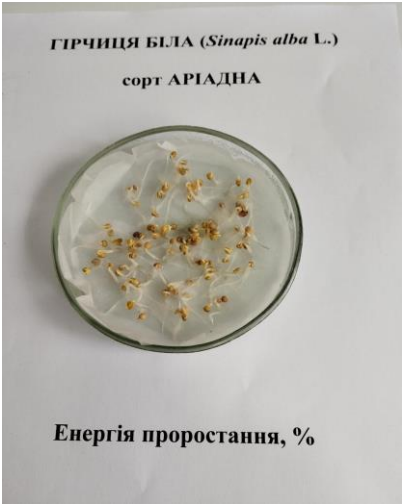
Маса 1000 насінин сортів гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння (2022–2024 рр.), г

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Сорт, рік										Середнє по сортах	± до контролю
		Аріадна					Біла Принцеса						
		2022	2023	2024	середнє	± до контролю	2022	2023	2024	середнє	± до контролю		
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	5,01	5,20	4,64	4,95	-	4,48	4,63	4,18	4,43	-	4,69	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	5,05	5,46	4,64	5,05	0,10	4,72	4,91	4,38	4,67	0,24	4,86	0,17
Широкорядний (45 см)	0,5	5,44	5,67	4,82	5,31	0,36	5,09	5,35	4,53	4,99	0,56	5,15	0,46
НІР _{0,05}		0,12	0,15	0,11			0,11	0,14	0,12				

Додаток С.1

Енергія проростання зібраного насіння сортів гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння (2022–2024 рр.), %

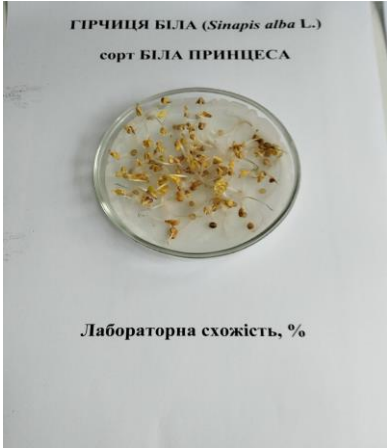
Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Сорт, рік										Середнє по сортах середнє по сортах	± до контролю
		Аріадна					Біла Принцеса						
		2022	2023	2024	середнє	± до контролю	2022	2023	2024	середнє	± до контролю		
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	91,1	91,6	90,8	91,2	-	90,0	90,4	89,0	89,8	-	90,5	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	93,0	93,2	92,7	93,0	1,8	91,9	92,3	91,2	91,8	2,0	92,4	1,9
Широкорядний (45 см)	0,5	95,7	95,9	94,4	95,3	4,1	92,8	93,4	92,5	92,9	3,1	94,1	3,6
НІР _{0,05}		0,8	1,0	0,9			0,7	0,9	0,8				



Додаток С.2

Лабораторна схожість зібраного насіння сортів гірчиці білої залежно від способів сівби й норм висіву насіння (2022–2024 рр.), %

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Сорт, рік										Середнє по сортах середнє по сортах	± до контролю
		Аріадна					Біла Принцеса						
		2022	2023	2024	середнє	± до контролю	2022	2023	2024	середнє	± до контролю		
Звичайний рядковий (15 см) – (контроль)	1,5	95,0	95,5	94,9	95,1	-	95,1	95,3	94,1	94,5	-	94,8	-
Звичайний рядковий (30 см)	1,0	98,1	99,0	97,6	98,2	3,1	96,6	97,0	95,6	96,4	1,9	97,3	2,5
Широкорядний (45 см)	0,5	99,6	99,7	99,5	99,6	4,5	99,5	99,7	99,0	99,4	4,9	99,5	4,7
НІР _{0,05}		0,5	0,6	0,4			0,7	0,8	0,6				



Додаток С.3

Сертифікована лабораторія агрохімії та аналітичних досліджень Інституту
сільського господарства Карпатського регіону НААН



Додаток С.4

Посів гірчиці білої дослідних ділянок Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН



фаза – BBCH 65



Фаза – BBCH 75

Додаток Т



АКТ
впровадження наукової розробки

1. **Назва науково-дослідної установи** – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН.
2. **Назва розробки** – Удосконалені елементи технології вирощування гірчиці білої в умовах Західного Лісостепу України (завдання «Розробити ефективні агрозаходи вирощування олійних культур в умовах Карпатського регіону», № ДР 0123U105039).
3. **Оригіна́тор розробки** - Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, відділ насінництва та насіннєзнавства.
4. **Автори НДР** Волощук М.Ю., науковий співробітник, аспірант.
5. **Підстава для впровадження** – Рішення Вченої Ради ІСГКР НААН, протокол № 10 від 02 листопада 2023 р.
6. **Місце впровадження** наукової розробки – ДП «ДГ «Грусятичі» Інститут СГ Карпатського регіону НААН.
7. **Обсяг впровадження** – 5,0 га.
8. **Строки використання** наукової розробки – 2024 р.
9. **Складові та особливості розробки:** гірчиця біла, сорт, стимулятор росту, норма внесення мінеральних добрив, спосіб сівби, норма висіву насіння.
10. **Отримані результати:** удосконалена технологія вирощування гірчиці білої яка включала: сорт Аріадна, передпосівну обробку насіння протруйником Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) з стимуляторами росту – Трептолем (0,25 л/т), норму внесення мінеральних добрив – $N_{30}P_{90}K_{100}$ + підживлення N_{50} у фазах ВВСН 14–16 + N_{30} ВВСН 52–53, спосіб сівби широкорядний (45 см) з нормою висіву 0,5 млн схож. нас./га, забезпечила вищий приріст урожайності насіння на 0,24 т/га порівняно з базовою.
11. **Економічна ефективність:** порівняно з базовою технологією вирощування гірчиці білої сорту Аріадна за удосконаленої, рівень рентабельності виробництва насіння був вищим на 18 %.

Про що стверджуємо:

Директор ДП «ДГ Грусятичі»
Інститут СГ Карпатського регіону НААН
Чепіль В.В.

Представник
Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН:
М.Ю. Волощук

Додаток У

«Затверджую»

Директор ПФ

«Богдан і К»

Тимофійчук П.Б.

24 вересня 2024 р.

АКТ
впровадження наукової розробки

1. Назва науково-дослідної установи —
Інститут сільського господарства Карпатського регіону
НААН.

2. Назва розробки – Удосконалені елементи технології вирощування гірчиці білої в умовах Західного Лісостепу України (завдання «Розробити ефективні агрозаходи вирощування олійних культур в умовах Карпатського регіону», № ДР 0123U105039).

3. Оригінатор розробки - Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, відділ насінництва та селекції.

4. Автори НДР Волощук М.Ю., науковий співробітник, аспірант.

5. Підстава для впровадження – Рішення Вченої Ради ІСГКР НААН, протокол № 10 від 02 листопада 2023 р.

6. Місце впровадження наукової розробки ПФ «БОГДАН і К» с. - Попельники Коломийський район, Івано-Франківська обл.

7. Обсяг впровадження – 5,0 га.

8. Строки використання наукової розробки – 2024 р.

9. Складові та особливості розробки: гірчиця біла, сорт, стимулятор росту, норми внесення мінеральних добрив, спосіб сівби, норма висіву насіння, урожайність, економічний ефект.

10. Отримані результати: удосконалена технологія вирощування гірчиці білої, яка включала: сорти: Аріадна, Біла Принцеса, передпосівну обробку насіння протруйником Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) з стимуляторами росту Трептолем (0,25 л/т), норму внесення мінеральних добрив – $N_{30}P_{90}K_{100}$ + підживлення N_{50} у фазах ВВСН 14-16 + N_{30} ВВСН 52-53, спосіб сівби широкорядний (45 см), норму висіву насіння – 0,5 млн схож. нас./га, забезпечила вищий приріст урожайності на 0,45 т/га (Аріадна) – 0,56 т/га (Біла Принцеса) порівняно з базовою.

Економічна ефективність: порівняно з базовою технологією вирощування гірчиці білої за удосконаленої, умовно чистий прибуток був вищим на 10,0 тис. грн/га у сорту Аріадна і 12,0 тис. грн/га в Білій Принцесі.

Про що стверджуємо:

Представник
ПФ «Богдан і К»
Тимофійчук П.Б.

Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН
Волощук М.Ю.

Додаток Ф

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових виданнях, включених до переліку фахових видань
України:

1. Current state of white mustard production and its national value / O. M. Sluchak, O. P. Voloshchuk, I. S. Voloshchuk, V. V. Hlyva, **M. Yu. Voloshchuk**. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 49–59. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-4.

2. **Волощук М. Ю.** Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від агротехнічних заходів вирощування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 74 (1). С. 22–36. DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-2.

3. Продуктивність гірчиці білої за програмованого застосування добрив та норм висіву в умовах Передкарпаття / Т. В. Мельничук, В. М. Сандецький, Т. В. Козіна, **М. Ю. Волощук**. *Таврійський науковий вісник*. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2023. № 134. С. 88–97. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.13>.

4. **Волощук М. Ю.** Формування врожайності насіння гірчиці білої залежно від рівня мінерального живлення рослин. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (1). С. 18–29. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-2.

5. **Волощук М. Ю.** Агробіологічне обґрунтування способів сівби й норм висіву насіння гірчиці білої на урожайність і якість продукції. *Агронаука і практика*. 2024. Вип. 3. Ч. 2. С. 31–37. DOI: 10.32636/agroscience.2024-(3)-2-5.

Статті у наукометричних баз даних Scopus і Web of Science:

6. *Sinapis alba* L. important green manure and fodder crop in the conditions of the Carpathian region of Ukraine / I. Voloshchuk, O. Stasiv, O. Voloshchuk, V. Hlyva, **M. Voloshchuk**. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27, no. 7.45-51. DOI: 10.48077/scihor7.2024.45.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. **Волощук М. Ю.** Стимулятори росту в підвищенні польової схожості насіння гірчиці білої. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: продовольча безпека в умовах воєнного часу і повоєнної відбудови країни* : матеріали XI Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених (с. Оброшине, 10 листоп. 2022 р.). Львів-Оброшине, 2022. С. 25–27.

8. **Волощук М. Ю.** Тривалість фаз розвитку гірчиці білої під впливом передпосівної обробки насіння стимуляторами росту. *Науково-інноваційний розвиток агровиробництва як запорука продовольчої безпеки України: вчора, сьогодні, завтра* : матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції Київ, 28–29 вересня 2023 р. / НААН, ННСГБ, Ін-т історії аграр. науки, освіти та техніки, Ін-т СГ Карпатського регіону НААН; наук. ред. В. А. Вергунов. Київ – Оброшине, 2023. 305 с. С. 237–240.

9. **Волощук М. Ю.** Вплив передпосівної обробки насіння стимуляторами росту на тривалість фаз розвитку гірчиці білої. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: виклики і шляхи розвитку в умовах війни і повоєнної відбудови* : матеріали XII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 23 листоп. 2023 р.). Львів-Оброшине, 2023. С. 21–23.

10. **Волощук М. Ю.** Формування посівних якостей насіння гірчиці білої під впливом погодних і агротехнічних факторів. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: стратегії стійкості сільськогосподарського сектору під час війни та у післявоєнний період* : матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 19 листоп. 2024 р.). Львів-Оброшине, 2024. С. 14–16.

Рекомендації:

11. Оптимізація технологічних прийомів вирощування гірчиці білої на насіння (науково-практичні рекомендації) / О. П. Волощук, І. С. Волощук, Г. Я. Біловус, В. В. Глива, Ю. В. Воробйова, О. М. Случак, Г. С. Герешко, **М. Ю. Волощук**. Оброшине : [Б. в.], 2024. 35 с.