

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

БІЛОНІЖКА ХРИСТИНА ВАСИЛІВНА

УДК 635.15:631.55:631.576.3 631.53.01/.02

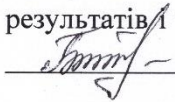
ДИСЕРТАЦІЯ

**ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ НАСІННЯ
РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ 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 і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 Христина БІЛОНІЖКА

Науковий керівник:



Ігор ВОЛОЩУК,
доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

Оброшине – 2025

Білоніжка Х. В. Формування врожайності та якості насіння редьки олійної 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 вирішення важливого наукового завдання щодо оцінки та добору сортів редьки олійної для зони Західного Лісостепу України, а також розробку ефективних агротехнічних заходів їх вирощування з метою забезпечення стабільно високої врожайності насіння.

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

Окреслено актуальність теми та значення вирощування редьки олійної в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України. Зазначено вчених, які займаються створенням нових конкурентоспроможних сортів і вдосконаленням технології вирощування цієї культури. Підкреслено зв'язок роботи з відповідними тематичними програмами, планами та завданнями Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Визначено мету дослідження, основні завдання, методи їх реалізації та наукову новизну отриманих результатів. Вказано на особистий внесок здобувача, а також представлені публікації та апробація результатів за темою дисертаційної роботи.

Розділ 1 висвітлює народно-господарську цінність редьки олійної, біологічні особливості культури та вплив системи живлення рослин.

У розділі 2 здійснено аналіз ґрунтово-кліматичних умов Західного Лісостепу, зокрема особливостей погодних умов у роки проведення досліджень. Визначено гідротермічний коефіцієнт (ГТК), наведено агрохімічну характеристику ґрунтів дослідних ділянок. Описано схему проведення досліджень, а також методики та методи, що використовувалися.

У розділ 3 «Вплив різних норм мінеральних добрив на урожайність і якість насіння редьки олійної» встановлено, що польова схожість сортів редьки олійної була високою 94,2–95,2 на що впливали: посівна якість висіяного насіння, запаси продуктивної вологи шару ґрунту 0–10 см та температура повітря. Збільшення фосфорно-калійних добрив за норми $N_{30}P_{90}K_{100}$ забезпечувало достовірне підвищення даного показника на 1,0 %. Мінеральні добрива впливали не тільки на загальну тривалість вегетаційного періоду сортів редьки олійної, але й на тривалість окремих міжфазних періодів. Найменше змінювався період від сходів до бутонізації, тоді як найбільші зміни спостерігались у періоді від цвітіння до фізіологічної стиглості. Це можна пояснити більшою інтенсивністю ростових процесів та якісними змінами морфогенезу в пізніших фазах вегетації, коли рослина витрачала максимальну кількість доступних елементів живлення. Залежно від норм внесення мінеральних добрив, вегетаційний період сортів зростав і був довшим на 3–4 доби. Площа листової поверхні рослин сортів редьки олійної зростала з 31,6 тис.м²/га на контролі до 35,6–38,4 тис. м²/га, або на 11,1–21,5 % за внесення мінеральних добрив. Чиста продуктивність фотосинтезу рослин сортів на контролі становила 3,64 г/м² за добу і вищою була 4,64–5,54 г/м² за добу на варіантах удобрення. Краще живлення сортів редьки олійної, обумовлене внесенням мінеральних добрив, сприяло підвищенню морфологічних показників рослин зокрема: висоти рослин, кількості стебел на рослині, стручків, насінин в стручку, насінин з рослини, маси насіння з рослини та маси 1000 насінин, а це впливало на їх продуктивність. Найвищу врожайність насіння редьки олійної отримали в 2022 р. – 1,46–4,18 т/га, а найнижчу в 2024 р. – 1,07–2,62 т/га. Під впливом внесення норми $N_{30}P_{30}K_{35} +$

N_{30} (ВВСН 14–16) даний показник збільшувався на 1,57 т/га, за вищої $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16) + N_{20} ВВСН 52–53 на 1,89 т/га і за найвищої $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) на 2,12 т/га. До найнижчої норми внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (ВВСН 14–16) за вищих прирости складали 0,32 і 0,59 т/га. Посівні якості зібраного насіння редьки олійної формувалися як під впливом норм внесення мінеральних добрив, так і погодних факторів. Маса 1000 зростала з 6,16 г на контролі (без добрив) до 9,18 г, за мінерального живлення $N_{30}P_{90}K_{100}$ з поетапним підживленням азотними N_{50} (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53), або на 2,16–3,02 г. Порівняно з контролем (без добрив) за їх внесення енергія проростання насіння підвищувалася на 3,2–6,5 %, лабораторна схожість на 1,2–2,0 %. Вплив мінеральних добрив (фактор А) на масу 1000 насінин становив 55 %, сорту (В) – 9, їх взаємодія (АВ) – 27, інших факторів – 9 %.

У розділі 4 «Ефективність мікродобрив у передпосівній обробці насіння редьки олійної» підтверджено про необхідність даного агрозаходу в технології вирощування редьки олійної з застосуванням інсектицидно-фунгіцидного протруйника Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) та хелатних мікродобрив: Оракул мультикомплекс, Яра Віта Брасітрел Про, Вітазим. Під впливом наявних в мікродобривах гумінових речовин у рослин активізувалося коренеутворення, посилювалось надходження води і елементів живлення, що обумовлювало вищу на 1,9–3,1 % до контролю (без мікродобрив) польову схожість висіяного насіння. Під їх впливом та погодних умов які складалися вегетаційний період у 2022 р. у сорту Журавка становив 92–94 доби, в Факел 84–87 діб, у 2023 р. відповідно 90–93 і 80–82 і в 2024 р. – 88–89 і 79–80 діб. Вони збільшували площу листової поверхні рослин. У 2022 р. даний показник варіював від 37,6 до 40,9 тис. $m^2/га$, в 2023 р. – 39,6–43,2, а в 2024 р. – 35,0–39,2 тис. $m^2/га$. Середній показник складав 37,4–39,8 тис. $m^2/га$, вищим на 6,4–9,9 % був за передпосівної обробки насіння мікродобривами. На варіантах застосування мікродобрив у порівнянні з контролем показник чистої продуктивності фотосинтезу зростав на 0,10–0,24 $г/м^2$ за добу, або на 3,8–9,2 %. На фоні

мінерального живлення $N_{30}P_{90}K_{100}$ з підживленням азотними + N_{50} (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) та передпосівної обробки насіння мікродобривами показники структури рослин були вищими. У 2022 р. урожайність насіння сортів редьки олійної становила 4,13–4,41 т/га, 2023 р. – 3,00–3,40 т/га, 2024 р. – 2,85–3,18 т/га. Найбільш ефективним було мікродобриво Яра Віта Брасітрел Про (1,0 л/т), яке за врожайністю насіння достовірно переважало Оракул мультикомплекс (1,0 л/га) – на 0,13 т/га і недостовірно Вітазим (1,0 л/т) – 0,04 т/га. Частка впливу факторів на урожайність насіння редьки олійної становила: 35 % – мікродобри (А), 24 – сорту (В), 8 – їх взаємодія (АВ), 33 % – погодних умов (залишкове). Оптимальне забезпечення рослин редьки олійної макро- і мікродобривами позитивно впливало на показники посівних якостей насіння. Маса 1000 насінин була вищою на 0,19–0,35 г, енергія проростання – на 0,6–1,7%, лабораторна схожість – 0,6–1,2 %. Кореляція між масою 1000 насінин і врожайністю була сильною прямою ($r = 0,943–0,963$).

У розділі 5 «Ефективність мікродобри за внесення по листках редьки олійної» доведено, що на сірих лісових поверхнево оглєсних ґрунтах Західного Лісостепу з низькою природньою родючістю, застосування мікродобри по листках рослин редьки олійної було дієвим агрозаходом. Позакореневе підживлення рослин мікродобривами було дієвим впливом на ростові та продуктивні процеси, забезпечуючи їх повною мірою потрібними елементами у критичні фази росту та розвитку. За варіантів їх застосування період дозрівання насіння подовжувався на 2–3 доби. На фоні мінерального живлення мікродобри: Оракул мультикомплекс, Яра Віта Рексолін, Інтермаг-олійні внесені по листках у фазу цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69) швидко і продуктивно поглиналися рослинами, збільшуючи синтез органічної речовини. За їх застосування площа листкової поверхні рослин зростала на 2,3–4,6 тис. м²/га, чиста продуктивність фотосинтезу – на 0,43–0,63 г/м² за добу. Збільшення надходження елементів живлення до рослин через кореневу систему і листя поліпшувало умови для утворення генеративних органів, що забезпечувало високий рівень продуктивності.

За мінерального фону – $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{50}$ (4–6 листків) + N_{20} (квітконос головного пагона) сорти редьки олійної забезпечили високу врожайність насіння 3,24–3,70 т/га, з приростом від мікродобрив 0,34–0,46 т/га. Різниця за урожайність насіння між сортами Журавка і Факел була недостовірною і становила 0,09–0,10 т/га. Під впливом мікродобрив формувалося насіння з вищою на 0,20–0,57 г масою 1000 насінин. Найвищу масу 1000 насінин (9,45–10,22 г) сформували рослини редьки олійної у 2022 р., а найнижчу (8,86–9,26 г) – у 2024 р. Мікродобрива внесені по листках рослин редьки олійної мали опосередкований (через масу 1000 насінин) вплив на енергію проростання та лабораторну схожість, який оцінювали в 0,9–1,1 і 0,5–1,1 %. Кореляція (г) між масою 1000 насінин (г) і енергією проростання (%) на варіантах позакореневого застосування мікродобрив була сильною прямою ($r = 0,916–0,990$).

У розділі 6 «Економічна оцінка агротехнологічних прийомів вирощування редьки олійної» наведено розрахунки економічної ефективності вирощування насіння редьки олійної, залежно від продуктивності сорту позитивно реагувати на внесення різних норм мінеральних добрив, передпосівну обробку та внесення по листках мікродобрив.

Визначено, що із внесенням мінеральних добрив рівень рентабельності виробництва насіння редьки олійної зростає на 61,9–117,2 %. Найвищий показник забезпечила найнижча норма внесення $N_{30}P_{30}K_{35}$ + підживлення N_{30} (в фазі ВВСН14–16) – 248,3 %.

Передпосівна обробка насіння мікродобривом ЯраВіта Брасітрел Про в нормі 1,0 л/т сприяла отриманню рентабельності 211,8 %, що більше на 7,5 % до мікродобрива Оракул насіння (1,0 л/т) і на 4,2 % до Вітазиму (1,0 л/т).

Вплив позакореневого внесення мікродобрив на фоні мінеральних оцінено вищим на 17,4–24,0 % рівнем рентабельності до контролю (без мікродобрив). Найбільш економічно вигідним було застосування мікродобрива Яра Віта Рексолін в нормі 2,0 л/га, за якого рентабельність становила 206,6 %.

Подано результати виробничої перевірки в сільськогосподарських підприємствах регіону.

Ключові слова: *редька олійна, сорт, насіння, температура повітря, регулятор росту, мікродобриво, мінеральні добрива, дози, продуктивність, площа листкової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу, урожайність, маса 1000 насінин, енергія проростання, лабораторна схожість, кореляційний зв'язок.*

ANNOTATION

Bilonizhka Kh. V. Formation of yield and quality of oil radish seeds in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. - Qualification scientific work on the rights 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 of assessing and selecting varieties of oilseed radish for the Western Forest-Steppe zone of Ukraine, as well as the development of effective agrotechnical measures for their cultivation in order to ensure a consistently high seed yield.

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

The relevance of the topic and the importance of growing oilseed radish in the soil and climatic conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine are indicated. Scientists who are engaged in the creation of new competitive varieties and the

improvement of the technology of growing this crop are indicated. The connection of the work 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 emphasized. The purpose of the study, the main tasks, the methods of their implementation and the scientific novelty of the obtained results are determined. The personal contribution of the applicant is indicated, and publications and testing of the results on the topic of the dissertation are presented.

Section 1 describes the national economic value of oilseed radish, the biological characteristics of the crop and the plant nutrition system.

Section 2 contains an analysis of the soil and climatic conditions of the Western Forest-Steppe, in particular the weather conditions during the years of the research. The hydrothermal coefficient (HTC) is determined, and the agrochemical characteristics of the soils of the research sites are given. The research scheme is described, as well as the methods and techniques used.

In Section 3, “The Effect of Different Rates of Mineral Fertilizers on the Yield and Quality of Oilseed Radish Seeds,” it was found that the field germination of oilseed radish varieties was high, 94.2–95.2, which was influenced by: seed quality, productive moisture reserves in the 0–10 cm soil layer, and air temperature. An increase in phosphorus-potassium fertilizers at rates of $N_{30}P_{90}K_{100}$ provided a reliable increase in this indicator by 1.0 %. Mineral fertilizers affected not only the overall duration of the vegetation period of oilseed radish varieties, but also the duration of individual interphase periods. The period from germination to budding changed the least, while the greatest changes were observed in the period from flowering to physiological maturity. This can be explained by the greater intensity of growth processes and qualitative changes in morphogenesis in later phases of vegetation, when the plant spent the maximum amount of available nutrients. Depending on the application rates of mineral fertilizers, the vegetation period of the varieties increased and was 3–4 days longer. The leaf surface area of the oil radish varieties increased from 31.6 thousand m^2/ha in the control to 35.6–38.4 thousand m^2/ha , or by 11.1–21.5 % after application of mineral fertilizers. The net productivity

of photosynthesis of the varieties in the control was 3.64 g/m² per day and was higher, 4.64–5.54 g/m² per day, in the fertilization variants. Better nutrition of oilseed radish varieties, due to the application of mineral fertilizers, contributed to an increase in the morphological parameters of plants, in particular: plant height, the number of stems per plant, pods, seeds per pod, seeds per plant, seed weight per plant and 1000 seed weight, and this affects productivity. The highest yield of oilseed radish seeds was obtained in 2022 – 1.46–4.18 t/ha, and the lowest in 2024 – 1.07–2.62 t/ha. Under the influence of the application rate of N₃₀P₃₀K₃₅ + N₃₀ (BBCH 14–16), this indicator increased by 1.57 t/ha, at a higher N₃₀P₆₀K₇₀ + N₄₀ (BBCH 14–16) + N₂₀ BBCH 52–53 by 1.89 t/ha, the highest N₃₀P₉₀K₁₀₀ + N₅₀ (BBCH 14–16) + N₃₀ (BBCH 52–53) by 2.12 t/ha. At the lower rate of application of fertilizers N₃₀P₃₀K₃₅ + N₃₀ (BBCH 14–16) at higher increments were 0.32 and 0.59 t/ha. Sowing qualities of the collected seeds of oilseed radish were formed under the influence of both the rates of application of mineral fertilizers and weather factors. The 1000 weight increased from 6.16 g in the control (without fertilizers) to 9.18 g, with mineral nutrition N₃₀P₉₀K₁₀₀ with a step-by-step feeding with nitrogen N₅₀ (BBCH 14–16) + N₃₀ (BBCH 52–53), or by 2.16–3.02 g. Compared with the control (without fertilizers), their application increased the germination energy of seeds by 3.2–6.5 %, laboratory germination by 1.2–2.0 %. The impact of mineral fertilizers (factor A) on the weight of 1000 seeds was 55 %, variety (B) – 9, their interaction (AB) – 27, other factors – 9 %.

Section 4 "Efficiency of micronutrient fertilizers in pre-sowing treatment of oilseed radish seeds" confirms the necessity of this agricultural measure in the technology of growing oilseed radish using insecticide-fungicide seed dressing Modesto, 48 % t. k. s. (12.5 l/t) and chelated micronutrient fertilizers: Oracle multicomplex, Yara Vita Brasitrel Pro, Vitazim. Under the influence of humic substances present in micronutrient fertilizers, root formation in plants was activated, the supply of water and nutrients increased, which caused a 1.9–3.1 % higher field germination of seeds compared to the control (without micronutrient fertilizers). Under their influence and weather conditions, the vegetation period in

2022 for the Zhuravka variety was 92–94 days, in Fakel 84–87 days, in 2023 – 90–93 and 80–82 days, respectively, and in 2024 – 88–89 and 79–80 days. They increased the leaf surface area of plants. In 2022, this indicator varied from 37.6 to 40.9 thousand m²/ha, in 2023 – 39.6–43.2, and in 2024 – 35.0–39.2 thousand m²/ha. The average indicator was 37.4–39.8 thousand m²/ha, higher by 6.4–9.9 % with pre-sowing seed treatment with microfertilizers. In the variants of using microfertilizers, compared to the control, the net productivity of photosynthesis increased by 0.10–0.24 g/m² per day, or by 3.8–9.2 %. Against the background of mineral nutrition N₃₀P₉₀K₁₀₀ with nitrogen fertilization + N₅₀ (BBCH 14–16) + N₃₀ (BBCH 52–53) and pre-sowing seed treatment with microfertilizers, the plant structure indicators were higher. In 2022, the seed yield of oilseed radish varieties was 4.13–4.41 t/ha, in 2023 – 3.00–3.40 t/ha, in 2024 – 2.85–3.18 t/ha. The most effective microfertilizer was Yara Vita Brasitrel Pro (1.0 l/t), which in terms of seed yield significantly prevailed over Oracle multicomplex (1.0 l/ha) – by 0.13 t/ha and insignificantly over Vitazim (1.0 l/t) – 0.04 t/ha. The share of the influence of factors on the yield of oilseed radish seeds was: 35 % – microfertilizers (A), 24 – varieties (B), 8 – their interaction (AB), 33 % – weather conditions (residual). Optimum provision of oilseed radish plants with macro- and microfertilizers positively affected the sowing qualities of seeds. The weight of 1000 seeds was higher by 0.19–0.35 g, the vigor of growth – by 0.6–1.7 %, laboratory germination – 0.6–1.2 %. The correlation between the weight of 1000 seeds and the yield was strong direct ($r = 0.943–0.963$).

Section 5 "Efficiency of microfertilizers applied to oilseed radish leaves" proves that on gray forest surface-gleyed soils of the Western Forest-Steppe with low natural fertility, the application of microfertilizers to oilseed radish leaves was an effective agricultural measure. Foliar feeding of plants with microfertilizers had an effective effect on growth and productivity processes, providing them with all the necessary elements in critical growth and development phases. With their application options, the seed ripening period was extended by 2–3 days. Against the background of mineral nutrition, microfertilizers: Oracle multicomplex, Yara Vita Rexolin, Intermag-oliiniy applied to leaves in the flowering phase (macrostage 6,

BBCH 69) were quickly and productively absorbed by plants, increasing the synthesis of organic matter. When they were used, the leaf surface area of plants increased by 2.3–4.6 thousand m²/ha, and the net productivity of photosynthesis increased by 0.43–0.63 g/m² per day. Increased supply of nutrients to plants through the root system and leaves improved conditions for the formation of generative organs, which ensured a high level of productivity. With a mineral background of N₃₀P₆₀K₇₀ + N₅₀ (4–6 leaves) + N₂₀ (peduncle of the main shoot), oilseed radish varieties ensured a high seed yield of 3.24–3.70 t/ha, with an increase from microfertilizers of 0.34–0.46 t/ha. The difference in seed yield between the Zhuravka and Fakel varieties was insignificant and amounted to 0.09–0.10 t/ha. Under the influence of microfertilizers, seeds with a higher 1000-seed weight by 0.20–0.57 g were formed. The highest 1000-seed weight (9.45–10.22 g) was formed by oilseed radish plants in 2022, and the lowest (8.86–9.26 g) was formed in 2024. Based on the 1000-seed weight, the effect on germination energy and laboratory germination was estimated at 0.9–1.1 and 0.5–1.1 %. The correlation (r) between 1000 seed weight (g) and germination energy (%) in the foliar application variants of microfertilizers was strong and direct (r = 0.916–0.990).

Section 6 "Economic assessment of agro-technological methods of growing oilseed radish" presents calculations of the economic efficiency of growing oilseed radish seeds, depending on the productivity of the variety, responding positively to the application of various rates of mineral fertilizers, pre-sowing treatment and foliar application of micronutrient fertilizers. It was determined that with the application of mineral fertilizers, the level of profitability of oilseed radish seed production increased by 61.9–117.2 %. The highest indicator was provided by the lowest application rate of N₃₀P₃₀K₃₅ + N₃₀ top dressing (in the BBCN14–16 phase) – 248.3 %. Pre-sowing seed treatment with YaraVita Brasitrel Pro microfertilizer at a rate of 1.0 l/t contributed to a profitability of 211.8 %, which is 7.5 % more than microfertilizers Oracle nasinay (1.0 l/t) and 4.2% more than Vitazim (1.0 l/t). The effect of foliar application of microfertilizers against the background of mineral fertilizers was estimated to be 17.4–24.0 % higher than the profitability level of the

control (without microfertilizers). The most economically advantageous was the use of Yara Vita Rexolin microfertilizer at a rate of 2.0 l/ha, with which the profitability was 206.6 %.

The results of the production inspection in agricultural enterprises of the region are presented.

Therefore, improving the elements of oilseed radish cultivation technology will help increase the production of basic seeds to expand the cultivated area in the region.

Key words: *oilseed radish, variety, seeds, air temperature, growth regulator, microfertilizer, mineral fertilizers, doses, productivity, leaf surface area, net photosynthesis productivity, yield, weight of 1000 seeds, germination energy, laboratory germination, correlation.*

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових виданнях, включених до переліку фахових видань

України:

1. Oilseed radish – valuable crop of a wide range use / H. S. Hereshko, I. S. Voloshchuk, O. P. Voloshchuk, V. V. Hlyva, **Kh. V. Bilonizhka**. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 8–17. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-1

2. **Білоніжка Х. В.** Ефективність застосування мікродобрив у технології вирощування редьки олійної (*Raphanus sativum d. var. oleifera Metrg.*). *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 74 (2). С. 7–16. DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-1

3. **Білоніжка Х. В.** Вплив позакореневого застосування мікродобрив на урожайність насіння редьки олійної в Карпатському регіоні. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (1). С. 7–17. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-1.

4. **Білоніжка Х. В.** Насіннева продуктивність сортів редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив. *Агронаука і практика*. 2024. Вип. 3. Ч. 2. С. 4–10. DOI: 10.32636/agroscience.2024-(3)-2-1

Статті у наукометричних баз даних Scopus і Web of Science:

5. Formation of sowing qualities of oil radish seeds depending on the nutrition system in the Western Forest-Steppe / O. Voloshchuk, H. Panakhid, I. Voloshchuk, V. Hlyva, **Kh. Bilonizhka**. *Scientific Horizons*. 2025. Vol. 28, no. 2. 55-62. DOI: 10.48077/scihor2.2025.55.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. **Білоніжка Х. В.** Розвиток сортів редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив. *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. 12–13.

7. **Білоніжка Х. В.** Тривалість фаз дозрівання насіння редьки олійної залежно від позакореневого внесення мікродобрив. *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. 223-225.

8. **Білоніжка Х. В.** Вплив позакореневого внесення мікродобрив на тривалість фаз дозрівання насіння редьки олійної. *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. 12–14.

9. **Білоніжка Х. В.** Посівні якості насіння редьки олійної залежно від системи живлення рослин. *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. 10–11.

Рекомендації:

10. Особливості технології вирощування редьки олійної (науково-практичні рекомендації) / І. С. Волощук, О. П. Волощук, К. І. Яцух, В. В. Глива, Ю. В. Воробйова, О. М. Случак, Г. С. Герешко, **Х. В. Білоніжка**. Оброшине : [Б. в.], 2024. 24 с.

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ.....	17
ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1. РЕДЬКА ОЛІЙНА – ЦІННА КУЛЬТУРА ШИРОКОГО СПЕКТРУ ВИКОРИСТАННЯ (огляд наукової літератури).....	24
1.1 Народногосподарське значення.....	24
1.2 Біологічні вимоги культури.....	29
1.3 Макро- і мікродобрива в технології вирощування олійних культур.....	33
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 редьки олійної та досліджуваних препаратів.....	53
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ НОРМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ТА ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ.....	59
3.1 Польова схожість насіння.....	59
3.2 Тривалість фаз розвитку рослин.....	63
3.3 Площа листової поверхні.....	67
3.4 Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ).....	71
3.5 Структурні показники рослин.....	74
3.6 Урожайність насіння та зеленої маси.....	77
3.7 Посівні якості насіння.....	83

РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ МІКРОДОБРИВ У ПЕРЕДПОСІВНІЙ ОБРОБЦІ НАСІННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ НА ПОКАЗНИКИ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ	88
4.1 Стимуляція процесу проростання насіння.....	88
4.2 Дати наступлення фаз вегетації.....	91
4.3 Фотосинтетична продуктивність сортів.....	94
4.4 Структура рослин.....	101
4.5 Насіннєва продуктивність.....	102
4.6 Якісні показники насіння.....	107
РОЗДІЛ 5. ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОДОБРИВ ЗА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ	112
5.1 Фази дозрівання насіння.....	112
5.2 Продуктивність фотосинтезу сортів.....	114
5.3 Показники урожайності.....	121
5.4 Маса 1000 насінин, енергія проростання та лабораторна схожість зібраного насіння.....	127
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ.....	134
6.1 Рентабельність виробництва насіння редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив.....	134
6.2 Рентабельність виробництва насіння редьки олійної залежно від передпосівної обробки мікродобривами.....	135
6.3 Економічна ефективність застосування мікродобрив у позакореновому підживленні рослин редьки олійної.....	136
6.4 Результати виробничої перевірки досліджуваних агрозаходів.....	137
ВИСНОВКИ.....	140
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	143
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	144
ДОДАТКИ.....	161

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. е.	—	концентрат емульсії
м. д.	—	масляна дисперсія
НІР _{0,05}	—	найменша істотна різниця
рН	—	кислотність ґрунту
т	—	тон
ФП	—	фотосинтетичний потенціал
ЧПФ	—	чиста продуктивність фотосинтезу
К	—	калій
N	—	азот
P	—	фосфор

ВСТУП

Сьогодні агробізнес спрямований на вирощування високопродуктивних олійних культур, які є ринково-привабливими. Серед біологічного асортименту та агротехнічних можливостей вагоме місце відводиться редьці олійній. Добре відома раніше дана культура в умовах змін клімату може проявляти себе як відмінна кормова культура, весняні післяукісні та післяжнивні посіви є вагомим джерелом зелених кормів у системі конвеєрного виробництва. Її можна вирощувати в монокультурі і в травосумішах. За короткого вегетаційного періоду (40–50 діб) вона формує 30–70 т/га листостеблової маси збалансованої за вмістом перетравного протеїну. Велика її цінність полягає у відродженні родючості виснажених ґрунтів, як замітник органічних добрив при заорюванні біомаси. Надзвичайно вагоме й агротехнічне значення цієї культури: очищає ґрунт від нематод, дротяників, патогенних організмів, збагачуючи його комплексом корисних речовин (органічна речовина, азот, фосфор, калій, мікроелементи), запобігає кореневим гнилям і є антагоністом злісному пирію. Причинами обмеженого поширення цих культур є недостатня кількість доbazового насіння та недосконалість елементів технології вирощування, що вимагає додаткових наукових досліджень.

Обґрунтування вибору теми досліджень. Удосконалення елементів технології вирощування сортів редьки олійної, за рахунок використання генетичного потенціалу нових сортів, передпосівної обробки насіння та позакореневого застосування мікродобрив на фоні основного мінерального живлення рослин сприятиме виробництву достатньої кількості насіння для забезпечення господарств різних організаційно-правових форм регіону насіннєвим матеріалом. Розширення посівних площ забезпечить поповнення ресурсів рослинницької олії і кормового – білка. Добір і оцінка екологічно-пластичних сортів олійних культур нового покоління з вищою на 15–20 % врожайністю та на 5–10 % - посівною якістю насіння сприятиме ефективній

сортозаміні, а прискорені методи виробництва насіння забезпечать необхідні для регіону об'єми.

Культурі редька олійна присвятили свої дослідження в різних ґрунтово-кліматичних зонах нашої держави ряд вчених: Цапар Я. А., Цицюра Я. Г., Радченко М. В., Утеуш Ю. А., Лапа В. В., Марунова Л. К., Квітко Г. П.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами. Дослідження проведено згідно з тематичними програмами, планами та завданнями Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН у період з 2022 по 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 (№ ДР 0120U105630), 2024–2025 рр. – 09.01.16.П Розробити ефективні агрозаходи вирощування олійних культур в умовах Карпатського регіону (№ ДР 0123U105039).

Мета і завдання досліджень. Підвищення врожайності та покращення посівних якостей насіння залежно від вдосконалених елементів технології вирощування сортів редьки олійної.

Для досягнення цієї мети необхідно розв'язати такі завдання:

- дослідити адаптивні й продуктивні властивості сортів у ґрунтово-кліматичних умовах досліджуваної зони та рекомендувати кращі з них для впровадження у сільськогосподарське виробництво;
- встановити рівень мінерального живлення рослин для формування високої врожайності й посівних якостей зібраного насіння;
- обґрунтувати ефективність застосування мікродобрив у передпосівній обробці насіння та позакореневому підживленні рослин;
- встановити кореляцію між параметрами структури рослин, продуктивністю та якістю насіння;
- визначити вплив факторів на формування врожайності і якості насіння;

- дати економічну оцінку вирощування насіння залежно від досліджуваних агрозаходів у насінницькій технології вирощування редьки олійної.

Об'єкт досліджень. Процес формування насіннєвої продуктивності та посівних якостей насіння сортів редьки олійної різних оригінаторів за різних рівнів основного та додаткового живлення рослин у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України.

Предмет досліджень. Культура, сорт, погодні умови, врожайні властивості, посівні якості, норми мінеральних добрив, мікродобрива.

Методи досліджень. Загальнонаукові методи: робоча гіпотеза – для визначення напрямів наукових досліджень, спостереження та аналіз. Математико-статистичні методи: кореляційний, варіаційний, дисперсійний, що застосовувалися за допомогою комп'ютерних програм «*Microsoft Office Excel*» та «*Statistica 6.0*».

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше в зоні Західного Лісостепу досліджено адаптивний та продуктивний потенціал сортів редьки олійної Журавка та Факел, занесених до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні», та визначено їх реакцію на зовнішні чинники й систему живлення рослин.

Визначено оптимальну норму внесення мінеральних добрив – $N_{30}P_{90}K_{100}$ з підживленням аміачною селітрою N_{50} в макростадії 1 фаза розвитку ВВСН 14–16 (4–6 листки) та N_{30} у 5 макростадії фази ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона) за якої формується висока урожайність насіння сортів (3,5–4,0 т/га) та посівні якості.

Обґрунтовано ефективність застосування мікродобрив: Оракул насіння, ЯраВіта Брасітрел Про, Вітазим у передпосівній обробці насіння за фону мінерального живлення $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16) + N_{20} (ВВСН 52–53) на насіннєву продуктивність сортів та їх посівні якості.

З'ясовано особливості позакореневих підживлень у насінницькій технології вирощування редьки олійної мікродобривами; Оракул

мультикомплекс (2,0 л/га), Яра Віта Рексолін (2,0 л/га), Інтермаг – олійні (2,0 л/га.).

Встановлено кореляцію між показниками структури рослин, урожайністю та якістю насіння.

Визначено вплив факторів на формування насіння та його якість.

Проведено розрахунки економічної ефективності вирощування насіння високопродуктивних сортів редьки олійної за удосконалених агрозаходів вирощування.

Удосконалено підходи щодо: добору сортів за продуктивністю та якісними показниками насіння редьки олійної.

Отримають подальший розвиток наукові положення щодо кореляційних зв'язків між елементами структури врожаю та показниками насінневої продуктивності і посівних якостей насіння.

Практичне значення отриманих результатів полягає у визначенні найбільш продуктивних сортів редьки олійної та вдосконаленні системи живлення рослин з урахуванням основного внесення мінеральних добрив і додаткового мікродобрив для забезпечення високої врожайності насіння й посівних якостей. Це сприятиме швидкому виробництву достатньої кількості насіннєвого матеріалу різних генерацій для розширення посівних площ.

Для господарств регіону запропоновано науково-практичні рекомендації «Особливості технології вирощування редьки олійної», 2024 р.

Удосконалені елементи технології вирощування сортів редьки олійної були впроваджені в ДП «ДГ «Грусятічі» Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Грусятічі Жидачівський р-н, Львівська обл.) на площі 5 га. Економічний ефект – порівняно з базовою технологією вирощування редьки олійної, за удосконаленої, приріст урожайності становив 0,40 т/га, чистий прибуток був вищим на 12,0 тис. грн/га.

ПФ «БОГДАН і К^о» (с. Попільники Коломийський р-н, Івано-Франківська обл.) на площі 5 га, підвищення урожайності становило 0,35 т/га, умовно чистий прибуток – на 10,5 тис. грн/га.

Особистий внесок здобувача. Дисертантка самостійно здійснила аналітичний огляд, розробила робочу гіпотезу, спланувала та провела польові й лабораторні дослідження, здійснила аналіз експериментальних даних, сформулювала основні положення, висновки та пропозиції для виробництва, підготувала наукові публікації та рукопис дисертації.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи були заслухані та обговорені на щорічних звітних атестаціях аспірантів, засіданнях методичних комісій Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Оброшине, 2022–2024 рр.). Отримані результати досліджень були оприлюднені та апробовані на 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 і 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, викладені в дисертації, опубліковано в 10 наукових працях, зокрема: у наукових виданнях, що входять до переліку фахових видань України – 4, у наукових періодичних виданнях, індексованих у наукометричних базах Scopus та/або Web of Science – 1, наукових працях, що підтверджують апробацію матеріалів дисертації – 4, та рекомендаціях для виробництва – 1.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Матеріали дисертації викладено на 186 сторінках комп'ютерного набору, з яких 143 сторінок займає основний текст. Дисертація містить анотацію, вступ, шість розділів, висновки, рекомендації для виробництва, список використаних джерел – 150 позицій та 23 додатки. Матеріал представлений у 59 таблицях і проілюстрований 34 рисунками.

РОЗДІЛ 1

РЕДЬКА ОЛІЙНА – ЦІННА КУЛЬТУРА ШИРОКОГО СПЕКТРУ ВИКОРИСТАННЯ (огляд наукової літератури)

У сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур важливим є орієнтування на широке використання біоресурсів відповідних ґрунтово-кліматичних зон, підзон з метою максимального використання біомаси, як основних, так і проміжних культур різного виду в різні строки з метою накопичення органічного вуглецю, створення умов для відтворення потенціалу ґрунтової родючості та зниження темпів деградації ґрунтів. У таких біологізованих і органічних технологіях широко залучаються сидеральні культури, що забезпечують підвищення коефіцієнту продуктивності сівозмінної площі, оптимізують попередники у варіантах повторних та беззмінних посівів, особливо за короткої ротації та сприяють додатковому нагромадженню органічної маси у ґрунтовому профілі. Редьку олійну (*Raphanus sativum d. var. oleifera* Metrg.) довгий час вважали мало поширеною культурою, однак зацікавленість до її вирощування за остання роки зросла через виробництво зелених, концентрованих кормів, технічних олій, шроту і макухи. Різностороннє її використання сприяє розширенню площ посіву в світі, які сягають понад 200 тис. га, а висока ціна на насіння зацікавлює виробників до вирощування культури в різних ґрунтово-кліматичних зонах України [1, 2].

1.1 Народногосподарське значення

Редька олійна – відома рослина сімейства хрестоцвітих. Насіннєва продуктивність культури висока – 2,0-2,5 т/га. Вміст олії в насінні складає 40–50 %, у макусі – 10 %, а вміст білка досягає 37 %, при цьому білок збалансований за всіма незамінними амінокислотами. Її використовують в: кулінарії, харчовій галузі, фармакології, косметології, виробництві біопалива. У 100 кг зеленої маси міститься 12–16 кормових одиниць сухої речовини,

багато вітамінів, макро- і мікроелементів. Сирий протеїн (26–29 %) багатий мінеральними сполуками (сірка, фосфор, кальцій, каротин). Навіть у післяжнивних посівах утворює до 30 т/га високобілкової маси, яку згодовують усім видам тварин і птиці в сумішах із зерновими – вівсом, кукурудзою, суданкою. У суміші з ярою викою та іншими бобовими культурами накопичує до 200 кг/га біологічного азоту [3]. У їжу вона не придатна, однак овочівники вважають редьку олійну цінним добривом. Крім того, що вона сидерат з унікальними властивостями, служить кормовою культурою і медоносом. Вирощування в приватних і фермерських господарствах сприяє запобіганню виснаження ґрунту після овочевих культур, які виносять із ґрунту корисні компоненти. Любителі культури є прихильниками органічного землеробства, яке не передбачає використання хімікатів на ділянках. Все більшого поширення набувають натуральні добрива із сидератів – однорічних культур, які висівають для поліпшення ґрунту. І не тільки для городників і власників малих і середніх господарств, а в агрохолдингах, тобто тих, хто позиціонує свою продукцію як «екологічну». Хоча б з тієї причини, що для вирощування продукції не використовують хімічно синтезовані азотні добрива, вважаючи за краще отримувати їх із зелені. Гідний і невибагливий представник редька олійна займає важливе місце в ряду сидеральних культур. Ця культура є чудовим сидератом для покращення фізичних властивостей ґрунту та зменшення поширення хвороб, що позитивно впливає на продуктивність наступних культур. До переваг цієї культури можна віднести її ранню стиглість, високу відтворюваність та можливість механізації всіх етапів вирощування. Вона здатна давати високі врожаї при різних строках сівби – від ранніх до другої половини серпня. Насіннева продуктивність є високою – 2,0–2,5 т/га [4, 5].

Хімічний склад рослин редьки олійної характеризується різним вмістом в насінні та вегетативній масі хімічних речовин і елементів. Вміст олії в насінні та її якість залежать від виду, характеристик сорту, удобрення, водного режиму, ґрунту та інших факторів. Ключовим чинником для підвищення

вмісту олії є впровадження високоолійних сортів і гібридів, а також застосування вдосконаленої насінневої системи. При заорюванні біомаси, синтезована під час росту і розвитку рослин значна кількість поживних речовин і хімічних елементів інтенсивно використовується наступними культурами [6, 7].

Крім агрономії, редька олійна затребувана в кулінарії як продукт для вітамінних страв, розмочене у воді листя якої є прекрасною основою для салатів. У борщ можна додавати пагони зелені, вони містять аскорбінову кислоту, яка насичує страви вітаміном С. Насіння редьки містять унікальні ефірні олії, які дозволяють отримувати з культури збагачену рослинну олію, але процес надто трудомісткий. За смаковими і поживними властивостями масло з редьки схоже з кедровим і на 99 % складається з жиру. Вважається низькокалорійним і дієтичним продуктом, добре поєднується з овочами і зеленню. Можна використовувати для заправки каш і холодних салатів. Не можна зловживати листям редьки, вони містять глюкозиди, які можуть викликати й отруєння. Низько калорійна та дієтична олія з редьки чорної з оригінальним ароматом і гостринкою є продуктом здорового харчування і за цілющими властивостями більш доступною альтернативою кедровій олії. За холодного способу віджиму редькова олія зберігає всі мікроелементи, мінерали та вітаміни в активному стані [8].

Есенції, отримані з редьки, є основою для виробництва ліків, в основному їх використовують для виготовлення вітамінів. Важлива роль застосування редьки олійної в медицині яка має знезаражувальну, протигрибкову й антипаразитарну дію, сприяє виведенню мокротиння при кашлі, застудах (у поєднанні з медом), ефективна проти стафілококу, кишкової палички, дифтерії, сприяє очищенню від токсинів, відновлює водно-сольовий баланс організму, має сечогінний ефект. Її корисний вплив доведено на очищення судин і крові, вона сприяє запобіганню руйнуванню червоних кров'яних тілець і утворенню холестеринових бляшок. У травній системі є профілактичною при пародонтиті, стимулює вироблення жовчі, очищенню

жовчних шляхів. Лікує жовтянку, цироз печінки, гепатит, сприяє виведенню білірубину, покращує стан при дизентерії, харчовому отруєнні, гельмінтозах, а також шкірні захворювання: екземи, виразки, гнійні запалення та захворювання кісток і суглобів. Із зеленої маси готують трав'яні збори, які мають заспокійливу дію. Напої на основі листя знімають стрес і головний біль [9].

У косметичі для масок з усунення веснянок, звуження пор, зволоження сухої шкіри, лікування дерматологічних захворювань використовують олію в якій містяться відбілюючі компоненти та ефірні суміші, отримані з олії. Емульсії мають розслаблюючу та легку зігріваючу дію. Для боротьби з облісінням та відновленням структури волосся роблять олійні маски (втирають в голову) [10].

В Україні для виробництва біодизелю активно використовують олійні культури, такі як соняшник і ріпак, що спричинило значну економічну зацікавленість у їх вирощуванні. Це, в свою чергу, призвело до перенасичення посівних площ, погіршення структури сівозміни для озимих зернових культур, зниження родючості ґрунту та інших негативних наслідків. Зростання цін на паливо впливає на зниження обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, тому застосування альтернативних видів палива з редьки олійної дасть можливість підприємствам агропромислового комплексу змінити структуру посівних площ. Для реалізації енергетичної стратегії розвитку нетрадиційних джерел енергії редьку олійну можна вважати перспективною сировиною для виробництва біопалива, з урожайністю 0,5 т/га при нормі висіву 1,5–2,0 млн нас./га та внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$. З неї виготовляють антикорозійну емульсію [11, 12].

Дана культура визнана як добрий медонос. Її головні переваги - тривале цвітіння (до 30 діб) і виділення нектару в прохолодну погоду. Збір меду проводять ранньою весною і в середині літа, коли відцвіли інші медоносні культури. Вміст нектару сахарози, фруктози і глюкози становить 20 %. Мед

має сильний аромат і високі лікувальні властивості. Однак мед з редьки залишати на зиму недоцільно оскільки він швидко кристалізується [13].

В екологічному плані редька олійна легко пристосовується до різних кліматичних умов. Особливістю є короткий вегетаційний період і стислі терміни накопичення зеленої маси, що сприяє якісній підготовці ґрунту і добрим умовам для росту та розвитку наступних посівів. Вона є ефективним і надійним компонентом біологізованих систем удобрення, повністю відповідаючи вимогам стратегії органічного альтернативного удобрення для одно- або багатокomпонентного використання в різних варіантах строкового застосування, і становить альтернативу традиційним системам удобрення гноєм та торфокомпостами [14].

Збільшення виробництва сільськогосподарської продукції, за останні роки в приватному секторі, зокрема в фермерських господарствах та на присадибних ділянках з-за відсутності планових заходів боротьби, вирощування в монокультурі, використання для сівби не завжди якісного насіннєвого матеріалу, негативно впливає на фітосанітарний стан посівів. Технології, що можуть бути використані на малих площах з застосуванням елементів мінерального живлення, простого обладнання та реманенту, а також доступних засобів захисту, повинні бути орієнтовані на профілактику захворювань та зменшення чисельності шкідників за допомогою організаційно-господарських, селекційно-насінницьких, агротехнічних, економічних та інших методів. Біологічні та екологічні зміни в етіології шкідників, зумовлені багаторічним застосуванням пестицидів, призвели до розвитку у них резистентності та значних порушень екологічної рівноваги в агроценозах. Це, у свою чергу, вплинуло на динаміку популяцій шкідливих і корисних організмів, а також на формування врожаю та його якості. У цьому аспекті редька олійна виступає добрим фітосанітаром знищуючи збудники хвороб, активно пригнічує нематоди, завдяки швидкому росту забирає бур'яни, навіть пирій та менше уражується шкідниками. Вона має високу конкурентоспроможність щодо більшості видів бур'янів, що надає їй низку

важливих переваг порівняно з іншими традиційними кормовими культурами [15].

1.2 Біологічні вимоги культури

За біологічними особливостями це невибаглива до умов вирощування та попередників у сівозміні культура. Вона характеризується високою продуктивністю і поживністю; високо інтенсивним продукуванням й функціонуванням кореневої системи; відносно толерантна до змін строків сівби. Має швидкі темпи зростання та сильну позитивну реакцію на мінеральне удобрення, високу конкурентоспроможність щодо сегетальної рослинності. У складі кормових сумішей ця культура може бути використана для багатокomпонентного вирощування разом з іншими культурами, що сприяє покращенню фітосанітарного та поживного стану ґрунту. Крім того, вона є гарним медоносом, а за заорювання біомаси виступає як ефективний засіб відновлення родючості виснажених ґрунтів, замінюючи органічні добрива [16].

Ріст і розвиток рослин є однією з ключових агробіологічних характеристик, яка відображає складну взаємодію генотипу рослин із технологічними прийомами та агрокліматичними умовами регіону вирощування. Визначення фенологічних фаз росту та розвитку має велике значення для встановлення оптимальних строків виконання технологічних операцій та оцінки впливу гідротермічних факторів на тривалість вегетаційного періоду. Редька олійна характеризується швидким ростом: за короткий період від 25 до 40 діб вона розвиває значну кількість листової та кореневої маси, що дозволяє її використовувати в умовах посухи та при ранніх строках сівби. Рослинна маса редьки олійної в основному складається з листя, яке містить високий рівень азоту і має менше співвідношення вуглецю до азоту. Завдяки цьому надземна маса швидше розкладається в ґрунті, забезпечуючи наступну агрокультуру ґрунтовим живленням першої черги. У той же час корені цієї рослини потовщені і розкладаються повільніше,

поступово постачаючи ґрунт і рослини поточного посіву необхідними поживними речовинами. Крім того, коли зелена маса заорюється в ґрунт, вона розкислює його, подібно до внесення вапна, оскільки має лужну реакцію клітинного соку [17].

Стійка до холоду, посухи та підвищеної вологості. Щільне змикання посівів зменшує ріст бур'янів. Продовжує вегетацію при $+5 \dots +6$ °C, не боїться заморозків до мінус 4 °C. Добре розвинені рослини здатні переносити зниження температури до мінус 7 °C. Рослини редьки олійної часто називають «біологічним плугом», оскільки вони мають потужну стрижневу кореневу систему, яка глибоко проникає в підорні шари ґрунту. Це є важливим аспектом у контексті сучасних методів нульового та мінімального обробітку ґрунту. Завдяки корневим виділенням, редька олійна сприяє поглинанню важкодоступних сполук фосфору, калію, кальцію та сірки з ґрунтового-вбирного комплексу, які потім використовуються наступною агрокультурою в сівозміні. Діаметр кореневої шийки редьки олійної становить 2,0–2,5 см (у гірчиці – близько 1,0 см), що дозволяє їй проникати значно глибше, ніж корені гірчиці, навіть у важких ґрунтах. Це покращує дренажність ґрунту, оскільки надлишки вологи переміщуються в нижні горизонти, завдяки чому навесні ґрунт швидше досягає фізичної стиглості. Як результат, сівба може бути проведена в оптимальні строки [18].

Серед основних факторів, що впливають на вимоги виробників щодо збільшення посівних площ, є впровадження екологічно пластичних, високоврожайних сортів. Глибоке вивчення закономірностей росту та розвитку рослин є важливим для розробки сучасних сортових технологій їх вирощування. Кожен генотип має свій генетичний потенціал продуктивності, який визначається поєднанням комплексу морфо-, агробіологічних ознак і властивостей. Цей потенціал може бути повністю реалізований тільки за умови, коли агроекологічні фактори максимально відповідають характеристикам конкретного сорту. Вітчизняна селекція орієнтується на створення сортів редьки олійної, які забезпечать високу та стабільну

врожайність, навіть у умовах різних стресових факторів навколишнього середовища в межах конкретної зони вирощування. Сортовий асортимент редьки олійної в «Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні» у 2021 р., представлений такими сортами: Веселка (олійна), Либідь (кормова), Кияночка (сидерат, кормова), оригінатор – Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України та Журавка (олійні, кормові), оригінатор – Прикарпатська державна селекційно-дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Важливо також знати і потреби сорту до агротехніки вирощування, щоб по можливості краще використовувати його генетичний потенціал. Для зниження ризиків краще в господарстві вирощувати декілька сортів різних груп стиглості. [19].

Редька олійна не потребує особливих витрат і складної технології вирощування з технологічної точки зору. Найкращими попередниками для нього є озима пшениця, озимий ячмінь, кукурудза, зернові та зернобобові культури на зерно, овочі та проміжні культури. Не можна сіяти після капустяних культур [20].

У ранні строки сівби та залежно від попередника обробіток ґрунту включає: оранку на глибину 22–28 см, вирівнювання поверхні, культивуацію на глибину загортання насіння та коткування. За обробітку восени, особливо пізнього, або весняного раннього – оранку можна замінити поверхневим обробітком важкими дисковими боронами 2–3 сліди на глибину 8–10 см, і вирівнюванням поверхні поля коткуванням [21, 22].

Для вирощування на зелений корм застосовується звичайний рядковий спосіб сівби з шириною міжрядь 15 або 30 см. Рекомендована норма висіву насіння в чистих посівах становить 2–3 млн схожих насінин на гектар (16–20 кг), у сумішках – 4,1 млн схожих насінин на гектар (120–140 кг), а редька висівається в кількості 1–2 млн схожих насінин на гектар (8–16 кг). Редьку олійну висівають на більш ранні терміни. Спосіб посіву залишається таким самим, як і для вирощування на зелений корм. Глибина загортання насіння

складає 2–4 см. Для прискорення розмноження насіння в насінневих розсадниках його висівають широкорядним способом (45–70 см) з нормою висіву 4–5 кг/га. За широкорядної сівби, перевагами якої є стійкість рослин до вилягання, утворення більшої кількості бобів, що підвищує врожайність насіння; можна застосовувати 1–2 міжрядні культивації. Система основного і додаткового внесення добрив може впливати на врожайність посівів і якість продукції. Залежно від родючості ґрунту норма внесення органічних і мінеральних добрив під основний обробіток становить 40–60 т/га та $N_{60-120}P_{40-60}K_{40-60}$. На фоні органіки норму мінеральних добрив зменшують вдвічі [23–30].

Догляд за посівами полягає у боротьбі зі шкідниками та хворобами, що застосовують на посівах озимого ріпаку. Редьку олійну пошкоджують блішки хрестоцвіті та капуста ріпакова цвітна, обробку яких проводять у разі появи: блішки – при проростанні рослин, проти капусти цвітної – у період бутонізації. Якщо в досходовий період утворюється ґрунтова кірка, її руйнують боронуванням ротаційними сапами. На широкорядних посівах проводять 2–3 розпушування міжрядь [31–33].

Завдяки характерному запаху ефірної олії перешкоджає розмноженню в ґрунті шкідників – нематод, дротяників, збільшує чисельність дощових черв'яків і корисних мікроорганізмів [34, 35].

У нашій країні сформувалася ситуація, коли використання мінеральних добрив для вирощування редьки олійної розглядалося як не обов'язкова операція, і в найкращому випадку проводилося за залишковим принципом. Однак результати досліджень показують, що редька олійна висуває вимоги до рівня живлення, які не поступаються вимогам ріпаку, який відомий своєю значною вибагливістю. Ряд вчених стверджують, що підвищення доз мінерального живлення більше N_{60} під редьку олійну призводить до збільшення вегетативної маси, але не змінює урожайність насіння. У періоди вегетації поглинання рослинами елементів живлення редькою олійною є різна. На фазу бутонізації-початок цвітіння потреба в азоті і калію є найвищою. У

період масового цвітіння-формування насіння рослини найбільше потребують сірки, фосфору і магнію [36–40].

Заключним і найвідповідальнішим технологічним моментом вирощування продукції рослинництва є збирання врожаю. Збирання на зелену масу починають у фазі бутонізації – початку цвітіння, на силос – під час зав'язування стручків. Для інтенсивного відростання рослин у посівах висота зрізу багаторазового використання не менше 6–8 см. Насіння редьки дозріває не дружно, але міцно тримається в стручках, тому строки збирання залежать від термінів (70 % висихання стручків). Збір проводять як прямим комбайнуванням, так і роздільним при пожовтінні стручків у середній частині центральних і бічних стебел. Сучасні способи збирання забезпечують повну механізацію всіх процесів і в стислі терміни дають можливість зібрати врожай з мінімальними втратами при збереженні високої якості насіння. Для заготівлі світло-коричневого насіння більше підходить двофазний спосіб, коли редьку ріжуть на рулетики. Його ефективність обумовлена зниженням розтріскування стручків, що дозволяє не поспішати зі збором у вологу погоду [41, 42].

1.3 Макро- і мікродобрива в технології вирощування олійних культур

Рациональне удобрення рослин редьки олійної макро- і мікродобривами, яке б передбачало сучасну систему живлення з урахуванням основного внесення, передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень є вузьким місцем в технології вирощування даної культури і викликає все більшу зацікавленість в дослідників та виробників. Вчені стверджують про позитивний вплив оптимального живлення рослин на величину врожаю, хімічний склад насіння, зеленої маси, стійкість рослин до стресових факторів (низьких та високих температур), хвороб. За нестачі любого з елементів порушуються обмінні процеси, затримується ріст і розвиток рослин проходять небажані морфологічні зміни в окремих органах, що негативно впливає на їх

відмирання, деформацію стручків, зменшує кількість насіння в стручку та призводить до отримання щуплого насіння [43, 44].

Дослідженнями підтверджено, що за високих норм азотних добрив рослини формують добре облиствлений, високорослий стеблистий та забезпечують оптимальну площу листової поверхні, що сприяє зростанню фотосинтетичного потенціалу, максимального за оптимального і надлишкового вологозабезпечення. Однак в результаті затінення та підвищення конкуренції за світловий режим фотосинтетична активність окремої рослини може знижуватися. За умов достатнього удобрення рослин редьки олійної збільшується на 80–104 % вихід кормових одиниць, перетравного протеїну на 88–116 %, та кормопропротеїнових одиниць – на 84–110 %. Позитивний їх вплив спостерігали на амінокислотний склад листостеблової маси редьки олійної за якого підвищувався на 3–5 % вміст аспарагінової кислоти, 17–20 % вміст гліцину, 7–9 % вміст аланіну та інших амінокислот – 4–5 % [45].

Рекомендації щодо удобрення редьки олійної визначаються ґрунтово-кліматичними умовами зони вирощування, напрямком використання культури, забезпеченістю ресурсами господарства і варіюють в широкому діапазоні на дерново-підзолистих та світло-сірих опідзолених ґрунтах – $N_{90-100}P_{90-100}K_{90-120}$, торфових та дернових – $N_{30-60}P_{45-60}K_{60-90}$, темно-сірих та чорноземів опідзолених – $N_{30-90}P_{30-90}K_{30-90}$ [46].

Про позитивну роль азотних добрив на більш інтенсивне формування квіток, а калію на прискорений розвиток насіння вказують дослідження Я. А. Цапар. На варіантах з їх внесення у зібраного насіння нового врожаю відмічали підвищення на 2–4 % енергії проростання та на 1 % лабораторної схожості. Мінеральні добрива забезпечували більший на 4–8 % вихід крупної фракції за рахунок формування насіння з вищою на 1,3–2,0 г масою 1000 насіння. Високі норми застосування мінеральних добрив (понад 120 кг/га д. р.) стимулюють інтенсивний розвиток вегетативної маси редьки олійної, однак це призводить до зниження насінневої продуктивності, подовження

фенологічного розвитку, накопичення нітратів у листовій масі, вилягання рослин у період формування зеленого стручка та погіршення якості врожаю [47].

Необхідним елементом є фосфор. Він контролює обмінні процеси в рослині і є джерелом енергії, входить до складу ДНК і РНК, а також багатьох інших речовин. За наявності достатньої кількості фосфору в ґрунті активно формується міцна та розгалужена коренева система редьки олійної, що дає змогу рослинам використовувати вологу та поживні елементи з глибших шарів ґрунту. Позитивний вплив даного елемента полягає в підвищенні стійкості культури проти вилягання та своєчасному утворенню генеративних органів рослин. Оптимальне забезпечення даним елементом сприяє стимуляції процесу утворення насіння і прискорює його дозрівання, а недостатнє – затримує цвітіння. Зовнішні ознаки фіолетового забарвлення листків вказують на дефіцит даного елемента [48].

Калійні мінеральні добрива відіграють вирішальну роль для збільшення врожайності сільськогосподарських культур і покращення їх якості. За недостатнього їх внесення в ґрунт нітратні добрива не перетворюються в білок, а залишаються у вигляді нітратів, які є отруйними для організму людини. Вони сприяють синтезу та накопиченню вуглеводів, підвищують стійкість рослин редьки олійної до вилягання та хвороб, збільшують кількість насіння на рослині та масу 1000 насінин, що має суттєвий вплив на їхню продуктивність [49].

Фізіологічна роль магнію полягає в його впливі на активність численних ферментів. Він відіграє важливу роль у процесі фотосинтезу, активуючи фермент, що каталізує залучення CO_2 до фотосинтетичних процесів. За отримання високої врожайності зростає потреба в магнію який бере участь в синтезі АТФ-носіїв енергії в рослинах. Під його впливом формується потужна коренева система та підвищується вміст олії в насінні [50].

Важливим елементом для живлення редьки олійної є сірка. Вона є складовою частиною амінокислот, жирних кислот і вітамінів, а також бере

участь у формуванні хлорофілу. При її дефіциті сповільнюється синтез білка, гальмується ріст рослин, зменшується кількість стручків на рослині та насінин у них, а також погіршується якість насіння через зниження вмісту олії. Оскільки вона не зв'язується з частинками ґрунту, на легких і бідних гумусом ґрунтах то вимивається, що призводить до її дефіциту для рослин. Однак надмірна норма внесення сірки (понад 60 кг/га) підвищує вміст глюкозинолатів в ріпаку. За даними німецьких вчених найбільше (0,5–1,0 кг) засвоєння сірки починається від фази стеблуння до опадання квіток [51].

При вирощуванні редьки олійної на кислих, піщаних ґрунтах з високим вмістом заліза та низьким рівнем фосфору важливим елементом є молібден. Він бере участь у синтезі вітамінів, хлорофілу та вуглеводному обміні. При його дефіциті на рослинах хрестоцвітих спостерігається зниження росту, відмирання точки росту, затримка цвітіння, що призводить до зниження продуктивності. У рослинах олійних культур, що страждають від дефіциту молібдену, на нижніх листках утворюються некротичні плями, що призводять до некрозу країв листових пластинок, які на краях скручуються і набувають ложкоподібної форми. Черешки листків і квітконоси можуть розщеплюватися або подовжуватися, а кількість квіток зменшується [52].

Я. Г. Цицюра [53] зазначає, що сучасні методи мінерального живлення повинні бути адаптованими до умов гідротермічного забезпечення регіону та враховувати біологічні особливості культури, зокрема сортову архітектуру. Останнім часом оцінка ефективності добрив змінюється в бік фітоценологічного підходу, який технологічно інтегрується в стратегію точного землеробства. Ця стратегія перетворює підхід від загальних принципів до індивідуальних, дозволяючи оцінювати агрофітоценоз конкретної культури з урахуванням її індивідуального розвитку та стресових факторів, що виникають при дотриманні певних технологічних норм вирощування. У фітоценологічному підході мінеральні добрива розглядаються як чинники, що регулюють стрес, і оцінюються як стимулятори для забезпечення різних життєвих класів рослин, зокрема різних ідіотипів.

Хоча питання віталітетної стратегії агрофітоценозів вже частково розроблені, застосування цих аспектів для оцінки ефективності мінерального живлення рослин є новим у практиці створення технологій вирощування конкретних культур. Така практика включає основні елементи, як-от норма висіву, площа живлення рослин та удобрення, які мають ефективно поєднуватися та посилювати два попередні чинники. Такий підхід є особливо важливим і доцільним для культур, які мають високий рівень модифікаційної мінливості на етапі репродуктивного зусилля та індивідуальних параметрів насіннєвої продуктивності і є чутливими до змін посівних параметрів під час технологічного закладення і формування агрофітоценозів. Оскільки рідка олійна відноситься саме до таких культур, застосування фітоценологічної оцінки удобрення для неї є необхідним і обґрунтованим.

Світовий досвід використання добрив наочно демонструє, що вони сприяють формуванню врожаю на 40–50 % [54, 55].

Сьогодні виробництво в більшості використовує складні добрива до складу яких входить два, або більше дефіцитних елементів живлення рослин [56–59]. Промисловість випускає повні комплексні добрива елементи живлення яких знаходяться переважно в водорозчинній легкодоступній для рослин формі. До добрив, що містять NPK, відносяться: нітрофоска, нітроамофоска, а також неповні добрива, що містять два основних поживних елементи, зазвичай азот (N) і фосфор (P), такі як амофос, нітрофос, нітроамофос. Крім того, існують рідкі комплексні добрива, які можуть бути як повними, так і неповними, а також пресовані добрива, зокрема фосфорно-калійні [60, 61].

У складі однієї хімічної сполуки містять кілька поживних елементів: амофос ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), діамфос ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$), калійна селітра (KNO_3) та інші. Зокрема, амофос містить 10–11 % азоту та 47,0–48,5 % фосфору, здебільшого у водорозчинній формі, і випускається у гранульованому вигляді. Завдяки наявності азоту, це добриво є більш ефективним порівняно з суперфосфатом [62].

Найбільш ефективним є використання комплексних добрив, які збагачені мікроелементами [63, 64].

Використання лише макродобрив або високих норм азоту в агротехнологіях не дозволяє досягти бажаних результатів, особливо в контексті отримання високоякісної рослинницької продукції. Важливу роль у вирішенні цієї проблеми відіграють мікродобрива, зокрема ті, що містять фізіологічно активні речовини (фітогормони, аміно- і карбонові кислоти) та допоміжні сполуки, які пом'якшують воду, регулюють рН, зменшують піноутворення, запобігають швидкому випаровуванню з листя та змиванню дощем. Ґрунт вважається недостатньо багатим на мікроелементи, якщо кількість їх рухомих форм не перевищує таких значень: бору – 0,5; марганцю – 400; цинку – 0,3; молібдену – 0,2; міді – 5–10; кобальту – 1,5–2,5 мг на 1 кг сухого ґрунту. Особливу цінність мають мікродобрива нового покоління – хелатні форми, асортимент яких нині налічує понад 500 найменувань [65–67].

Дослідження показали, що для нормального розвитку рослинного організму, окрім макроелементів, необхідно ще 17 мікроелементів, роль яких у живленні рослин є надзвичайно важливою. Зокрема, мідь, молібден, марганець, кобальт, цинк, бор та інші елементи стимулюють активність численних ферментних систем у рослинах і покращують засвоєння поживних речовин з ґрунту та добрив. Тому мікроелементи не можуть бути замінені іншими речовинами, і їх нестача обов'язково повинна бути компенсована [68].

Дослідження, проведені в останні роки, показали, що мікроелементи для рослин є найбільш ефективними у вигляді комплексонатів (хелатів) металів. В Україні вперше виробництво мікродобрив на хелатній основі було організовано в Науково-дослідному центрі «Реаком» (м. Дніпро). Асортимент мікродобрив «Реаком» включає понад 15 комбінацій, таких як Тенсо Коктейль, Кристалон, Нітрабор, Брексіл, Квантум та інші, що застосовуються для обробки насіння та позакореневого підживлення рослин, з урахуванням потреб різних культур і ґрунтів [69].

Для позакореневого підживлення редьки олійної ефективними є мікродобрива, що містять бор, марганець та цинк, зокрема: Росток олійний, Еколист Монобор, Еколист Мікро РБ, Нутривант Плюс олійний, Гранубор Натур. Ці препарати є надійним джерелом мікроелементів, забезпечуючи оптимальний баланс ростових процесів та якісну диференціацію окремих частин рослини в гармонійному поєднанні. Періоди і фенологічні фази внесення наведених препаратів (з аналогом ріпаку ярого) на редьці олійній проводять у передпосівній обробці насіння (Росток олійний, 2,5–3,0 т/т), фазі розетки 5–9 листків (Нутриванта Плюс ТМ олійний, 2,0–3,0, Росток олійний), в період змикання листя в рядках (2,0–4,0 л/га, Нутриванта Плюс ТМ олійний, Росток олійний), в бутонізації (2,5–5,0 л/га Росток олійний; 2,0–3,0 л/га, Нутривант Плюс ТМ олійний; 1,5–2,5 л/га Еколист Мікро РБ; 0,8–1,0 л/га Гранубор Натур, Росток Бор; 2,0–3,0 л/га Росток; в період стеблуння – бутонізації (при використанні редьки олійної на силосування та насіння) 2,0–3,0 л/га, Росток Макро. Слід відзначити, що експериментальної перевірки з етапів застосування більшості мікродобрив в технології вирощування редьки олійної і ефективності більшості форм недостатньо вивчені, а рекомендації взято як для ріпаку ярого та загальної групи капустяних [70].

Особливу увагу заслуговують водорозчинні рідкі комплексні добрива, які містять основні макро- і мікроелементи. Найбільш ефективним є підживлення в фазі стеблуння – бутонізація азотними добривами в нормі 20–40 кг/га д. р. з використанням амідних та амонійно-нітратних форм. Цей агрозахід проводять у період достатнього та помірного вологозабезпечення з урахуванням схильності редьки олійної до стеблового вилягання [71, 72].

Удосконалена система живлення редьки олійної повинна забезпечувати не лише високу врожайність і якість продукції вирощеної продукції, а й очікувані економічні показники ефективності. На цей важливий господарський показник впливає раціональне й ефективне використання сортами родючості ґрунтів, вміння регулювати вплив умов навколишнього середовища на ріст і розвиток рослин, оптимальне поєднання фізіологічних,

агротехнічних і господарсько – організаційних факторів вирощування культури. Визначено, що вплив мікродобрив на приріст урожайності сільськогосподарських культур в середньому складає 10–12 % [73, 74].

Серед методів застосування макро- та мікродобрив можна виокремити: внесення під основний обробіток ґрунту, передпосівну обробку насіння та обробку рослин по листу. Варто відмітити, що внесення мікроелементи безпосередньо в ґрунт є недоцільним з приводу засвоєння рослинами лише 0,1–1,0 % [75–77].

У сучасних інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур передпосівна обробка насіння мікродобривами в поєднанні з протруйниками є важливим чинником для підвищення врожайності та покращення якості рослинної продукції [78–80].

Для забезпечення рослин усіма необхідними макро- та мікроелементами найбільш ефективним методом є позакореневе підживлення, при якому мікроелементи швидше поглинаються листям, ніж кореневою системою рослин [81–85].

Позакореневе підживлення рослин дозволяє забезпечити рослини мікроелементами у критичні фази розвитку, зокрема в період максимального росту і диференціації тканин. Якщо підживлення здійснюється під час відновлення весняної вегетації (фаза кущіння), вміст елементів залишається стабільним до кінця вегетації і суттєво впливає на ріст, фотосинтез і продуктивність рослин. У разі запізненого підживлення (період від початку фази колосіння до наливу зерна) ефект макро- і мікроелементів на врожайність зменшується, але їх вплив на якість вирощеної продукції стає більш вираженим [86–91].

У даний час в господарствах часто використовують однокомпонентні мікродобрива у вигляді мінеральних солей або їх сумішей в одному баковому розчині через їх низьку вартість та доступність. Це здебільшого сульфати міді, цинку, марганцю, кобальту, молібдат амонію, розчин кристалічного йоду, ванадат натрію або амонію, борна кислота чи бура. Перевагою сульфатів є те,

що, крім мікроелемента, вони постачають сульфат-іон, сірка якого добре засвоюється рослиною. Однак практика показала, що мінеральні солі мікроелементів мають меншу ефективність порівняно з хелатними сполуками, оскільки хелати в дозах, що в 2–10 разів менші, ніж мінеральні солі (в еквіваленті мікроелементів), забезпечують такі ж прирости врожаю основних сільськогосподарських культур. Ці сполуки є відмінними помічниками для рослин, оскільки дозволяють засвоювати мікроелементи на рівні майже 90 %, що значно зменшує хімічне навантаження на ґрунт. За своєю структурою вони близькі до природних речовин, не токсичні, безпечні для навколишнього середовища і мають високу ефективність для рослин (в 2–10 разів більшу, ніж інші форми). Вони не зв'язуються в ґрунті і не руйнуються під впливом мікроорганізмів чи інших сторонніх факторів, є стабільними в широкому діапазоні кислотності ґрунтів і сумісні з майже всіма мінеральними добривами [92–94].

Основні мікроелементи, необхідні для росту рослин, включають Fe (залізо), Mn (марганець), Cu (мідь), Zn (цинк), B (бор), Mo (молібден) та Co (кобальт). Вони беруть участь у фізіологічних і біохімічних процесах, впливають на вуглеводний і азотний обмін, транспортування макроелементів та цукрів, сприяють синтезу хлорофілу, активують фотосинтез і діяльність ферментів. Незважаючи на різницю в кількості потреби, кожен мікроелемент виконує свою специфічну функцію, тому замінити один елемент іншим неможливо. Недостача будь-якого з них призводить до порушень обміну речовин і фізіологічних процесів, що негативно впливає на ріст і розвиток рослин, їх стійкість до холоду, посухи, хвороб і несприятливих умов навколишнього середовища, що, в свою чергу, знижує врожайність і якість продукції [95–98].

Ряд досліджень, присвячених мінеральному живленню редьки олійної, підтверджують, що ця культура має високі вимоги до умов живлення та технології вирощування. Вона забезпечує стабільні і високі врожаї лише за умови внесення як органічних, так і мінеральних добрив у ґрунт. На такому

фоні можна досягти збільшення врожайності до 70 %, решта приросту залежить від інших агротехнічних заходів. Я. Г. Цицюра та Т. В. Цицюра наголошують, що редька олійна є культурою, яка чутливо реагує на використання мінеральних добрив, зокрема азотних, і має свої особливості в засвоєнні мікроелементів [99].

М. В. Радченко радить сільськогосподарським виробникам півдня України, які спеціалізуються на вирощуванні товарного насіння олійних капустяних культур, використовувати одно- або двократне позакореневе підживлення озимого ріпаку, гірчиці сизої та білої рідким комплексним мінеральним добривом ТМ «Гілея». Це добриво, на відміну від традиційного підживлення 10 % розчином сечовини, позитивно впливає на динаміку біометричних показників, екологічну пластичність, врожайність і якість насіння, а також має вищу екологічну доцільність та енергетичну ефективність [100].

Дослідники підкреслюють важливість збалансованого живлення рослин макро- та мікроелементами для реалізації потенціалу редьки олійної та досягнення високої якості продукції. Фосфор, калій і магній сприяють підвищенню стійкості рослин до хвороб та водного стресу, а також позитивно впливають на збільшення вмісту білка і жиру. На виповненість і рівномірніше дозрівання насіння великий вплив має фосфор. Азот збільшує вміст білка і жиру, змінює хімічний склад останнього [101–104].

Ю. А. Утеуш зазначав, що розвиток технологій вирощування редьки олійної обмежується через недостатню кількість сортових ресурсів, що ускладнює оптимізацію системи удобрення цієї культури, зокрема для кормових та насінницьких цілей [105].

Редька олійна, порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами, є пластичною культурою, однак високі врожаї можна отримати лише за її забезпечення необхідними за кількістю (і в оптимальному співвідношенні) факторами, що впливають на ріст і розвиток рослин. Основним їх них є питання системи живлення за рахунок різних норм внесення мінеральних

добрих, мікродобрих, у різні фази розвитку культури, яке має ряд розбіжностей і діаметрально протилежних тверджень, особливо для конкретних ґрунтово-кліматичних зон вирощування, що визначило характер і напрямки наших досліджень [106–110].

Надзвичайно важливим є вирощування редьки олійної на насіння з подальшим використанням для сидерації як один із методів зменшення кислотності ґрунту в Західному регіоні і покращення біологічного живлення рослин. За її рахунок відбувається підвищення продуктивності сільськогосподарських культур і зменшення негативних економічних і екологічних наслідків, знижується на 30–40 % використання мінеральних добрив на кислих ґрунтах та 3–8 раз менше нагромаджується в рослинах важких металів і радіонуклідів [111–114].

Висновки до розділу 1

У Західному Лісостепу України, де зосереджено вирощування нішевих олійних культур, розвиток виробництва насіння має бути спрогнозований та організований через розробку науково-виробничих програм. Ці програми повинні охоплювати вирішення основних виробничих завдань наукового супроводу, зберігаючи координацію робіт, додаткове фінансування важливих розробок та контроль за їх виконанням.

У ґрунтово-кліматичних умовах досліджуваної зони з достатньою кількістю опадів, низькою природною родючістю ґрунту, редька олійна є цінною кормовою та сидеральною культурою.

Виробникам культури пропонуються до вирощування ряд сортів створених в різних ґрунтово-кліматичних зонах, які відрізняються за морфологічними ознаками та господарськими властивостями.

Вивчення їх реакції на конкретні умови вирощування та розроблені ефективні елементи технології є важливим у теоретичному і практичному значення і дає можливість визначитись у найпродуктивніших сортах та

виробити достатню кількість базового насіння для розширення посівних площ в регіоні.

За матеріалами даного розділу автором опубліковано такі наукові праці:

Oilseed radish – valuable crop of a wide range use / H. S. Hereshko, I. S. Voloshchuk, O. P. Voloshchuk, V. V. Hlyva, Kh. V. Bilonizhka. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 8–17. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-1.

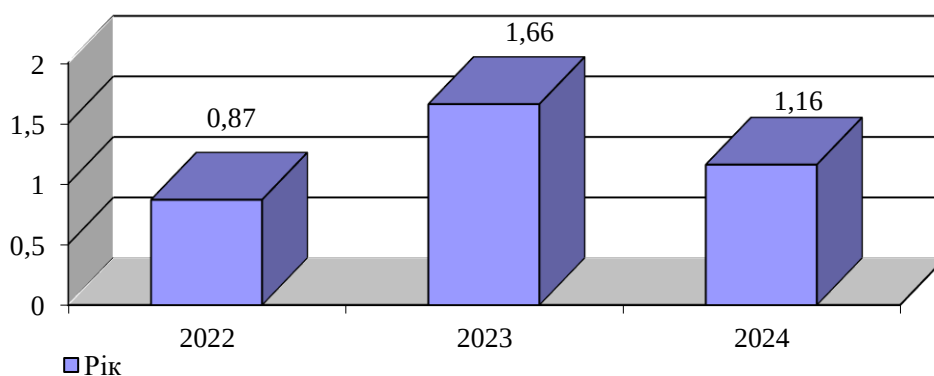
РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Загальна характеристика ґрунтово-кліматичних умов зони Західного Лісостепу

Зона Лісостепу охоплює смугу, що тягнеться від Карпат до східних кордонів України, займаючи площу більше 14 млн га, з яких понад третина (33,6 %) є сільськогосподарськими угіддями. Вона характеризується неоднорідністю ґрунтово-кліматичних умов, що зумовлюють особливості насичення складу культур у сівозмінних рекомєнтованих для вирощування. При складанні сівозмін враховуються умови зволоження ґрунту, від показника, якого залежить вибір попередника для кожної наступної культури та їх вплив на режим вологості. Львівська область розташована в підзоні достатнього зволоження, де річна кількість опадів становить 570–600 мм, а за вегетаційний період – 380–450 мм. Сума температур понад 10 °С досягає 2300–2500 °С, а ГТК варіюється від 1,5 до 1,8 [115].

За вегетаційний період редьки олійної в роки досліджень гідротермічний коефіцієнт (ГТК) був у 2022 р. 0,87 (середнім недостатнім), 2023 р. – 1,66 (надлишковим), 2024 р. – 1,16 (оптимальним) за норми 1,1–1,6 прийнятої для Західного Лісостепу (рис. 2.1).



Примітка. ГТК – показник зволоження: 0,5–0,7 – слабе; 0,8–1,0 – середнє недостатнє; 1,1–1,5 – оптимальнє; понад 1,6 – надлишкове.

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 (де найтепліший місяць – липень) середня багаторічна температура повітря коливається від 14,6 до 16,0 °С, у передгір'ї – від 16,0 до 17,5 °С, а в низинних районах – від 17,5 до 19,0 °С. Розподіл тепла в різних природних зонах нерівномірний, що впливає на строки проведення польових робіт та умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур. 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. Територія цієї зони розподілена на три ґрунтово-ботанічні області: лісову рівнину, лісостепову та гірсько-карпатську, а також буроземно-лісову. Лісова рівнина, у свою чергу, поділяється на дві підзони: тайгово-лісову на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся та листяно-лісову на сірих опідзолених ґрунтах.

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

Абіотичні фактори є важливим складником будь-якої екосистеми, зокрема й агрофітоценозу (АФЦ). Їхня особливість полягає в тому, що вони некеровані людиною і інколи досягають таких рівнів, які можуть спричиняти стрес для культурних рослин.

Температурні умови весняного періоду сівби ярих олійних культур у 2022 р. характеризували переходом через 5 °С в третій декаді березня (рис. 2.2, дод. А.1). Квітень був холодним. В усі декади температура повітря була нижчою від середньобагаторічних показників, середньомісячна становила

6,5 °C за норми 7,4 °C. У першій і третій декаді випала велика кількість опадів (31,0 за 16 мм і 44,9 за 19 мм). Місячна їх кількість переважала на 31 мм.

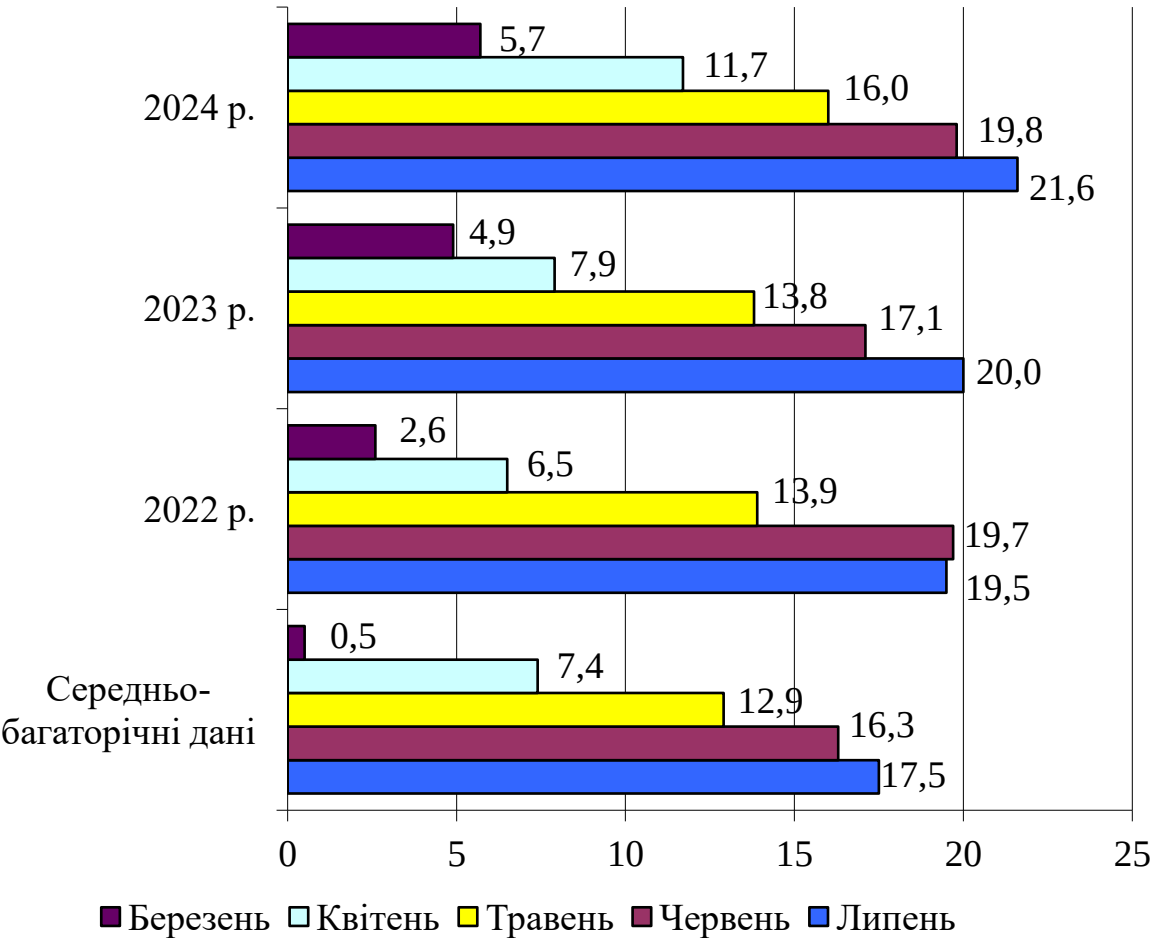


Рис. 2.2 Середньодобова температура повітря вегетаційного періоду (2022–2024 рр.), °C

Усі три декади травня були теплими і сухими. Температури повітря переважали середньобагаторічні показники на 1,6 °C, 1,2 і 0,4 °C, 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 °C, 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 °C, а кількість опадів на 16,5 мм менша до середньобагаторічного показника.

У 2023 р. зростання температурного режиму в другій декаді квітня до 9,8 °C а в третій до 10 °C та достатня кількість опадів (22,9 і 20,0 мм) сприяли

проведенню сівби гірчиці білої в третій декаді квітня (рис. 2.3, дод. А.2). Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту (–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 мм за норми 30 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 середньодекадного показника 32,0 мм. Температурний режим другої і третьої декад також був вищим на 2,5 і 1,4 °С, а кількість опадів відповідала середньобдекадним нормам.



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

У 2024 р. (дод. А.3) середня місячна температура березня перевищила середньобогаторічні показники на 5,2 °С, а кількість опадів була більшою на 22,9 мм. Аномально високими були температури усіх декад квітня, що переважало середньомісячну богаторічну 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 богаторічну 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 мокрими (+16,8 і +17,6 мм) і теплими (+2,3 і +4,9°С) до середньобогаторічних даних. У першій декаді липня також переважали високі температури 20,9 °С (за норми 16,7 °С), а кількість опадів була дещо вищою на 4,8 мм до середньобогаторічних даних. Друга і третя декади липня за температурним режимом переважали на 6,0 і 2,3 °С і меншою на 8,5 і 30,2 мм кількістю опадів.

Ґрунт дослідних ділянок представлений сірим лісовим, поверхнево-оглеєним, легкосуглинковим типом. Він є неоднорідним, з різними режимами зволоження, при цьому вологість в верхніх горизонтах більша порівняно з нижніми. Внаслідок цього в дощові періоди або роки з великими опадами ґрунт може піддаватися надмірному зволоженню та оглеєнню, тоді як у посушливі роки він забезпечений достатньою кількістю продуктивної вологою. Окрім того, значний вплив на оглеєння мають підґрунтові води, глибина залягання яких варіюється від 1,5 до 1,8 м.

За агрохімічними характеристиками ґрунт має вміст гумусу (за Тюріним) на рівні 2,3 %, суму увібраних основ – 13,7 мг-екв на 100 г ґрунту, лужногідролізований азот (за Корнфілдом) – 89,6 мг/кг ґрунту, рухомий фосфор і обмінний калій (за Кірсановим) становлять відповідно 69,5 і 68,0 мг/кг ґрунту. За цією градацією, ґрунт має дуже низьке забезпечення азотом, середнє забезпечення фосфором і низьке – калієм. Реакція ґрунтового розчину (рНсол – 5,4) є слабокислою. Сірі лісові поверхнево оглеєні ґрунти

мають середнє забезпечення бором (В) – 0,67 мг/кг ґрунту, низьке забезпечення марганцем (Mg) – 21,99 мг/кг, кобальтом (Co) – 0,56 мг/кг, міді (Cu) – 1,68 мг/кг та високе забезпечення цинком (Zn) – 0,59 мг/кг ґрунту.

2.3 Схеми дослідів та методика проведення досліджень

Дослідження, що стали основою дисертаційної роботи, проводилися у період з 2022 по 2024 рік на полях сівозміни відділу насінництва та насіннєзнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України.

Загальна площа дослідної ділянки становила 60 м², облікова – 50 м². Варіанти були розташовані систематично, з трьохкратною повторністю експерименту.

Агротехніка вирощування цієї культури відповідає загальноприйнятим стандартам для даної зони. Обробіток ґрунту включає лущення стерні на глибину 10–12 см та оранку на глибину 20–22 см. Попередником є озимі зернові. Строк сівби припадає на третю декаду квітня. Норма висіву насіння редьки олійної (*Raphanus sativum d. var. oleifera* Metrg.) складає 2,0 млн схожих насінин на гектар. Для обробки насіння використовується протруйник Модесто, 48 % т.к.с. (інсектицидної дії) у дозі 12,5 л/т. Глибина загортання насіння становить 2–4 см, спосіб сівби — звичайний рядковий (15 см). Для боротьби з бур'янами застосовуються гербіциди: Раундап, 48 % в. р. (за 2–3 тижні до оранки), Бутізан, 40 % к. с. (1,75–2,50 л/га). Для боротьби з прихованохоботником та квіткоїдом використовуються інсектициди Каліпсо, 48 % к. с. (0,25–0,40 л/га).

Сорти редьки олійної: Журавка — оригінатор Прикарпатська ДСДС ІСТ Карпатського регіону НААН, Факел — Інститут олійних культур НААН.

Дослід 1 «Насіннева продуктивність і посівні якості сортів редьки олійної залежно від системи живлення рослин» вивчали за схемою, сорти: Журавка, Факел. Норми мінеральних добрив: 1. без добрив (контроль), 2. N₂₀P₃₀K₃₅ + N₃₀ (ВВСН 14–16), 3. N₃₀P₆₀K₇₀ + N₄₀ (ВВСН 14–16) + N₂₀ (ВВСН

52–53), 4. $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53). Підживлення аміачною селітрою проводили в макростадії 1, фаза розвитку – ВВСН 14–16 (4–6 листки), макростадія 5, фаза розвитку ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона).

Дослід 2 «Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на урожайні властивості й посівні якості зібраного насіння сортів редьки олійної» вивчали на Журавці і Факел. В усіх варіантах дослідів насіння обробляли інсектицидним протруйником Модесто 48 %, т.к.с. (12,5 л/т). Схема дослідів включала: 1. Без мікродобрів – контроль, 2. Оракул насіння (1,0 л/т), 3. ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т), 4. Вітазим (1,0 л/т). Рівень мінерального живлення – $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{20} (ВВСН 52–53).

Дослід 3 «Ефективність позакоренових підживлень в насінницькій технології вирощування редьки олійної». Схема дослідів: Журавка, Факел; 1. Без позакоренового підживлення мікродобривами – контроль, 2. Оракул мультикомплекс (2,0 л/га), 3. Яра Віта Рексолін АВС (2,0 л/га), 4. Інтермаг – олійні (2,0 л/га.) Фон мінерального живлення $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{20} (ВВСН 52–53).

Дослідження за темою дисертації проводили з використанням «Методика проведення експертизи сортів рослин групи олійних на відмінність, однорідність і стабільність» (2016 р.) [116]. Густоту рослин визначати методом облікових площадок, польову схожість насіння – за відношенням рослин, які проросли до висіяного насіння.

Проводили виміри 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).

Для дослідження культури вимірювали висоту рослин, здійснюючи заміри на стаціонарних ділянках, позначених закріпленими кілочками, на 25 рослинах з трьома повтореннями на двох несуміжних ділянках. Густоту стояння рослин обліковували двічі: під час фіксації повних сходів та перед збиранням врожаю. Підрахунок рослин проводився на спеціально виділених ділянках площею 1 м² на всіх варіантах та повтореннях дослідів. За результатами підрахунків (фаза повних сходів) визначали польову схожість насіння, а в період перед збиранням – виживаність рослин. В фазі цвітіння та дозрівання вимірювали висоту рослин за допомогою мірної рейки, а також висоту прикріплення нижнього бобу на тих самих рослинах.

Фітопатологічну оцінку проводили за методикою В. П. Омелюти, І. В. Григоровича, В. С. Чабан та інших, де сорти оцінюються так: до 15 % – стійкі, 25 % – з слабкою сприйнятливістю, 40 % і більше – сприйнятливі [117].

Площу листової поверхні визначали за формулою 2.1:

$$П = (М \times n \times K) / m \quad (2.1)$$

де, П – загальна площа листя в пробі, см² ;

М – маса листя в пробі, г; n – площа однієї висічки, см² ;

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

Фотосинтетичний потенціал (ФП) визначали за допомогою формули 2.2:

$$ФП = (П_1 + П_2) T / (2 \times 1000) \quad (2.2)$$

де, П₁, П₂ – площа листового апарату в певні фази розвитку, тис.м²/га;

T – довжина міжфазного періоду, діб.

Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали за допомогою формули Кріда 2.3:

$$ЧПФ = (М_2 - М_1) / [0,5 \times (П_1 + П_2) \times Д] \quad (2.3)$$

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

М₁, М₂ – маса рослин на одиниці площі на початку в кінці певного періоду, г;

П₁, П₂ – площа листового апарату в ці самі періоди визначення, см²;

Д – тривалість періоду, діб за Петерсон Н. В., Черномирдіна Т. О., Куриляк Є. К. (1993) [118].

Урожайність насіння визначали методом повного обмолоту зерна з кожної ділянки, з подальшим його зважуванням та перерахунком на стандартну 8-відсоткову вологість. Вихід кондиційного насіння встановлювали після його доведення до стандартів посівних кондицій на зерноочисній машині "Петкус-Гігант". Коефіцієнт розмноження обчислювали як відношення очищеного насіння до висіяного. Посівні якості насіння визначали відповідно до ДСТУ 4138-2002 [119].

Статистичний аналіз результатів проводили за допомогою дисперсійного аналізу, згідно з методикою Ушкаренка В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхіна С. В. [120], із використанням програми *Microsoft Excel*. Економічну оцінку здійснювали за методикою Наумова О. Б. [121]. 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), із достовірністю при 5-відсотковому рівні значимості. Дисертація оформлено згідно з вимогами наказу МОН № 40 від 12.01.2017 та ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання».

2.4 Характеристика сортів редьки олійної та досліджуваних препаратів

Редька олійна – **Журавка**. Оригінатор: Інститут хрестоцвітих культур НААН. Сорт внесена до Реєстру сортів рослин України в 2000 році, захищений авторським свідоцтвом № 954. Це інтенсивний сорт, стійкий до посухи та осипання, з помірною стійкістю до вилягання. Пошкодження хворобами – середнє. Сходи зеленого кольору. Кущ розлогий. Листя світло-зелене, ліроподібне, перистонадрізане, опушене, з зморшкуватою поверхнею. Антоціанове забарвлення відсутнє. Суцвіття – китиця з квітами білого,

рожевого та фіолетового кольорів. Стручки циліндричної форми, з гострим кінчиком, не розтріскуються. На одній рослині може бути до 150 стручків. Середня врожайність – 1,48–1,64 т/га. Вміст жиру – 37,4 %, білка – 27,2 %. Строки укісної стиглості – через 45–50 днів, повне досягання насіння – через 90–95 днів після сівби. Після укісних посівів формується більше 30,0 т/га високобілкової маси. У 100 т зеленої маси міститься 12–16 к. о., 12–14 % сухої речовини, 26–29 % сирого протеїну, також багата на мінеральні сполуки. Зелена маса добре засвоюється тваринами. Олійна редька, висіяна як сидерат, покращує фізичні та агрохімічні властивості ґрунту, знижує ризик ураження хворобами та стимулює підвищення врожайності наступних культур.

Редька олійна, сорт **Факел**. Призначення: олійний. Рекомендовані зони для вирощування: Лісостеп, Полісся, Степ. Рік реєстрації: 2008. Власник сорту – Інститут олійних культур УААН. Сім'ядолі середньої довжини та ширини. Листя зелене, з помірною кількістю часточок і середньою зубчастістю країв. Рослина середнього росту. Пелюстки квітки фіолетового кольору. Стручок середньої довжини і ширини. Корінь білий [122].

Оракул насіння – це інноваційне комплексне рідке мікродобриво, яке призначене для обробки насіння польових, овочевих і декоративних культур, бульб картоплі, а також для замочування живців винограду та плодово-ягідних культур з метою стимулювання їх вкорінення. Передпосівна обробка насіння за допомогою цього препарату забезпечує рослини необхідними елементами живлення вже з перших фаз росту і розвитку. Тільки через 4 тижні після проростання рослина починає житися самостійно з ґрунту. На ранніх етапах розвитку насіння потребує не лише макроелементів для будівництва, а й мікроелементів. Завдяки наявності доступних мікроелементів у насінні польових культур активізуються ферментативні процеси. Обробка здійснюється в бакових сумішах з протруювачами. Кожен компонент у складі Оракул® насіння виконує свою специфічну функцію: азот (N) в амонійній формі сприяє розвитку коріння, фосфор (P_2O_5) відповідає за розвиток кореневої системи та зимостійкість озимої пшениці, калій (K) активує

схожість насіння та поділ клітин, металоферменти беруть участь у синтезі білків, що стимулюють ріст рослин, цинк (Zn) активізує ріст через синтез ауксинів (гормонів росту), бор (B) допомагає транспортувати гормони до точок росту, а мідь (Cu) і марганець (Mn) захищають рослини від хвороб. Завдяки калію (K), сірці (S), міді (Cu), марганцю (Mg) та молібдену (Mo) рослини краще засвоюють підвищені дози азоту. Всі метали в складі Оракул® насіння схелатовані органічною сполукою – етидреновою кислотою, яка утворює стабільні хелати, що легко засвоюються насінням. Розкладання цієї сполуки сприяє утворенню легкозасвоюваних форм для рослин.

ЯраВіта Брасітрел Про (YaraVita BRASSITREL PRO) є збалансованою комбінацією основних мікроелементів, яка ідеально підходить для олійних та зернобобових культур. Висока чистота сировини, з якої виготовлений цей продукт, гарантує його безпеку при внесенні та відповідність високим стандартам якості. Контрольований розмір частинок забезпечує швидке засвоєння рослинами і тривалий ефект живлення, що дозволяє зменшити потребу в повторних обробках, заощаджуючи час і кошти. YaraVita Брасітрел Про можна використовувати разом з багатьма агрохімікатами, що дає можливість інтегрувати продукт у програми захисту рослин без необхідності в окремих обприскуваннях, що також сприяє економії часу та грошей. Для додаткової інформації відвідайте tankmix.com. Склад: азот, загальний (N) – 69 г/л = 4,5 %; амідний (NH₂) – 69 г/л = 4,5 %, кальцій (Ca) – 89 г/л = 5,8 % (CaO - 125 г/л = 8,1%), магній (Mg) – 70 г/л = 4,6 % (MgO - 118 г/л = 7,7 %), бор (B) - 60 г/л = 3,9 %, марганець (Mn) – 70 г/л = 4,6 %, молібден (Mo) – 4 г/л = 0,3 %.

Вітазим – це рідкий органо-мінеральний біостимулятор для ґрунтових організмів і рослин, який містить біологічно активні компоненти. Має сильний стимулюючий ефект. Основні діючі речовини: K₂O – 0,8 %, Cu – 0,07 %, Zn – 0,06 %, Fe – 0,2 %. Ці елементи представлені у вигляді органічних сполук. До складу також входять брасіностероїди, триаконтанол, органічні кислоти, глікозиди, а також вітаміни B₁, B₂, B₆. Клас токсичності – III (малотоксичний для людини). Вітазим застосовують для обробки насіння, саджанців і коріння

рослин перед висаджуванням в ґрунт. Оптимальна кількість розчину: 1 л 5 %-го розчину на 50 кг насіння. Для обробки 1 га використовують 0,5 л концентрованого препарату за допомогою обприскувачів або протруювачів. Препарат сприяє прискоренню проростання та дозрівання сільськогосподарських культур, покращує структуру ґрунту і його інфільтрацію.

Оракул мультикомплекс – це універсальне комплексне мікродобриво, вироблене міжнародним об'єднанням підприємств «Долина». Для зернових культур рекомендована норма застосування становить 1–2 л/га на стадії кушіння та виходу в трубку. Мікродобриво містить основні елементи живлення (NPK) та мікроелементи, такі як Mn, Cu, Zn, Fe, Co, які знаходяться в хелатній формі. Як хелатуючий агент використовується етідренова кислота (HEDP), що утворює стабільні хелати з металами, а при її розкладі утворюються легкозасвоювані для рослин сполуки. Завдяки використанню етідренової кислоти як хелатуючого агента, добриво підтримує іони кальцію в розчиненому стані, що зменшує утворення нерозчинних сполук кальцію з оксалатами в клітинах рослин. Це сприяє більш тривалому використанню кальцію та частково усуває його дефіцит, активуючи ферменти, які регулюють водний потік у клітинах. До складу Оракул мультикомплекс також входять сірка, молібден і бор.

Яра Віта Рексолін ABC – стабільна суміш хелатів металів для позакореневого внесення і передпосівної обробки насіння. Використовується для корекції і профілактики дефіциту мікроелементів в садових, овочевих, ландшафтних і польових рослинах. Профілактичні обробки проводяться з початком вегетації, появою листової маси. Корекцію дефіциту мікроелементів проводять при появі перших ознак. Правила внесення Рексолін ABC: рН води не вище 7, не застосовувати під час цвітіння, уникати обробки в спекотні сонячні дні, щоб мінімізувати ризик опіку, можна змішувати з більшістю ЗЗР, не змішувати з металами, змішуючи з рідкими добривами використовувати відразу, необхідний вилив води – 200–1000 л/га. Склад: магній (Mg) – 1,85 %

(MgO – 3 %), бор (B) – 0,5 %, мідь (Cu) – 1,5 %, залізо (Fe) – 4 %, марганець (Mn) – 4 %, молібден (Mo) – 0,1 %, цинк (Zn) – 1,5 %.

Інтермаг-олійні/соняшник – рідке концентроване багатокомпонентне добриво для позакореневого підживлення, яке забезпечує рослини мікроелементами в оптимальних пропорціях, відповідних потребам олійних культур (ріпак, соняшник, льон), а також магнієм та азотом, які сприяють покращеному поглинанню та засвоєнню поживних речовин. Це мікродобриво відповідає вимогам до підживлення олійних культур, є висококонцентрованим комплексним добривом, підвищує стійкість рослин до посухи та морозів, зміцнює їх фізичний стан та покращує стійкість до хвороб. Використання цього добрива забезпечує значне поліпшення якості та кількості врожаю, воно стабільне у робочих розчинах та не забиває форсунки обприскувачів. Містить мікроелементи у хелатній, легкозасвоюваній для рослин формі, а також титановий комплексон, що активує ріст і покращує засвоєння азоту, калію, фосфору та інших поживних елементів з ґрунту.

Склад: азот (N) 186 г/л – 15,0 %, магній (MgO) 31 г/л – 2,5, сірка (SO₃) 31 г/л – 2,5, бор (B) 6,2 г/л – 0,5, мідь (Cu) 1,24 г/л – 0,1, залізо (Fe) 6,2 г/л – 0,5, марганець (Mn) 6,2 г/л – 0,5, молібден (Mo) 0,062 г/л – 0,005, цинк (Zn) 6,2 г/л – 0,5, титан (Ti) 0,37 г/л – 0,03%.

Рекомендована одноразова доза складає – 2–3 л/га. Рекомендована кількість обробок – 4. Перше підживлення – розвиток листків (до початку розвитку основного стебла), друге – до початку цвітіння, третє – повне цвітіння (до початку розвитку стручка). Добриво можна використовувати в поєднанні з іншими препаратами для досягнення максимального ефекту.

Висновки до розділу 2

1. Дослідження за темою дисертаційної роботи проводили в зоні концентрованого вирощування олійних культур Західного Лісостепу України, яка характеризується достатнім волого забезпеченням і температурним

режимом, на сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) вегетаційних періодів вирощування редьки олійної в роки досліджень, за загально прийнятої для досліджуваної ґрунтово-кліматичної зони норми 1,1–1,6, у 2022 р. був середнім недостатнім (0,87), в 2023 р. – надлишковим (1,66), а в 2024 р. – оптимальним (1,16).

2. Теоретичне обґрунтування та практичне опрацювання програми наукових досліджень, які охоплюють найбільш принципові агротехнологічні аспекти вирощування насіння редьки олійної (систему живлення) дозволяють більш ефективно проводити насінництво даної культури в умовах Західного Лісостепу.

3. Використання загальноприйнятих методик дослідницької роботи забезпечить отримання об'єктивних, надійних і достовірних результатів, які можна буде перетворити на практичні поради та рекомендації для сільськогосподарських виробників, що займаються вирощуванням насіння олійної редьки в даній зоні.

4. За впровадження сортів редьки олійної у сільськогосподарське виробництво, важливе значення має прискорене розмноження їх насіння з метою нарощування об'ємів для забезпечення потреб господарств у насіннєвому матеріалі на що були спрямовані дослідження.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ТА ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ

3.1 Польова схожість насіння

Схожість насіння та процес його проростання є важливими показниками, що впливають на густоту рослин на одиниці площі. Цей показник безпосередньо впливає на рівень врожайності і залежить від численних факторів, які можуть мати як прямий, так і непрямий вплив. До прямих факторів належать посівна якість насіння, вологість посівного шару ґрунту та його температура, а до непрямих – різноманітні умови, що включаються до технології вирощування цієї культури [123–125].

При сівбі редьки олійної враховуються кілька важливих аспектів, зокрема: невеликі лінійні розміри насінини, що характеризуються високою варіабельністю, маса 1000 насінин становить від 8,5 до 14,0 г, короткий період післязбирального спокою, а також сім'ядольний тип формування сходів. Тому культура є досить чутливою до підготовки ґрунту перед сівбою. Зважаючи на більші, ніж у ріпаку ярого та озимому, а також суріпиці, лінійні розміри насінини, редьку олійну можна висівати на легких ґрунтах з загортанням на більшу глибину, особливо у випадку недостатнього ґрунтового зволоження та пізніх строків сівби. Оптимальна глибина загортання насіння становить 2–3 см з можливістю поглиблення до 4–5 см, але не більше, оскільки найбільш повна схожість спостерігалася на варіантах з глибиною 1 і 3 см, тоді як заглиблення більше 5 см призводило до зниження схожості на 20 %, а при заглибленні до 7 см – на 47 % [126].

Згідно з даними ряду дослідників, передпосівна обробка ґрунту під редьку олійну включає вирівнювання верхнього шару ґрунту та формування дрібногрудочкової структури, що сприяє підвищенню польової схожості насіння на 6–12 % і прискорює появу сходів на 1–4 дні. Зниження польової

схожості насіння на 3–7 % спостерігається при прямій сівбі в порівнянні з плоскорізним та поверхневим обробітками [127].

Тому, підвищення польової схожості насіння редьки олійної під впливом різних факторів є об'єктом дискусій і вимагає наукового обґрунтування для формування оптимальної густоти агрофітоценозу редьки олійної.

У наших дослідях сівбу редьки олійної в 2022 р. провели в першій декаді травня (04.05). Продуктивна вологість ґрунту становила 32,4 мм і була достатньою для дружніх сходів.

Залежно від норм внесення мінеральних добрив польова схожість у сорту Журавка варіювала від 91,3 на контролі до 92,9 % за норми внесення $N_{30}P_{90}K_{100}$, у Факел–91,7–93,0 %. За середніми даними по сортах даний показник достовірно зростав на 1,5 % ($НІР_{0,05}=1,5$) з підвищенням фосфорно-калійних добрив до $N_{30}P_{90}K_{100}$ (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Польова схожість насіння сортів редьки олійної
в залежності від системи живлення рослин (2022 р.), %**

Основне удобрення	Сорт		Середнє	± до контролю
	Журавка	Факел		
Без добрив (контроль)	91,3	91,7	91,5	-
$N_{30}P_{30}K_{35}$	92,4	92,7	92,6	1,1
$N_{30}P_{60}K_{70}$	92,5	92,8	92,7	1,2
$N_{30}P_{90}K_{100}$	92,9	93,0	93,0	1,5

$НІР_{0,05}$

1,2

У 2023 р. польова схожість висіяного насіння на контролі становила 94,2 % (табл. 3.2).

На варіантах внесення добрив в нормі $N_{30}P_{30}K_{35}$ даний показник зростав на 0,7 %, за норми $N_{30}P_{60}K_{70}$ – на 0,9, а за $N_{30}P_{90}K_{100}$ – на 1,0 %. Порівняно з контролем за $НІР_{0,05} = 0,8\%$ достовірна різниця була за вищих норм фосфорно-калійних добрив.

Залежно від норм внесення мінеральних добрив польова схожість насіння сорту Журавка була в межах 94,3–95,2%, Факел–94,0–95,4%. Різниця між сортами становила 0,2–0,3%.

Таблиця 3.2

**Польова схожість насіння сортів редьки олійної
в залежності від системи живлення рослин (2023 р.), %**

Основне удобрення	Сорт		Середнє	± до контролю
	Журавка	Факел		
Без добрив (контроль)	94,3	94,0	94,2	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	95,0	94,8	94,9	0,7
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	95,2	95,0	95,1	0,9
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	94,9	95,4	95,2	1,0
H _{IP} 0,05			0,8	

Вищий температурний режим і достатня кількість опадів забезпечили високий показник польової схожості у 2024 р. (табл. 3.3). На контролі даний показник становив – 94,3 % і достовірно зростав на 0,7–1,9 % за внесення мінеральних добрив.

Таблиця 3.3

**Польова схожість насіння сортів редьки олійної
в залежності від системи живлення рослин (2024 р.), %**

Основне удобрення	Сорт		Середнє	± до контролю
	Журавка	Факел		
Без добрив (контроль)	96,2	97,0	94,3	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	96,5	96,9	95,0	0,7
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	95,8	95,9	95,9	1,6
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	96,0	96,3	96,2	1,9
H _{IP} 0,05			0,8	

Середній показник польової схожості за роки досліджень на контролі (без добрив) становив 94,5 % (рис. 3.1, дод. Б). За норми внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{35}$ зростає на 0,7%. Збільшення фосфорно-калійних добрив до $N_{30}P_{90}K_{100}$ забезпечувало підвищення на 1,1–1,2 % ($HP_{0,05} = 0,8 \%$).

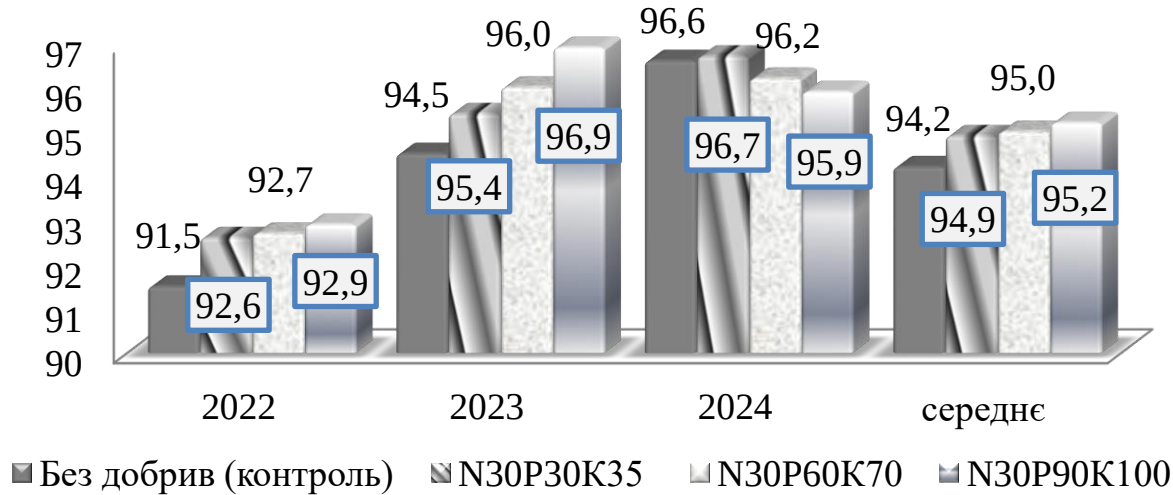


Рис. 3.1 Польова схожість насіння сортів редьки олійної в залежності від системи живлення рослин (2022–2024 р.), %

За статистичною обробкою даних вплив мінеральних добрив (фактор А) становила 33 %, сорту (В) – 22, їх взаємодія (АВ) – 11, інших факторів (погодні умови) – 32 % (рис. 3.2).

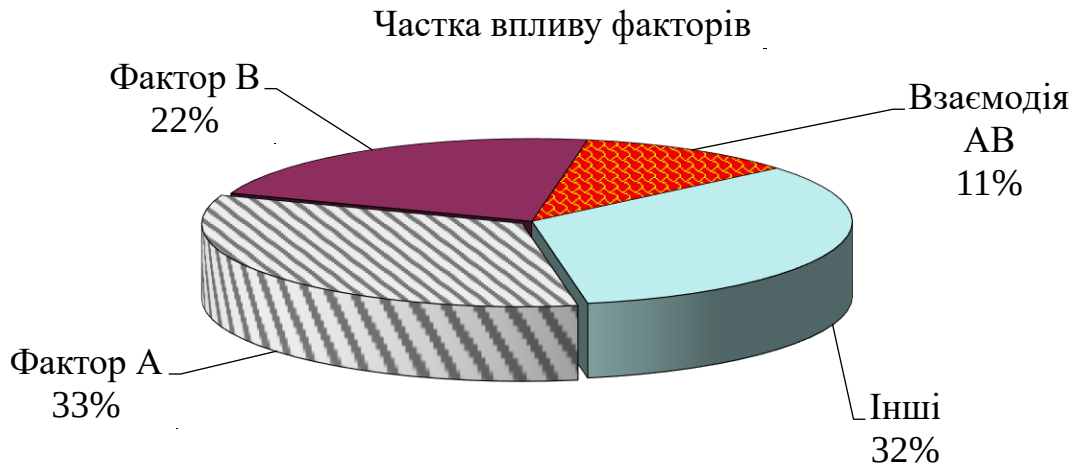


Рис. 3.2 Вплив факторів на польову схожість насіння сортів редьки олійної (2022–2024 рр.), %

3.2 Тривалість фаз розвитку рослин

Інтенсивністю ростових процесів і динамічним співвідношенням між масою окремих органів рослин визначається формування продуктивності редьки олійної. Вегетаційний період слід розглядати як складний і динамічний процес, який має свої критичні етапи для кожної культури та характерний морфотип для кожної фази росту. Дослідники зазначають, що вегетацію рослин потрібно розглядати як систему, що залежить як від змінних факторів (строки сівби, норма висіву, площа живлення рослин тощо), так і від факторів, на які вплинути неможливо або можна лише частково. Оптимальні умови для розвитку рослин спостерігаються при збалансованому поєднанні технологічних параметрів і сприятливих погодних умов. Аналіз фенології є важливим елементом для вивчення закономірностей росту та продуктивності сільськогосподарських культур і має бути основою для подальших досліджень інших факторів. Отже, оптимізація технології вирощування будь-якої культури неможлива без урахування її фенологічних особливостей і критичних періодів розвитку. Залежно від зони вирощування, окремі питання особливості фенології редьки олійної потребують висвітлення, а вплив абіотичних чинників на вегетацію рослин залишається спірними [128–130].

Тривалість настання основних фаз розвитку включає: сходи (макростадія 0, ВВСН 09), розвиток листків (макростадія 1, ВВСН 19), розетка макростадія 2, ВВСН 29), цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69), розвиток стручків макростадія 7 ВВСН 79), дозрівання насіння (макростадія 8 ВВСН 89). Залежно від погодних умов у різні роки досліджень спостерігалася варіація в часі настання та тривалості фенологічних фаз розвитку редьки олійної. За сприятливих погодних умов (достатня кількість опадів, помірна температура) ці фази подовжуються, а при дефіциті опадів та підвищеній температурі повітря – скорочуються.

У 2022 р на контролі (без добрив) за сівби сорту Журавка редьки олійної 04.05 повні сходи (макростадія 0, ВВСН 09) відмічено на 9–10 добу (табл. 3.4).

**Тривалість настання фаз розвитку рослин сортів редьки олійної
в залежності від системи живлення рослин (2022 р.), діб**

Основне удобрення	Підживлення		Макростадії та фази за ВВСН											
	4–6 листків	квітконос головного пагона	сорт											
			Журавка						Факел					
			0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89	0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89
Без добри (конт- роль)	-	-	10	33	37	43	77	92	11	32	36	41	73	85
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (ВВСН 14–16)	-	9	31	35	42	76	94	9	30	35	40	71	88
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (ВВСН 14–16)	N ₂₀ (ВВСН 52–53)	8	30	35	42	75	95	9	30	34	40	70	88
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (ВВСН 14–16)	N ₃₀ (ВВСН 52–53)	8	30	35	41	75	96	9	30	34	39	70	89

Розвиток листків (макростадія 1, ВВСН 19) становила 30–33 доби, фаза розетки (макростадія 2, ВВСН 29) – 35–37, цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69) – 41–43, розвиток стручків (макростадія 7 ВВСН 79) – 75–76, дозрівання насіння (макростадія 8 ВВСН 89) – 92–96 діб. У сорту Журавка фаза повної стиглості наступила на 75–77 добу, в Факел раніше на 85–89 добу. Мінеральні добрива подовжували тривалість фаз розвитку рослин редьки олійної.

У 2023 р. у сорту Журавка тривалість від сівби до повних сходів становила 7–8 діб (табл. 3.5). Від повних сходів до фази формування 9 листків (ВВСН 19) – 31–33 діб, фаза розетки (макростадія 2, ВВСН 29) тривала – 34–35, цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69) – 40–42, розвиток стручків (макростадія 7 ВВСН 79) – 73–66, дозрівання насіння (макростадія 8 ВВСН 89) – 94–99 діб. Швидше наступила повна стиглість насіння (ВВСН 89) у сорту Факел – 87–91 добу. На варіантах з внесенням мінеральних добрив ці фази наступали пізніше на 4–5 діб.

Таблиця 3.5

**Тривалість настання фаз розвитку рослин сортів редьки олійної
в залежності від системи живлення рослин (2023 р.), діб**

Основне удобрєння	Підживлення		Макростадії та фази за ВВСН											
	4–6 листків	квітконос головного пагона	сорт											
			Журавка						Факел					
			0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89	0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89
Без добрив (конт- роль)	-	-	8	31	35	42	76	94	8	29	34	40	78	87
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (ВВСН 14–16)	-	8	32	34	40	74	97	8	30	33	40	77	89
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (ВВСН 14–16)	N ₂₀ (ВВСН 52–53)	7	32	34	40	74	98	7	32	33	39	77	91
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (ВВСН 14–16)	N ₃₀ (ВВСН 52–53)	7	33	34	40	73	99	7	33	42	79	75	91

У 2024 р на контролі (без добрив) повні сходи (макростадія 0, ВВСН 09) відзначено на 9 добу (табл. 3.6). На фонах застосування мінеральних добрив, тривалість настання фази формування 9 листків (ВВСН 19) становила 28–

29 діб у сорту Журавка і 29–30 діб в Факел. Фаза розетки (макростадія 2, ВВСН 29) відповідно тривала 32–34 діб, цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69) – 40–41 добу в Журавки і 39–40 діб – в Факел. За норм внесення мінеральних добрив (макростадія 7 ВВСН 79) наступала на 74–75 – Журавка і 73–74 добу – Факел, дозрівання насіння (макростадія 8 ВВСН 89) – наступала раніше на 2–3 доби. Повну стиглість (ВВСН 89) у сорту Журавка відмічено на 89–91 добу, а в Факел – 85–87 діб.

Таблиця 3.6

**Тривалість настання фаз розвитку рослин сортів редьки олійної
в залежності від системи живлення рослин (2024 р.), діб**

Основне удобрєння	Підживлення		Макростадії та фази за ВВСН											
	4–6 листків	квітконос головного пагона	сорт											
			Журавка						Факел					
			0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89	0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89
Без добрив (конт- роль)	-	-	9	30	34	41	76	89	9	31	35	40	75	85
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (ВВСН 14–16)	-	8	29	33	40	75	90	9	30	34	40	74	86
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (ВВСН 14–16)	N ₂₀ (ВВСН 52–53)	7	28	32	40	74	91	8	29	33	39	73	87
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (ВВСН 14–16)	N ₃₀ (ВВСН 52–53)	7	28	32	40	74	91	7	29	32	39	73	87

3.3 Площа листкової поверхні

На продуктивність фотосинтезу культур впливають два основні показники – загальна площа листків за вегетаційний період та інтенсивність фотосинтезу на одиницю листка. За даними А. А. Ничипоровича загальна площа листя майже не зазнає змін через загушення посіву, а вчені І. Д. Ткаліч, М. З. Дідик, О. О. Коваленко стверджують, що площа листя окремої рослини знижується, але підвищується листкова поверхня у посіві в об'ємі на одиницю її площі [131, 132]. Отже, процес фотосинтезу має базуватися на дослідженні взаємозв'язків між листковою поверхнею, елементами технології та абіотичними факторами протягом вегетаційного періоду рослин [133, 134].

У наших дослідках на формування площі листкової поверхні посівів впливали погодні умови та досліджувані елементи технології вирощування досліджуваних культур. Під впливом внесення мінеральних добрив даний показник зростав (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Площа листкової поверхні сортів редьки олійної в залежності від системи живлення рослин (2022 р.), тис. м²/га

Основне удобрєння	Підживлення		Сорт		Середнє	± до контролю	
	4–6 листіків	квітконос головного пагона	Журавка	Факел		тис. м ² /га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Без добрив (конт- роль)	-	-	31,5	29,7	30,6	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (BBCH 14–16)	-	37,6	35,2	36,4	5,8	19,0
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (BBCH 14–16)	N ₂₀ (BBCH 52–53)	38,7	36,2	37,5	6,9	22,5

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8
$N_{30}P_{90}K_{100}$	N_{50} (ВВСН 14–16)	N_{30} (ВВСН 52–53)	39,9	38,6	39,3	8,7	28,4
$НІР_{0,0,5}$			1,0				

Примітка. Фаза підживлення аміачною селітрою – макростадія 1, фаза розвитку – ВВСН 14–16 (4–6 листки), макростадія 5, фаза розвитку ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона). Спосіб сівби – звичайний рядковий (15 см), норма висіву насіння – 2,0 млн схож. нас./га.

Якщо на контролі (без добрив) середня площа листкової поверхні редьки олійної становила 30,6 тис. м²/га, то на варіанті основного внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{35}$ та підживлення по сходах азотними в нормі N_{30} (ВВСН 14–16) зростала на 5,8 тис. м²/га, або на 19 %.

За вищої норми $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16) + N_{20} (ВВСН 52–53) даний показник перевищував контроль на 6,9 тис. м²/га (22,5 %), а за внесення $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) на 8,7 тис. м²/га (28,4 %). Слід відмітити, що сорт Журавка формував більшу площу листків (31,5–39,9 тис. м²/га) порівняно з Факелом (29,7–38,6 тис. м²/га).

У 2023 р. площа листкової поверхні сортів редьки олійної на контролі становила 33,2–33,6 тис. м²/га (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

**Площа листкової поверхні сортів редьки олійної в залежності
від системи живлення рослин (2023 р.), тис. м²/га**

Основне удобрення	Підживлення		Сорт		Середнє	± до контролю	
	4–6 листіків	квітконос головного пагона	Журавка	Факел		тис. м ² /га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Без добрив (контроль)	-	-	33,6	33,2	35,4	-	-
$N_{30}P_{30}K_{35}$	N_{30} (ВВСН 14–16)	-	38,1	38,3	38,2	2,8	7,9

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (ВВСН 14–16)	N ₂₀ (ВВСН 52–53)	39,6	39,8	39,7	4,3	12,1
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (ВВСН 14–16)	N ₃₀ (ВВСН 52–53)	40,9	40,8	40,9	5,5	15,5
НІР _{0,0,5}					0,9		

На варіанті внесення мінеральних добрив в нормі N₃₀P₃₀K₃₅ та підживлення по сходах азотними в нормі N₃₀ (ВВСН 14–16) зростала на 2,8 тис. м²/га, або на 7,9 %. За вищої норми N₃₀P₆₀K₇₀ + N₄₀ (ВВСН 14–16) + N₂₀ (ВВСН 52–53) даний показник перевищував контроль на 4,3 тис. м²/га (12,1 %), а за внесення N₃₀P₉₀K₁₀₀ + N₅₀ (ВВСН 14–16) + N₃₀ (ВВСН 52–53) на 5,5 тис.м²/га (15,5 %).

У 2024 р. на контролі площа листкової поверхні в сорту Журавка становила 29,8 тис. м²/га, а у Факел – 28,0 тис. м²/га (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Площа листкової поверхні сортів редьки олійної в залежності від системи живлення рослин (2024 р.), тис. м²/га

Основне удобрення	Підживлення		Сорт		Середнє	± до контролю	
	4–6 листків	квітконос головного пагона	Журавка	Факел		тис. м ² /га	%
Без добрив (контроль)	-	-	29,8	28,0	28,9	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (ВВСН 14–16)	-	31,2	30,4	30,8	1,9	6,6
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (ВВСН 14–16)	N ₂₀ (ВВСН 52–53)	32,6	31,7	32,2	3,3	11,4
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (ВВСН 14–16)	N ₃₀ (ВВСН 52–53)	35,2	34,5	34,9	6,0	20,8
НІР _{0,05}					0,8		

На варіанті внесення мінеральних добрив в нормі $N_{30}P_{30}K_{35}$ та підживлення по сходах азотними в нормі N_{30} (ВВСН 14–16) середній показник по сортах зростав на 1,9 тис. $m^2/га$, або на 6,6 %.

За вищої норми $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16) + N_{20} (ВВСН 52–53) даний показник перевищував контроль на 3,3 тис. $m^2/га$ (11,4 %), а за внесення $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) на 6,0 тис. $m^2/га$ (20,8 %).

Розмір асиміляційної листкової поверхні та період її активної роботи безпосередньо вказують на фотосинтетичну активність рослин, яка, в свою чергу, визначає їх продуктивність. Вплив рівня мінерального живлення рослин редьки олійної на даний показник був достовірним. Як свідчать за три роки дані наших досліджень середній показник площі листкової поверхні на контролі становив 31,6 тис. $m^2/га$ (рис. 3.3, дод. В).

За норми внесення $N_{30}P_{30}K_{35}$ з підживленням N_{30} (ВВСН 14–16) зростав на 3,5 тис. $m^2/га$, або на 11,1 %.

Збільшення до $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16) + N_{20} (ВВСН 52–53) порівняно з контролем (без добрив) забезпечувало зростання площі листків на 4,9 тис. $m^2/га$ (15,5 %), а за норми $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) на 6,8 тис. $m^2/га$ (21,5 %).

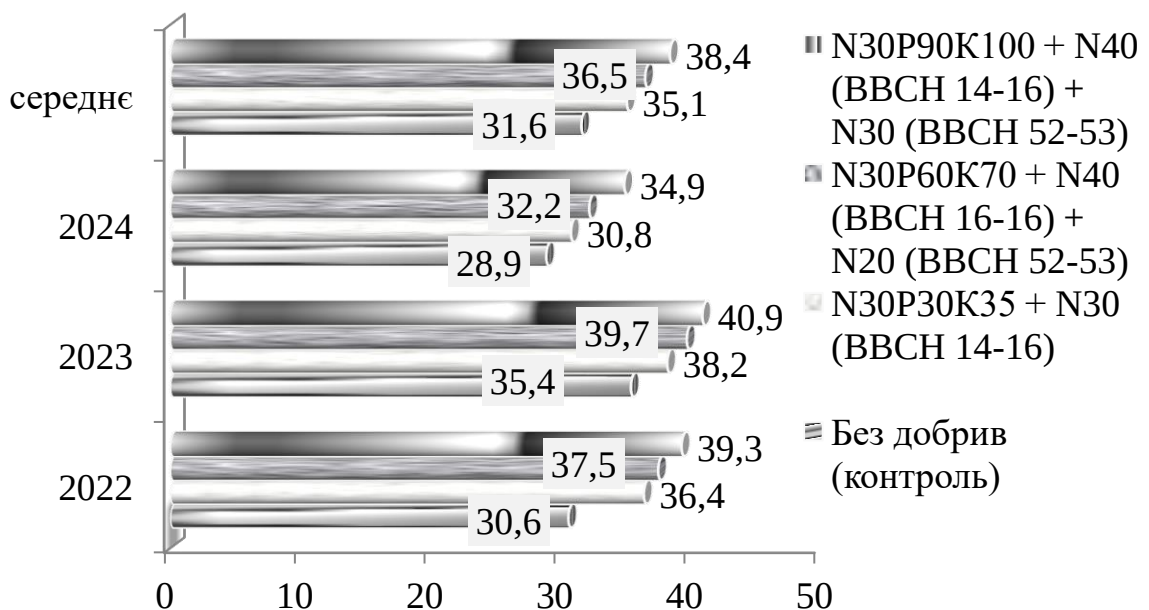


Рис. 3.3 Площа листкової поверхні сортів редьки олійної залежно від системи живлення рослин (2022–2024 р.), тис. $m^2/га$

Вплив сорту (фактор А) на площу листкової поверхні становив 17 %, мінеральних добрив (В) – 50, їх взаємодія (АВ) – 17, інших факторів – 18 % (рис. 3.4).

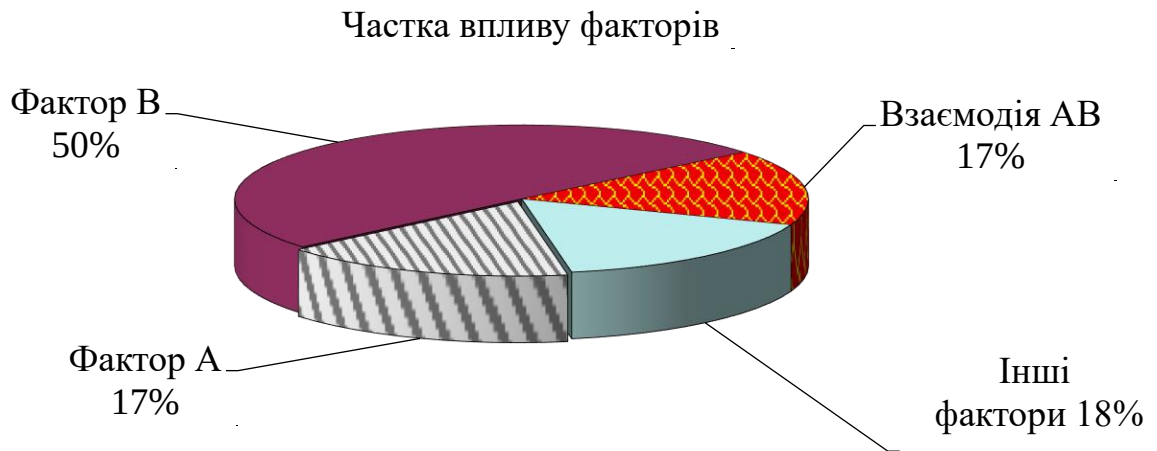


Рис. 3.4 Вплив факторів на площу листкової поверхні рослин сортів редьки олійної (2022–2024 рр.), %

3.4 Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ)

Продуктивність посіву залежить не лише від площі листкової поверхні рослин сортів редьки олійної, а й активної і тривалої її дії. Збільшення норм внесення мінеральних добрив мало позитивний вплив на чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), сприяючи її зростанню в порівнянні з контролем (табл. 3.10).

У межах кожного досліджуваного варіанту найбільші значення зафіксували в фазу цвітіння, після якого в подальшому спостерігали її суттєве зниження.

У 2022 р. на контролі ЧПФ становила 3,45 г/м² за добу і зростала за основного внесення мінеральних добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₅ та підживлення N₃₀ по сходах (ВВСН 14–16) на 1,44 г/м² за добу, або на 41,7 %.

За варіантів вищих норм фосфорно-калійних добрив – N₃₀P₆₀K₇₀ і підживлень N₄₀ (ВВСН 14–16) + N₂₀ (ВВСН 52–53) та N₃₀P₉₀K₁₀₀ + N₅₀ (ВВСН 14–16) + N₃₀ (ВВСН 52–53) даний показник зростав на 2,01 і 2,07 г/м² за добу (58,3 і 60,0 %).

Таблиця 3.10

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної залежно від системи живлення рослин у фазу цвітіння (2022 р.), г/м² за добу

Основне удобрення	Підживлення		Сорт		Середнє	± до контролю	
	4–6 листіків	квітконос головного пагона	Журавка	Факел		г/м ² за добу	%
Без добрив (контроль)	-	-	3,22	3,27	3,45	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (BBCH 14–16)	-	4,96	4,82	4,89	1,44	41,7
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (BBCH 14–16)	N ₂₀ (BBCH 52–53)	5,64	5,28	5,46	2,01	58,3
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 52–53)	5,44	5,60	5,52	2,07	60,0

H_{IP}0,05

0,10

У 2023 р. чиста продуктивність фотосинтезу на контролі (без добрив) становила 3,96 і зростала на 1,18–2,17 г/м² за добу на варіантах мінерального живлення рослин (табл. 3.11). Приріст до контролю складав 29,8–54,8 %.

Таблиця 3.11

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної залежно від системи живлення рослин у фазу цвітіння (2023 р.), г/м² за добу

Основне удобрення	Підживлення		Сорт		Середнє	± до контролю	
	4–6 листіків	квітконос головного пагона	Журавка	Факел		г/м ² за добу	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Без добрив (контроль)	-	-	4,02	3,90	3,96	-	-

Продовження таблиці 3.11

1	2	3	4	5	6	7	8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (BBCH 14–16)	-	5,12	5,16	5,14	1,18	29,8
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (BBCH 14–16)	N ₂₀ (BBCH 52–53)	6,01	5,93	5,97	2,01	50,8
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 52–53)	6,16	6,10	6,13	2,17	54,8
H _{IP} _{0,05}			0,12				

У 2024 р. чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної на контролі становила 3,48 г/м² за добу і зростала до 4,98 г/м² за добу за норми внесення мінеральних добрив N₃₀P₉₀K₁₀₀ + N₅₀ (BBCH 14–16) + N₃₀ (BBCH 52–53), або на 43,1 % (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної залежно від системи живлення рослин у фазу цвітіння (2024 р.), г/м² за добу

Основне удобрєння	Підживлення		Сорт		Середнє	± до контролю	
	4–6 листіків	квітконос головного пагона	Журавка	Факел		г/м ² за добу	%
Без добрив (контроль)	-	-	3,59	3,37	3,48	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (BBCH 14–16)	-	3,94	3,85	3,90	0,42	12,1
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (BBCH 14–16)	N ₂₀ (BBCH 52–53)	4,43	4,21	4,32	0,84	24,1
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 52–53)	5,03	4,92	4,98	1,50	43,1
H _{IP} _{0,05}			0,11				

Інтенсивність фотосинтезу пов'язують з структурою листків рослин розміщених на стеблах першого і наступних порядків, які забезпечені різним освітленням. Доведено, що за загальної площі листків понад 40 тис. м²/га поглинання становить 60–80 %. У наших дослідках, середній показник по сортах чистої продуктивності фотосинтезу за роки досліджень на контролі становив 3,63 г/м² за добу і зростав за внесення мінеральних добрив на 1,01–1,91 г/м², або на 27,8–52,6 % (рис. 3.5, дод. Г).

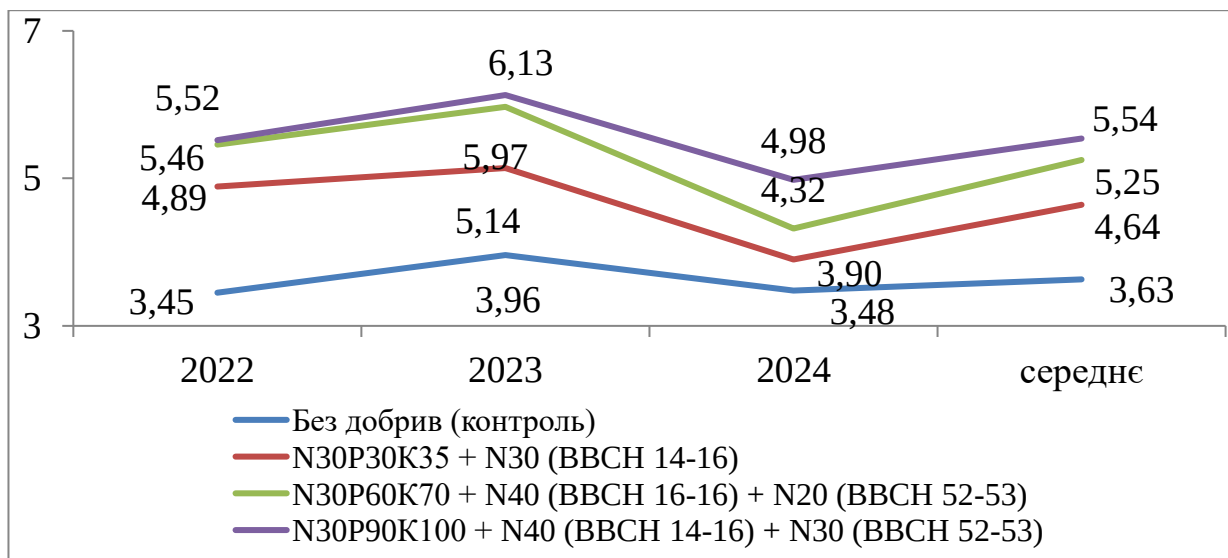


Рис. 3.5 Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної залежно від системи живлення рослин у фазу цвітіння (2022–2024 рр.), г/м² за добу

3.5 Структурні показники рослин

Вирівняність стадійного розвитку рослин є основною умовою для максимально ефективного застосування агрозаходів в одній фазі для всіх рослин. Це сприяє зменшенню ризиків локального зрідження через несприятливі фактори, рівномірному використанню ґрунтово-кліматичного потенціалу, забезпеченню однакового дозрівання та зменшенню втрат від можливого розтріскування стручків, а також економії енергоресурсів під час збирання. Вирівняні сходи за густотою і розвитком рослин є запорукою високої врожайності. Всі генеративні органи, що впливають на врожайність редьки олійної, закладаються на ранніх етапах розвитку. Уже в фазі розетки,

коли сформовано 6–8 справжніх листків, починається процес диференціації. Чим більше часу відводиться на закладку квіткових і пазухових бруньок, тим більша ймовірність успішного формування врожаю [135, 136].

За способу сівби – звичайно-рядкового (15 см) з нормою висіву насіння – 2,0 млн схож. нас./га. на варіантах досліду з вивчення різних норм внесення мінеральних добрив розвиток рослин у 2022 р. був різним (табл. 3.13). На контролі (без добрив) рослини були низькими у сорту Журавка висота становила 94 см, а в Факел–98 см. За внесення мінеральних добрив в нормі $N_{30}P_{30}K_{35}$ з підживленням N_{30} у фазу 4– 6 листків (ВВСН 14–16) сприяло кращому росту рослин, тому цей показник зростав, відповідно до 112 і 117 см. Найвищу висоту рослин сортів 123,0 см (Журавка) і 129 см (Факел) зафіксували за найвищої норми внесення мінеральних добрив – $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ ВВСН 14–16 (4–6 листків) + N_{30} ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона). За даного варіанту кількість стебел на рослині була в межах 8,3–8,7 шт.

Якщо на контролі (без добрив) кількість стручків на рослині становила 25,6–26,2 шт, то під впливом мінерального живлення вона була більшою 32,7–33,7 шт (Журавка), 32,6–33,1 шт (Факел).

Позитивний вплив мали мінеральні добрива на збільшення довжини стручка. На контролі цей показник становив 2,4–2,5 см і зростав до 2,9–3,5 см (журавка) та 3,0–3,8 см (Факел).

Кількість насінин в стручку також зростала під впливом кращого живлення рослин з 4,1–4,2 шт(контроль) до 5,5–5,9 шт і 5,5–6,0 шт.

Порівняно з контролем за найвищої норми внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ ВВСН 14–16 + N_{30} ВВСН 52–53 кількість насіння з рослини у сорту Журавка перевищувала на 86,7 шт , а в Факелу на 86,3 шт, а маса на 11,17г і 11,20 г.

Таблиця 3.13

Вплив норм внесення мінеральних добрив на структурні показники рослин сортів редьки олійної, 2022–2024 рр.

Норма внесення мінеральних добрив, д. р./га			Сорт													
			Журавка							Факел						
Основне удобрення	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 (4–6 листків)	ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона)														
Без добрив (контроль)	-	-	94	4,2	26,2	2,4	4,1	107,4	6,63	98	4,4	25,6	2,5	4,2	107,5	6,58
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		112	5,7	32,7	2,9	5,5	179,9	14,95	117	5,9	32,6	3,0	5,5	179,3	14,89
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	119	7,2	33,7	3,1	5,7	192,1	16,50	122	7,6	33,1	3,3	5,8	192,0	16,51
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	123	8,3	32,9	3,5	5,9	194,1	17,80	129	8,7	32,3	3,8	6,0	193,8	17,78
HP _{0,05}			3,0	1,0	5,0	0,2	0,1	10	0,9	4,0	1,0	4,0	0,2	0,1	11,0	1,0

3.6 Урожайність насіння та зеленої маси

На контролі (без добрив) вихід кондиційного насіння з отриманої урожайності в 2022 р. становив 72 %, у 2023 р. – 70, а в 2024 р. – 63 % (табл. 3.14). За норми внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{35}$ + підживлення N_{30} в фазу BBCH 14–16 даний показник зростає до 84 % (2022 р.), 81 % (2023 р.), 75 % (2024 р.), за підвищеної норми $N_{30}P_{60}K_{70}$ + N_{40} (BBCH 14–16) + N_{20} (BBCH 52–53), відповідно: 87 %, 83, 82 %.

Таблиця 3.14

Вихід кондиційного насіння сортів редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 р.), %

Норма внесення мінеральних добрив, д. р./га			Рік			Середнє	± до контролю	
основне удобрення	підживлення		2022	2023	2024			
	ВВСН 14–16	ВВСН 52–53						
Без добрив (контроль)	-	-	72	70	63	68	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		84	81	75	80	12	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	87	83	82	84	16	4
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	92	90	85	89	21	9
НІР _{0,05}			2,0	1,5	1,0			

Найвищий вихід кондиційного насіння забезпечила норма внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{90}K_{100}$ + N_{50} (BBCH 14–16) + N_{30} (BBCH 52–53) – 92 %, 90, 85 %. Середні показники за роки досліджень варіювали від 68 % контроль (без добрив) до 89 % за найвищої норми внесення з приростами 12–21 %.

Вплив погодних факторів та агротехнічних на формування врожайності і якості насіння будь-якої культури є не заперечливим. Лише оптимальні погодні умови за високої культури землеробства дозволяють реалізувати сортам свій генетично закладений селекцією потенціал продуктивності [137–143].

У 2022 р. середня урожайність сортів редьки олійної варіювала від 1,46 т/га на контролі до 4,18 т/га за норми внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{90}K_{100}$ + підживлення N_{50} у фазі ВВСН 14–16 (4–6 листків) та N_{30} у ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона) (табл. 3.15). Між нормами $N_{90}P_{60}K_{70}$ і $N_{110}P_{90}K_{100}$ різниця становила 0,06 т/га і була недостовірною. Продуктивність сортів за усіх норм мінеральних добрив була рівнозначною.

Таблиця 3.15

**Урожайність насіння сортів редьки олійної в залежності
від норм внесення мінеральних добрив (2022 р.), т/га**

Норма внесення мінеральних добрив, д. р./га			Сорт						Середнє	± до контролю	
			Журавка			Факел					
основне удобрення	підживлення		т/га	± до контролю		т/га	± до контролю				
	ВВСН 14–16	ВВСН 52–53									
Без добрив (контроль)	-	-	1,39	-	-	1,52	-	-	1,46	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		3,89	2,50	-	3,96	2,44	-	3,93	2,47	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	4,06	2,67	0,20	4,18	2,66	0,22	4,12	2,66	0,19
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	4,15	2,76	0,26	4,21	2,69	0,25	4,18	2,72	0,25
НІР _{0,05}									0,10		

Примітка. Фаза підживлення аміачною селітрою – макростадія 1, фаза розвитку – ВВСН 14–16 (4–6 листки), макростадія 5, фаза розвитку ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона). Спосіб сівби – звичайний рядковий (15 см), норма висіву насіння – 2,0 млн схож. нас./га.

У 2023 р. середня урожайність сортів редьки олійної на контролі варіювала від 1,20 т/га на контролі (без добрив) до 3,29 т/га за норми внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{90}K_{100}$ + підживлення N_{50} у фазі ВВСН 14–16 (4–6 листків) та N_{30} у ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона) (табл. 3.16).

Між нормами $N_{90}P_{60}K_{70}$ і $N_{110}P_{90}K_{100}$ різниця за урожайністю становила 0,31 т/га і була достовірною до $HP_{0,05} = 0,12$ т/га. Продуктивність сортів за усіх норм мінеральних добрив була рівнозначною.

Таблиця 3.16

Урожайність насіння сортів редьки олійної в залежності від норм внесення мінеральних добрив (2023 р.), т/га

Норма внесення мінеральних добрив, д. р./га			Сорт						Середнє	± до контролю	
			Журавка			Факел					
основне удобрення	підживлення		т/га	± до контролю		т/га	± до контролю				
	ВВСН 14–16	ВВСН 52–53									
Без добрив (контроль)	-	-	1,16	-	-	1,23	-	-	1,20	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		2,41	1,25	-	2,52	1,29	-	2,57	1,37	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	2,89	1,73	0,48	3,06	1,83	0,54	2,98	1,78	0,41
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	3,26	2,10	0,85	3,31	2,08	0,79	3,29	2,09	0,72
НІР _{0,05}									0,12		

У 2024 р. урожайність сорту Журавка коливалась від 1,03 т/га на контролі (без добрив) до 2,53 т/га за фону N₃₀P₉₀K₁₀₀, + N₅₀ (ВВСН 14–16) + N₃₀ (ВВСН 52–53), тоді як у сорту Факел урожайність становила 1,11–2,65 т/га (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

Урожайність насіння сортів редьки олійної в залежності від норм внесення мінеральних добрив (2024 р.), т/га

Норма внесення мінеральних добрив, д. р./га			Сорт						Середнє	± до контролю	
			Журавка			Факел					
основне удобрення	підживлення		т/га	± до контролю		т/га	± до контролю				
	ВВСН 14–16	ВВСН 52–53									
Без добрив (контроль)	-	-	1,03	-	-	1,11	-	-	1,07	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		1,85	0,82	-	1,97	0,86	-	1,93	0,86	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	2,24	1,21	0,39	2,33	1,22	0,36	2,29	1,22	0,36
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	2,59	1,56	0,74	2,65	1,54	0,68	2,62	1,55	0,69
НІР _{0,05}									0,09		

Прирости до контролю (без добрив) за фону мінерального живлення $N_{30}P_{30}K_{35}$ + підживлення N_{30} у фазі ВВСН 14–16 (4–6 листків) становила 0,86 т/га, за підвищення рівня живлення рослин до $N_{30}P_{60}K_{70}$ + підживлення N_{40} у фазі ВВСН 14–16 (4–6 листків) + N_{20} у ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона) редьки олійної складала 1,22 т/га і найвищими були за $N_{30}P_{90}K_{100}$ + підживлення N_{50} у фазі ВВСН 14–16 (4–6 листків) та N_{30} у ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона) – 1,55 т/га.

Урожайність насіння сорту Журавка у 2022 р. варіювала від 1,39 на контролі (без добрив) до 4,15 т/га – за норми внесення $N_{30}P_{90}K_{100}$ + підживлення N_{50} у фазі ВВСН 14–16 (4–6 листків) + N_{30} у ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона), у 2023 р., відповідно 1,16–3,26 т/га, у 2024 р. – 1,03–2,59 т/га (рис. 3.6, дод. Д). Середній показник становив 1,21 т/га контроль (без добрив) – 3,33 т/га за найвищої норми внесення.

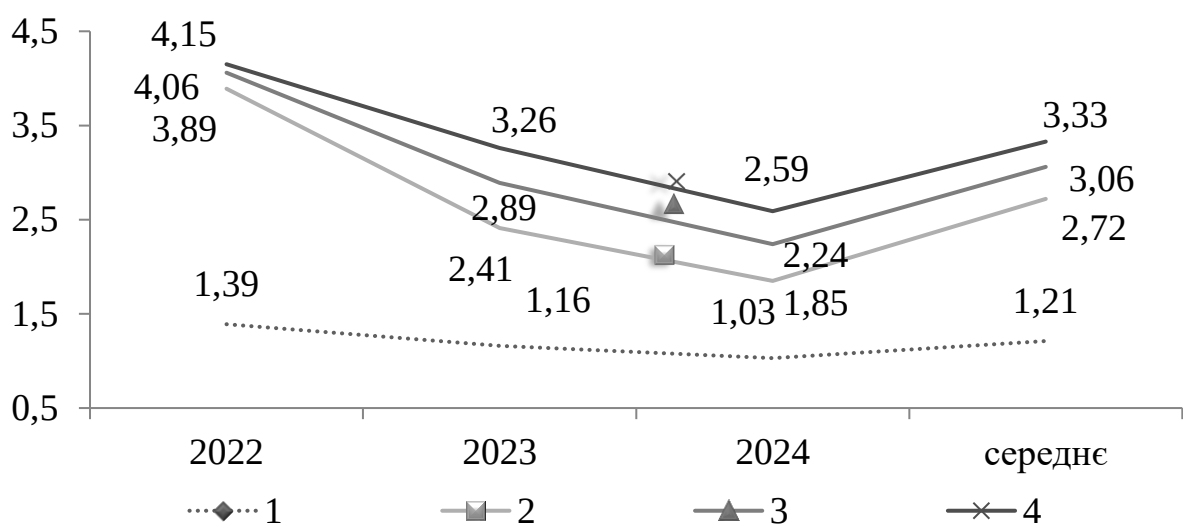


Рис. 3.6 Урожайність насіння сорту Журавка редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 р.), т/га

Примітка. 1. Контроль (без добрив), 2. $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (ВВСН 14–16), 3. $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16 – 4–6 листків) + N_{20} (ВВСН 52–53 – квітконос головного пагона), 4. $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16 – 4–6 листків) + N_{30} (ВВСН 52–53 – квітконос головного пагона).

Краще забезпечення рослин редьки олійної елементами живлення, під впливом внесення мінеральних добрив, забезпечувало зростання врожайності. Урожайність насіння сорту Факел у 2022 р. варіювала від 1,52 на контролі (без добрив) до 4,21 т/га – за норми внесення $N_{30}P_{90}K_{100}$ + підживлення N_{50} у фазі

ВВСН 14–16 (4–6 листків) + N₃₀ у ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона), у 2023 р., відповідно 1,23–3,31 т/га, у 2024 р. – 1,11–2,65 т/га (рис. 3.7). Середній показник становив 1,29 т/га контроль (без добрив) – 3,39 т/га за найвищої норми внесення. Різниця між сортами була не значною і становила 0,06–0,13 т/га.

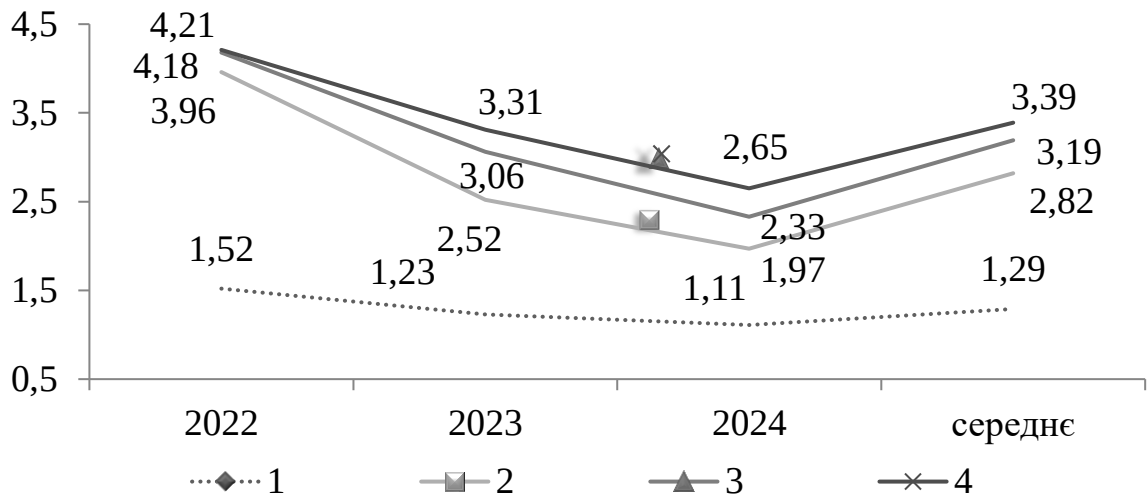


Рис. 3.7 Урожайність насіння сорту Факел редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 р.), т/га

Примітка. 1. Контроль (без добрив), 2. N₃₀P₃₀K₃₅ + N₃₀ (ВВСН 14–16), 3. N₃₀P₆₀K₇₀ + N₄₀ (ВВСН 14–16 – 4–6 листків) + N₂₀ (ВВСН 52–53 – квітконос головного пагона), 4. N₃₀P₉₀K₁₀₀ + N₅₀ (ВВСН 14–16 – 4–6 листків) + N₃₀ (ВВСН 52–53 – квітконос головного пагона).

Найбільший вплив на урожайність насіння сортів редьки олійної мали мінеральні добрива (фактор В) – 55 %, сорт (А) – 16, взаємодія (АВ) сорту і мінеральних добрив – 16, інших (погодних факторів) – 13 % (рис. 3.8).

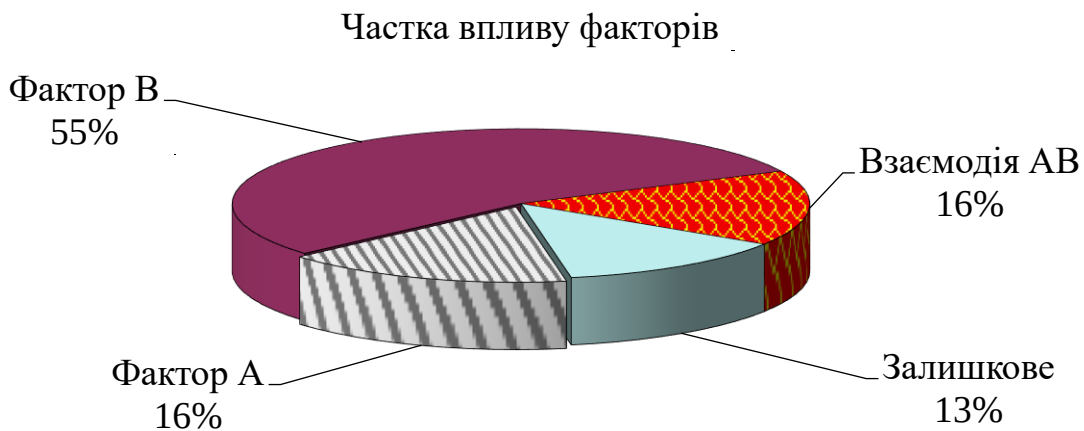


Рис. 3.8 Вплив факторів на урожайність насіння сортів редьки олійної (2022–2024 рр.), %

Методом статистичного аналізу, зокрема кореляцією між площею листкової поверхні рослин редьки олійної і урожайністю встановлювали звязок. За отриманими даними визначено, що коефіцієнт кореляції змінювався залежно від норм внесення мінеральних добрив (табл. 3.18).

Таблиця 3.18

Коефіцієнт кореляції (r) між площею листкової поверхні рослин редьки олійної та урожайністю насіння в залежності від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 рр.)

Норма внесення мінеральних добрив, д. р./га			Площа листякової поверхні рослин м²/га	Урожай- ність насілля, т/га	r
основне удобрєння	підживлення				
	ВВСН 14–16	ВВСН 52–53			
Без добрив (контроль)	-	-	31,6	1,24	0,065
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		35,1	2,81	0,570
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	36,5	3,13	0,578
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	38,4	3,36	0,648

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 (-).

Між площею листкової поверхні рослин редьки олійної та урожайністю насіння на контролі кореляція була пряма слабка і становив 0,065. Під впливом внесених мінеральних добрив вона збільшувалася до 0,570–0,648 (пряма середня).

У чистому посіві урожайність зеленої маси сортів редьки олійної на контролі (без добрив) в фазу цвітіння становила: в 2022 р. – 31,6 т/га, 2023 р. – 30,1, 2024 р. – 29,8 т/га (рис. 3.9, дод. Е).

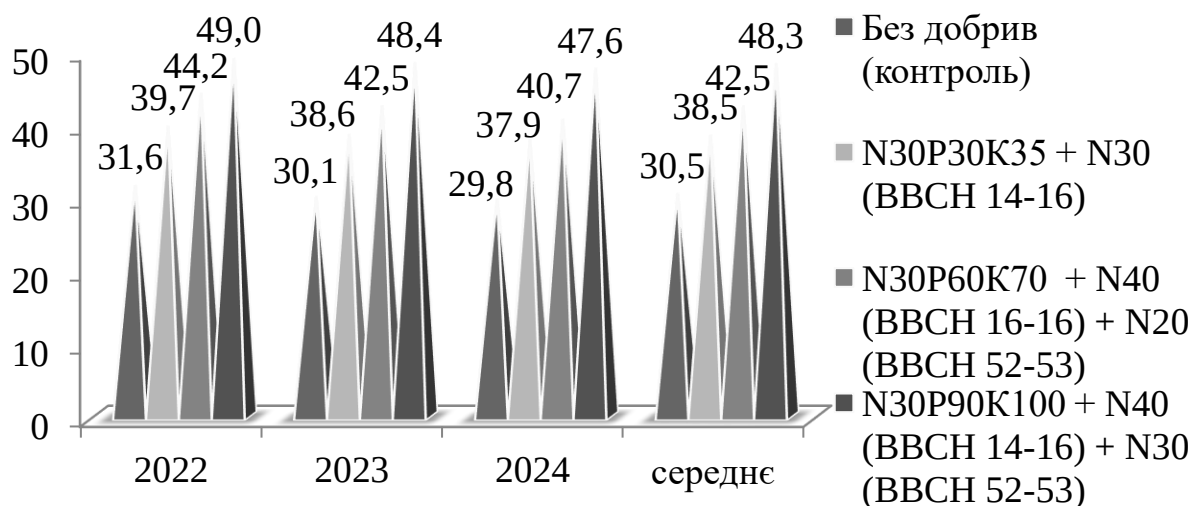


Рис. 3.9 Урожайність зеленої маси редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 р.), т/га

За норми внесення $N_{60}P_{30}K_{35}$ приріст до контролю складав 8,2 т/га, за $N_{90}P_{60}K_{70}$ – 12,0 т/га, а за найвищої – $N_{110}P_{90}K_{100}$ – 17,8 т/га.

3.7 Посівні якості насіння

Інтенсифікація галузі насінництва нерозривно пов'язана з вирощуванням редьки олійної з урахуванням технологічних прийомів які забезпечують отримання насіння високих врожайних властивостей здатних формувати певну врожайність в конкретних умовах та формуванням насіння посівних якостей які відповідали б вимогам, зазначеним у державних стандартах (ДСТУ).

Одним із важливих показників при цьому є маса 1000 насінин, хоч і закладений генетично селекціонером, однак під впливом ряду факторів здатен мінятися. Особливо великий вплив мають система живлення рослин та погодні фактори періоду формування-збирання насіння [144–146].

У наших дослідках маса 1000 насінин зростала залежно від норм внесення мінеральних добрив (рис. 3.10, дод. Ж). Якщо на контролі середній показник по сортах складав 6,16 г, то за варіанту удобрення $N_{60}P_{30}K_{35}$ зростав на 2,16 г, вищі норми забезпечували прирости 2,43 і 3,02 г. Найвищу масу 1000 насінин

сформували рослини редьки олійної на варіанті внесення $N_{30}P_{90}K_{100}$ з підживленням азотними + N_{50} (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) – 9,18 г.

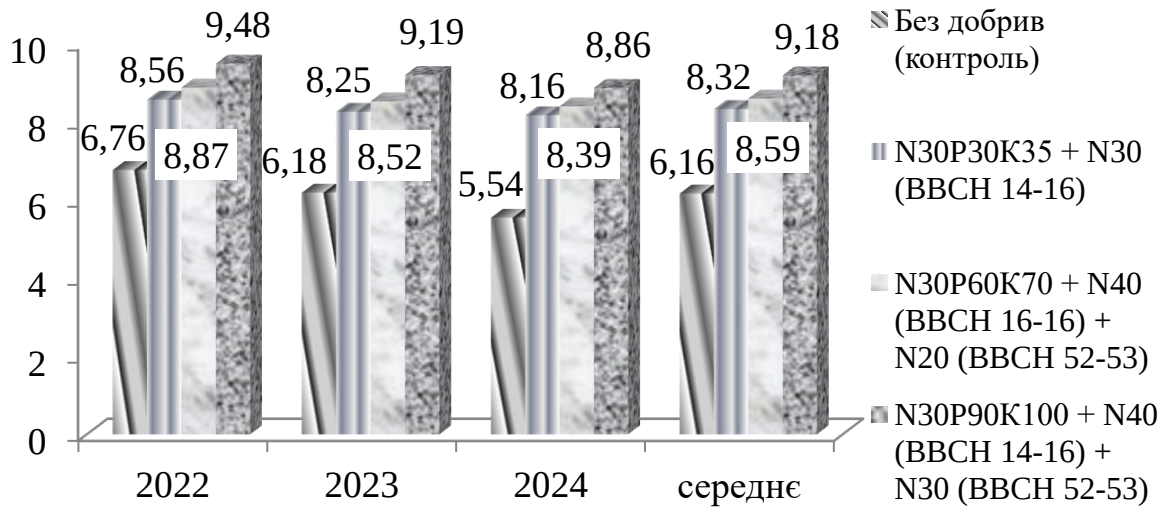


Рис. 3.10 Середній показник маси 1000 насінин сортів редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 р.), г

Вплив мінеральних добрив (фактор А) на масу 1000 насінин становив 55 %, сорту (В) – 9, їх взаємодія (АВ) – 27, інше (залишкове) факторів – 9 % (рис. 3.11).

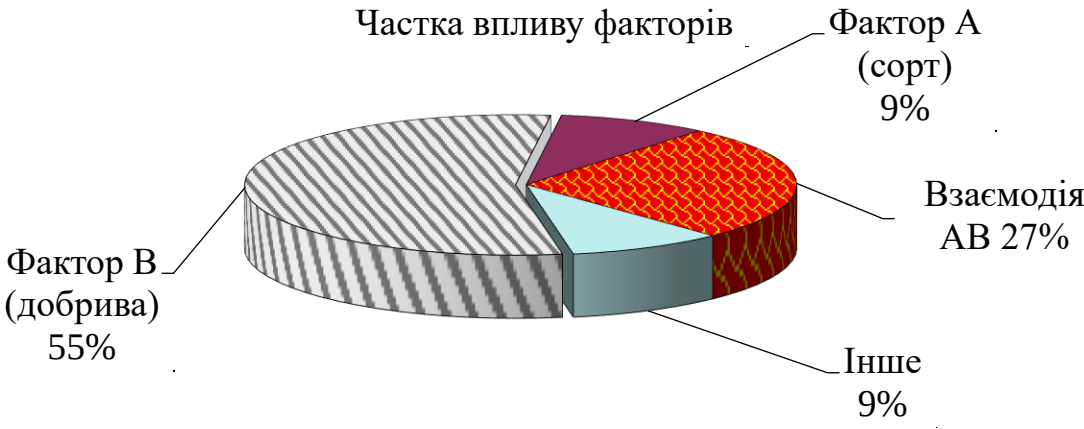


Рис. 3.11 Вплив факторів на масу 1000 насінин сортів редьки олійної (2022–2024 рр.), %

На енергію проростання опосередкований вплив мала 1000 насінин яка сформувалася за різного фону живлення та оптимальний температурний режим періоду формування – збирання. На контролі (без добрив) цей показник становив 84,0 % і зростав на 3,2–6,5 % на варіантах удобрення (рис. 3.12, дод. І.1).

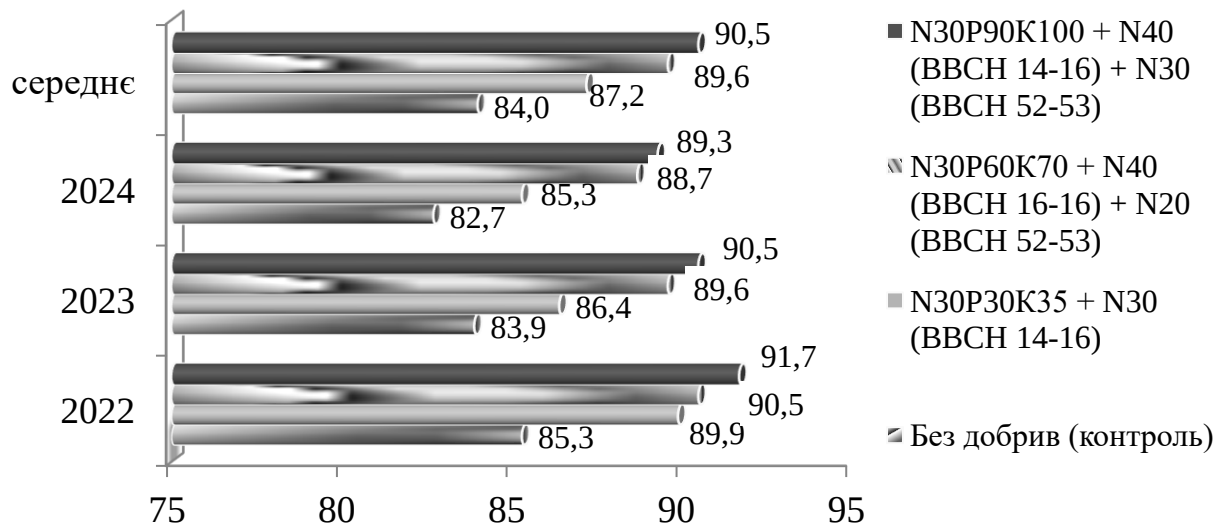


Рис. 3.12 Середній показник енергії проростання насіння сортів редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 р.), %

Лабораторна схожість зібраного насіння була високою 92,4 % (контроль – без добрив) і вищою (93,6–94,4 %) за норм мінеральних добрив (рис. 3.13, дод. И.2, И.3).

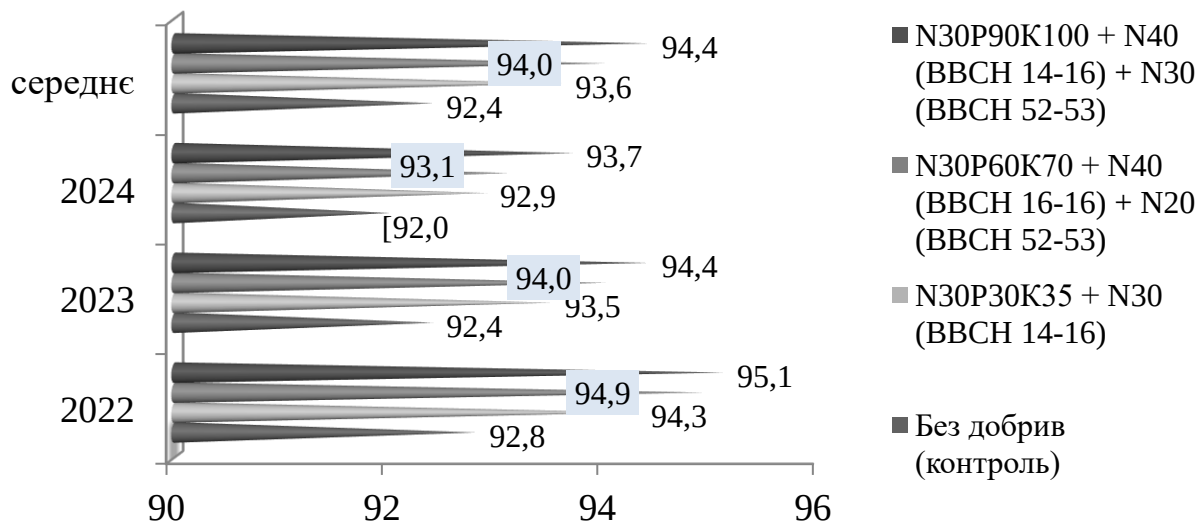


Рис. 3.13 Середній показник лабораторної схожості насіння сортів редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 р.), %

Висновки до розділу 3

1. Польова схожість сортів редьки олійної була високою 94,2–95,2 на що впливали: посівна якість висіяного насіння, запаси продуктивної вологи шару ґрунту 0–10 см та температура повітря. Збільшення фосфорно-калійних

добрив за норми $N_{30}P_{90}K_{100}$ забезпечувало достовірне підвищення даного показника на 1,0 %.

2. Мінеральні добрива впливали не лише на загальну тривалість вегетаційного періоду сортів редьки олійної, а й на тривалість окремих його міжфазних етапів. Найменш змінним був період від сходів до бутонізації, тоді як найбільше коригувався період від цвітіння до фізіологічної стиглості, що можна пояснити більшою інтенсивністю ростових процесів і змінами морфогенезу на пізніших етапах вегетації, коли рослини витрачають більшу частину доступних елементів живлення. В залежності від норм внесення мінеральних добрив, фаза повної стиглості сортів наступала пізніше на 3–4 доби.

3. Площа листової поверхні рослин сортів редьки олійної зростала з 31,6 тис. $m^2/га$ на контролі до 35,6–38,4 тис. $m^2/га$, або на 11,1–21,5 % за внесення мінеральних добрив. Чиста продуктивність фотосинтезу рослин сортів на контролі становила 3,64 $г/м^2$ за добу і вищою була 4,64–5,54 $г/м^2$ за добу на варіантах удобрення.

4. Краще живлення сортів редьки олійної, обумовлене внесенням мінеральних добрив, сприяло підвищенню структурних показників рослин зокрема: висоти рослин, кількості стебел на рослині, стручків, насінин в стручку, насінин з рослини, маси насіння з рослини та маси 1000 насінин, а це впливало на їх продуктивність.

5. Під впливом застосування мінеральних добрив вихід кондиційного насіння редьки олійної збільшувався на 12–21 %.

6. Найвищу врожайність насіння редьки олійної отримали в 2022 р. – 1,46–4,18 т/га, а найнижчу в 2024 р. – 1,07–2,62 т/га. Під впливом внесення норми $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (ВВСН 14–16) даний показник збільшувався на 1,57 т/га, за вищої $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16) + N_{20} (ВВСН 52–53) на 1,89 т/га і за найвищої $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) на 2,12 т/га. До найнижчої норми внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$ (ВВСН 14–16) за вищих прирости складала 0,32 і 0,59 т/га.

7. Посівні якості зібраного насіння редьки олійної формувалися як під впливом норм внесення мінеральних добрив, так і погодних факторів. Маса 1000 зростала з 6,16 г на контролі (без добрив) до 9,18 г, за мінерального живлення $N_{30}P_{90}K_{100}$ з поетапним підживленням азотними N_{50} (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53), або на 2,16–3,02 г. Порівняно з контролем (без добрив) за їх внесення енергія проростання насіння підвищувалася на 3,2–6,5 %, лабораторна схожість – на 1,2–2,0 %.

8. Вплив мінеральних добрив (фактор А) на масу 1000 насінин становив 55 %, сорту (В) – 9, їх взаємодія (АВ) – 27, інше (залишкове) факторів – 9 %.

За матеріалами даного розділу автором опубліковано такі наукові праці:

Білоніжка Х. В. Розвиток сортів редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив. *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. 12–13.

Білоніжка Х. В. Насіннева продуктивність сортів редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив. *Агронаука і практика*. 2024. Вип. 3. Ч. 2. С. 4–10. DOI: 10.32636/agroscience.2024-(3)-2-1

Formation of sowing qualities of oil radish seeds depending on the nutrition system in the Western Forest-Steppe / O. Voloshchuk, H. Panakhid, I. Voloshchuk, V. Hlyva, Kh. Bilonizhka. *Scientific Horizons*. 2025. Vol. 28, no. 2. 55-62. DOI: 10.48077/scihor2.2025.55.

Білоніжка Х. В. Посівні якості насіння редьки олійної залежно від системи живлення рослин. *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. 10–11.

РОЗДІЛ 4

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ МІКРОДОБРІВ У ПЕРЕДПОСІВНІЙ ОБРОБЦІ НАСІННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ НА ПОКАЗНИКИ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ

4.1 Стимуляція процесу проростання насіння

Регулювання процесу стимуляції насіння до проростання є одним з перспективним і недостатньо вивченим агрозаходом в агротехнологіях, особливо за вирощування редьки олійної.

Досліджуючи застосування мікродобрив у передпосівній обробці насіння даної культури, ми встановили їх вплив на підвищення процесу проростання, а водночас польову схожість (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Польова схожість насіння сортів редьки олійної в залежності
від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2022 р.), %**

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Сорт		Середнє	± до контролю
		Журавка	Факел		
Без мікродобрива (контроль)	-	91,7	91,9	90,8	-
Оракул насіння	1,0	93,2	93,6	93,4	2,6
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	94,7	94,5	94,6	3,8
Вітазим	1,0	93,8	93,7	93,8	3,0

НІР_{0,05}

0,8

Примітка. Обробка насіння протруйником Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т). Фон мінерального живлення – N₃₀P₆₀K₇₀.

Якщо на контролі середній показник по сортах становив 90,8 %, то за застосування мікродобрива Оракул насіння в нормі 1,0 л/т зростав на 2,6 %. Мікродобриво ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) забезпечило найвищий приріст

до контролю 3,8 %, дещо нижчий Вітазим – 3,0 %. За $НІР_{0,05} = 0,8$ достовірну різницю спостерігали між ЯраВіта Брасітрел Про і Оракул насіння.

У 2023 р. отримали також позитивні результати від передпосівної обробки насіння редьки олійної мікродобривами (табл. 4.2).

На контролі середній показник по сортах становив 92,6 %, то за застосування мікродобрива Оракул насіння в нормі 1,0 л/т зростав на 1,9 %. Мікродобриво ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) забезпечило найвищий приріст до контролю 3,0 %, дещо нижчий Вітазим – 2,1 %.

За $НІР_{0,05} = 0,5$ достовірну різницю спостерігали між ЯраВіта Брасітрел Про і Оракул насіння.

Таблиця 4.2

Польова схожість насіння сортів редьки олійної в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2023 р.), %

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Сорт		Середнє	± до контролю
		Журавка	Факел		
Без мікродобрива (контроль)	-	92,2	92,2	92,6	-
Оракул насіння	1,0	94,4	94,6	94,5	1,9
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	95,6	95,5	95,6	3,0
Вітазим	1,0	94,7	94,6	94,7	2,1

$НІР_{0,05}$

0,5

Вплив досліджуваних мікродобрив на польову схожість насіння сортів редьки олійної в 2024 р. варіював від 96,0 % на контролі (без передпосівної обробки насіння мікродобривами) до 98,3% за застосування ЯраВіта Брасітрел Про в нормі 1,0 л/т (табл. 4.3).

За $НІР_{0,05} = 0,4$ % різниця була достовірною між усіма варіантами досліджу.

Таблиця 4.3

Польова схожість насіння сортів редьки олійної в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2024 р.), %

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Сорт		Середнє	± до контролю
		Журавка	Факел		
Без мікродобрива (контроль)	-	95,3	96, 7	96,0	-
Оракул насіння	1,0	97,3	96,9	97,1	1,1
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	98,1	98,5	98,3	2,3
Вітазим	1,0	97,9	97,7	97,8	1,8

НІР_{0,05} 0,4

За три роки досліджень середній по сортах показник польової схожості висіяного насіння на контролі склав 93,1 % (рис. 4.1, дод. К).

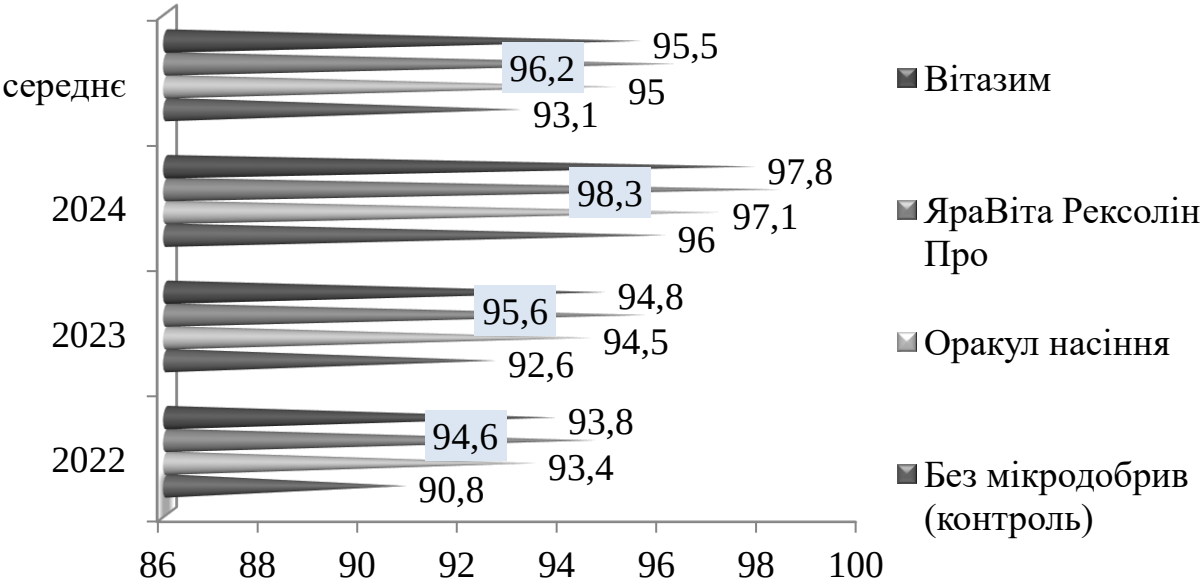


Рис. 4.1 Польова схожість насіння сортів редьки олійної в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2022-2024 р.), %

Передпосівна обробка насіння мікродобривом Оракул насіння в нормі

1,0 л/т сприяла достовірному підвищенню на 1,9 %, за застосування Вітазим (1,0 л/т) – 2,4 %, а за ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) – на 3,1 % ($HP_{0,05} = 0,8; 0,5; 0,4$ %).

На фоні мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{70}$ та застосованих мікродобрив (фактор В) частка впливу на польову схожість становила 53 %, сорту (А) – 9, їх взаємодія (АВ) – 26 і зменшувався вплив погодних факторів (інші) – до 12 % (рис. 4.2).

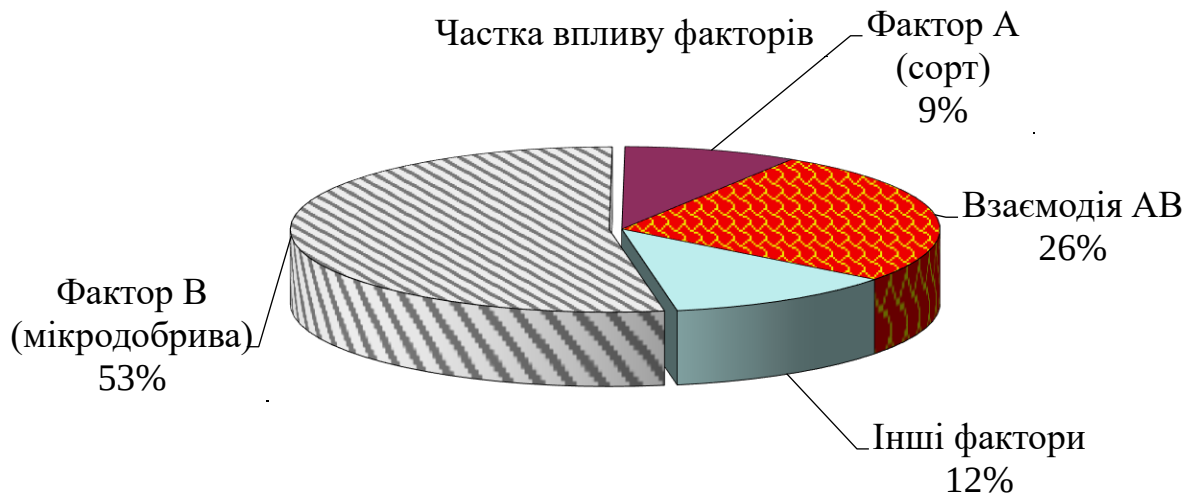


Рис. 4.2 Вплив факторів на польову схожість насіння сортів редьки олійної (2022–2024 рр.), %

4.2 Дати наступлення фаз вегетації

Мікродобрива застосовані в передпосівній обробці насіння впливали на настання фаз розвитку сортів (табл. 4.4).

У 2022 р. на контролі (без обробки насіння мікродобривами) нульова макростадія (повні сходи) в обох сортів наступила на 10 добу після сівби. Перший справжній листок (макростадію 1, ВВСН 11) – зафіксували на 13 добу, дев'ятий листок (макростадію 1, ВВСН 19) – цвітіння макростадію 6 ВВСН 69 – на 31, а макростадію 7 ВВСН 79 (усі стручки сортотипові) – на 73–74 добу. Повна стиглість насіння на контролі в сорту Журавка наступила на 92, а в Факел – на 84 добу від повних сходів. Під впливом збалансованого живлення рослин період дозрівання подовжувався на 1–3 доби.

Дати настання фаз розвитку рослин сортів редьки олійної в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2022 р.), діб

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Сорт											
	Макростадії та фази за BBCH											
	Журавка						Факел					
	0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89	0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89
Без мікродобрива (контроль)	10	13	31	44	74	92	10	13	31	43	73	84
Оракул насіння (1,0 л/т)	9	11	30	42	72	94	9	10	30	40	70	85
ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т)	8	10	29	42	71	94	9	9	29	40	70	87
Вітазим (1,0 л/т)	8	11	30	41	71	93	9	10	30	39	70	86

Примітка: N₃₀P₆₀K₇₀ + N₄₀ (BBCH 14–16 (по сході) + N₂₀ (BBCH 52–53) (фаза розетки-стеблуння).

У 2023 р. на контролі (без передпосівної обробки насіння мікродобривами) повні сходи (макростадія 0, BBCH 09) відмічено на 7 добу, швидше на 1–2 доби вони наступили на варіантах з їх застосуванням (табл. 4.5)

Розвиток листків (макростадія 1, BBCH 19) тривала 30–32 доби в сорту Журавка і 29–33 Факел. Настання фази розетки (макростадія 2, BBCH 29) на варіантах передпосівної обробки була швидшою в обидвох сортів на 2–3 доби.

Фаза цвітіння (макростадія 6, BBCH 69) варіювала в межах 38–40 діб у сорту Журавка і 36–39 Факел. Розвиток стручків (макростадія 7 BBCH 79) і дозрівання насіння (макростадія 8 BBCH 89) за передпосівної обробки насіння мікродобривами пришвидшувалася.

Дати настання фаз розвитку рослин сортів редьки олійної в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2023 р.), діб

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Сорт											
	Макростадії та фази за ВВСН											
	Журавка						Факел					
	0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89	0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89
Без мікродобрива (контроль)	7	32	34	40	84	93	7	33	33	39	78	82
Оракул насіння (1,0 л/т)	6	31	32	38	83	91	6	31	31	37	77	80
ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т)	5	30	31	38	82	90	5	29	30	37	76	80
Вітазим (1,0 л/т)	6	30	31	39	82	91	5	29	30	36	76	80

Дані таблиці 4.6 вказують, що в 2024 р. на контролі (без передпосівної обробки насіння мікродобривами) повні сходи (макростадія 0, ВВСН 09) відмічено на 9 добу і швидше на 8–7 добу на варіантах з їх застосування.

Розвиток листків (макростадія 1, ВВСН 19) тривав 28–30 діб в сорту Журавка і 27–29 Факел. Фаза розетки (макростадія 2, ВВСН 29) на варіантах передпосівної обробки насіння мікродобривами була швидшою в обох сортів на 2–3 доби. Фазу повного цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69) в обох сортів зафіксовано на 1 добу раніше ніж на контролі (без мікродобрив), а розвиток стручків (макростадія 7 ВВСН 79) на 1–2 доби.

Макростадію 8, фазу ВВСН 89 (дозрівання насіння) у сорту Журавка відмічено на 88–90 добу, в Факел – 79–80 добу.

Таблиця 4.6

Дати настання настання фаз розвитку рослин сортів редьки олійної в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2024 р.), діб

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Сорт											
	Макростадії та фази за ВВСН											
	Журавка						Факел					
	0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89	0/09	1/19	2/29	6/69	7/79	8/89
Без мікродобрива (контроль)	9	30	33	38	81	90	9	29	32	37	75	80
Оракул насіння (1,0 л/т)	8	29	31	37	80	89	8	28	30	36	74	79
ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т)	7	28	30	37	80	88	7	27	29	36	73	79
Вітазим (1,0 л/т)	8	28	30	37	79	88	8	28	29	36	73	79

4.3 Фотосинтетична продуктивність сортів

Досліджуючи вплив мікродобрив застосованих у передпосівній обробці насіння на формування площі листкової поверхні, ми встановили достовірне її зростання порівняно з контролем (без мікродобрив) (табл. 4.7).

У сорту Журавка площа листкової поверхні на контролі становила 38,8 тис. м²/га й зростала до 40,1 тис. м²/га за застосування Оракул насіння, 1,0 л/т, до 41,0 тис. м²/т за ЯраВіта Брасітрел Про, 1,0 л/т і 41,3 тис. м²/га за мікродобрива Вітазим в нормі 1,0 л/га.

У сорту Факел площа листкової поверхні варіював від 36,4 тис. м²/га до 40,8 тис. м²/га за застосування мікродобрива ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т). Під впливом мікродобрив площа листків зростала до контролю на 2,2 тис. м²/га (Оракул насіння, 1,0 л/т), 2,7 тис. м²/га (Вітазим, 1,0 л/т) і 3,3 тис. м²/га (ЯраВіта Брасітрел Про, 1,0 л/т).

Таблиця 4.7

Площа листової поверхні сортів редьки олійної в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2022 р.), тис. м²/га

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Журавка	Факел		тис. м ² /га	%
Без мікродобрива (контроль)	-	38,8	36,4	37,6	-	-
Оракул насіння	1,0	40,1	39,5	39,8	2,2	4,9
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	41,0	40,8	40,9	3,3	7,3
Вітазим	1,0	41,3	39,6	40,3	2,7	5,9

НІР_{0,05}

1,1

Примітка: N₃₀P₆₀K₇₀ + N₄₀ (ВВСН 14–16 (по сходях)) + N₂₀ (ВВСН 52–53 (фаза розетки-стеблуння)).

Найбільшу площу листової поверхні забезпечило мікродобриво ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) – 40,9 тис. м²/га і Вітазим (1,0 л/т) – 40,3 тис. м²/га. Поєднання достатньої кількості опадів і обробки насіння мікродобривами забезпечило у 2023 р. формування вищої порівняно з попереднім роком площі листків у рослин редьки олійної (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Площа листової поверхні сортів редьки олійної в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2023 р.), тис. м²/га

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Журавка	Факел		тис. м ² /га	%
1	2	3	4	5	6	7
Без мікродобрива (контроль)	-	39,1	40,1	39,6	-	-
Оракул насіння	1,0	42,8	41,4	42,1	2,5	6,3

Продовження таблиці 4.8

1	2	3	4	5	6	7
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	42,9	43,5	43,2	3,6	9,1
Вітазим	1,0	43,0	42,0	42,5	2,9	7,3

НІР_{0,05} 1,5

Порівняно з контролем за використання мікродобрива Оракул насіння даний показник площі листкової поверхні зростав на 2,5 тис. м²/га (або 6,3 %), за обробки Вітазимом – на 2,9 тис. м²/га (7,3 %), а за ЯраВіта Брасітрел Про – на 3,6 тис. м²/га (9,1 %).

У 2024 р. площа листкової поверхні на контролі у сорту Журавка становила 35,8 тис. м²/га, у Факел – 34,2 тис. м²/га (табл. 4.9).

За варіантів передпосівної обробки насіння мікродобривами порівняно з контролем зростала до 37,4 тис. м²/га, або на 2,4 тис. м²/га за Оракул насіння (1,0 л/т). Вітазим в нормі 1,0 л/т забезпечив вищий даний показник на 3,6 тис. м²/га (1,2 %), а ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) – на 4,2 тис. м²/га (1,8 %).

Таблиця 4.9

Площа листкової поверхні сортів редьки олійної в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2024 р.), тис. м²/га

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Журавка	Факел		тис. м ² /га	%
Без мікродобрива (контроль)	-	35,8	34,2	35,0	-	-
Оракул насіння	1,0	38,0	36,8	37,4	2,4	-
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	40,3	38,1	39,2	4,2	1,8
Вітазим	1,0	39,6	37,1	38,6	3,6	1,2

НІР_{0,05} 1,0

За трирічними даними мікродобрива застосовані в передпосівній обробці насіння забезпечували зростання площі листкової поверхні росли до контролю 37,4 тис. м²/га (без обробки насіння мікродобривами) на 2,4–3,7 тис. м²/га (табл. 4.10). Найбільшу площу листкової поверхні зафіксовано в 2023 р. – 39,6–43,2 тис. м²/га, а найменшу в 2024 р. – 35,0–39,2 тис. м²/га.

Таблиця 4.10

Площа листкової поверхні сортів редьки олійної в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2022–2024 рр.), тис. м²/га

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Сорт							
		Журавка				Факел			
		2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє
Без мікродобрива (контроль)	-	38,8	39,1	35,8	37,9	36,4	40,1	34,2	35,6
Оракул насіння	1,0	40,1	42,8	38,0	40,3	39,5	41,4	36,8	39,2
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	41,0	42,9	40,3	41,4	40,8	43,5	38,1	40,8
Вітазим	1,0	41,3	43,0	39,6	41,3	39,6	42,0	37,1	35,6
НІР _{0,05}		1,1	1,3	0,9		1,0	1,5	1,0	

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин у фазу цвітіння редьки олійної зростала з застосуванням у передпосівній обробці насіння мікродобрив (табл. 4.11).

На контролі, за фону мінерального живлення N₃₀P₆₀K₇₀ + N₄₀ ВВСН 14–16 (4–6 листків) + N₂₀ ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона) вона становила 2,04 г/м² за добу.

За НІР_{0,05} = 0,05 мікродобриво Оракул насіння з нормою внесення 1,0 л/т забезпечувало достовірне зростання до контролю – 0,09 г/м² за добу. Більші прирости зафіксовано від застосування мікродобрив: Вітазим (1,0 л/т) і ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т), відповідно 0,17 і 0,26 г/м² за добу.

Таблиця 4.11

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2022 р.), г/м² за добу

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Журавка	Факел		г/м ² за добу	%
Без мікродобрива (контроль)	-	2,02	2,06	2,04	-	-
Оракул насіння	1,0	2,19	2,20	2,13	0,09	4,1
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	2,36	2,42	2,39	0,35	17,2
Вітазим	1,0	2,28	2,31	2,30	0,26	12,7

НІР_{0,05}

0,05

На фоні мінерального живлення середній показник чистої продуктивності у 2023 р. на контролі (без передпосівної обробки насіння мікродобривами) складав у сортів 3,81 і 3,91 г/м² за добу (табл. 4.12).

Таблиця 4.12

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2023 р.), г/м² за добу

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Журавка	Факел		г/м ² за добу	%
Без мікродобрива (контроль)	-	3,81	3,91	3,86	-	-
Оракул насіння	1,0	3,84	3,98	3,91	0,05	1,3
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	3,95	4,03	3,99	0,13	3,4
Вітазим	1,0	3,92	3,96	3,94	0,08	2,1

НІР_{0,05}

0,04

За варіанту застосування Оракул насіння був вищим на 0,03 і 0,07 г/м² за добу. Достовірне зростання відмічено за застосування Вітазим в нормі 1,0 л/т – 0,11 г/м² за добу в сорту Журавка і 0,05 г/м² за добу – в сорту Факел. Найвищий показник в обох сортів отримали від передпосівної обробки насіння мікродобривом ЯраВіта Брасітрел Про в нормі 1,0 л/т – 3,95 і 4,03 г/м² за добу.

У 2024 р. показник чистої продуктивності фотосинтезу на контролі (без мікродобрив) становив 1,90 г/м² і зростав до 2,19 г/м² за добу за обробки насіння Вітазимом (табл. 4.13). За варіанту внесення Оракул насіння чиста продуктивність фотосинтезу була вищою від контролю (без мікродобрив) на 0,17 г/м² за добу, ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) – на 10,8 г/м² за добу, а Вітазиму (1,0 л/т) – на 13,2 г/м² за добу.

Таблиця 4.13

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2024 р.), г/м² за добу

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Журавка	Факел		г/м ² за добу	%
Без мікродобрива (контроль)	-	1,96	1,84	1,90	-	-
Оракул насіння	1,0	2,09	2,04	2,07	0,17	8,9
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	2,15	2,10	2,13	0,23	10,8
Вітазим	1,0	2,20	2,18	2,19	0,29	13,2

НІР_{0,05}

0,03

За трирічними результатами досліджень було встановлено, що максимально рівнозначні показники чистої продуктивності фотосинтезу забезпечили мікродобрива: ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) – 2,84 г/м² за добу і Вітазим (1,0 л/т) – 2,81 г/м² за добу (табл. 4.14).

За аналізом продуктивності фотосинтезу рослин редьки олійної з визначенням впливу факторів у системі живлення визначали частку

мікродобрив.

Таблиця 4.14

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2022–2024 рр.), г/м² за добу

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Сорт							
		Журавка				Факел			
		2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє
Без мікродобрива (контроль)	-	2,02	3,81	1,96	2,60	2,06	3,91	1,84	2,60
Оракул насіння	1,0	2,19	3,84	2,09	2,71	2,20	3,98	2,04	2,74
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	2,36	3,95	2,15	2,82	2,42	4,03	2,10	2,85
Вітазим	1,0	2,28	3,92	2,20	2,80	2,31	3,96	2,18	2,82
НІР _{0,05}		0,03	0,02	0,02		0,05	0,04	0,03	

Дані статистичного аналізу рисунку 4.3 вказують, що на чисту продуктивність фотосинтезу вплив системи живлення (фактор В) становила 51 %, сорту (А) – 8, їх взаємодія (АВ) – 25 і погодних факторів (інші) – до 16 %.

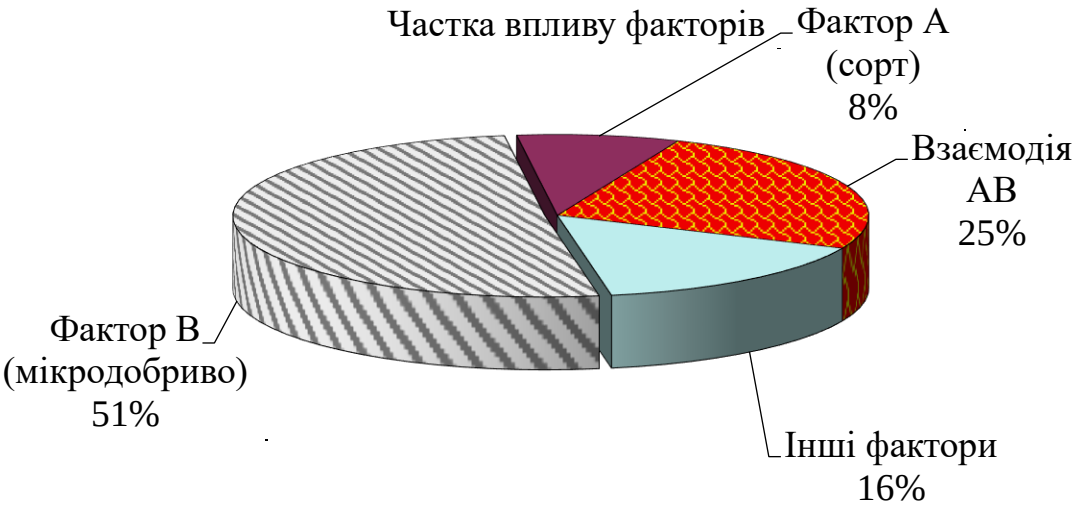


Рис. 4.3 Вплив факторів на чисту продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної (2022–2024 рр.), %

4.4 Структура рослин

На формування структурних показників рослин редьки олійної мали вплив як погодні чинники, так і технологічні, що в кінцевому рахунку обумовлювало отриману продуктивність рослин. У результаті проведених досліджень встановлено, що в досліджуваних умовах вирощуванні сорти редьки олійної володіли широкою агроекологічною пластичністю та добре реагували на передпосівну обробку насіння мікродобривами.

Залежно від норм застосування мікродобрив у передпосівній обробці насіння морфологічні показники сорту редьки олійної Журавка зростали (табл. 4.15).

Таблиця 4.15

Структурні показники рослин сорту Журавка редьки в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2022–2024 рр.)

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Висота рослини, см	Кількість, шт		Довжина стручка, см	Кількість, шт		Маса насіння з рослини, г
			стебел на рослині	стручків		насінин в стручку	кількість насінин з рослини	
Без мікродобрива (контроль)	вода	118	7,1	34,7	3,2	5,6	194,3	17,90
Оракул насіння	1,0	120	7,4	35,0	3,4	5,7	199,5	18,74
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	123	7,8	35,3	3,7	5,7	201,2	19,02
Вітазим	1,0	121	7,7	35,2	3,6	5,7	200,6	18,95
$HP_{0,05}$								
		1,0	0,2	0,2	0,05	0,4	3,0	0,6

Примітка: фон живлення рослин – $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16 (4–6 листків) + N_{20} (ВВСН 52–53) (квітконос головного пагона).

Висота рослин на контролі (без мікродобрив) становила 118,0 см і вищою на 2,0–5,0 см була з їх застосуванням. Кількість стебел на рослині

зростала з 7,1 шт до 7,8 шт., стручків – з 34,7 шт/роsl. до 35,3 шт/роsl., довжина стручка з 3,2 до 3,7 см. Передпосівна обробка насіння мікродобривами сприяла збільшенню кількості насінин на рослині порівняно з контрольним варіантом на 16,9 та вищій масі насіння на 1,02 г.

У сорту редьки олійної Факел найвищі показники зафіксовано за мікродобрива ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/га) (табл. 4.16). Висота рослин становила 125 см, кількість стебел на рослині – 8,1 шт, кількість стручків – 35,2 шт, довжина стручка – 3,7 см. Рослини сформували кількість насінин в стручку – 5,7 шт, кількість насінин на рослині – 200,6 шт. Маса насіння з рослини становила 18,98 г, що вище контрольного варіанту.

Таблиця 4.16

Структурні показники рослин сорту Факел редьки в залежності від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2022–2024 рр.)

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Висота рослини, см	Кількість, шт		Довжина стручка, см	Кількість, шт		Маса насіння з рослини, г
			стебел на рослині	стручків		насінин в стручку	кількість насінин з рослини	
Без мікродобрива (контроль)	вода	121	7,5	35,2	3,1	5,5	193,6	17,82
Оракул насіння	1,0	122	7,7	35,5	3,3	5,6	198,8	18,64
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	125	8,1	35,2	3,7	5,7	200,6	18,98
Вітазим	1,0	124	8,0	35,7	3,6	5,6	199,9	18,83
$HP_{0,05}$								
		1,0	0,1	0,2	0,06	0,5	4,0	0,7

4.5 Насіннєва продуктивність

У 2022 р. на фоні мінерального живлення рослин $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{50}$ (4–6 листків) + N_{20} (квітконос головного пагона) приріст урожайності від

передпосівної обробки насіння сортів редьки олійної мікродобривами був достовірним за усіх варіантів (табл. 4.17). Мікродобриво Оракул насіння в нормі 1,0 л/т забезпечило середній показник урожайності 4,29 т/га, що вище контролю (без мікродобрив) на 0,16 т/га, ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) – 4,41 т/га (0,28 т/га), а Вітазим 1,0 л/т – 4,35 т/га (0,22 т/га). Порівняно з мікродобривом Оракул насіння ефективність Вітазиму перевищувала на 0,06 т/га, а з ЯраВіта Брасітрел Про – на 0,12 т/га.

Таблиця 4.17

**Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами
на урожайність насіння сортів редьки олійної (2022 р.), т/га**

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Сорт						Середнє		
		Журавка			Факел			т/га	± до контролю	
		т/га	± до контролю		т/га	± до контролю				
Без мікродобрива (контроль)	-	4,10	-	-	4,15	-	-	4,13	-	-
Оракул насіння	1,0	4,25	0,15	-	4,33	0,18	-	4,29	0,16	-
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	4,36	0,26	0,16	4,45	0,30	0,10	4,41	0,28	0,12
Вітазим	1,0	4,31	0,21	-0,05	4,38	0,23	0,05	4,35	0,22	0,06

НІР_{0,05}

0,05

Примітка. N₃₀P₆₀K₇₀ + N₄₀ (ВВСН 14–16 (по сходах) + N₂₀ (ВВСН 52–53) (фаза розетки-стеблування).

У 2023 р. на контролі (без передпосівної обробки насіння) отримали середню по сортах урожайність – 3,0 т/га (табл. 4.18). Мікродобриво Оракул насіння в нормі 1,0 л/т забезпечило середній приріст до контролю 0,24 т/га, ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) – 0,40 т/га, а Вітазим (1,0 л/т) – 0,32 т/га.

Таблиця 4.18

**Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами
на урожайність насіння сортів редьки олійної (2023 р.), т/га**

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Сорт						Середнє		
		Журавка			Факел			т/га	± до контролю	
		т/га	± до контролю		т/га	± до контролю				
Без мікродобрива (контроль)	-	2,90	-	-	3,10	-	-	3,00	-	-
Оракул насіння	1,0	3,12	0,22	-	3,35	0,25	-	3,24	0,24	-
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	3,33	0,43	0,21	3,46	0,36	0,11	3,40	0,40	0,16
Вітазим	1,0	3,20	0,30	0,08	3,44	0,34	0,09	3,32	0,32	0,08
НІР _{0,05}								0,06		

У 2024 р. урожайність насіння редьки олійної на контролі складала 2,85 т/га і збільшувалася на варіантах передпосівної обробки мікродобривами на 0,29–0,43 т/га (табл. 4.19).

Таблиця 4.19

**Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами
на урожайність насіння сортів редьки олійної (2024 р.), т/га**

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення л/т	Сорт						Середнє		
		Журавка			Факел			т/га	± до контролю	
		т/га	± до контролю		т/га	± до контролю				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Без мікродобрива (контроль)	-	2,87	-	-	2,82	-	-	2,85	-	-
Оракул насіння	1,0	3,17	0,30	-	3,10	0,28	-	3,14	0,29	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	3,32	0,45	0,21	3,22	0,41	0,13	3,27	0,42	0,13
Вітазим	1,0	3,23	0,36	0,08	3,12	0,30	0,02	3,18	0,33	0,04
НІР _{0,05}					0,10					

Дані рисунку 4.4 (дод. Л) вказують, що під впливом мікродобрив застосованих в передпосівній обробці середня врожайність насіння сорту Журавка варіювала від 3,29 т/га контроль (без мікродобрив) до 3,68 т/га – ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т). Прирости до контролю складали 0,22 т/га за застосування Оракул насіння (1,0 л/т), 0,29 т/га – за Вітазиму і 0,38 т/га – за ЯраВіта Брасітрел Про.

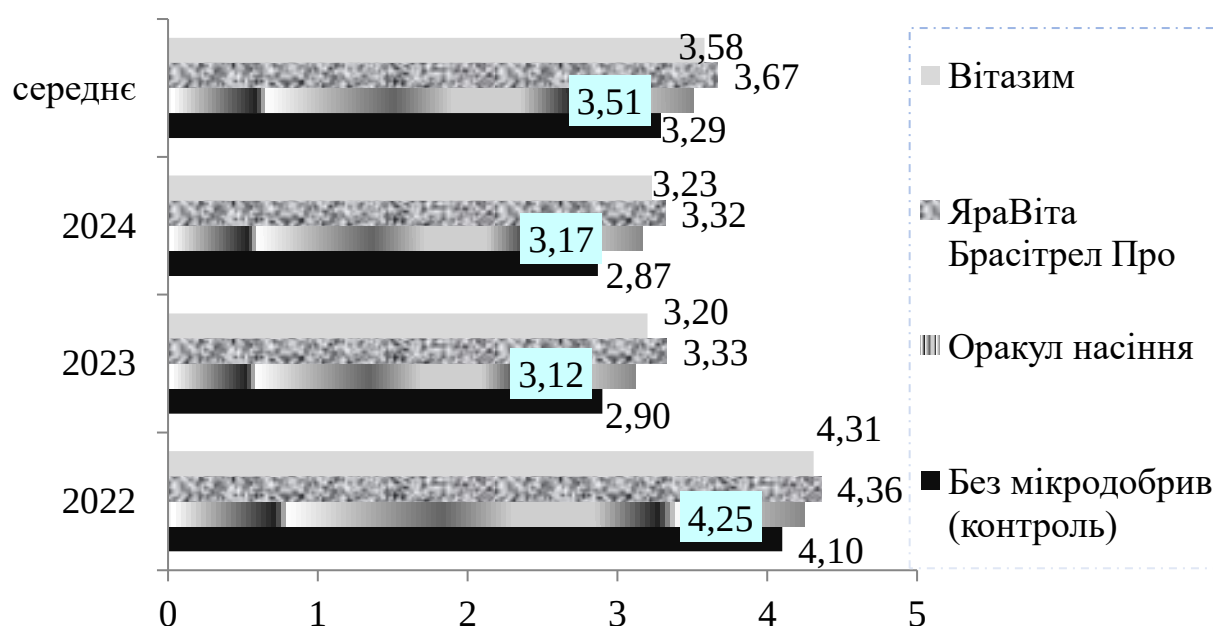


Рис. 4.4 Середня урожайність насіння сорту Журавка редьки олійної в залежності від передпосівної обробки мікродобривами (2022–2024 р.), т/га

Позитивною була і реакція сорту Факел на застосування мікродобрив у передпосівній обробці (рис. 4.5). Якщо на контролі (без мікродобрив) урожайність насіння становила 3,36 т/га, то за мікродобрива ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) зростала до 3,71 т/га. Прирости до контролю складали 0,23 т/га за

застосування Оракул насіння (1,0 л/т), 0,29 т/га – за Вітазиму і 0,35 т/га – за ЯраВіта Брасітрел Про. Різниця між сортами була не достовірною 0,04–0,07 т/га ($HP_{0,05}$ 0,04–0,10).

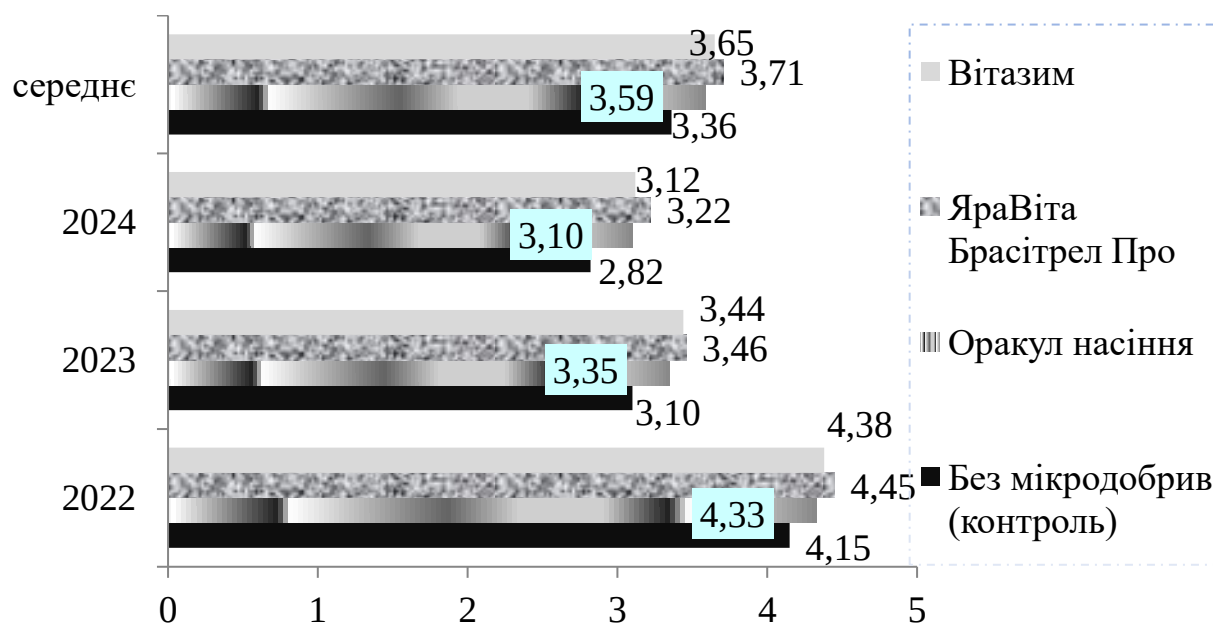


Рис. 4.5 Середня урожайність насіння сорту Факел редьки олійної в залежності від передпосівної обробки мікродобривами (2022–2024 р.), т/га

Частка впливу факторів на урожайність насіння редьки олійної становила: 35 % (А) – мікродобрив, 24 – сорту (В), 8 – їх взаємодія (АВ), 33 % – погодних умов (залишкове) (рис. 4.6).

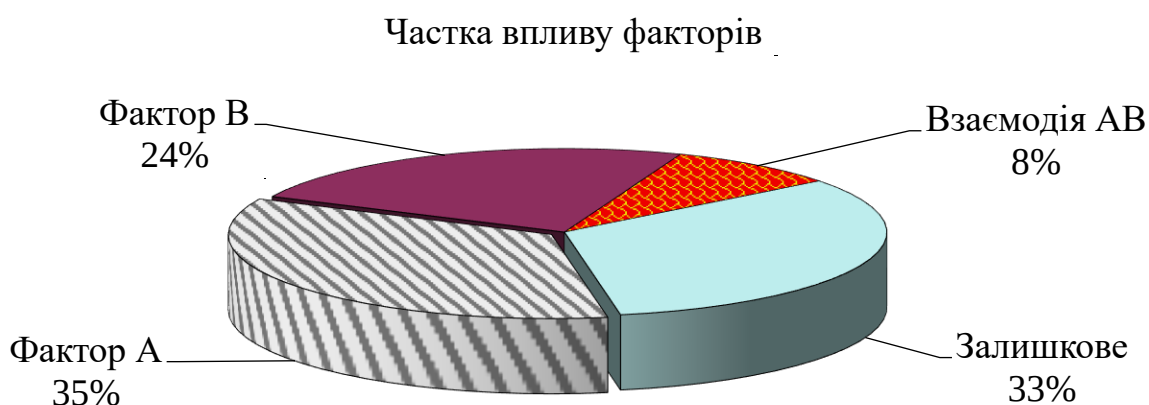


Рис. 4.6 Вплив факторів на урожайність насіння сортів редьки олійної (2022–2024 рр.), %

4.6 Якісні показники насіння

Дані таблиці 4.20 підтверджують про позитивний вплив мікродобрих застосованих у передпосівній обробці насіння на масу 1000 насінин.

Таблиця 4.20

Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на масу 1000 насінин сортів редьки олійної (2022–2024 р.), г

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Рік			Середнє	± до контролю	
		2022	2023	2024			
Без мікродобрива (контроль)	-	9,50	9,20	8,90	9,20	-	-
Оракул насіння	1,0	9,71	9,33	9,12	9,39	0,19	-
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	9,93	9,52	9,21	9,55	0,35	0,16
Вітазим	1,0	9,84	9,41	9,15	9,47	0,27	0,08
НІР _{0,05}		0,11	0,08	0,09			

Середні показники маси 1000 насінин за роки досліджень вказують на підвищення даного показника 0,19 г до контролю (без мікродобрих) за використання Оракул насіння (1,0 л/т) і більший ефект від Вітазим (1,0 л/т) та ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т), відповідно 0,27 і 0,35 г.

З даних таблиці 4.21 видно, що між масою 1000 насінин та врожайністю кореляція була пряма сильна. На фоні мінерального живлення без мікродобрих (контроль) даний показник становив 0,816 і збільшувався за їх внесення до 0,943–0,963.

Таблиця 4.21

Кореляція (r) між масою 1000 насінин та урожайністю редьки олійної залежно від передпосівної обробки мікродобривами (2022–2024 рр.)

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення мікродобрив, л/га	Маса 1000 насінин, г	Урожайність насіння, т/га	r
Без мікродобрива (контроль)	-	9,20	3,33	0,816
Оракул насіння	1,0	9,39	3,56	0,943
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	9,55	3,69	0,961
Вітазим	1,0	9,47	3,62	0,963

Погодні чинники і мікродобрива забезпечували високий відсоток енергії проростання зібраного насіння редьки олійної (рис. 4.7, дод. М).

Якщо на контролі (без мікродобриг) вона становила 90,6 %, то під впливом мікродобриг зростала на 0,6–1,7 %. Найвищою вона була у 2022 р. – 91,8–93,5 %, а найнижчою 2024 р. – 89,5–91,4 %.

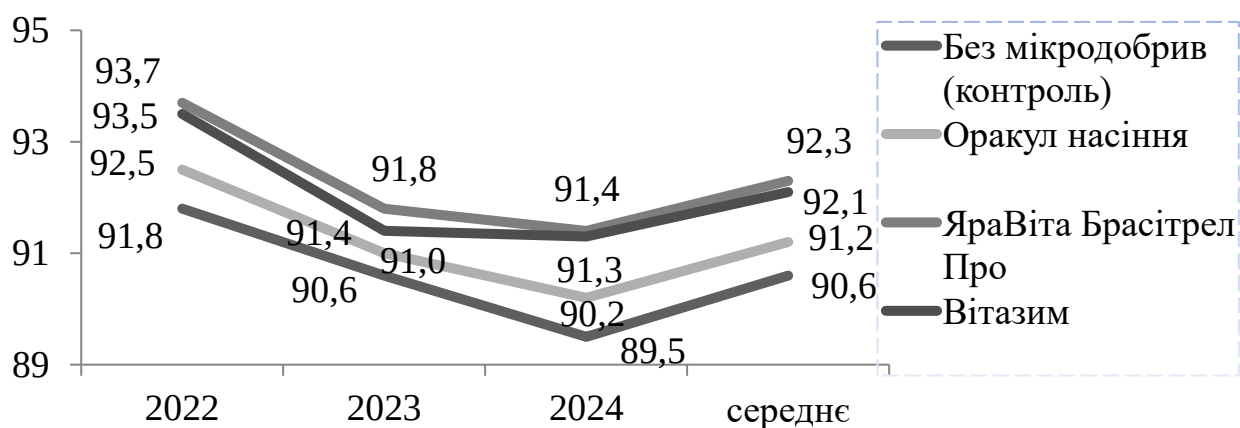


Рис. 4.7 Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на енергію проростання насіння сортів редьки олійної (2022–2024 рр.), %

Показник лабораторної схожості зібраного насіння редьки олійної в усі роки був високим 94,5–95,7 % (рис. 4.8, дод. Н). Вплив досліджуваних мікродобрих оцінювали в 0,6–1,2 % до контрольного варіанту.

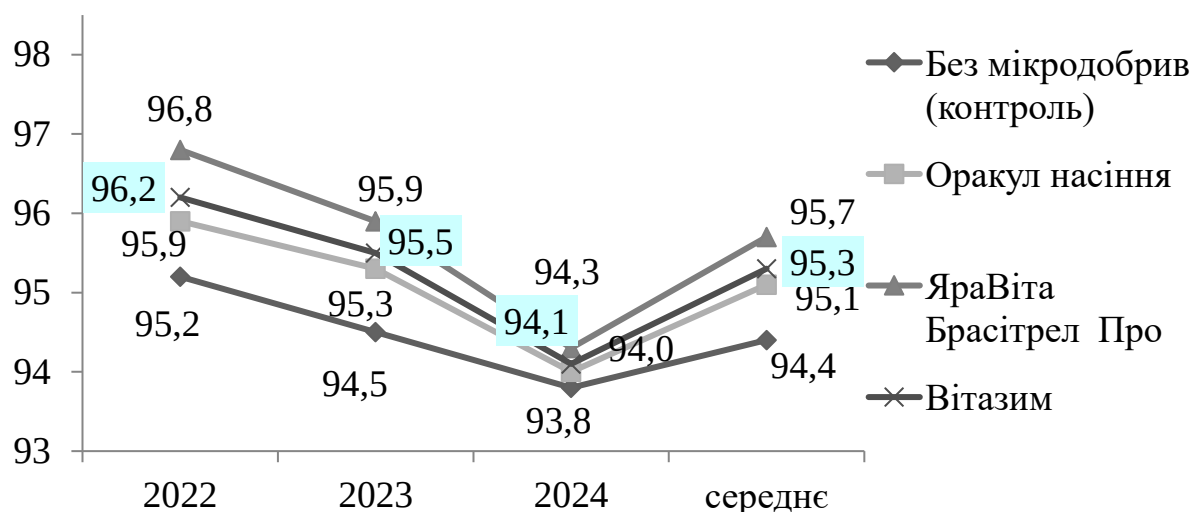


Рис. 4.8 Середній показник лабораторної схожості насіння сортів редьки олійної залежно від передпосівної обробки мікродобривами (2022–2024 р.), %

Із даних рисунку 4.9 видно, що найбільший вплив на лабораторну схожість зібраного насіння мали погодні умови (фактор А) – 88 %, вплив сорту (В) був опосередкований через масу 1000 насінин і становив 9, взаємодія (АВ) – 2, залишкове – 1 %.

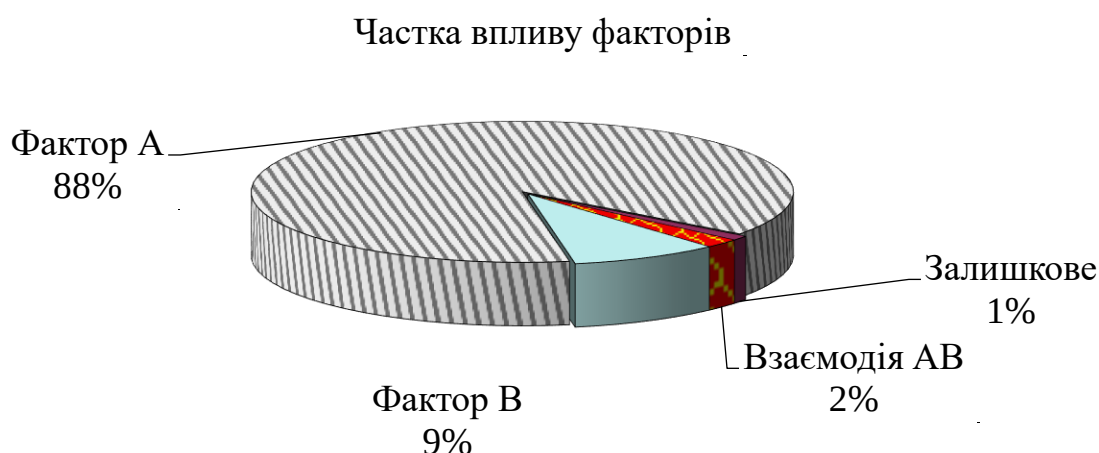


Рис. 4.9 Вплив факторів на лабораторну схожість насіння сортів редьки олійної (2022–2024 рр.), %

Висновки до розділу 4

За отриманими даними досліджень можна констатувати, що передпосівна обробка насіння мікродобривами сумісно з інсектицидно-фунгіцидним протруйником Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) є ефективним агрозаходом технології вирощування редьки олійної.

1. Мікроелементи, що входили до складу досліджуваних мікродобрив, були в хелатній формі, доступній для рослин. При потраплянні в насінину вони активізували ферментативні процеси, що сприяло покращенню її життєздатності, підвищенню енергії проростання та інтенсивності розвитку. У результаті досягли більш дружніх сходів, які були стійкими до несприятливих умов навколишнього середовища. Під впливом наявних в мікродобривах гумінових речовин у рослин активізувалося коренеутворення, посилювалось надходження води і елементів живлення, що обумовлювало вищу на 1,9–3,1 % до контролю (без мікродобрив) польову схожість висіяного насіння.

2. Під впливом погодних умов, які склалися та мікродобрив у передпосівній обробці насіння фаза повної стиглості насіння в 2022 р. наступила у сорту Журавка на 92–94 добу, в Факел 84–87, у 2023р. відповідно 90–93 і 80–82 і в 2024 р. – 88–89 і 79–80 добу.

3. Мікродобрива збільшували площу листової поверхні рослин. У 2022 р. даний показник варіював від 37,6 до 40,9 тис. м²/га, в 2023 р. – 39,6–43,2, а в 2024 р. – 35,0–39,2 тис. м²/га. Середній показник складав 37,4–39,8 тис. м²/га, вищим на 6,4–9,9 % був за передпосівної обробки насіння мікродобривами.

4. На варіантах застосування мікродобрив у порівнянні з контролем показник чистої продуктивності фотосинтезу зростав на 0,10–0,24 г/м² за добу, або на 3,8–9,2 %.

5. На фоні мінерального живлення N₃₀P₉₀K₁₀₀ з підживленням азотними + N₅₀ (ВВСН 14–16) + N₃₀ (ВВСН 52–53) та передпосівної обробки насіння мікродобривами показники структури рослин були вищими.

6. У 2022 р. урожайність насіння сортів редьки олійної становила 4,13–4,41 т/га, 2023 р. – 3,00–3,40, 2024 р. – 2,85–3,18 т/га.

7. Найбільш ефективним було мікродобриво ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) яке за врожайністю насіння достовірно переважало Оракул насіння (1,0 л/га) – на 0,13 т/га і недостовірно Вітазим (1,0 л/т) – 0,04 т/га.

8. Вплив факторів на урожайність насіння редьки олійної розподілявся наступним чином: 35 % — мікродобрив (А), 24 % — сорт (В), 8 % — їх взаємодія (АВ), 33 % — погодні умови (залишковий вплив).

9. Оптимальне забезпечення рослин редьки олійної макро- і мікродобривами позитивно впливало на показники посівних якостей насіння. Маса 1000 насінин була вищою на 0,19–0,35 г, енергія проростання – на 0,6–1,7 %, лабораторна схожість – 0,6–1,2 %. За застосування мікродобрив у передпосівній обробці насіння спостерігали пряму сильну кореляцію між масою 1000 насінин та врожайністю $r = 0,943–0,963$.

За матеріалами даного розділу автором опубліковано такі наукові праці:

Білоніжка Х. В. Ефективність застосування мікродобрив у технології вирощування редьки олійної (*Raphanus sativum d. var. oleifera Metrg.*). *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 74 (2). С. 7–16. DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-1.

РОЗДІЛ 5

ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОДОБРІВ ЗА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ

Раціональна система живлення, яка передбачає сучасні форми макро- і мікродобрив у основному і позакореновому живленні рослин редьки олійної є важливим і актуальним питанням технології вирощування, що потребує наукового обґрунтування та експериментального вирішення.

5.1 Фази дозрівання насіння

Під впливом позакоренового підживлення рослин редьки олійної мікродобривами дозрівання насіння проходило з різною інтенсивністю (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

**Дати дозрівання насіння сортів редьки олійної під впливом
позакоренового підживлення рослин мікродобривами (2022 р.), діб**

Позакореневе внесення мікродобрив	Сорт							
	Журавка				Факел			
	макростадія 8 (достигання), ВВСН							
	80	85	87	89	80	85	87	89
Без мікродобрив (контроль)	72	86	91	93	71	81	85	88
Оракул мультикомплекс	75	88	94	95	74	83	87	90
Яра Віта Рексолін	76	91	95	98	75	84	89	92
Інтермаг-олійні	74	89	94	96	73	83	86	91

Примітка. $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16 (4–6 листків) + N_{20} (ВВСН 52–53) (квітконос головного пагона).

У 2022 р. на контролі (без підживлення мікродобривами) макростадія 8 фаза ВВСН 80 (початок дозрівання) наступила на 72–73 добу від появи повних сходів. Дозрівання стручків (50 % насіння твердого) ВВСН 85 відмічено на 86–89 добу (в сорту Факел) – 87–90 добу (в Журавки). Через 5–6 діб у сорту Журавка і 4–5 доби в Факел наступила фаза ВВСН 87 (70 % достиглого насіння). Повну стиглість (ВВСН 89) зафіксовано на 93–98 добу в Журавки і 88–92 добу – в сорту Факел.

Велика кількість опадів, яку спостерігали в третій декаді липня – першій серпня дещо подовжувала період збирання в 2023 р. (табл. 5.2). Так на контролі (без підживлення мікродобривами) макростадія 8 фаза ВВСН 80 (початок дозрівання) наступила на 71–72 добу від появи повних сходів. Дозрівання стручків (50 % насіння твердого) ВВСН 85 відмічено на 81–84 добу (в сорту Факел) – 86–91 добу (в Журавки). У сорту Журавка фаза ВВСН 87 (70 % достиглого насіння) наступила на 93–95 добу, а в Факел – на 83–85 добу. Повну стиглість (ВВСН 89) зафіксовано на 97–99 добу в Журавки і 88–90 добу – в сорту Факел.

Таблиця 5.2

Дати дозрівання насіння сортів редьки олійної під впливом позакореневого підживлення рослин мікродобривами (2023 р.), діб

Позакореневе внесення мікродобрив	Сорт							
	Журавка				Факел			
	макростадія 8 (достигання), ВВСН							
	80	85	87	89	80	85	87	89
Без мікродобрив (контроль)	78	84	90	95	68	74	80	85
Оракул мультикомплекс	80	87	93	97	71	75	83	88
Яра Віта Рексолін	83	90	95	99	73	77	85	90
Інтермаг-олійні	81	89	94	98	72	76	84	89

За підвищених температур повітря та малої кількості опадів у 2024 р. макростадія 8 фаза ВВСН 80 (початок дозрівання насіння) на контролі (без мікродобрів) наступила на 73–74 добу від появи повних сходів і пізніше на 1–2 доби з їх внесенням (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

**Дати дозрівання насіння сортів редьки олійної під впливом
позакореневого підживлення рослин мікродобривами (2024 р.), діб**

Позакоренево внесення мікродобрив	Сорт							
	Журавка				Факел			
	макростадія 8 (достигання), ВВСН							
	80	85	87	89	80	85	87	89
Без мікродобрив (контроль)	74	82	86	91	73	79	81	87
Оракул мультикомплекс	76	83	87	93	74	80	82	89
Яра Віта Рексолін	75	84	88	94	75	81	83	91
Інтермаг - олійні	75	83	88	94	74	81	83	91

Макростадію ВВСН 85 (50 % насіння твердого) у сорту Журавка зафіксовано на 82–84, а в Факел – 79–81 добу, ВВСН 87 (70 % достиглого насіння) на 86–88 і 81–83 доби. Повну стиглість (ВВСН 89) у сорту Журавка відзначено на 89–94, в Факел – 87–91 доби.

Отже, під впливом внесених позакоренево мікродобрів тривалість дозрівання насіння подовжувалася на 2–3 доби.

5.2 Продуктивність фотосинтезу сортів

Для отримання максимальної і якісної урожайності редьки олійної необхідні мікродобрива які ефективно засвоюються за позакореневого внесення в фазу цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69).

У наших дослідях позакореневе внесення мікродобрив на посівах сортів редьки олійної, за фону мінерального живлення $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16 (4–6 листків)) + N_{20} (ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона)) сприяло зростанню площі листової поверхні на 2,8–5,8 тис. $m^2/га$, або 6,1–12,7 % (табл. 5.4).

Якщо на контролі даний показник становив 38,0 тис. $m^2/га$, то за застосування мікродобрива Яра Віта Рексолін (2,0 л/т) зростав до 43,8 тис. $m^2/га$.

Таблиця 5.4

**Площа листової поверхні сортів редьки олійної
залежно від позакореневого підживлення мікродобривами (2022 р.),
тис. $m^2/га$**

Позакореневе внесення мікродобрив	Норма внесення мікродобрив, л/га	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Журавка	Факел		тис. $m^2/га$	%
Без мікродобрива (контроль)	-	39,1	36,9	38,0	-	-
Оракул мультикомплекс	2,0	42,3	39,3	40,8	2,8	6,1
Яра Віта Рексолін	2,0	45,2	42,4	43,8	5,8	12,7
Інтермаг–олійні	2,0	43,6	41,2	42,4	4,4	9,6

НІР_{0,05}

0,8

У 2023 р. середній показник по сортах площі листової поверхні зростав з 39,8 до 46,0 тис. $m^2/га$ за листового застосування мікродобрива Яра Віта Рексолін в нормі 2,0 л/га (табл. 5.5).

Порівняно з контролем (без позакореневого підживлення мікродобривами) даний показник зростав на 3,1–6,2 тис. $m^2/га$, або на 7,8–15,6 %.

Таблиця 5.5

**Площа листкової поверхні сортів редьки олійної залежно від
позакореневого підживлення мікродобривами (2023 р.), тис. м²/га**

Позакореневе внесення мікродобрив	Норма внесення мікродобрив, л/га	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Журавка	Факел		тис. м ² /га	%
Без мікродобрива (контроль)	-	39,5	40,1	39,8	-	-
Оракул мультикомплекс	2,0	43,3	42,5	42,9	3,1	7,8
Яра Віта Рексолін	2,0	45,6	46,4	46,0	6,2	15,6
Інтермаг—олійні	2,0	45,6	45,2	45,4	5,6	14,1

НІР_{0,05}

0,7

У 2024 р. площа листкової поверхні редьки олійної сорту Журавка варіювала від 34,0 тис. м²/га на контролі (без мікродобрив) до 35,7 тис. м²/га на варіанті застосування Яра Віта Рексолін у нормі 2,0 л/га (табл. 5.6). У сорту Факел спостерігали таку ж залежність (34,4–36,1 тис. м²/га).

Таблиця 5.6

**Площа листкової поверхні сортів редьки олійної залежно від
позакореневого підживлення мікродобривами (2024 р.), тис. м²/га**

Позакореневе внесення мікродобрив	Норма внесення мікро- добрив, л/га	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Журавка	Факел		тис. м ² /га	%
1	2	3	4	5	6	7
Без мікродобрива (контроль)	-	34,0	34,4	34,2	-	

Продовження таблиці 5.6

1	2	3	4	5	6	7
Оракул мультикомплекс	2,0	34,7	35,3	35,0	0,8	2,3
Яра Віта Рексолін	2,0	35,7	36,1	35,9	1,7	5,0
Інтермаг–олійні	2,0	35,1	35,7	35,4	1,2	3,5
НІР _{0,05}				0,6		

Середній показник площі листкової поверхні на контролі становив 37,3 тис. м²/га і зростав на 2,3–4,6 тис. м²/га, або на 6,1–12,3 % за позакореневого застосування мікродобрив (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

Площа листкової поверхні сортів редьки олійної залежно від позакореневого підживлення мікродобривами (2022–2024 рр.), тис. м²/га

Позакореневе внесення мікродобрив	Норма внесення мікродобрив, л/га	Рік			Середнє	± до контролю	
		2022	2023	2024		тис. м ² /га	%
Без мікродобрива (контроль)	-	38,0	39,8	34,2	37,3	-	-
Оракул мультикомплекс	2,0	40,8	42,9	35,0	39,6	2,3	6,1
Яра Віта Рексолін	2,0	43,8	46,0	35,9	41,9	4,6	12,3
Інтермаг – олійні	2,0	42,4	45,4	35,4	41,1	3,8	10,2
НІР _{0,05}		0,8	0,7	0,6			

Позакореневе внесення в фазу ВВСН 52–53 (фаза розетки-стеблування) мікродобрив забезпечувало зростання чистої продуктивності фотосинтезу до 2,66–2,85 г/м² за добу (табл. 5.8).

Таблиця 5.8

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної залежно від позакореневого підживлення мікродобривами (2022 р.), г/м² за добу

Позакореневе внесення мікродобрив	Норма внесення мікродобрив, л/т	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Журавка	Факел		г/м ² за добу	%
Без мікродобрива (контроль)	-	2,05	2,07	2,06	-	-
Оракул мультикомплекс	2,0	2,62	2,69	2,66	0,60	-
Яра Віта Рексолін	2,0	2,83	2,87	2,85	0,79	0,19
Інтермаг – олійні	2,0	2,76	2,79	2,78	0,72	0,12

НІР_{0,05}

0,10

Порівняно з контролем збільшення показника чистої продуктивності фотосинтезу становило 0,60 г/м² за добу за внесення мікродобрива Оракул мультикомплекс в нормі 2,0 л/га, 0,72 г/м² за добу – за Інтермаг – олійні (2,0 л/га) і найвищим за використання Яра Віта Рексолін – 0,79 г/м² за добу.

У 2023 р. середній показник чистої продуктивності фотосинтезу на контролі (без позакореневого підживлення мікродобривами) становив 1,99 г/м² за добу (табл. 5.9).

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної залежно від позакореневого підживлення мікродобривами (2023 р.), г/м² за добу

Позакореневе внесення мікродобрив	Норма внесення мікродобрив, л/г	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Журавка	Факел		г/м ² за добу	%
Без мікродобрива (контроль)	-	1,97	2,00	1,99	-	-
Оракул мультикомплекс	2,0	2,43	2,40	2,42	0,43	-
Яра Віта Рексолін	2,0	2,69	2,71	2,70	0,71	0,28
Інтермаг – олійні	2,0	2,74	2,77	2,76	0,77	0,34

НІР_{0,05}

0,12

За застосування Оракул мультикомплекс (2,0 л/га) спостерігали його збільшення на 0,43 г/м² за добу. Мікродобриво Яра Віта Рексолін (2,0 л/га) забезпечувало середній даний показник – 2,70 г/м² за добу, або вищий порівняно з контролем на 0,71 г/м² за добу і з Оракул мультикомплекс на 0,28 г/м² за добу.

На рівні мікродобрива Яра Віта Рексолін (2,0 л/га) були показники за застосування Інтермаг – олійні.

У 2024 р. показник чистої продуктивності фотосинтезу на контролі (без позакореневого внесення мікродобрив) складав 1,84 г/м² за добу і зростав на 0,25–0,39 г/м² за добу на варіантах з їх внесенням (табл. 5.10).

Таблиця 5.10

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної залежно від позакореневого підживлення мікродобривами (2024 р.), г/м² за добу

Позакореневе внесення мікродобрив	Норма внесення мікродобрив, л/г	Сорт		Середнє	± до контролю	
		Журавка	Факел		г/м ² за добу	%
Без мікродобрива (контроль)	-	1,79	1,89	1,84	-	-
Оракул мультикомплекс	2,0	2,04	2,14	2,09	0,25	13,6
Яра Віта Рексолін	2,0	2,15	2,31	2,23	0,39	21,2
Інтермаг – олійні	2,0	2,11	2,19	2,15	0,31	16,8

НІР_{0,05}

0,11

Аналіз даних підтверджує, що позакореним застосуванням мікродобрив в фазу цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69), можна збільшити продуктивність фотосинтезу з 1,96 г/м² за добу до 2,59 г/м² за добу, або на 21,9–32,1 % (рис. 5.1, дод. П).

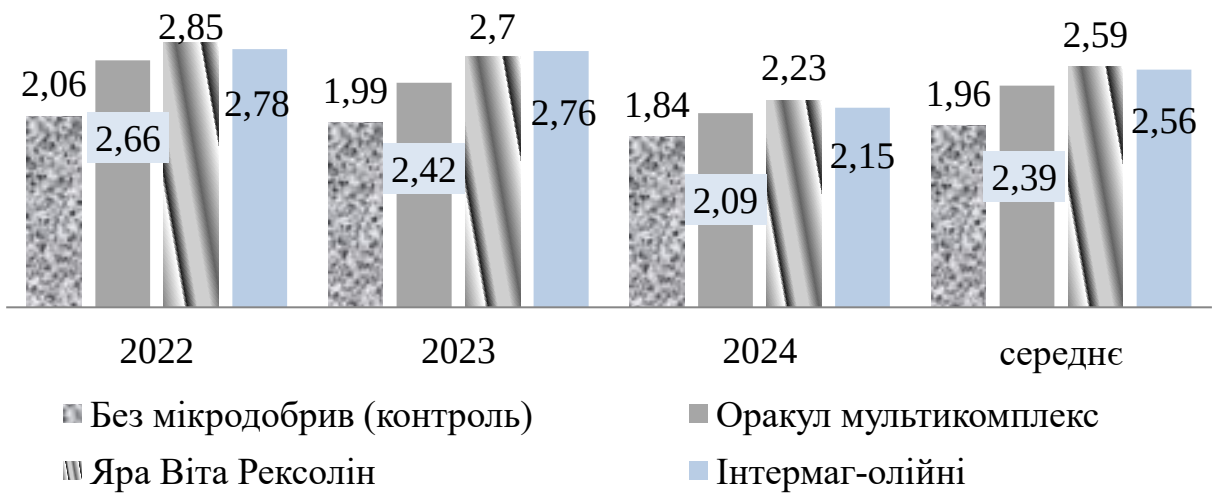


Рис. 5.1 Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної залежно від позакореневого підживлення мікродобривами (2022–2024 р.), г/м² за добу

5.3 Показники урожайності

Урожайність насіння редьки олійної залежала як від рівня живлення рослин так і погодних факторів, які склалися за роки вирощування.

На фоні мінерального живлення рослин, внесення мікродобрив: Оракул мультикомплекс, Яра Віта Рексолін, Інтермаг - олійні по листках у фазу цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69) достовірного впливу на висоту рослин, кількість стебел на рослині не мали, дані показники залежали від біологічних особливостей сорту (табл. 5.11).

Таблиця 5.11

Структурні показники рослин редьки олійної сорту Журавка в залежності від позакоренових підживлень мікродобривами (2022–2024 рр.)

Позакореневе підживлення рослин	Норма внесення, л/т	Висота рослини, см	Кількість, шт		Довжина стручка, см	Кількість, шт		Маса насіння з рослини, г
			стебел на рослині	стручків		насінин в стручку	кількість насінин з рослини	
Без мікродобрива (контроль)	-	117	7,0	35,0	3,2	5,7	199,5	17,14
Оракул мультикомплекс	2,0	118	7,8	36,1	3,5	5,8	209,4	18,94
Яра Віта Рексолін	2,0	119	8,9	37,6	3,8	6,0	255,6	19,58
Інтермаг – олійні	2,0	118	8,0	37,0	3,8	6,0	222,0	19,26
$HP_{0,05}$								
		2,3	1,4	0,7	0,1	0,1	11,0	1,5

Достовірний вплив за $HP_{0,05} = 0,7$ виявлено за кількістю стручків на рослині, яка у сорту Журавка варіювала від 35,0 шт (контроль без мікродобрив) до 37,6 шт за застосування Яра Віта Рексолін в нормі 2,0 л/га.

На варіантах застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами в обох досліджуваних сортів збільшувалася довжина стручка, насінин в стручку, тому кількість насіння на рослині зростала 199,5–255,6 шт (Журавка) і 190,4–226,3 шт (Факел). У сорту Факел найбільшу кількість насіння з рослини 226,3 шт та масу – 19,41 г забезпечило мікродобриво Яра Віта Рексолін в нормі 2,0 л/га (табл. 5.12).

Таблиця 5.12

Структурні показники рослин редьки олійної сорту Факел в залежності від позакоренових підживлень мікродобривами (2022–2024 рр.)

Позакореневе підживлення рослин	Норма внесення, л/т	Висота рослини, см	Кількість, шт		Довжина стручка, см	Кількість, шт		Маса насіння з рослини, г	
			стебел на рослині	стручків		насінин в стручку	кількість насінин з рослини		
Без мікродобрива (контроль)	-	119	7,3	34,0	3,2	5,6	190,4	16,98	
Оракул мультикомплекс	2,0	120	8,0	35,8	3,4	5,9	211,2	18,65	
Яра Віта Рексолін	2,0	122	9,1	37,1	3,7	6,1	226,3	19,41	
Інтермаг – олійні	2,0	121	8,3	36,8	3,7	6,0	220,8	19,07	
НІР _{0,05}			1,5	0,6	0,8	0,1	0,1	10,0	1,3

З метою отримання максимальної реалізації продуктивності сортів редьки олійної в технології вирощування застосовували позакореневе підживлення мікродобривами на фоні мінерального внесення добрив в нормі $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{50}$ (4–6 листків) + N_{20} (квітконос головного пагона) (табл. 5.13).

**Урожайність насіння сортів редьки олійної
в залежності від позакоренових підживлень мікродобривами (2022 р.), т/га**

Позакореневе підживлення рослин	Норма внесення мікродобрив, л/га	Сорт						Середнє		
		Журавка			Факел			т/га	± до контролю	
		т/га	± до контролю		т/га	± до контролю				
Без мікродобрив (контроль)	-	4,10	-	-	4,15	-	-	4,13	-	-
Оракул мульти- комплекс	2,0	4,40	0,30	-	4,50	0,35	-	4,45	0,32	-
Яра Віта Рексолін	2,0	4,51	0,41	0,11	4,60	0,45	0,10	4,56	0,43	0,11
Інтермаг – олійні	2,0	4,47	0,37	0,07	4,55	0,40	0,05	4,51	0,38	0,06
НІР _{0,05}								0,06		

Урожайність насіння в 2023 р. становила на контролі (без мікродобрива) у сорту Журавка – 2,88 т/га, Факел – 3,06 т/га, середній показник складав 2,97 т/га (табл. 5.14). За листового внесення мікродобрива Оракул мультикомплекс в нормі 2,0 л/га урожайність сорту Журавка збільшувалася на 0,46 т/га до контролю, за Інтерма – олійні – на 0,53 т/га, за Яра Віта Рексолін – на 0,62 т/га. Сорт редьки олійної Факел на контрольному варіанті (без мікродобрива) сформував урожайність насіння – 3,06 т/га. Позакореневе підживлення мікродобривом Оракул мультикомплекс в нормі 2,0 л/га сприяло вищій урожайності на 0,43 т/га. Вищі прирости 0,54 і 0,60 т/га забезпечили мікродобрива Інтерма – олійні (2,0 л/га) та Яра Віта Рексолін (2,0 л/га).

Таблиця 5.14

Урожайність насіння сортів редьки олійної в залежності від позакоренових підживлень мікродобривами (2023 р.), т/га

Позакореневе підживлення рослин	Норма внесення мікродобрив, л/га	Сорт						Середнє		
		Журавка			Факел			т/га	± до контролю	
		т/га	± до контролю		т/га	± до контролю				
Без мікродобрив (контроль)	-	2,88	-	-	3,06	-	-	2,97	-	-
Оракул мульти- комплекс	2,0	3,34	0,46	-	3,49	0,43	-	3,42	0,45	-
Яра Віта Рексолін	2,0	3,50	0,62	0,16	3,66	0,60	0,17	3,58	0,61	0,16
Інтермаг – олійні	2,0	3,41	0,53	0,07	3,60	0,54	0,11	3,51	0,54	0,09
НІР _{0,05}		0,05								

У 2024 р. середня врожайність насіння редьки олійної на контролі (без мікродобрив) складала 2,63 т/га, і зростала на 0,24–0,32 т/га за позакоренового їх внесення (табл. 5.15).

Таблиця 5.15

Урожайність насіння сортів редьки олійної в залежності від позакоренових підживлень мікродобривами (2024 р.), т/га

Позакореневе підживлення рослин	Норма внесення мікродобрив, л/га	Сорт						Середнє		
		Журавка			Факел			т/га	± до контролю	
		т/га	± до контролю		т/га	± до контролю				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Без мікродобрив (контроль)	-	2,60	-	-	2,65	-	-	2,63	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Оракул мульти- комплекс	2,0	2,84	0,24	-	2,90	0,25	-	2,87	0,24	-
Яра Віта Рексолін	2,0	2,93	0,33	0,19	2,97	0,32	0,17	2,95	0,32	0,18
Інтермаг – олійні	2,0	2,88	0,28	0,14	2,91	0,26	0,11	2,90	0,27	0,13

НІР_{0,05}

0,07

Достовірно найвищі рівнозначні показники забезпечили мікродобрива: Інтермаг – олійні (2,0 л/га) – 2,90 т/га і Яра Віта Рексолін (2,0 л/га) – 2,95 т/га.

За роки досліджень урожайність сорту Журавка варіювала від 3,19 т/га (контроль – без позакореневого підживлення мікродобривами) до 3,65 т/га за застосування Яра Віта Рексолін у нормі 2,0 л/га (рис. 5.2, дод. Р). Приріст до контролю складав 0,34 т/га за мікродобрива Оракул мультикомплекс (2,0 л/га), 0,46 т/га – Яра Віта Рексолін (2,0 л/га) і 0,40 т/га – за Інтермаг – олійні (2,0 л/га).

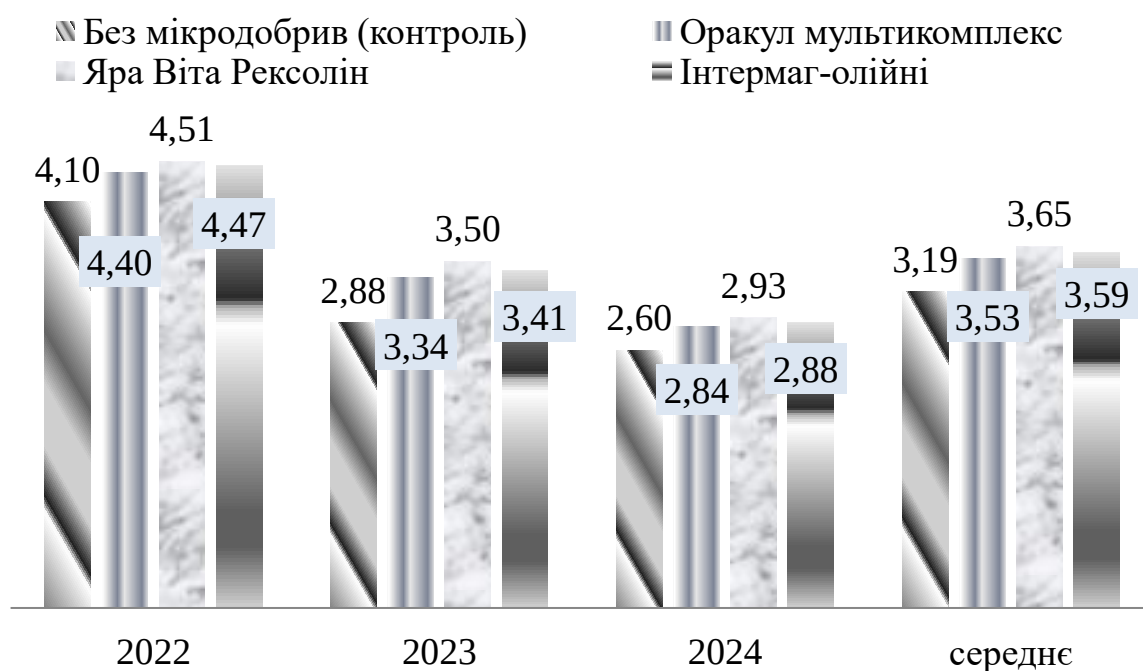


Рис. 5.2 Урожайність насіння сорту Журавка редьки олійної в залежності від позакоренових підживлень мікродобривами (2022–2024 рр.), т/га

Середня за роки досліджень урожайність насіння сорту Факел варіювала від 3,29 т/га (контроль – без позакореневого підживлення мікродобривами) до 3,74 т/га за застосування Яра Віта Рексолін у нормі 2,0 л/га (рис. 5.3). Приріст до контролю складав 0,34 т/га за мікродобрива Оракул мультикомплекс (2,0 л/га), 0,45 т/га – Яра Віта Рексолін (2,0 л/га) і 0,40 т/га – за Інтермаг – олійні (2,0 л/га).

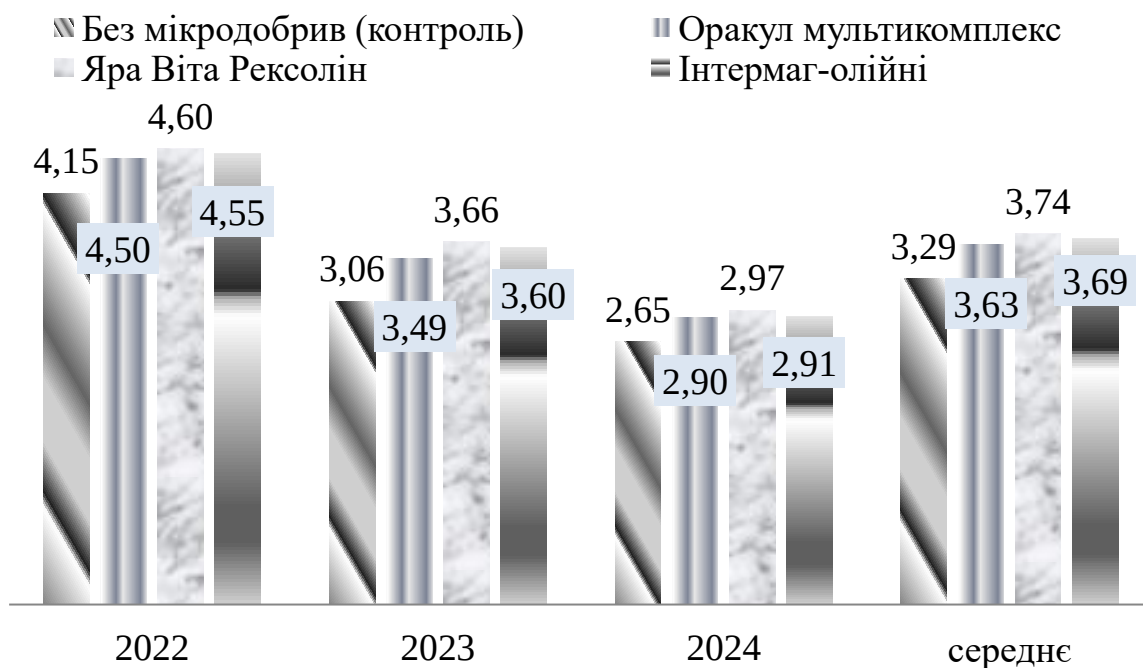


Рис. 5.3 Урожайність насіння сорту Факел редьки олійної в залежності від позакоренових підживлень мікродобривами (2022–2024 рр.), т/га

Дані рисунку 5.4 висвітлюють вплив факторів на урожайність насіння редьки олійної.

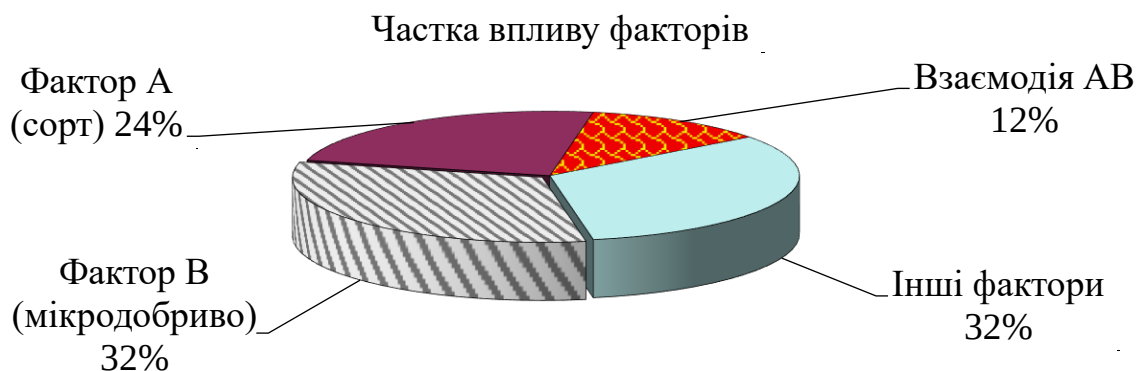


Рис. 5.4 Вплив факторів на урожайність насіння сортів редьки олійної (2022–2024 рр.), %

За статистичною обробкою вплив сорту (А) становив 24 %, мікродобрив (фактор В) – 32 %, їх взаємодія (АВ) – 12, погодних факторів (інші) – 32 %.

5.4 Маса 1000 насінин, енергія проростання та лабораторна схожість зібраного насіння

Розширення посівних площ під редькою олійною вимагає виробництва достатньої кількості високоякісного насіння. Проблему формування посівних якостей насіння різних культур досліджували ряд вчених, проте редьці олійній присвячено недостатню кількість, що потребує подальшого наукового узагальнення.

Під впливом мікродобрив формувалася висока маса 1000 насінин (рис. 5.5, дод. С). Середній її показник у сорту Журавка варіював від 9,13 г на контролі (без мікродобрив) до 9,65 г за позакореневого застосування Яра Віта Рексолін. Незначне зниження даного показника на 0,11 г було на варіанті внесення мікродобрива Інтермаг – олійні (2,0 л/га) і на 0,32 г за внесення Оракул мультикомплекс (2,0 л/га). Найвищу масу 1000 насінин (9,48–10,05 г) сформували рослини редьки олійної у 2022 р., а найнижчу (8,74–9,15 г) – у 2024 р.

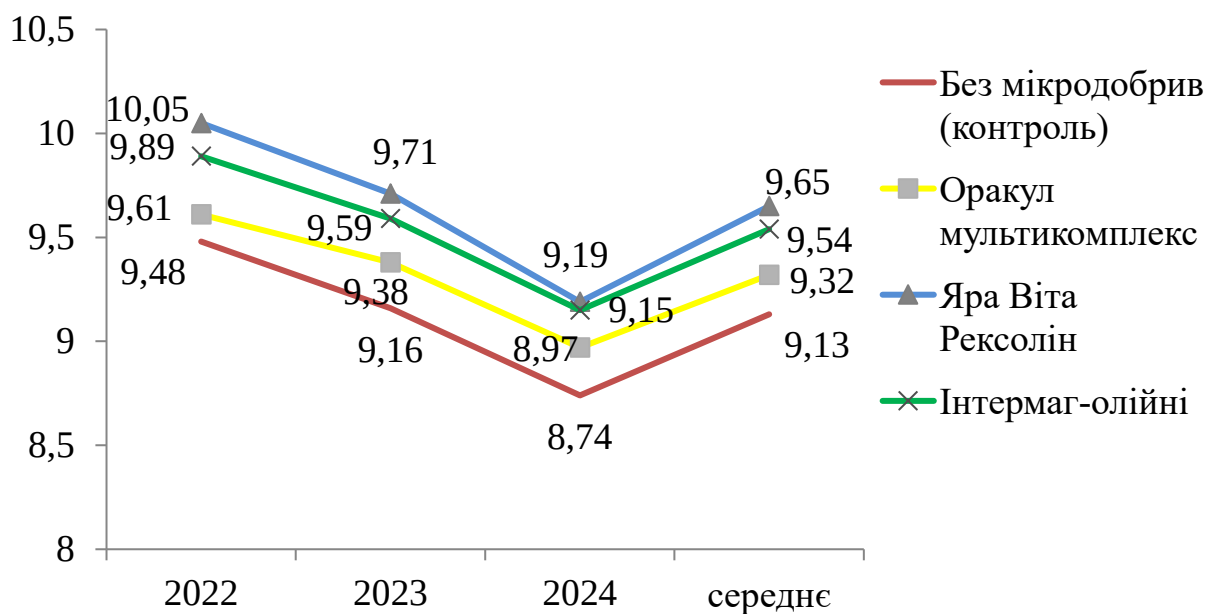


Рис. 5.5 Маса 1000 насінин сорту Журавка редьки олійної залежно від позакорневих підживлень мікродобривами (2022–2024 рр.), г

Аналогічну закономірність спостерігали і на сорті Факел (рис. 5.6). Середній показник на контролі (без мікродобрів) становив 9,24 г і зростав до 9,86 г за позакореневого застосування Яра Віта Рексолін. Підвищення даного показника, відповідно складало 0,19 г за внесення Оракул мультикомплекс (2,0 л/га), на 0,40 г – за Інтермаг – олійні (2,0 л/га) і 0,62 г – Яра Віта Рексолін (2,0 л/га).

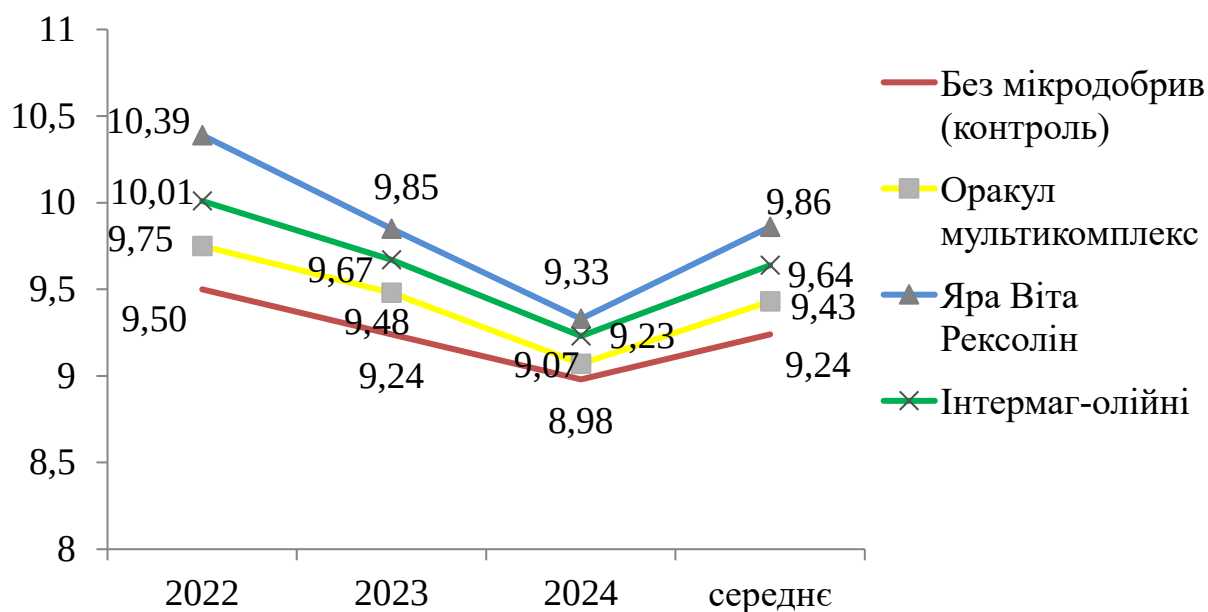


Рис. 5.6 Маса 1000 насінин сорту Журавка редьки олійної залежно від позакорневих підживлень мікродобривами (2022–2024 рр.), г

Найбільший вплив на масу 1000 насінин мали мікродобрива (фактор А) внесено позакоренево – 50 %, сорт (В) – 8, їх взаємодія (АВ) – 17, погодні фактори (залишкове) – 25 % (рис. 5.7).

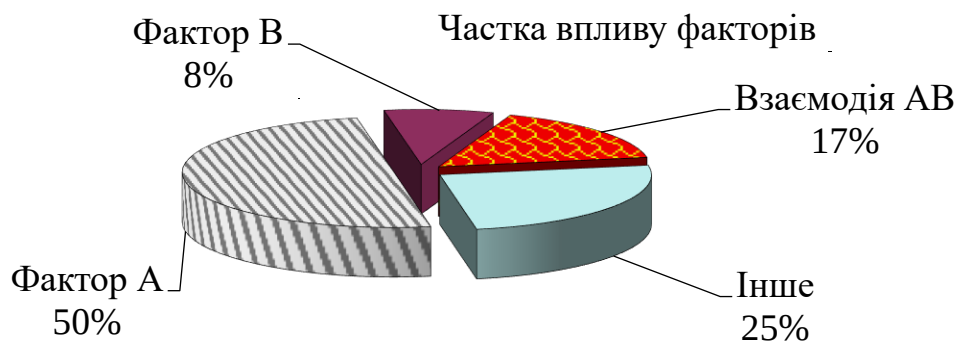


Рис. 5.7 Вплив факторів на масу 1000 насінин сортів редьки олійної (2022–2024 рр.), %

В усі роки досліджень енергія проростання зібраного насіння була високою і становила у 2022 р. – 91,9–92,7 %, в 2023 р. – 90,4–92,3, в 2024 р. – 89,5–90,6 % (рис. 5.8, дод. Т).

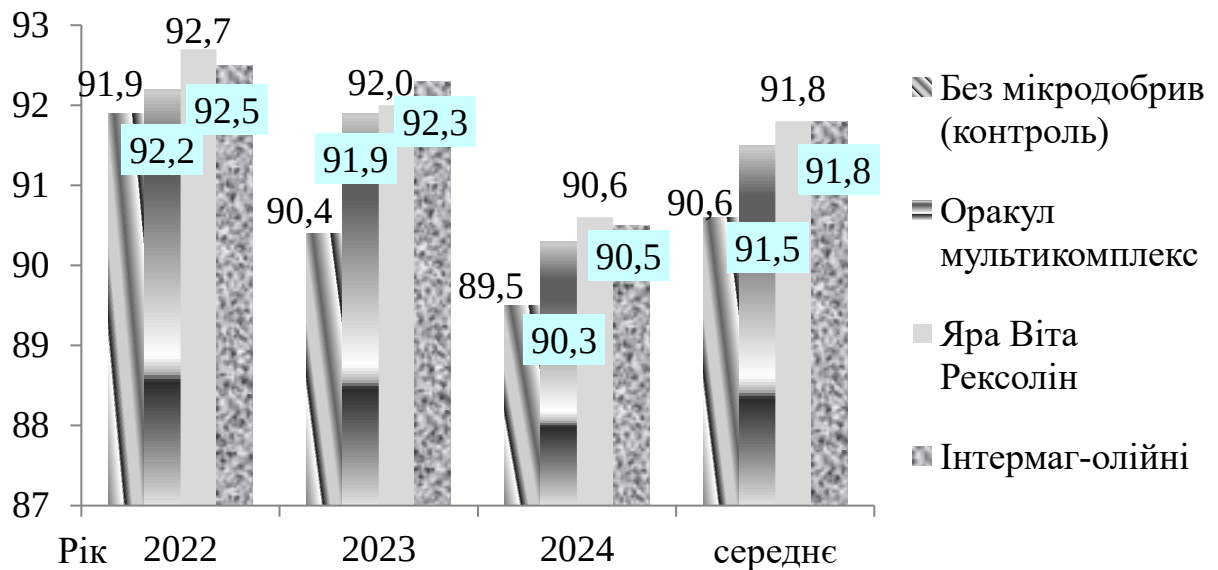


Рис. 5.8 Енергія проростання насіння сортів редьки олійної залежно від позакоренових підживлень мікродобривами (2022–2024 рр.), %

Дані таблиці 5.16 підтверджують, що кореляція (r) між масою 1000 насінин (г) і енергією проростання (%) на варіантах позакоренового застосування мікродобрів була сильною прямою ($r = 0,916–0,990$).

Таблиця 5.16

Кореляція (r) між масою 1000 насінин і енергією проростання редьки олійної залежно від позакоренового застосування мікродобрів (2022–2024 рр.)

Позакореневе підживлення рослин	Норма внесення мікродобрів, л/га	Маса 1000 насінин, г	Енергія проростання, %	r
1	2	3	4	5
Без мікродобрива (контроль)	-	9,18	90,6	0,582
Оракул мультикомплекс	2,0	9,38	91,5	0,972

Продовження таблиці 5.16

1	2	3	4	5
Яра Віта Рексолін	2,0	9,75	91,8	0,990
Інтермаг – олійні	2,0	9,59	91,8	0,916

Високий відсоток енергії проростання забезпечував лабораторну схожість зібраного насіння редьки олійної на рівні: у 2022 р. – 95,2–96,1 %, в 2023 р. – 94,5–96,0, у 2024 р. – 93,8–94,8 % (рис. 5.9, дод. У).

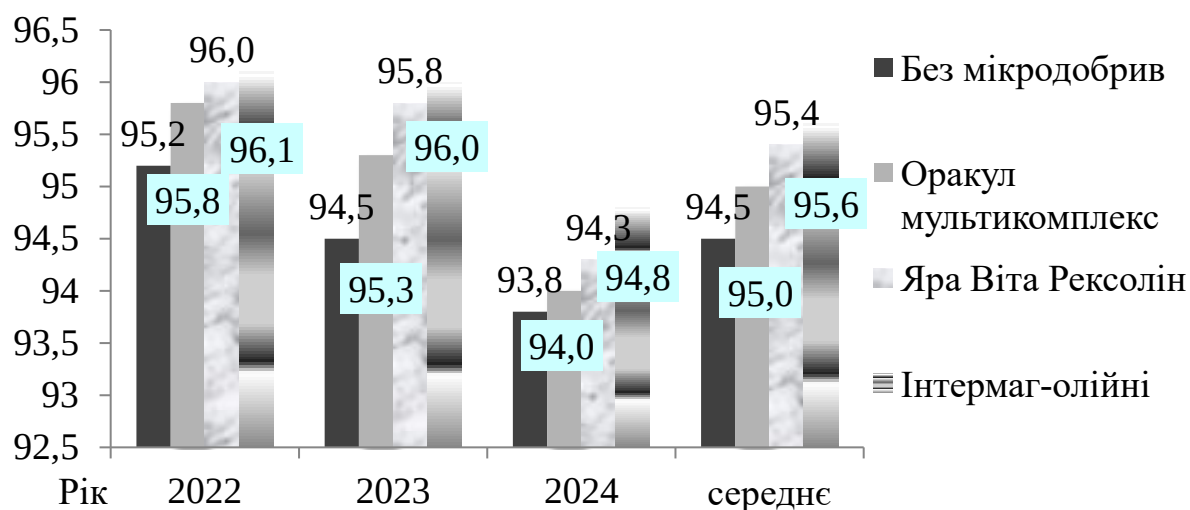


Рис. 5.9 Лабораторна схожість насіння сортів редьки олійної залежно від позакоренових підживлень мікродобривами (2022–2024 рр.), %

Для редьки олійної характерний високий ритм лінійного росту і накопичення надземної маси і характеризується швидким відростанням та високою отавністю, що дозволяє збирати два врожаї зеленої маси. За нашими дослідженнями у 6 стадії росту (цвітіння, ВВСН 65) маса рослини сорту Журавка становила 23,8 г, Факелу – 24,3 г, в т. ч. коренів – 5,4 і 5,9 г, надземної частини – 18,9 і 19,7 г (табл. 5.17). Як сидеральна культура редька олійна формувала велику вегетативну масу – 42,5–42,9 т/га і залишала в ґрунті 12,2–12,9 т/га коренових решток.

**Структура рослин редьки олійної в 6 – основній стадії (цвітіння),
фаза розвитку ВВСН 65 (2022–2024 рр.)**

Показник	Сорт, рік							
	Журавка				Факел			
	2022	2023	2024	серед- не	2022	2023	2024	серед- не
Маса рослини, г	22,2	25,8	23,5	23,8	22,8	26,1	23,9	24,3
у т. ч. коренів	4,7	6,3	5,2	5,4	5,1	6,7	5,9	5,9
у т. ч. вегетативна частина	17,9	20,4	18,5	18,9	18,8	21,0	19,3	19,7
Маса кореневих решток в ґрунті, т/га	11,2	13,4	12,0	12,2	12,1	14,0	12,7	12,9
Маса надземної частини рослин т/га	40,9	44,2	42,3	42,5	41,0	44,9	42,8	42,9

Висновки до розділу 5

1. На сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах Західного Лісостепу з низькою природньою родючістю, застосування мікродобрив по листках рослин редьки олійної було дієвим агрозаходом.

2. Позакореневе підживлення рослин мікродобривами було дієвим впливом на ростові та продуктивні процеси, забезпечуючи їх повною мірою потрібними елементами у критичні фази росту та розвитку. За варіантів їх застосування період дозрівання насіння подовжувався на 2–3 доби.

3. На фоні мінерального живлення мікродобрива: Оракул мультікомплекс, Яра Віта Рексолін, Інтермаг - олійні внесені по листках у фазу цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69) швидко і продуктивно поглиналися рослинами, збільшуючи синтез органічної речовини. За їх застосування площа листової поверхні рослин зростала на 2,3–4,6 тис. м²/га, чиста продуктивність фотосинтезу – на 0,43–0,77 г/м² за добу.

4. Збільшення надходження елементів живлення до рослин через кореневу систему і листя поліпшувало умови для утворення генеративних органів, що забезпечувало високий рівень продуктивності. За мінерального фону – N₃₀P₆₀K₇₀ + N₅₀ (4–6 листків) + N₂₀ (квітконос головного пагона) сорти редьки олійної забезпечили високу врожайність насіння 3,24–3,70 т/га, з приростом від мікродобрив 0,34–0,46 т/га. Різниця за урожайністю насіння між сортами Журавка і Факел була недостовірною і становила 0,09–0,10 т/га.

5. Частка впливу мікродобрив у позакореновому підживленні рослин редьки олійної на урожайність насіння становила 32 %, сорту – 24, їх взаємодія – 12, погодних факторів – 32 %.

6. Під впливом мікродобрив формувалося насіння з вищою на 0,20–0,57 г масою 1000 насінин. Найвищу масу 1000 насінин (9,49–10,22 г) сформували рослини в 2022 р., а найнижчу (8,86–9,26 г) – у 2024 р.

7. Відсоток впливу факторів на масу 1000 насінин становив: мікродобрив – 50, сорту – 8, їх взаємодія – 17, погодних факторів – 25.

8. Посівні якості зібраного насіння редьки олійної в усі роки досліджень були високими: 90,6–91,8 % (енергія проростання), 94,5–95,6 % (лабораторна схожість) з приростом даних показників від мікродобрив – 0,9–1,1 і 0,5–1,1 %.

9. Кореляція між масою 1000 насінин і енергією проростання була прямою сильною ($r = 0,916–0,990$).

10. Редька олійна як сидеральна культура в 6 стадії росту (цвітіння, ВВСН 65) формувала велику вегетативну масу – 42,5–42,9 т/га та залишала в ґрунті 12,2–12,9 т/га корневих решток.

За матеріалами даного розділу автором опубліковано такі наукові праці:

Білоніжка Х. В. Тривалість фаз дозрівання насіння редьки олійної залежно від позакореневого внесення мікродобрих. *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. 223–225.

Білоніжка Х. В. Вплив позакореневого внесення мікродобрих на тривалість фаз дозрівання насіння редьки олійної. *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. 12–14.

Особливості технології вирощування редьки олійної (науково-практичні рекомендації) / І. С. Волощук, О. П. Волощук, К. І. Яцук, В. В. Глива, Ю. В. Воробйова, О. М. Случак, Г. С. Герешко, Х. В. Білоніжко. Оброшине : [Б. в.], 2024. 24 с.

Білоніжка Х. В. Вплив позакореневого застосування мікродобрих на урожайність насіння редьки олійної в Карпатському регіоні. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (1). С. 7–17. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-1

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ

Інноваційні розробки спрямовані на отримання додаткового ефекту від впровадження становлять основу наукових досліджень і є вагомим потенціалом аграрного сектору економіки держави та винагородою виробникам за ризики. Висока вартість матеріально-технічних ресурсів (мінеральних добрив, засобів захисту рослин, дизельного палива тощо) є однією з найактуальніших проблем сільськогосподарського виробництва сьогодні. Тому важливими напрямками наукових досліджень є впровадження нових високопродуктивних сортів, як засобів виробництва, використання насіння високих генерацій для сівби та удосконалення елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур [147, 148].

Найбільш оптимальні з виробничої точки зору варіанти виробничого процесу характеризують економічні показники. Чистий прибуток, що є різницею між грошовою виручкою та витратами на виробництво і реалізацію продукції, вважається основним економічним показником для оцінки прибутковості господарства [149, 150].

6.1 Рентабельність виробництва насіння редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив

Дані таблиці 6.1 вказують, що за високої ціни на насіння редьки олійної – 30,0 тис. грн/т, вартість реалізованого насіння зростала з 37,2 тис. грн на контролі (без добрив) до 100,8 тис. грн за норми внесення $N_{110}P_{90}K_{100}$. Порівняно з контролем (16,1 тис. грн/га) внесення добрив збільшувало суму затрат на вирощування редьки олійної до 34,4 тис. грн/га, однак умовно-чистий прибуток зростав з 21,1 до 66,4 тис. грн/га. Найнижчу собівартість продукції 8,61 тис. грн/т і найвищу рентабельність виробництва насіння – 248,3 % отримали на варіанті найменшої норми внесення мінеральних добрив

N₆₀P₃₀K₃₅. Однак порівняно з контролем (без добрив) усі норми внесення добрив були рентабельними – 61,9–117,2 %.

Таблиця 6.1

**Економічна ефективність виробництва насіння редьки олійної
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	Сума витрат на виращування, тис. грн/га	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Собівартість 1 т продукції, тис. грн	Рентабель- ність	
основне удобрєння	підживлення							%	± до конт- ролю
	ВВСН 14–16	ВВСН 52–53							
Контроль (без добрив)	-	-	1,24	37,2	16,1	21,1	13,0	131,1	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		2,81	84,3	24,2	60,1	8,61	248,3	117,2
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	3,13	93,9	30,3	63,3	9,7	209,0	78,0
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	3,36	100,8	34,4	66,4	10,2	193,0	61,9

Примітка. Вартість 1 т насіння редьки олійної в цінах 2024 р. – 30 тис. грн.

**6.2 Рентабельність виробництва насіння редьки олійної залежно від
передпосівної обробки мікродобривами**

Застосування мікродобрив у передпосівній обробці насіння порівняно з контрольним варіантом збільшувало вартість реалізованої продукції з 99,9 тис. грн до 108,6 тис. грн за суми витрат 34,4–35,5 тис. грн/га (табл. 6.2). Умовно чистий прибуток зростав з 65,5 тис. грн/га до 75,2 тис. грн/га, а собівартість 1 т насіння знижувалася з 10,3 тис. грн до 9,51 тис. грн. Рентабельність на контролі (без передпосівної обробки насіння мікродобривами) становила 190,4 % і зростала на 13,9–2,4 % за їх примінення.

**Економічна ефективність виробництва насіння редьки олійної
залежно від мікродобрив у передпосівній обробці (2022–2024 рр.)**

Передпосівна обробка насіння мікродобрива ми	Урожайність насіння, т/га	Вартість реалізованого насіння, тис. грн.	Сума витрат на виращування, тис. грн/га	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Собівартість 1 т продукції, тис. грн.	Рентабельність	
						%	± до конт- ролю
Контроль (без мікродобрив)	3,33	99,9	34,4	65,5	10,3	190,4	-
Оракул насіння	3,56	106,8	35,1	71,7	9,51	204,3	13,9
ЯраВіта Брасітрел Про	3,69	110,7	35,5	75,2	9,62	211,8	21,4
Вітазим	3,62	108,6	35,3	73,3	9,75	207,6	17,2

6.3 Економічна ефективність застосування мікродобрив у позакореновому підживленні рослин редьки олійної

Позакореневе внесення мікродобрив дозволяло збільшити вартість реалізованої продукції з 97,2 тис. грн на контролі (фон N₁₁₀P₉₀K₁₀₀, без позакоренового підживлення мікродобривами) до 111,0 тис. грн за внесення Яра Віта Рексолін (табл. 6.3). Сума витрат на 1 га становила 34,4–36,3 тис. грн, умовно чистий прибуток 62,8–74,8 тис. грн, собівартість – 9,8–10,6 тис. грн. Рентабельність виробництва насіння на контрольному варіанті становила 182,6 % і вищою на 17,4–24,0 % була за позакоренового застосування мікродобрив. Найвищу рентабельність виробництва насіння редьки олійної забезпечило мікродобриво Яра Віта Рексолін – 206,6 %.

**Економічна ефективність виробництва насіння редьки олійної
залежно від позакореневого застосування мікродобрив (2022–2024 рр.)**

Позакореневе підживлення рослин мікродобривом	Урожайність насіння, т/га	Вартість реалізованого насіння, тис. грн.	Сума витрат на виращування, тис. грн/га	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Собівартість 1 т продукції, тис. грн.	Рентабельність	
						%	± до конт- ролю
Без мікродобрива (контроль)	3,24	97,2	34,4	62,8	10,6	182,6	-
Оракул мультикомплекс	3,58	107,4	35,8	71,6	10,0	200,0	17,4
Яра Віта Рексолін	3,70	111,0	36,2	74,8	9,8	206,6	24,0
Інтермаг – олійні	3,64	109,2	36,3	72,9	10,0	200,8	18,2

6.4 Результати виробничої перевірки досліджуваних агрозаходів

Кращі результати, отримані в результаті досліджень, впроваджено:

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

Наукова розробка «Удосконалена технологія вирощування редьки олійної в умовах Західного Лісостепу України» (завдання «Розробити ефективні агрозаходи вирощування олійних культур в умовах Карпатського регіону», № ДР 0123U105039) включала: сорт Журавка, Факел; норму мінеральних добрив – $N_{30}P_{90}K_{100}$ + підживлення N_{50} у фазах ВВСН 14–16 + N_{30} ВВСН 52–53; передпосівну обробку насіння мікродобривом ЯраВіта Брасітрел

Про (1,0 л/т) у баковій суміші з протруйником Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т); позакореневе внесення мікродобрива Яра Віта Рексолін (2,0 л/га) у фазу цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69).

Економічна ефективність: порівняно з базовою технологією вирощування редьки олійної, за удосконаленої, приріст урожайності становив 0,40 т/га, чистий прибуток був вищим на 12,0 тис. грн/га.

2) ПФ «БОГДАН і К^о» с. Попельники Коломийський район, Івано-Франківська область на площі 5 га (дод. Х). Наукова розробка «Удосконалена технологія вирощування редьки олійної в умовах Західного Лісостепу України» (завдання «Розробити ефективні агрозаходи вирощування олійних культур в умовах Карпатського регіону», № ДР 0123U105039) включала: сорт Журавка, Факел; норму мінеральних добрив – $N_{30}P_{90}K_{100}$ + підживлення N_{50} у фазах ВВСН 14–16 + N_{30} ВВСН 52–53; передпосівну обробку насіння мікродобривом ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) у баковій суміші з протруйником Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т); позакореневе внесення мікродобрива Яра Віта Рексолін (2,0 л/га) у фазу цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69).

Економічна ефективність: порівняно з базовою технологією вирощування редьки олійної, за удосконаленої, приріст урожайності становив 0,35 т/га, чистий прибуток вищий на 10,5 тис. грн/га.

Висновки до розділу 6

1. Із внесенням мінеральних добрив рівень рентабельності виробництва насіння редьки олійної зростає на 61,9–117,2 %. Найвищий показник забезпечила найнижча норма внесення $N_{30}P_{30}K_{35}$ + підживлення N_{30} (в фазі ВВСН 14–16) – 248,3 %.

2. Передпосівна обробка насіння мікродобривом ЯраВіта Брасітрел Про в нормі 1,0 л/т сприяла отриманню рентабельності 211,8 %, що більше на 7,5 % до мікродобрива Оракул насіння (1,0 л/т) і на 4,2 % – до Вітазиму (1,0 л/т).

3. Вплив позакореневого внесення мікродобрих на фоні мінеральних оцінено вищим на 17,4–24,0 % рівнем рентабельності до контролю (без мікродобрих). Найбільш економічно вигідним було застосування мікродобрива Яра Віта Рексолін в нормі 2,0 л/га, за якого рентабельність становила 206,6 %.

За матеріалами даного розділу автором опубліковано такі наукові праці:

Білоніжка Х. В. Ефективність застосування мікродобрих у технології вирощування редьки олійної (*Raphanus sativum d. var. oleifera Metrg.*). *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 74 (2). С. 7–16. DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-1.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено теоретичне узагальнення та нове розв'язання наукового завдання, що стосується обґрунтування процесів формування урожайності та якості насіння сортів редьки олійної під впливом системи живлення рослин, яка включала: норми внесення мінеральних добрив з поетапним підживленням азотом, передпосівну обробку насіння та позакореневе підживлення мікродобривами за різними фазами органогенезу.

1. Встановлено, що висока якість посівного матеріалу, достатні запаси продуктивної вологи шару ґрунту 0–10 см, оптимальна температура повітря в період сівба–сходи сприяли отриманню польової схожості на рівні 94,2–95,2 %. Збільшення фосфорно-калійних добрив за норми $N_{30}P_{90}K_{100}$ забезпечувало достовірне підвищення даного показника на 1,0 %.

2. Мінеральні добрива впливали на тривалість вегетаційного періоду і окремих міжфазних періодів продовжуючи на 3–4 доби період дозрівання насіння сортів. Під їх впливом площа листової поверхні зростала на 11,1–21,5 %, а чиста продуктивність фотосинтезу становила 4,64–5,54 г/м² за добу.

3. Краще живлення рослин сортів редьки олійної, обумовлене внесенням мінеральних добрив, сприяло підвищенню структурних показників рослин, що впливало на продуктивність рослин. За внесення мінеральних добрив вихід кондиційного насіння редьки олійної збільшувався на 12–21 %, прирости урожайності насіння складала 1,57–2,12 т/га. Найвищу врожайність насіння – 3,36 т/га та зеленої маси – 38,3 т/га забезпечила норма внесення $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$ (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53). Різниця за даним показником між сортом Журавка і Факел була недостовірною (0,06 т/га насіння). За такого варіанту маса 1000 насінин становила 9,18 г, енергія проростання – 90,5 %, лабораторна схожість – 94,4 %. Вплив мінеральних добрив (фактор А) на масу 1000 насінин становив 55 %, сорту (В) – 9, їх взаємодія (АВ) – 27, інших факторів – 9 %.

4. Ефективність передпосівної обробки насіння редьки олійної мікродобривами: Оракул насіння, ЯраВіта Брасітрел Про, Вітазим в нормі по 1,0 л/т сумісно з інсектицидною дією протруйником Модесто, 48 % т.к.с. (12,5 л/т) підтверджена зростанням польової схожості висіяного насіння на 1,9–3,4 %, збільшення показників фотосинтезу.

5. На фоні мінерального живлення $N_{30}P_{90}K_{100}$ з підживленням азотними добривами N_{50} (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) та передпосівної обробки насіння мікродобривами показники структури рослин були вищими, що обумовило приріст урожайності – 0,23–0,36 т/га. Урожайність насіння сорту Журавка була в межах 3,29–3,67 т/га і вищою в Факел – 3,36–3,71 т/га. Найбільш ефективним було застосування мікродобрива ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т), яке за врожайністю насіння достовірно переважало Оракул насіння (1,0 л/га) на 0,13 т/га і недостовірно з Вітазим (1,0 л/т) – 0,06 т/га.

6. Оптимальне забезпечення рослин редьки олійної макро- і мікродобривами позитивно впливало на формування показників посівних якостей насіння. За їх застосування маса 1000 насінин була вищою на 0,19–0,35 г, енергія проростання – на 0,6–1,7 %, лабораторна схожість – 0,6–1,2 %. Між масою 1000 насінин та врожайністю кореляція була пряма сильна ($r = 0,943–0,963$).

7. На фоні мінерального живлення рослин мікродобрива: Оракул мультикомплекс, Яра Віта Рексолін, Інтермаг – олійні в нормі по 2,0 л/га внесені позакоренево у фазу цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69) подовжувати на 2–3 доби період дозрівання насіння, підвищували площу листової поверхні на 2,3–4,6 тис. м²/га, чисту продуктивність фотосинтезу – на 0,43–0,63 г/м² за добу.

8. Позакореневе підживлення рослин мікродобривами за мінерального фону $N_{30}P_{60}K_{70}$ + N_{50} (4–6 листків) + N_{20} (квітконос головного пагона) було способом ліквідації дефіциту мікроелементів в досліджуваних сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах і обумовлювало формування високої врожайності насіння – 3,24–3,70 т/га, з приростом від мікродобрив – 0,34–

0,46 т/га. Різниця за продуктивністю між сортами Журавка і Факел становила 0,06–0,16 т/га.

9. Під впливом мікродобрів насіння формувалося з вищою на 0,20–0,57 г масою 1000 насінин, найвищим (9,45–10,22 г) даний показник був у 2022 р., а найнижчим (8,86–9,26 г) – у 2024 р. Маса 1000 насінин забезпечувала вищі на 0,9–1,1 і 0,5–1,1 % показники енергії проростання та лабораторної схожості. Кореляція (r) між масою 1000 насінин (г) і енергією проростання (%) на варіантах позакореневого застосування мікродобрів була сильною прямою ($r = 0,916–0,990$).

10. Сидеральна продуктивність редьки олійної в 6 стадії росту (цвітіння, ВВСН 65) становила 42,5–42,9 т/га вегетативної маси та 12,2–12,9 т/га корневих решток.

11. Найвищу рентабельність виробництва насіння сортів редьки олійної забезпечила норма внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{35}$ + підживлення N_{30} (в фазі ВВСН 14–16) – 248,3 %. За фону живлення рослин $N_{30}P_{90}K_{100}$ з підживленням азотними добривами + N_{50} (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53) найбільш ефективними були: мікродобриво ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) – у передпосівній обробці насіння (211,8 %), та Яра Віта Рексолін (2,0 л/т) – за позакореневого внесення (206,6 %).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання стабільно високої врожайності високоякісного насіння редьки олійної, господарствам різних організаційно–правових форм власності Західного Лісостепу України вирощувати високо продуктивний сорт Факел:

- на сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах застосовувати норму мінеральних добрив – $N_{30}P_{90}K_{100}$ з підживленням N_{50} у фазах (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53);
- передпосівну обробку насіння проводити мікродобривом ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) у баковій суміші з протруйником Модесто, 48 % т.к.с. (12,5 л/т);
- за позакореневого внесення використовувати мікродобриво Яра Віта Рексолін в нормі 2,0 л/т у фазу цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Цицюра Я., Цицюра Т. Редька масличная. Стратегия использования и выращивания. Винница : ООО Нилан ЛТД, 2015. 624 с.
2. Oilseed radish – valuable crop of a wide range use / H. S. Hereshko, I. S. Voloshchuk, O. P. Voloshchuk, V. V. Hlyva, Kh. V. Bilonizhka. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 8–17. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-1
3. Подобєд Л. А. Зверніть увагу на редьку олійну. *Пропозиція*. 2009. № 3. С. 58–60.
4. Рахметов Д. Б. Роль нових культур в фітоенергетиці України. *Науковий вісник НАУ*. 2007. № 116. С. 13–20.
5. Севооборот как биологический прием сохранения почвенного плодородия и повышения продуктивности пашни / Л. М. Козлова и др. *Достижения науки и техники АПК*. 2011. № 01. С. 16–18.
6. Кенгбаев Х. Х. Биологические особенности и продуктивность редьки масличной в предгорной полупустыни. *Аридное кормопроизводство*. Ташкент, 1986. С. 131–133.
7. Серединський С. М., Борщак І. С. Критерії відбору сидеральних культур для Західного Лісостепу. *Агроекологічний журнал*. 2007. № 4. С. 52–56.
8. Редька посівна чорна. Лікарські рослини : енциклопедичний довідник / за ред. А. М. Гродзінського. Київ : Українська енциклопедія імені М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. С. 371–372.
9. Рева М. А., Рева Н. Н. Редька. Дикі їстівні рослини України. Київ : Наук. думка, 1976. С. 18–102.
10. Цицюра Т. В. Особливості формування індивідуальної асиміляційної поверхні рослин сортів редьки олійної залежно від площі їх живлення // Materiały IX Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Naukowa

myśl informacyjnej powieki – 2013». Ekologia. Geografia i geologia. Rolnictwo : Przemysł. Nauka i studia, 2013. Vol. 21. С. 80–85.

11. Редька олійна: сидерат, фураж, медонос. URL: <http://vidpoviday.com/redkaolijna-siderat-furazh-medonos> (дата звернення: 26.08.2021).

12. Лисянський О. Л. Культури на зелене добриво в польовій агроєкосистемі. *Інноваційні технології виробництва рослинницької продукції* : матеріали Всеукр. наук. конф. (м. Умань, 23–24 квітня 2013 р.). Уманський НУС : Редакційно-видавничий відділ, 2013. С. 53.

13. Цицюра Я. Г., Цицюра Т. В. Особливості виробництва біопалива з редьки олійної. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: сільськогосподарські науки*. 2011. Вип. 48. № 8. С. 30–34.

14. Цицюра Я. Г. Гербореґулююча роль редьки олійної у адаптивному землеробстві. *Проблемы и перспективы развития современной науки* : материалы междунар. науч.-практ. интернет-конференции (г. Николаев, 1 июля 2014 г). Миколаїв : МДСДС ИЗЗ НААНУ України, 2014. С. 44.

15. Коханець О. М., Косилович Г. О. Екологічні основи захисту рослин (Біологічний захист рослин) : навчальний посібник. Львів, 2010. 105 с.

16. Цыганов А. Р., Мастеров А. С., Плевко Е. А. Динамика развития яровых крестоцветных культур в зависимости от применения микроудобрений и Экосила. *Почвоведение и агрохимия*. 2017. № 1 (58). С. 177–186.

17. Dorofeev N. V., Bojarkin E. V., Peshkova A. A. Factors Defining Field Germination of Oilseed Radish Seeds. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 2013. Vol. 9, No. 3. P. 159–168.

18. Рахметов Д. Б., Козленко О. М. Фотосинтетична продуктивність перспективних олійних культур у Північному Лісостепу України. *Науковий вісник НАНУ*. 2008. № 121. С. 11–20.

19. Перспективи вирощування та кормова цінність редьки олійної в Правобережному Лісостепу України / Г. П. Квітко та ін. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2010. Вип. 67. С. 29–38.

20. Редька олійна (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.). Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 р. Київ, 2021. С. 417.

21. Радченко М. В. Вплив строків сівби на структуру врожайності редьки олійної в умовах північно-східної України. *Вісник Сумського НАУ: Агрономія і біологія*. Суми. 2007. Вип. 10–11. С. 80–83, 197.

22. Система органічного землеробства агроєколога С. С. Антонця / В. В. Писаренко та ін. Полтава, 2016. 131 с.

23. 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.

24. Жуйков О. Г., Логвіновський А. Я., Тарасов К. В. Кількісно-якісні показники ефективності застосування позакореневого підживлення олійних культур родини Капустяні в агрофітоценозах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2011. Вип. 77. С. 50–54.

25. Лихочвор А. М. Урожайність ярих олійних культур, якість їх олії, економічна ефективність вирощування в умовах Західного Лісостепу. *Научный взгляд в будущее*. 2016. Вып. 4, Т. 9. С. 31–37.

26. Лужецкий М. Г. Масличные культуры в Швеции. *Технические культуры*. 1991. № 1. С. 59–61.

27. Марунова Л. К., Константинова П. Н. Элементы технологии возделывания редьки масличной в чистых и смешанных посевах в Лесостепи Среднего Поволжья. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2018. Vol. 11–2. P. 34–37. DOI: 10.24411/2500-1000-2018-10187

28. Цицюра Я. Потенциал конкурентоспособности редьки масличной к сорнякам в зависимости от технологических параметров формирования ее ценоза. *Știința agricolă*. 2019, nr. 2. P. 16–24. DOI: 10.5281/zenodo.3590244

29. Кривицький К. Н. Мікробіологічні особливості редьки олійної. Київ : ЦРБС АН України, 1986. 16 с.

30. Цицюра Я. Степень полеглости агрофитоценозов редьки масличной в зависимости от параметров его формирования в условиях Правобережной Лесостепи Украины. В: *Сельское хозяйство и лесоводство* : сб. науч. тр. ВНАУ. 2018. Вып. 10. С. 84–97.

31. Цыганов А. Р., Мастеров А. С., Плевко Е. А. Влияние макро- и микроудобрений на эффективность возделывания ярового рапса, редьки масличной и горчицы белой на семена. *Земледелие и защита растений*. 2015. № 4 (101). С. 27–30.

32. Цицюра Я. Г. Роль мікроелементів у системі удобрення редьки олійної у Лісостепу Правобережному України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 3. С. 54–67.

33. Влияние различного использования зеленой массы редьки масличной, соломы, минеральных удобрений на продуктивность звена севооборота на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве / В. В. Лапа и др. *Почвоведение и агрохимия*. 2011. № 1 (46). С. 104–115.

34. Гримак М. І. Кормові капустині культури. Київ: Урожай, 1998. 112 с.

35. Білоніжка Х. В. Розвиток сортів редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив. *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. 12–13.

36. Мазур В. А. Новітні агротехнології у рослинництві. *Вінницький аграрний університет*. Вінниця . Рогалька І. О., 2017. 587 с.

37. Рахметов Д. Б., Козленко О. М. Продуктивність ярих олійних культур в Правобережному Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП*. 2010. Вип. 3 (19). С. 16–25.

38. Сайко В. Ф. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами. Київ . Інститут землеробства НААН, 2011. 76 с.

39. Цицюра Т. В. Особливості формування асиміляційної поверхні у сортів редьки олійної залежно від строків сівби та удобрення в умовах

Лісостепу правобережного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2013. Вип. 4 (74). С. 80–90.

40. Бардін Я. Б. Ріпак: від сівби до переробки. Київ : Світ, 2000, 106 с.

41. Цицюра Я. Оценка экологической стабильности и пластичности сортов редьки масличной разного эколого-географического происхождения в условиях Лесостепи Правобережной Украины. *Știința agricolă*. 2020. Nr. 1. P. 19–27. DOI: 10.5281/zenodo

42. Система збиральних робіт. URL: https://pidru4niki.com/78619/agropromislovist/sistema_zbiralnih_robit (дата звернення: 26.08.2022).

43. Філон В. І. Мікродобрива : довідник. Харків, 2018. 242 с.

44. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України // Мінагрополітики, Центрдержродючість, НААНУ, ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського, НУБіП, 2010. 113 с. URL: http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/07/stan_gruntiv.pdf (дата звернення: 26.08.2022).

45. Система удобрення сільськогосподарських культур у землеробстві початку ХХ століття / За ред. С. А. Балюка, М. М. Мірошніченка. Київ : ТОВ Альфа-стевія ЛТД, 2016. 392 с.

46. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І., Лопушняк В. І. Агрохімія. Луцьк : Надстир'я, 2012. 468 с.

47. Цапар Я. А. Влияние основных агротехнических приёмов на урожай и качество редьки масличной в условиях западной Лесостепи УССР : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук : 06.01.09 «Ростениеводство». Львов, 1991. 19 с.

48. Білоніжка Х. В. Насіннева продуктивність сортів редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив. *Агронаука і практика*. 2024. Вип. 3. Ч. 2. С. 4–10. DOI: 10.32636/agroscience.2024-(3)-2-1

49. Марчук І. У., Розстальний В. М., Макаренко В. Є. Добрива та їх використання: довідник. Київ : Арістей, 2010. 254 с.

50. Дмитренко П. О., Колобова М. Л., Носко Б. С. Довідник по удобренню сільськогосподарських культур / за ред. П. О. Дмитренка. Київ : Урожай, 1987. 208 с.

51. Значення сірки в житті рослин. Варіанти внесення. URL: <https://www.eridon.ua/znachennya-sirki-v-jitti-roslin-varianti-vnesennya> (дата звернення: 15.11.2024 р.).

52. Мікроелементи в ґрунті та їх нестача. URL: <http://divogorod.narod.ru/mikroelementy-v-pochve-i-ix-nedostatok.htm> (дата звернення: 15.11.2024 р.).

53. Цицюра Я. Г. Оцінка ефективності конструювання агрофітоценозів та удобрення редьки олійної на основі модульно-віталітетного методу. *Сільське господарство та лісівництво. Рослинництво, сучасний стан*. 2019. № 14. С. 54–78. DOI: 10.37128/2476626-2019-3-5.

54. Булыгин С. Ю., Демишев Л. Ф., Доронин В. А. Микроэлементы в сельском хозяйстве / под ред. С. Ю. Булыгина. Днепропетровск : Сич, 2007. 100 с.

55. Анісімова Л. М. Роль мікроелементів у живленні сільськогосподарських культур. *Актуальні проблеми та наукові звершення молоді на початку Третього тисячоліття* : збірник матеріалів IV науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів (м. Докучаєвське, Старобільськ, 14 листоп. 2019 р.). Харків : ФОП Бровін О. В., 2019. С. 16–19.

56. Юник А. В., Трифонов І. В. Рекомендації з унесення добрив на підставі практичного досвіду господарств. *Агробізнес Сьогодні*. грудня 2020. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19860-rekomendatsii-z-unesennia-dobryv-na-pidstavi-praktychnoho-dosvidu-hospodarstv.html> (дата звернення: 18.12.2023).

57. Богдан М. М. Взгляд на проблему: исследование роли макро- и микроэлементов в метаболизме растительных организмов. Исследования в

области естественных наук. 2012. № 8 [Электронный ресурс]. URL: <http://science.snauka.ru/2012/08/1020> (дата звернення: 18.12.2023).

58. Бикін А. В., Бикіна Н. М., Бордюжа Н. П. Ефективність позакоренових підживлень сільськогосподарських культур мікроелементовмісними добривами. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія*. 2012. № 176. С. 154–159.

59. Санін Ю. В., Санін В. А., Санін О. Ю. Особливості позакоренового підживлення с.-г. культур мікроелементами. *Агроном*. 2016. URL: <https://www.agronom.com.ua/osoblyvosti-pozakorenevogopidzhyvlennya-s-g-kultur-mikroelementamy/> (дата звернення: 18.12.2023).

60. Рудакова Э. В., Каракис К. Д., Сидоркина Т. Н. Микроэлементы – поступление, транспорт и физиологические функции в растениях. Киев : Наукова думка, 1987. 184 с.

61. Білоніжка Х. В. Ефективність застосування мікродобрив у технології вирощування редьки олійної (*Raphanus sativum d. var. oleifera Metrg.*). *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 74 (2). С. 7–16. DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-1

62. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. Київ : Аграрна освіта, 2001. 357 с.

63. Казаков Є. О. Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин. Київ : Фітосоціоцентр, 2000. 272 с.

64. Гуляєва Г. Б., Богдан М. М. Вплив обробки фізіологічно активними речовинами і елементами живлення на показники активності антиоксидантної системи. *Наукові, прикладні та освітні аспекти фізіології, генетики, біотехнології рослин і мікроорганізмів* : матеріали XII конф. молодих вчених. (м. Київ, 15–16 листоп., 2012 р.). Київ, 2012. С. 49–51.

65. Конопля М. І., Москова Т. М. Мінеральне живлення та іонний гомеостаз рослин. Луганськ : Альма-матер, 2001. 135 с.

66. Карасюк І. М., Хомчак М. Ю., Хомчак О. М. Вивчення способів застосування мікроелементів у рослинництві в умовах Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського ДАУ. Агрономія*. 2005. Вип. 61. Ч. 1. С. 55–63.

67. Логінова І. В., Білера Н. М. Ефективність різних форм і способів внесення мікроелементів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Агрономія*. 2014. Вип. 195 (1). С. 71–78.

68. The productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank forest-steppe Ukraine / V. Mazur et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10(1). P. 101–105. DOI: 10.15421/2020_16

69. Lukangila M. A. B. Response of Weeds and Crops to Fertilization Alone or in Combination with Herbicides. *American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology*. 2016. Vol. 6(1). P. 1–7. DOI: 10.3923/ajpnft.2016.1.7.

70. Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops / N. Telekalo et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9(1). P. 169–175.

71. Адамчук-Чала Н. І., Яценко В. О., Іутинська Г. О. Вплив інокуляції *Bradyrhizobium japonicum* УКМ В6035 на мікроструктуру ризосферного ценозу і фотосинтетичний апарат сої. *Мікробіологічний журнал*. НАН України, ІМІВ ім. Д. К. Забалотного, НУБІПУ. Київ : Наук. думка, 2014. Т. 76, № 1. С. 9–15.

72. Григоренко С. В. Біометричні показники сортів сої залежно від застосування добрива, регуляторів росту та вологоутримувача [Електронний ресурс]. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15, № 2. С. 143–154. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2019_15_2_7 (дата звернення: 25.08.2023).

73. Батарчук А. И., Тимошенко Г. А., Васильева Н. П. Селекция и семеноводство редьки масличной. *Селекция и семеноводство*. 1990. № 69. С. 106–109.

74. Міхеев В. Г. Вплив регуляторів росту й інокуляції насіння на продуктивність фотосинтезу посівів сої. *Вісник ЦНЗ АПВ*. 2012. Вип. 13. С. 172–179.

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

76. Циганський В. І., Циганська О. І. Вплив мінеральних добрив та способів використання комплексу мікроелементів на висоту рослин сої. *Збірник наукових праць ВНАУ «Сільське господарство та лісівництво»*. 2019. № 15. С. 83–93.

77. Покопцева Л. А., Іванченко О. А. (Єременко О. А.) Використання методу багатокритеріальної оптимізації для обґрунтування оптимального варіанту передпосівної обробки насіння соняшнику антиоксидантним препаратом дистинол. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2011. № 4. С. 163–169.

78. Покопцева Л. А., Єременко О. А., Булгаков Д. В. Використання регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння соняшнику гібриду Армада. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. С. 127–136.

79. Єременко О. А. Продуктивність соняшнику залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння за умов недостатнього зволоження. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 3. С. 25–30.

80. Єременко О. А., Мойсеєнко С. Вплив передпосівної обробки насіння соняшнику регулятором росту рослин АКМ на якість насінневої продукції. *Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства* : тези доповіді Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Тернопіль, 24–25 березня 2016 р.). Тернопіль, 2016. Ч. 2. С. 15–17.

81. Використання органічних добрив: економічно-екологічні аспекти / В. І. Мельник та ін. *Науковий журнал «Інженерія природокористування»*. 2020. № 3 (17). С. 29–34.

82. Взаємодія мікроелементів: біологічний, медичний і соціальний аспекти / І. М. Трахтенберг та ін. *Вісник НАН України*. 2013. № 3. С. 11–20.

83. Цицюра Т. В. Редька олійна як компонент екологічно безпечних технологій та екологічної реабілітації порушених земель. Рациональне використання екосистем: боротьба з опустелюванням і посухою : матеріали міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. Миколаїв : Миколаївська ДСДСІЗЗ, 2013. С. 21–24.

84. 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. V. 9. Issue 9. Ver. 1. P. 59–64. DOI: 10.9790/2380-0909015964

85. Єременко О. А. Вплив обробки рослин соняшнику регуляторами росту на посівні якості насіння при його зберіганні. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2016. № 2 (56). Т. 1. С. 126–136.

86. Лазеба О. В. Позакореневе підживлення комплексними мікродобривами як засіб підвищення врожаю гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) в умовах Лівобережної частини Лісостепу України. *Зрошуване землеробство*. Збірник наукових праць. 2019. Вип. 71. С. 81–86.

87. Шовкова О. В. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від строків сівби та способів застосування мікродобрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 2. С. 156–161.

88. Didur I. M. The influence of seed treatment and extra-root nutrition on the formation of the productivity of soybean plants in the conditions of the right-bank Forest Steppe of Ukraine. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*. 2023. Vol. 51. No. 1. P. 37–43. DOI: <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.5>

89. Домарацький Є. О., Добровольський А. В. Вплив позакоренових підживлень комплексними багатофункціональними препаратами на кількісний рівень та якісний склад хлорофілового комплексу в рослинах соняшнику. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 1. С. 142–151.

90. Санін Ю. В. Листове підживлення мікродобривами Біфоліар – високорентабельний елемент технології вирощування соняшнику. *Агроном*. 2016. № 2. С. 286–287.

91. Шакалій С. М. Формування врожайності та якості насіння соняшнику залежно від позакоренового підживлення. *Зернові культури*. 2017. Т. 1. № 1. С. 69–74.

92. Максін В. І. Мікродобрива в рослинництві: форми, види та особливості застосування. *Агроном*. травень, 2021. URL: <https://www.agronom.com.ua/mikrodobryva-v-roslynnytstvi-vchora-sogodni-zavtra/> (дата звернення 10.09.2023).

93. Харченко О. В., Прасол В. І. Ільченко О. В. Агроекономічне та екологічне обґрунтування рівня живлення сільськогосподарських культур: Навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2011. 126 с.

94. Енергетичні засади ефективного використання ресурсів у сільському господарстві / П. І. Бойко, Н. П. Коваленко, В. В. Гангур, О. Є. Корецький. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2010. № 3. С. 14–18.

95. Роль мікроелементів. URL: <https://jiva-npk.com.ua/elements> (дата звернення: 10.09.2023).

96. 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.

97. Горова А. І., Орлов Д. С., Щербенко О. В. Гумінові речовини. Київ : Наукова думка, 1995. С. 201–210

98. Попов В. П. Гумінові добрива. Теорія та практика їх застосування. Київ : Держвидавництво сільськогосподарської літератури, 1962. 649 с.
99. Цицюра Я. Г. Особливості формування сходів редьки олійної за зміни глибини сівби в умовах Лісостепу Правобережного України. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 82. С. 170–179.
100. Радченко М. В. Насіннєва продуктивність редьки олійної залежно від умов мінерального живлення. *Збірник Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва : Селекція і насінництво*. Харків. 2008. Вип. 95. С. 210–214.
101. Важливість макро- та мікроелементів для розвитку рослин. Український науково-практичний центр «Інститут живлення рослин». URL: <https://superagronom.com/blog/418-vajlivist-makro--ta-mikroelementiv-dlya-rozvitku-roslin> (дата звернення: 20.12.2023).
102. Мікроелементи і стійкість рослин до несприятливих умов середовища. URL: <http://rostok-ua.com/korysno/statti/53-mikroelementy-istiikist-roslyn-do-nespriyatlyvykh-umov-seredovyshcha.html> (дата звернення: 15.11.2024).
103. Агротехнологічні основи вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу України : монографія / І. С. Волощук та ін. Львів : Сполом, 2017. 212 с.
104. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Венедіктов О. М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві : навчальний посібник. Вінниця, 2011. 482 с.
105. Утеуш Ю. А. Екологія нових кормових інтродуцентів в умовах Лісостепу України. Київ. 1998. 318 с.
106. Лихочвор В. В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів : НВФ Українські технології, 2008. 312.с.
107. Фізіологія рослин : навчальний посібник / С. В. Прилуцька та ін. Київ : НУБІП України, 2023. 224 с.
108. Хацевич О. М., Джус Р. Р. Мінеральні добрива: класифікація, властивості, застосування (Навчально-методичний посібник) : Факультет

природничих наук; Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. Івано-Франківськ, 2018. 80 с.

109. Мельничук Д., Хофман Дж., Городній М. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / за ред. Д. Мельничука, Дж. Хофман, М. Городнього. Київ : Арістей, 2004. 488 с.

110. Рахметов Д. Б., Козленко О. М. Продуктивність ярих олійних культур в Правобережному Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП*. 2010. Вип. 3 (19). С. 16-25.

111. Дегодюк У. Г., Булигіна С. Ю. Культура сидерації. Київ : Аграрна наука, 2013. 80 с.

112. Лихочвор В. В. Використання рослин на зелене добриво. *Пропозиція нова*. 2012. С. 4–9.

113. Михалевич О. Ф. Ефективність сидеральних культур у боротьбі з бур'янами. *Агротехнології для сталого виробництва конкурентоспроможної продукції* : матеріали науково-практичної конференції молодих учених і спеціалістів (сmt. Чабани, 26–28 листопада 2012 р.). Чабани. 2012. С. 7–8.

114. Чернілевський М. С. Зелене добриво – важливий захід підвищення родючості ґрунту та урожайності культур в умовах біологізації землеробства. Житомир. 2003. 124 с.

115. Дмитренко В. П. Погода, клімат і урожай польових культур. Київ : НікаЦентр, 2010. 618 с.

116. 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.

117. 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.

118. Петерсон Н. В., Черномирдіна Т. О., Куриляк Є. К. Практикум з фізіології рослин / за ред. Н. В. Петерсон. Київ : Вид-во УСГА, 1993. С. 76–80.

119. ДСТУ ISO 4138: 2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Видання офіційне. [Чинний від 2002-12-28]. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 148 с.
120. Методика польового досліджу (Зрошуване землеробство) : [навчальний посібник] / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон, 2014. 448 с.
121. Наумов О. Б. Визначення економічної ефективності виробництва за узагальнюючими показниками. *Економіка АПК*. 2000. № 5. С. 39–42.
122. Опис та характеристика рослини редька олійна. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/redka-oliyna> (дата звернення: 20.12.2023).
123. Рахметов Д. Б., Козленко О. М. Продуктивність ярих олійних культур в Правобережному Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП*. 2010. Вип. 3 (19). С. 16–25.
124. Цицюра Т. В. Урожайність та якість насіння сортів редьки олійної залежно від технологічних прийомів вирощування в Лісостепу правобережного. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2012. Вип. 79. С. 90–98.
125. Цицюра Т. В. Кормова продуктивність сортів редьки олійної залежно від технологічних прийомів вирощування в Лісостепу правобережного. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України*. Київ, 2013. Вип. 17. Т. 1. С. 346–351.
126. Formation of sowing qualities of oil radish seeds depending on the nutrition system in the Western Forest-Steppe / O. Voloshchuk et al. *Scientific Horizons*. 2025. Vol. 28, no. 2. 55-62. DOI: 10.48077/scihor2.2025.55.
127. Польова схожість насіння сортів сої залежно від строків сівби за температурним режимом ґрунту / І. С. Поліщук та ін. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 11. С. 36–43.
128. Білоніжка Х. В. Тривалість фаз дозрівання насіння редьки олійної залежно від позакореневого внесення мікродобрив. *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. 223–225.

129. Білоніжка Х. В. Вплив позакореневого внесення мікродобрив на тривалість фаз дозрівання насіння редьки олійної. *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. 12–14.

130. 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.

131. Драбик В. Ф. Площа листкової поверхні й чиста продуктивність фотосинтезу кормових культур післязнівного вирощування. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2011. 162. Ч. 2. С. 56–61.

132. Ткаліч І. Д., Дідик М. З., Коваленко О.О. Вплив строків сівби та густоти стояння рослин на фотосинтетичну діяльність гібридів соняшнику. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2005. № 26–27. С. 51–55

133. Цицюра Т. В. Формування та продуктивність асиміляційної поверхні посівів редьки олійної залежно від норм висіву, способу сівби і удобрення в Лісостепу правобережному. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 75. С. 121–129.

134. Формування фотосинтетичного потенціалу у сортів ріпаку озимого залежно від строків сівби та норми висіву / Ю. О. Лавриненко та ін. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 75–80.

135. Базылев Э. Я. Цветение, семенная продуктивность и морфологическое разнообразие редьки масличной. *Новые силосные растения*. Киев, Наукова думка, 1973. С. 13–14.
136. Екофізіологічні особливості та продуктивність ріпаку / Б. І. Гуляєв, В. В. Рогач, В. Г. Кур'ята, Д. А. Кірізій. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2008. Т. 40, № 2. С. 101–109.
137. Білоніжка Х. В. Вплив позакореневого застосування мікродобрив на урожайність насіння редьки олійної в Карпатському регіоні. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (1). С. 7–17. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-1
138. Видрін Ю. В., Архипенко Ф. М. Редька олійна в післяжнивних посівах: обробіток ґрунту, удобрення, зрошення. *Вісник сільськогосподарської науки*. 1986. № 12. С. 35–39.
139. Цицюра Т. В. Кормова продуктивність сортів редьки олійної залежно від строків сівби та удобрення в умовах Лісостепу правобережного. *Агропромислове виробництво Полісся*. Житомир, 2012. С. 63–66.
140. Особливості технології вирощування редьки олійної (науково-практичні рекомендації) / І. С. Волощук та ін. *Оброшине* : [Б. в.], 2024. 24 с.
141. Гаврилюк М. М. Насінництво і насіннєзнавство польових культур. Київ : Аграрна наука, 2017. 216 с.
142. Hasanuzzaman M., Nahar K., Alam M. Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. *International Journal of Molecular Science*. 2013. Vol. 14. P. 9643–9684.
143. Effects of heat acclimation pretreatment on changes of membrane lipid peroxidation, antioxidant metabolites and ultrastructure of chloroplasts in two cool-season turfgrass species under heat stress / S. Xu et al. *Environ. Exp. Bot.* 2006. Vol. 56. P. 274–285.
144. Цицюра Я. Г. Життєздатність насіння редьки олійної та її складові методами лабораторного оцінювання. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*. 2019. №. 12. С. 53–68.

145. Білоніжка Х. В. Посівні якості насіння редьки олійної залежно від системи живлення рослин. *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. 10–11.

146. Распутенко А. О. Посівні якості насіння ріпаку озимого залежно від строків, способів сівби й норм висіву насіння. *Сучасні напрями селекції, технології вирощування та переробки олійних культур* : тези міжнар. наук. інтернет-конф., 16 листопада 2017 р. Запоріжжя, 2017. С. 138–139.

147. Карамушка О. М., Мороз С. І. Аналіз виробництва зернових та олійних культур в Україні. *Ефективна економіка*. 2018. № 10. DOI: 10.32702/2307-2105-2018.10.41 URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6592> (дата звернення: 20.07.2024).

148. Рудік Н. М. Особливості формування та перспективи розвитку ринку олійно-жирової продукції. *Агросвіт*. 2019. № 24. С. 59—65. DOI: 10.32702/2306-6792.2019.24.59

149. Орленко О. М. Диверсифікація діяльності підприємства як умова зростання продуктивності праці на олійно-жирових підприємствах. *Науковий вісник міжнародного гуманітарного університету : збірник наукових праць. Серія: Економіка і менеджмент*. 2017. Вип. 23. Ч. 1. С. 116–120.

150. Beskupska O. Export duty influence on oil and fat industry of Ukraine. *Sciences of Europe*. 2018. No 24 (3). P. 21–23. URL: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/export-duty-influence-on-oil-and-fat-industry-of-ukraine.pdf> (дата звернення: 20.07.2024).

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- нє	I	II	III	серед- нє
Температура повітря, °С	-0,8	1,4	7,1	2,6	5,2	5,5	8,9	6,5
Середньобагаторічний показник, °С	-1,7	0,1	3,1	0,5	6,1	7,0	9,0	7,4
Відхилення, °С	-0,9	1,5	4,0	2,1	0,9	1,5	0,1	0,9
Кількість опадів, мм	2,7	–	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			
	I	II	III	серед- нє	I	II	III	серед- нє
	I	II	III	серед- нє	I	II	III	серед- нє
Температура повітря, °С	13,1	14,6	14,1	13,9	19,1	18,4	21,5	19,7
Середньобагаторічний показник, °С	11,5	13,4	13,7	12,9	15,6	16,0	17,2	16,3
Відхилення, °С	1,6	1,2	0,4	1,0		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							
	I	II	III	серед- нє	I	II	III	серед- нє
	I	II	III	серед- нє	I	II	III	серед- нє
Температура повітря, °С	19,9	17,3	21,3	19,5				
Середньобагаторічний показник, °С	16,7	18,2	17,5	17,5				
Відхилення, °С	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- не	I	II	III	серед- не
Температура повітря, °С	2,5	5,0	7,1	4,9	3,9	9,8	10,1	7,9
Середньобогаторічний 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
Середньобогаторічний 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
Середньобогаторічний 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
Середньобогаторічний показник, мм	24	30	31	85	30	30	33	93
Відхилення, мм	17,9	-17,2	-27,8	-64,1	-22,3	17,0	17,6	13,3
	липень							
Температура повітря, °С	20,5	20,7	18,9	20,0				
Середньобогаторічний 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				
Середньобогаторічний 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, °С	5,0	3,5	8,7	5,7	14,4	10,4	10,3	11,7
Середньобагаторічний показник, °С	-1,7	0,1	3,1	0,5	6,1	7,0	9,0	7,4
Відхилення, °С	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, °С	15,5	13,7	18,7	16,0	19,0	18,3	22,1	19,8
Середньобагаторічний показник, °С	11,5	13,4	13,7	12,9	15,6	16,0	17,2	16,3
Відхилення, °С	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, °С	20,9	24,2	19,8	21,6				
Середньобагаторічний показник, °С	16,7	18,2	17,5	17,5				
Відхилення, °С	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 сортів редьки олійної
залежно від системи живлення рослин (2022–2024 рр.), %

Основне удобрення	Рік			Середнє	± до контролю
	2022	2023	2024		
Без добрив (контроль)	91,9	94,2	94,3	93,5	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	92,6	94,9	95,0	94,2	0,7
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	92,7	95,1	96,2	94,7	1,2
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	92,8	95,2	95,9	94,6	1,1
НІР _{0,05}	1,5	1,0	0,8		

Додаток В

Площа листкової поверхні сортів редьки олійної
залежно від системи живлення рослин (2022–2024 рр.), тис. м²/га

Основне удобрення	Підживлення		Сорт							
	4–6 листіків	квітконос головного пагона	Журавка				Факел			
			2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє
Без добрих (конт- роль)	-	-	31,5	33,6	29,8	31,6	29,7	33,2	28,0	30,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (BBCH 14–16)	-	37,6	38,1	31,2	35,6	35,2	38,3	30,4	34,6
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (BBCH 14–16)	N ₂₀ (BBCH 52–53)	38,7	39,6	32,6	37,0	36,2	39,8	31,7	35,9
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 52–53)	39,9	40,9	35,2	38,7	38,6	40,8	34,5	38,0
НІР _{0,05}			0,9	0,8	0,7		1,0	0,9	0,8	

Додаток Г

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної залежно від системи живлення рослин у фазу цвітіння (2022–2024 рр.), г/м² за добу

Основне удобрення	Підживлення		Рік			Середнє	± до контролю	
	4–6 листіків	квітконос головного пагона	2022	2023	2024		г/м ² за добу	%
Без добрив (контроль)	-	-	3,45	3,96	3,48	3,63	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (BBCH 14–16)	-	4,89	5,14	3,90	4,64	1,01	27,8
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (BBCH 14–16)	N ₂₀ (BBCH 52–53)	5,46	5,97	4,32	5,25	1,62	44,6
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 52–53)	5,52	6,13	4,98	5,54	1,91	52,6
НІР _{0,05}			0,10	0,12	0,11			

Додаток Д

Урожайність насіння сортів редьки олійної залежно від норм внесення
мінеральних добрив (2022–2024 рр.), т/га

Основне удобрення	Підживлення		Сорт							
	4–6 листіків	квітконос головного пагона	Журавка				Факел			
			2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє
Без добрив (контроль)	-	-	1,39	1,16	1,03	1,21	1,52	1,23	1,11	1,29
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (BBCH 14–16)	-	3,89	2,41	1,85	2,72	3,96	2,52	1,97	2,82
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (BBCH 14–16)	N ₂₀ (BBCH 52–53)	4,06	2,89	2,24	3,06	4,18	3,06	2,33	3,19
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 52–53)	4,15	3,26	2,59	3,33	4,21	3,31	2,65	3,39
НІР _{0,05}			0,09	0,10	0,08		0,10	0,12	0,09	

Додаток Е

Урожайність зеленої маси редьки олійної залежно від норм внесення
мінеральних добрив (2022–2024 рр.), т/га

Норма внесення мінеральних добрив, д. р./га			Рік			Середнє	± до контролю	
основне удобрєння	підживлення		2022	2023	2024			
	ВВСН 14–16 (4–6 листіків)	ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона)						
Без добрив (контроль)	-	-	31,6	30,1	29,8	30,5	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		39,7	38,6	37,9	38,7	8,2	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	44,2	42,5	40,7	42,5	12,0	3,8
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	49,0	48,4	47,6	48,3	17,8	9,6
НІР _{0,05}			3,0	3,1	2,5			

Додаток Ж

Маса 1000 насінин сортів редьки олійної залежно від норм внесення
мінеральних добрив (2022–2024 рр.), г

Основне удобрення	Підживлення		Сорт							
	4–6 листіків	квітконос головного пагона	Журавка				Факел			
			2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє
Без добрив (контроль)	-	-	6,71	6,14	5,48	6,11	6,81	6,22	5,60	6,88
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀ (BBCH 14–16)	-	8,50	8,20	8,12	8,27	8,62	8,30	8,20	8,37
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀ (BBCH 14–16)	N ₂₀ (BBCH 52–53)	8,84	8,41	8,33	8,53	8,90	8,63	8,45	8,66
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ (BBCH 14–16)	N ₃₀ (BBCH 52–53)	9,40	9,17	8,74	9,10	9,56	9,21	8,98	9,25
НІР _{0,05}			0,20	0,16	0,14		0,21	0,18	0,15	

Додаток И.1

Середній показник енергії проростання насіння сортів редьки олійної
залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 рр.), %

Норма внесення мінеральних добрив, д. р. /га			Рік			Середнє	± до контролю	
основне удобрєння	підживлення		2022	2023	2024			
	ВВСН 14–16 (4–6 листіків)	ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона)						
Без добрив (контроль)	-	-	85,3	83,9	82,7	84,0	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		89,9	86,4	85,3	87,2	3,2	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	90,5	89,6	88,7	89,6	5,6	2,4
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	91,7	90,5	89,3	90,5	6,5	3,3
НІР _{0,05}			0,5	0,8	0,7			

Додаток И.2

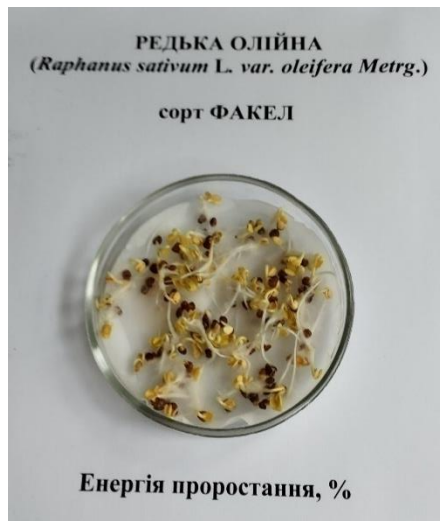
Середній показник лабораторної схожості насіння сортів редьки олійної
залежно від норм внесення мінеральних добрив (2022–2024 рр.), %

Норма внесення мінеральних добрив, д. р. /га			Рік			Середнє	± до контролю	
основне удобрення	підживлення		2022	2023	2024			
	ВВСН 14–16 (4–6 листків)	ВВСН 52–53 (квітконос головного пагона)						
Без добрив (контроль)	-	-	92,8	92,4	92,0	92,4	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	N ₃₀		94,3	93,5	92,9	93,6	1,2	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	N ₄₀	N ₂₀	94,9	94,0	93,1	94,0	1,6	0,4
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀	N ₃₀	95,1	94,4	93,7	94,4	2,0	0,8
НІР _{0,05}			0,8	0,6	0,5			

Додаток И.3

Визначення енергії проростання та лабораторної схожості насіння редьки олійної у сертифікованій лабораторії агрохімії та аналітичних досліджень

Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН



Додаток К

Польова схожість насіння сортів редьки олійної залежно від передпосівної
обробки насіння мікродобривами (2022–2024 рр.), %

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Рік			Середнє	± до контролю
		2022	2023	2024		
Без мікродобрива (контроль)	-	90,8	92,6	96,0	93,1	-
Оракул насіння	1,0	93,4	94,5	97,1	95,0	1,9
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	94,6	95,6	98,3	96,2	3,1
Вітазим	1,0	93,8	94,8	97,8	95,5	2,4
НІР _{0,05}		1,0	0,8	0,4		

Додаток Л

Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на урожайність
насіння сортів редьки олійної (2022–2024 рр.), т/га

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Сорт							
		Журавка				Факел			
		2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє
Без мікродобрива (контроль)	-	4,10	2,90	2,87	3,29	4,15	3,10	2,82	3,36
Оракул насіння	1,0	4,25	3,12	3,17	3,51	4,33	3,35	3,10	3,59
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	4,36	3,33	3,32	3,67	4,45	3,46	3,22	3,71
Вітазим	1,0	4,31	3,20	3,23	3,58	4,38	3,44	3,12	3,65
НІР _{0,05}		0,05	0,04	0,09		0,05	0,06	0,10	

Додаток М

Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на енергію
проростання насіння сортів редьки олійної (2022–2024 рр.), %

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Рік			Середнє	± до контролю	
		2022	2023	2024			
Без мікродобрива (контроль)	—	91,8	90,6	89,5	90,6	-	-
Оракул насіння	1,0	92,5	91,0	90,2	91,2	0,6	-
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	93,7	91,8	91,4	92,3	1,7	1,1
Вітазим	1,0	93,5	91,4	91,3	92,1	1,5	0,9
НІР _{0,05}		0,5	0,3	0,4			

Додаток Н

Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами
на лабораторну схожість сортів редьки олійної (2022–2024 рр.), %

Передпосівна обробка насіння мікродобривом	Норма внесення, л/т	Рік			Середнє	± до контролю	
		2022	2023	2024			
Без мікродобрива (контроль)	—	95,2	94,5	93,8	94,5	-	-
Оракул насіння	1,0	95,9	95,3	94,0	95,1	0,6	-
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	96,8	95,9	94,3	95,7	1,2	0,6
Вітазим	1,0	96,2	95,5	94,1	95,3	0,8	0,2
НІР _{0,05}		0,3	0,4	0,1			

Додаток П

Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної залежно від позакореневого підживлення мікродобривами (2022–2024 рр.), г/м² за добу

Позакореневе внесення мікродобрив	Норма внесення мікродобрив, л/га	Рік			Середнє	± до контролю	
		2022	2023	2024		г/м ² за добу	%
Без мікродобрива (контроль)	-	2,06	1,99	1,84	1,96	-	
Оракул мультикомплекс	2,0	2,66	2,42	2,09	2,39	0,43	21,9
Яра Віта Рексолін	2,0	2,85	2,70	2,23	2,59	0,63	32,1
Інтермаг – олійні	2,0	2,78	2,76	2,15	2,56	0,60	30,6
НІР _{0,05}		0,10	0,12	0,11			

Додаток Р

Урожайність насіння сортів редьки олійної залежно від позакоренових
підживлень мікродобривами (2022-2024 рр.), т/га

Позакореневе підживлення рослин	Норма внесення, л/т	Сорт							
		Журавка				Факел			
		2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє
Без мікродобрив (контроль)	-	4,10	2,88	2,60	3,19	4,15	3,06	2,65	3,29
Оракул мульти- комплекс	2,0	4,40	3,34	2,84	3,53	4,50	3,49	2,90	3,63
Яра Віта Рексолін	2,0	4,51	3,50	2,93	3,65	4,60	3,66	2,97	3,74
Інтермаг – олійні	2,0	4,47	3,41	2,88	3,59	4,55	3,60	2,91	3,69
НІР _{0,05}		0,06	0,04	0,05		0,06	0,05	0,07	

Додаток С

Маса 1000 насінин сортів редьки олійної залежно від позакоренових
підживлень мікродобривами (2022–2024 рр.), г

Позакореневе підживлення рослин	Норма внесення, л/т	Сорт							
		Журавка				Факел			
		2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє
Без мікродобрив (контроль)	-	9,48	9,16	8,74	9,13	9,50	9,24	8,98	9,24
Оракул мульти- комплекс	2,0	9,61	9,38	8,97	9,32	9,75	9,48	9,07	9,43
Яра Віта Рексолін	2,0	10,05	9,71	9,19	9,65	10,39	9,85	9,33	9,86
Інтермаг – олійні	2,0	9,89	9,59	9,15	9,54	10,01	9,67	9,23	9,64
НІР _{0,05}		0,05	0,05	0,06		0,06	0,05	0,08	

Додаток Т

Енергія проростання насіння сортів редьки олійної залежно від
позакоренових підживлень мікродобривами (2022–2024 рр.), %

Позакореневе підживлення рослин	Норма внесення мікро- добрив, л/га	Рік			Середнє		
		2022	2023	2024	т/га	± до контролю	
Без мікродобрива (контроль)	-	91,9	90,4	89,5	90,6	-	-
Оракул мультикомплекс	2,0	92,2	91,9	90,3	91,5	0,9	-
Яра Віта Рексолін	2,0	92,7	92,0	90,6	91,8	1,1	0,3
Інтермаг – олійні	2,0	92,5	92,3	90,5	91,8	1,1	0,3
НІР _{0,05}		0,03	0,02	0,04			

Додаток У

Лабораторна схожість насіння сортів редьки олійної залежно від
позакоренових підживлень мікродобривами (2022–2024 рр.),%

Позакореневе підживлення рослин	Норма внесення мікро- добрив, л/га	Рік			Середнє		
		2022	2023	2024	т/га	± до контролю	
Без мікродобрива (контроль)	-	95,2	94,5	93,8	94,5	-	-
Оракул мультикомплекс	2,0	95,8	95,3	94,0	95,0	0,5	-
Яра Віта Рексолін	2,0	96,0	95,8	94,3	95,4	0,9	0,4
Інтермаг – олійні	2,0	96,1	96,0	94,8	95,6	1,1	0,6
НІР _{0,05}		0,04	0,05	0,03			

Додаток Ф

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

ДИРЕКТОР
ДП «ДГ «Грусятичі»
Інститут СГ Карпатського
регіону НААН
В. В. Чепіль
«...» жовтня 2024 р.

АКТ
впровадження наукової розробки

1. **Назва науково-дослідної установи** – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН.
2. **Назва розробки** – Удосконалена технологія вирощування редьки олійної в умовах Західного Лісостепу України (завдання «Розробити ефективні агрозаходи вирощування олійних культур в умовах Карпатського регіону», № ДР 0123U105039).
3. **Оригіатор розробки** - Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, відділ насінництва та насіннєзнавства.
4. **Автори НДР** Білоніжка Х.В., 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, Жидачівський район, Львівська область, село Грусятичі.
7. **Обсяг впровадження** – 5,0 га.
8. **Строки використання** наукової розробки – 2024 р.
9. **Складові та особливості розробки**: редька олійна, сорт, мінеральне добриво, мікродобриво, урожайність, економічний ефект.
10. **Отримані результати**: удосконалена технологія вирощування редьки олійної, яка включала: сорт Журавка, Факел, норму мінеральних добрив – $N_{30}P_{90}K_{100}$ + підживлення N_{50} у фазах (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53); передпосівну обробку насіння мікродобривом ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) у баковій суміші з протруйником Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т); позакореневе внесення мікродобрива Яра Віта Рексолін в нормі 2,0 л/т у фазу цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69), забезпечила вищий приріст урожайності насіння 0,52 т/га порівняно з базовою.
11. **Економічна ефективність**: порівняно з базовою технологією вирощування редьки олійної, за удосконаленої, приріст урожайності становив 0,40 т/га, чистий прибуток був вищим на 12,0 тис. грн/га.

Про що стверджуємо:

Директор ДП «ДГ Грусятичі»
Інститут СГ Карпатського регіону НААН:

В. В. Чепіль

Представник
Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН:

Х. В. Білоніжка

Додаток Х



АКТ

впровадження наукової розробки

1. Назва науково-дослідної установи – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН.
2. Назва розробки – Удосконалена технологія вирощування редьки олійної в умовах Західного Лісостепу України (завдання «Розробити ефективні агрозаходи вирощування олійних культур в умовах Карпатського регіону», № ДР 0123U105039).
3. Оригіатор розробки - Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, відділ насінництва та насіннезнавства.
4. Автори НДР Білоніжка Х.В., 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: редька олійна, сорт, мінеральне добриво, мікродобриво, урожайність, економічний ефект
10. Отримані результати: удосконалена технологія вирощування редьки олійної яка включала: сорт Журавка, Факел, норму мінеральних добрив – $N_{30}P_{90}K_{100}$ + підживлення N_{50} у фазах (ВВСН 14–16) + N_{30} (ВВСН 52–53); передпосівну обробку насіння мікродобривом ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) у баковій суміші з протруйником Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т); позакореневе внесення мікродобрива Яра Віта Рексолін (2,0 л/т) у фазу цвітіння (макростадія 6, ВВСН 69), забезпечила вищий приріст урожайності насіння 0,52 т/га порівняно з базовою.
11. Економічна ефективність: порівняно з базовою технологією вирощування редьки олійної, за удосконаленої, приріст урожайності становив 0,35 т/га, чистий прибуток більшим на 10,5 тис.грн/га.

Про що стверджуємо:



Тимофійчук П.Б.

Представник
Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН:

Х. В. Білоніжка

Додаток Ц

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових виданнях, включених до переліку фахових видань

України:

1. Oilseed radish – valuable crop of a wide range use / H. S. Hereshko, I. S. Voloshchuk, O. P. Voloshchuk, V. V. Hlyva, **Kh. V. Bilonizhka**. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 8–17. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-1

2. **Білоніжка Х. В.** Ефективність застосування мікродобрив у технології вирощування редьки олійної (*Raphanus sativum d. var. oleifera Metrg.*). *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 74 (2). С. 7–16. DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-1

3. **Білоніжка Х. В.** Вплив позакореневого застосування мікродобрив на урожайність насіння редьки олійної в Карпатському регіоні. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (1). С. 7–17. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-1

4. **Білоніжка Х. В.** Насіннева продуктивність сортів редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив. *Агронаука і практика*. 2024. Вип. 3. Ч. 2. С. 4–10. DOI: 10.32636/agroscience.2024-(3)-2-1

Статті у наукометричних баз даних Scopus і Web of Science:

5. Formation of sowing qualities of oil radish seeds depending on the nutrition system in the Western Forest-Steppe / O. Voloshchuk, H. Panakhid, I. Voloshchuk, V. Hlyva, **Kh. Bilonizhka**. *Scientific Horizons*. 2025. Vol. 28, no. 2. 55-62. DOI: 10.48077/scihor2.2025.55.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. **Білоніжка Х. В.** Розвиток сортів редьки олійної залежно від норм внесення мінеральних добрив. *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. 12–13.

7. **Білоніжка Х. В.** Тривалість фаз дозрівання насіння редьки олійної залежно від позакореневого внесення мікродобрих. *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. 223-225.

8. **Білоніжка Х. В.** Вплив позакореневого внесення мікродобрих на тривалість фаз дозрівання насіння редьки олійної. *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. 12–14.

9. **Білоніжка Х. В.** Посівні якості насіння редьки олійної залежно від системи живлення рослин. *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. 10–11.

Рекомендації:

10. Особливості технології вирощування редьки олійної (науково-практичні рекомендації) / І. С. Волощук, О. П. Волощук, К. І. Яцух, В. В. Глива, Ю. В. Воробйова, О. М. Случак, Г. С. Герешко, **Х. В. Білоніжко**. Оброшине : [Б. в.], 2024. 24 с.