

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.85:631.811.98

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОДОБРІВ
У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ
(*RAPHANUS SATIVUM D. VAR. OLEIFERA METRG.*)*****Х. В. Білоніжка**

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів:

Христина БІЛОНІЖКА,
аспірант
ORCID: 0000-0001-9578-196X

Для листування:

Христина БІЛОНІЖКА
e-mail: k.bilonizhka@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:

26 вересня 2023 р.

Погоджено до друку:

17 жовтня 2023 р.

Проростання насіння є активною фазою життєдіяльності рослин, тому першим етапом у технології вирощування сільськогосподарських культур є заходи направлені на підвищення життєздатності та польової схожості насіння. Серед них важливе місце належить передпосівній обробці насіння фунгіцидно-інсектицидними протруйниками з додаванням біологічно-активних речовин. Особливу зацікавленість для сільгоспвиробників мають комплексні мікродобрива з широким спектром поживних елементів, які включають у своєму складі незначну частину стимуляторів росту рослин та проявляють липку й плівкоутворювальну властивості. У статті представлено результати досліджень, проведені в відділі насінництва та насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, на сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтах зони Західного Лісостепу за 2021–2023 рр. Встановлено, що насіннєвий матеріал редьки олійної, оброблений мікродобривами швидше поглинав воду і набухав, а це підвищувало енергію проростання висіяного насіння. Порівняно з контролем (без мікродобрив) відсоток польової схожості зростав на 2,8–3,6 %. Мікроелементи, які присутні в добривах, дозволяли насінню отримувати більш збалансоване живлення, краще засвоювати інші важливі елементи з ґрунту, стимулюючи активність ферментів, тому починаючи з перших етапів органогенезу покращувалися всі показники росту й розвитку рослин. Під впливом передпосівної обробки насіння мікродобривами площа листової поверхні рослин редьки олійної зростала з 37,5 тис. м²/га (контроль – без мікродобрив) до 40,8 тис. м²/га за використання Вітазиму в нормі 1,0 л/га та 40,9 тис. м²/га – за ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/га), або на 6,1–9,1 %. Найвища чиста продуктивність фотосинтезу сортів зафіксована на варіантах застосування мікродобрив Вітазим (1,0 л/т) та ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т), відповідно 0,21 і 0,23 г/м² за добу. У досліджуваній ґрунтово-кліматичній зоні, оптимальний рівень мінерального живлення рослин N₃₀P₆₀K₇₀ + N₅₀ (по сходах) + N₂₀ (фаза розетки-стеблування) та передпосівна обробка насіння мікродобривами, сприяла забезпеченню рослин доступними поживними речовинами, забезпечуючи високу урожайність сортів редьки олійної – 3,64–3,74 т/га, або вищу до контролю (без мікродобрив) – на 0,21–0,31 т/га.

Ключові слова: редька олійна, сорт, мінеральні добрива, мікродобрива, польова схожість насіння, структура рослин, урожайність.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук І. С. Волощук

© Білоніжка Х. В., 2023

Efficiency of using microfertilizers in the technology of growing oilseed radish (*Raphanus sativum* d. var. *oleifera* metrg.)

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

About authors:

Khrystyna BILONIZHKA
ORCID: 0000-0001-9578-196X

For corresponding:
Khrystyna BILONIZHKA
e-mail: k.bilonizhka@gmail.com

Funding information:
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
September 26, 2023
Accepted:
October 17, 2023

Seed germination is an active phase of plant life, therefore, the first stage in the technology of growing agricultural crops is aimed at increasing the viability and field germination of seeds. Among them, an important place belongs to the pre-sowing treatment of seeds with fungicidal-insecticidal protectants with the addition of biologically active substances. Of particular interest to agricultural producers are complex microfertilizers with a wide range of nutrients, which include a small portion of plant growth stimulants and have adhesive and film-forming properties. The article presents the results of research conducted in the department seed production and seed science of the Institute of Agriculture of Carpathian region of NAAS on gray forestal surface-gleyed soils of the Western Forest-Steppe zone for 2021–2023. It was established that the seed material of oil radish, treated with microfertilizers, absorbed water faster and swelled. This increased the germination energy of the sown seeds. Compared to the control (without microfertilizers), the percentage of field germination increased by 2.8–3.6 %. The microelements present in the fertilizers allowed the seeds to receive more balanced nutrition and better absorb other important elements from the soil, stimulating the activity of enzymes. Therefore, starting from the first stages of organogenesis, all indicators of plant growth and development improved. Under the influence of pre-sowing treatment of seeds with microfertilizers, the leaf surface area of oil radish plants increased from 37.5 thous. m²/ha (control – without microfertilizers) to 40.8 thous. m²/ha when using Vitazim at a rate of 1.0 l/ha and 40.9 thous. m²/ha – with YaraVita Brasitrel Pro (1.0 l/ha), or by 6.1–9.1 %. The higher net productivity of photosynthesis of the varieties was recorded with the use of microfertilizers Vitazim (1.0 l/t) and YaraVita Brasitrel Pro (1.0 l/t), respectively 0.21 and 0.23 g/m² per day. In the studied soil-climatic zone, the optimal level of mineral nutrition of plants N₃₀P₆₀K₇₀ + N₅₀ (for seedlings) + N₂₀ (rosette-stemming phase) and pre-sowing treatment of seeds with microfertilizers contributed to providing plants with available nutrients, ensuring high productivity of oilseed radish varieties – 3.64–3.74 t/ha, or higher to control (without microfertilizers) – by 0.21–0.31 t/ha.

Keywords: oilseed radish, variety, mineral fertilizers, microfertilizers, field germination of seeds, plant structure, crop capacity.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Формування високої врожайності сільськогосподарських культур нерозривно пов'язане з застосуванням у технологіях вирощування макро- і мікродобрив. Виробничий досвід свідчить, що внесення макродобрив, або високих норм азоту не дає змоги досягти бажаних результатів особливо в напрямі одержання рослинницької продукції високої якості [6, 11, 17, 24].

На сьогодні в господарствах нерідко

використовують як однокомпонентні мікродобрива мінеральні солі, або їх суміші в одному баковому розчині, що зумовлено їх низькою вартістю та доступністю [8, 16, 22].

Це переважно сульфати міді, цинку, марганцю, кобальту, молібдату амонію, розчин кристалічного йоду, ванадату натрію чи амонію, борна кислота або бура. До переваг сульфатів слід віднести той факт, що, крім мікроелемента, вони поставляють

сульфат-іон, сірка якого добре засвоюється рослиною [2, 3, 5].

Але, як показала практика, мінеральні солі мікроелементів за своєю ефективністю поступаються більш широко застосовуваним хелатним сполукам мікроелементів, оскільки хелати в дозах, у 2–10 разів менших, ніж мінеральні солі (в еквіваленті мікроелементів), забезпечують однакові надбавки врожаїв основних сільськогосподарських культур. Це чудові помічники для рослин, що дозволяють засвоювати мікроелементи майже на 90 %, в результаті чого в рази зменшується хімічне навантаження на ґрунт. За своєю структурою близькі до природних речовин, не токсичні, не приносять шкоди та характеризуються ефективністю для рослин (вища у 2–10 разів, у порівнянні з іншими формами). Не відбувається їх зв'язування в ґрунті й руйнування під впливом мікроорганізмів та будь-яких сторонніх реакцій. Виявляють стійкість у всьому діапазоні кислотності ґрунтів і сумісні практично з усіма мінеральними добривами [4, 25, 28, 29, 31].

Основні мікроелементи, необхідні рослинам: Fe (залізо), Mn (марганець), Cu (мідь), Zn (цинк), B (бор), Mo (молібден) і Co (кобальт). Вони залучаються до фізіологічних, біохімічних процесів, впливають на вуглеводний і азотний обмін, переміщення макроелементів і цукрів, беруть участь у виробленні хлорофілу, активують фотосинтез і роботу ферментів. Попри на відмінності в кількісній потребі, функції кожного необхідного макро- і мікроелемента в рослинах дуже специфічні, тому жоден поживний елемент не може бути замінений іншим, дефіцит будь-якого призводить до порушення обміну речовин і фізіологічних процесів, погіршення росту і розвитку, їх зимо- і посухостійкості, стійкості до хвороб і несприятливих впливів зовнішнього середовища, що обумовлює зниження врожайності і якості вирощеної продукції [1, 7, 13–15, 23, 27].

Вчені стверджують, що сучасні підходи до живлення рослин мають мати адаптивний характер і відповідати як

гідротермічному забезпеченню території, так і конкретним біологічним особливостям самої культури з огляду на сортову архітектоніку. В останні роки формат оцінки ефективності дії добрив зміщується в фітоценологічному напрямку, підходи якого вкладаються технологічно у стратегію землеробства. Дана стратегія трансформує поняття від загального до індивідуального і дає можливість підійти до агрофітоценозу певної культури з позиції індивідуального розвитку враховуючи стресові фактори, які виникають при дотриманні певних технологічних регламентів вирощування [19].

Мінеральні добрива й мікродобрива в фітоценологічному підході оцінок розглядаються як стресорегулюючий чинник та оцінюються у форматі стимулятора гарантування отримання рослин різного життєвого класу віталітету, різного ідіотипу. Попри відносну опрацьованість питання віталітетної стратегії агрофітоценозів, аспекти їх застосування для оцінки ефективності мінерального живлення рослин є новими в практиці розробки технологій вирощування певних культур, яка включає такі базові елементи як норма висіву, площа живлення рослин та удобрення, яке має ефективно поєднувати й підсилювати попередні два чинники. Особливо важливим і доречним такий підхід є для культур, які відрізняються високими ступенями модифікаційної мінливості на рівні репродуктивного зусилля та індивідуальних параметрів насіннєвої продуктивності та є чутливими до зміни посівних параметрів при технологічному закладенні та формуванні агрофітоценозів. Враховуючи той факт, що редьку олійну можна віднести саме до таких культурних видів рослин застосування системи фітоценологічної оцінки удобрення для неї є актуальним і обґрунтованим [12, 18, 20, 21, 26, 30].

Мета наших досліджень полягала в науковому обґрунтуванні ефективності застосування мікродобрив нового

покоління в передпосівній обробці редьки олійної та їх вплив на врожайність насіння.

Матеріали і методи. Дослідження виконували впродовж 2021–2023 рр. у відділі насінництва та насіннєзнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий поверхнево оглеєний, легкосуглинковий, який характеризується такими середньозваженими агрохімічними показниками: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,3 %, сума увібраних основ – 13,7 мг-екв на 100 г ґрунту, легко гідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 89,6 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору й обмінного калію (за Кірсановим) – відповідно 69,5 і 68,0 мг/кг ґрунту. За градацією такий ґрунт має дуже низьке забезпечення азотом і калієм та середнє – фосфором. Реакція ґрунтового розчину (рН_{сол} – 5,4) – слабокисла.

Погодні умови за роки досліджень були контрастними. Третя декада квітня 2021 р. (період сівби ярих культур) була дещо холоднішою (на 1,2 °C) порівняно з середньобаторічними даними (7,4 °C) і сухою (51,0 %). Продуктивна вологість ґрунту становила 24,3 мм і була забезпечена більшою кількістю опадів яка випала в другій декаді – 24,5 проти 16 мм. Температурні умови травня і червня відповідали середньо баторічним з меншим (65 %) вологозабезпеченням. Перша декада липня була дощовою – 166 % до середньобаторічних даних з вищою на 4,1 °C температурою повітря. У другій декаді також спостерігали вищий температурний режим на 5,3 °C з менш як 91 % кількістю опадів. Запаси вологості ґрунту становили 24,3 мм і були забезпечені більшою кількістю опадів, яка випала в другій декаді липня – 24,5 проти 16 мм. Повні сходи відзначено на 7 добу після сівби.

У 2022 р. перехід через 5 °C відбувся раніше – у третій декаді березня. Квітень був холодним з середньомісячною температурою 6,5 °C (середньобаторічний показник 7,4 °C). У першій і третій декаді випала велика

кількість опадів (31,0 за 16 мм і 44,9 за 19 мм), середньомісячна – їх кількість переважала на 31 мм. Зростання температурного режиму в другій декаді квітня 2023 р. 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. Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–10 см становили 16,5 мм і були достатніми для отримання дружних сходів.

Агротехніка вирощування редьки олійної включала: обробіток ґрунту – лущення стерні (10–12 см), оранку (20–22 см). Попередник – кукурудза. Строк сівби – III декада квітня. Норма висіву насіння – 1,5 млн схож. нас./га. Обробка насіння: протруйник – модесто, 48 % т.к.с. (інсектицидно-фунгіцидної дії, 12,5 л/т). Глибина загортання насіння – 2–4 см. Спосіб сівби – звичайний рядковий (15 см). Гербіциди: раундап, 48 % в.р. (за 2–3 тижні до оранки), бутізан, 40 % к.с. (1,75–2,50 л/га); інсектицид (від прихованохоботника та квіткоїда) – каліпсо, 48 % к.с. (0,25–0,40 л/га).

Об'єктом досліджень були сорти редьки олійної Журавка (оригіна́тор – Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН) і Факел (оригіна́тор – Інститут олійних культур Української академії аграрних наук).

У досліді вивчали мікродобрива: Оракул насіння (1,0 л/т), ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) і Вітазим (1,0 л/т) на фоні мінерального живлення N₃₀P₆₀K₇₀ + N₅₀ (по сходах) + N₂₀ (фаза розетки-стеблуння).

Дослідження проводили з використанням методики проведення експертизи сортів редьки олійної на відмінність, однорідність і стабільність [10]; густоту рослин визначали методом облікових площ; польову схожість насіння – за відношенням рослин, які проросли, до висіяного насіння; статистичний аналіз результатів – методом дисперсійного аналізу за методикою В. О. Ушкаренка та ін. [9] з використанням

програми Microsoft Excel.

Результати та обговорення.

Застосування мікродобрив у передпосівній обробці насіння підвищувало процес проростання, а водночас польову схожість (табл. 1). У 2021–2023 рр. польова схожість висіяного насіння на контролі становила 90,2 % у сорту Журавка і 90,4 % у сорту Факел. Передпосівна обробка насіння мікродобривом Оракул насіння в нормі 1 л/т сприяла підвищенню польової схожості на 2,4 %. Мікродобриво ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) забезпечило найвищий приріст до контролю 3,2–3,3 %. За застосування Вітазиму в нормі 1,0 л/т зростання даного показника до контролю (без передпосівної обробки мікродобривами) становило по сортах 2,8 і 2,9 %. За $НІР_{0,05} = 0,4$ % (Журавка) і 0,3 % (Факел) вірогідною була різниця між усіма варіантами застосування мікродобрив. Показник польової схожості у 2022 р. на контрольному варіанті був рівнозначним 91,7 % (Журавка) – 91,9 %

(Факел). Під впливом передпосівної обробки насіння мікродобривами зростав на 1,5–3,0 % у сорту Журавка і на 1,7–2,6 % у Факел.

У 2023 р. отримали також позитивні результати від передпосівної обробки насіння редьки олійної мікродобривами. На контролі середній показник по сортах становив 92,6 %, за застосування мікродобрива Оракул насіння в нормі 1 л/т зростав на 1,9 %. Мікродобриво ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) забезпечило найвищий приріст до контролю 3,0 %, дещо нижчий Вітазим – 2,3 %. За $НІР_{0,05} = 0,8$ вірогідну різницю спостерігали між ЯраВіта Брасітрел Про та Оракул насіння. Середній показник польової схожості, за три роки досліджень, на контролі становив 92,2 % і зростав під впливом застосування мікродобрив на 1,8–3,0 %. Вірогідної різниці за ефективністю застосування ЯраВіта Брасітрел Про і Вітазим не спостерігали, вона становила 0,2 %.

1. Польова схожість насіння сортів редьки олійної (*Raphanus sativum d. var. oleifera* Metrg.) залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2021–2023 рр.), %

| Передпосівна обробка насіння (фактор А) | Норма внесення мікро- добрив, л/т | Сорт(фактор В) | | | | | | | | Середнє | ± до контролю |
|---|---|----------------|------|------|---------|-------|------|------|---------|---------|---------------|
| | | Журавка | | | | Факел | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | середнє | 2021 | 2022 | 2023 | середнє | | |
| Контроль (без добрив) | – | 90,2 | 91,7 | 92,2 | 92,1 | 90,4 | 91,9 | 92,2 | 92,2 | 92,2 | – |
| Оракул насіння | 1,0 | 92,6 | 93,2 | 94,4 | 93,9 | 92,8 | 93,6 | 94,6 | 94,1 | 94,0 | 1,8 |
| ЯраВіта Брасітрел Про | 1,0 | 93,5 | 94,7 | 95,6 | 94,9 | 93,7 | 94,5 | 95,5 | 95,0 | 95,0 | 2,8 |
| Вітазим | 1,0 | 93,0 | 93,8 | 94,7 | 94,2 | 93,3 | 93,7 | 94,6 | 94,5 | 95,2 | 3,0 |

$НІР_{0,05}$

0,4 0,7 0,5 0,3 0,8 0,4

Примітка. $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16 (по сходах) + N_{20} (ВВСН 52–53) (фаза розетки-стеблування).

Мікродобрива позитивно впливали на формування площі листової поверхні (табл. 2). Вірогідне її зростання порівняно з контролем (без мікродобрив) відмічено за застосування Оракул насіння в нормі 1,0 л/т – 2,3 тис. м²/га (6,1 %). Найбільшу площу листової поверхні забезпечило мікродобриво ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) – 40,9 тис. м²/га і Вітазим (1,0 л/т) – 40,8 тис. м²/га.

Чиста продуктивність фотосинтезу

рослин у фазу цвітіння редьки олійної зростала з застосуванням у передпосівній обробці насіння мікродобрив (табл. 3). На контролі, за фону мінерального живлення $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16 (по сходах) + N_{20} (ВВСН 52–53) (фаза розетки-стеблування) вона становила 2,60 г/м² за добу. За $НІР_{0,05} = 0,04–0,06$ мікродобриво Оракул насіння з нормою внесення 1,0 л/т забезпечувало вірогідне зростання до контролю – 0,07 г/м² за добу. Більші

прирости зафіксовано від застосування мікродобрив: Вітазим (1,0 л/т) і ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т), відповідно 0,21 і 0,23 г/м² за добу.

2. Площа листової поверхні сортів редьки олійної (*Raphanus sativum d. var. oleifera* Metrg.) залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2021–2023 рр.), тис.м²/га

| Передпосівна обробка насіння (фактор А) | Норма внесення мікродобрив, л/т | Рік (фактор В) | | | Середнє | ± до контролю | |
|---|---------------------------------|----------------|------|------|---------|-------------------------|-----|
| | | 2021 | 2022 | 2023 | | тис. м ² /га | % |
| Контроль (без мікродобрив) | - | 35,3 | 37,6 | 39,6 | 37,5 | - | |
| Оракул насіння | 1,0 | 37,4 | 39,8 | 42,1 | 39,8 | 2,3 | 6,1 |
| ЯраВіта Брасітрел Про | 1,0 | 38,6 | 40,9 | 43,2 | 40,9 | 3,4 | 9,1 |
| Вітазим | 1,0 | 39,7 | 40,3 | 42,5 | 40,8 | 3,3 | 8,8 |
| НІР _{0,05} | | 1,0 | 1,1 | 1,5 | | | |

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

3. Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної (*Raphanus sativum d. var. oleifera* Metrg.) залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2021–2023 рр.), г/м² за добу

| Передпосівна обробка насіння (фактор А) | Норма внесення мікродобрив, л/т | Рік (фактор В) | | | Середнє | ± до контролю | |
|---|---------------------------------|----------------|------|------|---------|--------------------------|-----|
| | | 2021 | 2022 | 2023 | | г/м ² за добу | % |
| Контроль (без мікродобрив) | — | 1,89 | 2,04 | 3,86 | 2,60 | — | — |
| Оракул насіння | 1,0 | 1,97 | 2,13 | 3,91 | 2,67 | 0,07 | 2,7 |
| ЯраВіта Брасітрел Про | 1,0 | 2,12 | 2,39 | 3,99 | 2,83 | 0,23 | 8,9 |
| Вітазим | 1,0 | 2,22 | 2,30 | 3,94 | 2,81 | 0,21 | 8,1 |
| НІР _{0,05} | | 0,06 | 0,05 | 0,04 | | | |

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

Залежно від застосування мікродобрив у передпосівній обробці насіння морфологічні показники сортів редьки олійної зростали. Найвищі показники висоти рослин 123–125 см зафіксовано за варіанту застосування мікродобрива ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/га), кількість стебел на рослині варіювала від 7,8 до 8,1 шт., кількість стручків 236–246, шт., довжина стручка в обох сортів становила – 3,7 см, насінин в стручку – 6,0 шт., кількість насінин на рослині – 1416–1476 шт., маса насіння з рослини – 7,8–8,7 г, маса 1000 насінин – 5,5–5,9 г.

На фоні мінерального живлення рослин N₃₀P₆₀K₇₀ + N₅₀ (по сходах) + N₂₀

(фаза розетки-стеблування) приріст урожайності від передпосівної обробки насіння сортів редьки олійної мікроелементами був вірогідним за усіх варіантів (табл. 4).

Мікродобриво Оракул насіння в нормі 1,0 л/т забезпечило середній показник урожайності 3,64 т/га, що вище контролю (без мікродобрив) на 0,21 т/га, ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) – 3,74 т/га (+0,31 т/га), а Вітазим (1,0 л/т) – 3,65 т/га (+0,22 т/га). Порівняно з мікродобривом Оракул насіння ефективність Вітазиму була рівнозначною, а з ЯраВіта Брасітрел Про – вищою на 0,10 т/га.

4. Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на урожайність насіння сортів редьки олійної (*Raphanus sativum* d. Var. *Oleifera* Metrg.) залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2021–2023 рр.), т/га

| Передпосівна обробка насіння (фактор А) | Норма внесення мікродобрив, л/т | Рік (фактор В) | | | Середнє | ± до контролю | |
|---|---------------------------------|----------------|------|------|---------|---------------|------|
| | | 2021 | 2022 | 2023 | | | |
| Контроль (без мікродобрив) | — | 3,15 | 4,13 | 3,00 | 3,43 | — | — |
| Оракул насіння | 1,0 | 3,39 | 4,29 | 3,24 | 3,64 | 0,21 | — |
| ЯраВіта Брасітрел Про | 1,0 | 3,40 | 4,41 | 3,40 | 3,74 | 0,31 | 0,10 |
| Вітазім | 1,0 | 3,27 | 4,35 | 3,32 | 3,65 | 0,22 | 0,01 |
| HP 0,05 | | 0,03 | 0,05 | 0,06 | | | |

Висновки. Мікроелементи у досліджуваних мікродобривах знаходились в доступній для рослин хелатній формі, які при надходженні в насінину активували дію ферментів, гідролізують, сприяли її життєздатності та підвищенню енергії проростання й 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, посилювалося надходження води й елементів живлення, що обумовило вищу на 2,6–3,8 % до контролю (без мікродобрив) польову схожість висіяного насіння.

Мікроелементи внесені у передпосівній обробці насіння редьки

олійної були необхідними для протікання багатьох фізіологічних процесів у рослин, зокрема відігравали важливу роль у процесах фотосинтезу. За їх розміщення площа листової поверхні зростала на 6,1–9,1 %, чиста продуктивність фотосинтезу – 2,7–8,9 %. Найбільш ефективним було застосування мікродобрива ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т).

На сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтах Західного Лісостепу за фону мінерального живлення рослин $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{50}$ (по сходах) + N_{20} (фаза розетки-стеблуння) та передпосівної обробки насіння мікродобривами урожайність редьки олійної становила 3,64–3,74 т/га, що вище до контролю (без мікродобрив) – на 0,21–0,31 т/га.

Список використаної літератури

1. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Козлова О. П. Вплив біофунгіцидів і стимуляторів росту на продуктивність соняшнику та якість олійної сировини. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 5–10.
2. Богдан М. М. Физиологическая роль микроудобрений и способов их внесения. *Saarbrücken, Deutschland* / Германия : LAP LAMBERT Academic publishing (электронное издание), 2012. 188 p.
3. Вплив регуляторів росту на продуктивність гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України / А. В. Мельник та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія : *Агрономія і біологія*. 2015. Вип. 9 (30). С. 173–175.
4. Коршевніук С. П. Урожайність сочевиці залежно від передпосівної обробки та позакореневих підживлень в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник. Серія : Сільськогосподарські науки*. 2022. Вип. 128. С. 94–106. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.13>.

References

1. Bazalii V. V., Domaratskyi Ye. O., Kozlova O. P. The influence of biofungicides and growth stimulants on sunflower productivity and the quality of oil raw materials. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2019. Issue 71. P. 5–10.
2. Bohdan M. M. Physiological role of microfertilizers and methods of their application. *Saarbrücken, Deutschland* / LAP LAMBERT Academic publishing, 2012. 188 p.
3. The influence of growth regulators on mustard productivity in the northeastern Forest-Steppe of Ukraine / A. V. Melnyk et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya : Ahronomiia i biolohiia*. 2015. Issue 9 (30). P. 173–175.
4. Korshevniuk S. P. Lentil yield depending on pre-sowing treatment and foliar feeding in the Forest-Steppe of the Right Bank. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriya : Silskohospodarski nauky*. 2022. Issue 128. P. 94–106. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.13>.
5. Lemishko S. M., Chernykh S. A. The

5. Лемішко С. М., Черних С. А. Ефективність дії рістрегулюючих речовин і мікродобрив на процеси формування продуктивності соняшнику в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 17. С. 94–98. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.12>.

6. Лихочвор А. М. Урожайність рижю ярого і олійних культур в умовах західного Лісостепу. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Агрономія і біологія*. 2017. Вип. 2. С. 117–120. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_agro_2017_2_25.

7. Максін В. І. Мікродобрива в рослинництві. *Агроном*. Травень, 2023. № 2 (80). URL: <https://www.agronom.com.ua/mikrodobryva-v-roslynnytstvi-vchhora-sogodni-zavtra/> (дата звернення: 10.09.2023).

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

9. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство) : навчальний посібник / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон, 2014. 448 с.

10. Методика проведення експертизи сортів рослин групи олійних на відмінність, однорідність і стабільність / Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України, Український інститут експертизи сортів рослин. [Чинний від 2020-10-27, № 2162-20]. С. 19–30.

11. Оптимізація системи живлення гірчиці сизої в умовах північно-східного Лісостепу України / А. В. Мельник та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2018. № 9 (36). С. 60–63.

12. Радченко М. В. Насіннєва продуктивність редьки олійної залежно від умов мінерального живлення. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 95. С. 28–32.

13. Сендецький В. М. Вплив комплексних регуляторів росту на врожайність соняшнику в умовах Лісостепу Західного. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2017. Вип. 4. С. 100–108.

14. Сендецький В. М. Вплив регуляторів росту на ріст, розвиток та формування врожайності рослин соняшнику. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. № 3 (45). С. 40–43.

15. Сендецький В. М. Економічна ефективність вирощування соняшнику за передпосівного оброблення насіння регуляторами росту. *Збірник Подільського державного аграрно-технічного університету «Подільський вісник»*. 2017. Вип. 27. С. 316–320.

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

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

effectiveness of growth-regulating substances and microfertilizers on the processes of formation of sunflower productivity in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Ahrarni innovatsii*. 2023. No 17. P. 94–98. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.12>.

6. Lykhochvor A. M. Productivity of red spring and oilseed crops in the western Forest-Steppe. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia : Ahronomiia i biolohiia*. 2017. Issue 2. P. 117–120. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_agro_2017_2_25.

7. Maksin V. I. Microfertilizers in crop production. *Ahronom*. Traven, 2023. № 2 (80). URL: <https://www.agronom.com.ua/mikrodobryva-v-roslynnytstvi-vchhora-sogodni-zavtra/> (last accessed: 10.09.2023).

8. Marchuk I. U., Rozstalnyi V. M., Makarenko V. Ye. Fertilizers and their use : a guide. Kyiv : Aristei, 2010. 254 p.

9. Methodology of field experience (Irrigated agriculture) : textbook / V. O. Ushkarenko et al. Kherson, 2014. 448 p.

10. Methodology for conducting examination of oilseed plant varieties for difference, uniformity and stability / Ministerstvo rozvytku ekonomiky, torhivli ta silskoho hospodarstva Ukrainy, Ukrainyskyi instytut ekspertyzy sortiv rosllyn. [Chynnyi vid 2020-10-27, No 2162-20]. P. 19–30.

11. Optimization of the nutritional system of blue mustard in the northeastern Forest-Steppe of Ukraine / A. V. Melnyk et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2018. No 9 (36). P. 60–63.

12. Radchenko M. V. Seed productivity of oilseed radish depending on mineral nutrition conditions. *Selektsiia i nasinnystvo*. 2008. Issue 95. P. 28–32.

13. Sendetskyi V. M. The influence of complex growth regulators on sunflower yields in the Western Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovooho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2017. Issue 4. P. 100–108.

14. Sendetskyi V. M. The influence of growth regulators on the growth, development and formation of yield of sunflower plants. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarnoeconomichnoho universytetu*. 2017. No 3 (45). P. 40–43.

15. Sendetskyi V. M. Economic efficiency of growing sunflower with pre-sowing seed treatment with growth regulators. *Zbirnyk Podilskoho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu «Podilskyi visnyk»*. 2017. Issue 27. P. 316–320.

16. The system of fertilizing crops in agriculture at the beginning of the XX century / Za red. S. A. Baliuka, M. M. Miroshnychenka. Kyiv : TOV «Alfa-steviiia LTD», 2016. 392 p.

17. Filon V. I. Microfertilizers : a guide. Kharkiv, 2018. 242 p.

18. Tsytsiura T. Oilseed radish as green manure. *Propozytsiia*. 2019. No 10. URL:

18. Цицюра Т. Редька олійна як сидерат. *Пропозиція*. 2019. № 10. URL: <https://propozitsiya.com/ua/redka-oliyna-yak-siderat> (дата звернення: 20.09.2023).
19. Цицюра Я. Г. Оцінка ефективності конструювання агрофітоценозів та удобрення редьки олійної на основі модульно-віталітетного методу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 14. С. 54–78. DOI: 10.37128/2476626-2019-3-5.
20. Цицюра Я., Цицюра Т. Редька масличная. Стратегия использования и выращивания. Вінниця: Нилан ЛТД, 2015. 624 с.
21. Цицюра Я. Г. Роль мікроелементів у системі удобрення редьки олійної у Лісостепу Правобережному. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 13. С. 54–67.
22. Цицюра Я. Г., Ковальчук Ю. О. Формування олійності насіння редьки олійної залежно від застосовуваних мікроелементів. *Сільське господарство та лісівництво*. Вінниця : Вінницький національний аграрний університет, 2020. № 17. С. 74–84. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-2-7.
23. Що таке хелатні мікродобрива і як їх правильно застосовувати. Роль мікроелементів у житті рослин. URL: <https://www.systopt.com.ua/article-shho-take-helatni-mikroдобryva-i-yak-yih-pravylnozastosovuvaty> (дата звернення: 21.09.2023).
24. Юник А. В., Трифонов І. В. Рекомендації з унесення добрив на підставі практичного досвіду господарств. *Агрономія сьогодні*. 16 грудня 2020. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19860-rekomendatsii-zunesennia-dobryv-na-pidstavi-praktychnoho-dosvidu-hospodarstv.html> (дата звернення: 20.09.2023).
25. Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops / N. Telekalo et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. No. 9 (1). P. 169–175.
26. 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.
27. Gamajunova V. V., Kudrina V. S. Formation of Sunflower Productivity Under the Influence of Foliar Top Dressing by Modern Biopreparations in the Conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Agrology*. 2020. Vol. 3 Issue 4. P. 225–231. DOI: 10.32819/020027.
28. 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 (IOSR-JAVS)*. 2016. Vol. 9. Issue 9. Ver. I (Sep.–Oct. 2016). P. 59–64. DOI: 10.9790/2380-0909015964.
29. Mick Assani Bin Lukangila, Response of Weeds and Crops to Fertilization Alone or in Combination with Herbicides : A Review. *American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology*. 2016. Vol. 6. Issue 1. P. 1–7. DOI: 10.3923/ajpnft.2016.1.7.
- <https://propozitsiya.com/ua/redka-oliyna-yak-siderat> (last accessed: 20.09.2023).
19. Tsytsiura Ya. H. Evaluation of the effectiveness of constructing agrophytocenoses and fertilizing oilseed radish based on the modular-vitamin method. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2019. No 14. P. 54–78. DOI: 10.37128/2476626-2019-3-5.
20. Tsytsiura Ya., Tsytsiura T. Oilseed radish. Use and cultivation strategy. *Vynnytsia : Nylan LTD*, 2015. 624 p.
21. Tsytsiura Ya. H. The role of microelements in the oilseed radish fertilization system in the Right Bank Forest-Steppe. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2019. No 13. P. 54–67.
22. Tsytsiura Ya. H., Kovalchuk Yu. O. Formation of oil content of oilseed radish seeds depending on the microelements used. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. Vinnytsia : Vinnytskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet, 2020. No 17. P. 74–84. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-2-7.
23. What are chelated microfertilizers and how to use them correctly. The role of microelements in plant life. URL: <https://www.systopt.com.ua/article-shho-take-helatni-mikroдобryva-i-yak-yih-pravylnozastosovuvaty> (last accessed: 21.09.2023).
24. Yunyk A. V., Tryfonov I. V. Recommendations for the removal of fertilizers based on the practical experience of farms. *Ahronomiia sohodni*. 16 hrudnia 2020. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19860-rekomendatsii-zunesennia-dobryv-na-pidstavi-praktychnoho-dosvidu-hospodarstv.html> (last accessed: 20.09.2023).
25. Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops / N. Telekalo et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. No 9 (1). P. 169–175.
26. 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.
27. Gamajunova V. V., Kudrina V. S. Formation of Sunflower Productivity Under the Influence of Foliar Top Dressing by Modern Biopreparations in the Conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Agrology*. 2020. Vol. 3 Issue 4. P. 225–231. DOI: 10.32819/020027.
28. 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 (IOSR-JAVS)*. 2016. Vol. 9. Issue 9. Ver. I (Sep.–Oct. 2016). P. 59–64. DOI: 10.9790/2380-0909015964.
29. Mick Assani Bin Lukangila, Response of Weeds and Crops to Fertilization Alone or in Combination with Herbicides : A Review. *American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology*. 2016. Vol. 6. Issue 1. P. 1–7. DOI: 10.3923/ajpnft.2016.1.7.

with Herbicides : A Review. *American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology*. 2016. Vol. 6. Issue 1. P. 1–7. DOI: 10.3923/ajpnft.2016.1.7.

30. Oilseed radish – valuable crop of a wide range use / H. S. Hereshko et al. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 8–17. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-1.

31. 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. No 10 (1). P. 101–105. DOI: 10.15421/2020_16.

30. Oilseed radish – valuable crop of a wide range use / H. S. Hereshko et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2021. Issue 70 (2). P. 8–17. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-1.

31. 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. No 10 (1). P. 101–105. DOI: 10.15421/2020_16.