

DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-1

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.85:661.152.5

**ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОДОБРІВ
НА ВРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ
В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ*****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:
28 грудня 2023 р.
Погоджено до друку:
5 лютого 2024 р.

Ефективним засобом підвищення врожайності редьки олійної є добрива як найбільш активний і швидкодіючий фактор. Раціональна система удобрення, яка передбачає сучасні форми макро- і мікродобрив у основному і позакореновому живленні рослин культури, є важливим і актуальним питанням у технології вирощування і потребує наукового обґрунтування та експериментального вирішення. Редька олійна позитивно реагує на елементи живлення в широкому діапазоні їх норм внесення, оскільки на формування 1 т сухої речовини використовує 35–40 кг азоту, 12–19 – фосфору, 48–50 – калію, 16–20 кг кальцію.

Подано результати досліджень, отримані в відділі насінництва та насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН за 2021–2023 рр. Встановлено, що на сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах Карпатського регіону з низькою природною родючістю застосування мікродобрив по листках редьки олійної було дієвим заходом впливу на ростові та продуктивні процеси, забезпечуючи їх повною мірою потрібними елементами живлення у критичні фази росту та розвитку. Мікродобрива Оракул мультикомплекс, Яра Віта Рексолін, Інтермаг-бобові швидко і продуктивно поглиналися рослинами, збільшуючи синтез органічної речовини. За їх застосування площа листової поверхні зростала на 6,8–14,6 %, чиста продуктивність фотосинтезу – на 22,2–36,1 %. Збільшення надходження елементів живлення до рослин через кореневу систему і листки поліпшувало умови для утворення генеративних органів, що забезпечувало високий рівень продуктивності. Урожайність насіння сортів редьки олійної порівняно з контролем (без позакоренового підживлення мікродобривами) зростала на 0,38 т/га за застосування Оракул мультикомплекс (2,0 л/га) і Інтермаг-олійні (2,0 л/га) та на 0,46 т/га – за Яра Віта Рексолін (2,0 кг/га). Насіннева продуктивність сорту Факел була вищою на 0,05–0,18 т/га порівняно з сортом Журавка.

Ключові слова: редька олійна, сорт, мінеральні добрива, 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., 2024

Influence of extra-root application of micro fertilizers on the yield of oil radish seeds in the Carpathian region

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:

December 28, 2023

Accepted:

February 5, 2024

An effective means of increasing the yield of oilseed radish are fertilizers as the most active and fast-acting factor. A rational fertilization system, which foresees modern forms of macro- and microfertilizers in the main and foliar nutrition of crop plants, is an important and urgent problem in cultivation technology and requires a scientific and experimental solution. Oilseed radish responds positively to nutrients in a wide range of application rates, since to form 1 ton of dry matter it uses 35–40 kg of nitrogen, 12–19 kg of phosphorus, 48–50 kg of potassium, 16–20 kg of calcium.

The results of research obtained in the Department of Seed Production and Seed Science of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the NAAS in 2021–2023 are presented. It was established that on gray forestal surface-gleyed soils of the Carpathian region with low natural fertility, the use of microfertilizers on oilseed radish leaves was an effective measure of influence on growth and productive processes, fully providing them with the necessary nutrients during critical phases of growth and development. Microfertilizers Orakul multicomplex, Yara Vita Reksolin, Intermah-legumes were quickly and productively absorbed by plants, increasing the synthesis of organic matter. When they were used, the leaf surface area increased by 6.8–14.6 %, and the net productivity of photosynthesis increased by 22.2–36.1 %. An increase in the supply of nutrients to plants through the root system and leaves improved the conditions for the formation of generative organs, which ensured high productivity potential. The seed yield of oilseed radish varieties compared to the control (without foliar fertilizing with microfertilizers) increased by 0.38 t/ha when using Orakul multicomplex (2.0 l/ha) and Intermah-oil crops (2.0 l/ha) and by 0.46 t/ha – with Yara Vita Rexolin (2.0 kg/ha). The seed productivity of the Fakel variety was higher by 0.05–0.18 t/ha compared to the Zhuravka variety.

Keywords: oilseed radish, variety, mineral fertilizers, field germination of seeds, plant structure, productivity.

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

Вступ. Для отримання продукції рослинництва високої якості важливе значення має застосування в технологіях вирощування збалансованого мінерального живлення. Макродобрива, зокрема високі норми азоту, не забезпечують бажаних результатів, тому потрібними є форми мікродобрив, у склад яких входять фітогормони, аміно- і карбонові кислоти та допоміжні сполуки. Під їх впливом проходить пом'якшення води, регулювання рН, зниження піноутворення, зменшення швидкого випаровування з листової поверхні та змивання опадами тощо. Асортимент нових мікродобрив налічує більш як 500 видів хелатних форм. Ґрунт

вважають недостатньо забезпеченим мікроелементами за кількості рухомих форм: молібдену – 0,2 мг, кобальту – 1,5–2,5, цинку – 0,3, бору – 0,5, міді – 5–10, марганцю – 400 мг на 1 кг сухого ґрунту [1, 22, 27].

Значення мікроелементів бору, молібдену, міді, цинку, марганцю, кобальту є багатогранним у живленні рослин. Забезпечуючи нормальний розвиток рослинного організму, вони беруть участь у підвищенні активності багатьох ферментних систем та поліпшенні використання поживних речовин з ґрунту та добрив. Вони незамінні іншими речовинами і потребують поповнення за

нестачі [2].

За останні роки використовують форми комплексонатів (хелатів) металів, які є найбільш ефективними в живленні рослин. У їх перспективному виробництві вагому роль займає Науково-виробничий центр «РЕАКОМ» (м. Дніпро). Асортимент мікродобрив цієї установи нараховує більше ніж 15 комбінацій: Тенсо Коктейль, Кристалон, Нітрабор, Брексіл, Квантум і ін.; залежно від потреб різних культур і ґрунтів їх використовують для обробки насіння та позакореневого підживлення рослин [11].

Особливої уваги заслуговують водорозчинні рідкі комплексні добрива, які містять основні макро- і мікроелементи [10, 17, 20].

Вплив мікродобрив на приріст урожайності сільськогосподарських культур у середньому становить 10–12 % [13, 28, 30, 32].

Серед способів застосування макро- і мікродобрив виділяють: внесення під основний обробіток ґрунту, передпосівну обробку насіння та позакореневе підживлення рослин. Варто відзначити, що застосування мікроелементів безпосередньо в ґрунт є недоцільним через засвоєння рослинами лише 0,1–1,0 % [5, 24].

У сучасних інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур передпосівна обробка насіння мікродобривами разом із протруйниками є важливою умовою збільшення врожайності та поліпшення якості продукції рослинництва [3, 4, 29, 31].

Для збалансованого забезпечення рослин усіма макро- й мікроелементами найкращим способом є проведення позакорневих підживлень посівів, за якого проходить їх інтенсивніше засвоєння листками, ніж корінням [7, 9, 12, 26].

Позакореневе підживлення дозволяє забезпечити рослини потрібними мікроелементами у критичні періоди максимального росту і диференціації тканин [6, 19].

Використання господарствами

однокомпонентних мікродобрив мінеральних солей або бакових сумішей молібдату амонію, борної кислоти, сульфатів міді, цинку, марганцю, кобальту, розчинів кристалічного йоду, натрію, амонію в більшості випадків обумовлено їх низькою вартістю та доступністю. Переваги сульфатів полягають у тому, що, крім мікроелемента, вони забезпечують рослину сульфат-іоном, який добре засвоюється.

Практикою встановлено, що широке застосування хелатних сполук мікроелементів у менших (2–10 рази) дозах, які за структурою близькі до природних речовин, дозволяє на 90 % засвоювати їх рослинами, що зменшує хімічне навантаження на ґрунт і забезпечує рівнозначні прирости врожайності порівняно з внесенням мінеральних солей (в еквіваленті мікроелементів). Порівняно з іншими формами їх ефективність є вищою в 2–10 разів, вони не зв'язуються в ґрунті, не руйнуються під впливом мікроорганізмів, сумісні практично з усіма мінеральними добривами [8, 14, 23, 25].

Дефіцит потрібного макро- і мікроелемента призводить до порушення обміну речовин і фізіологічних процесів, погіршення росту і розвитку, їх зимо- і посухостійкості, стійкості до хвороб і несприятливого впливу зовнішнього середовища, що обумовлює зниження врожайності й якості вирощеної продукції [18, 21].

Враховуючи, що ґрунти Карпатського регіону мало забезпечені доступними формами макро- і мікроелементів, отримання високої врожайності якісного насіння цінної кормової та сидеральної культури редьки олійної вимагає наукового обґрунтування збалансованої системи живлення.

Мета наших досліджень полягала в виявленні ефективності застосування мікродобрив за позакореневого їх внесення на врожайність насіння редьки олійної.

Матеріали і методи. Дослідження виконували впродовж 2021–2023 рр. у відділі насінництва та насіннезнавства

Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Сірі лісові поверхнево оглеєні легкосуглинкові ґрунти дослідних ділянок характеризувалися середньозваженими агрохімічними показниками: вміст гумусу (за Тюрінім) – 2,3 %, сума ввібраних основ – 13,7 мг-екв на 100 г ґрунту, легкогідролізного 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 (рНсол – 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 °С) порівняно з середньобагаторічними даними (7,4 °С) і сухою (51,0 %). Продуктивна волога 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 середньобагаторічним з меншим (65 %) вологозабезпеченням. Перша декада липня була дощовою – 166 % до середньобагаторічних даних з вищою на 4,1 °С температурою повітря. У другій декаді також спостерігали вищий температурний режим на 5,3 °С з меншою (91 %) кількістю опадів.

У 2022 р. перехід через 5 °С відбувся раніше – у третій декаді березня. Квітень був холодним з середньомісячною температурою 6,5 °С (середньобагаторічний показник 7,4 °С). У першій і третій декадах випала велика кількість опадів (31,0 за норми 16 мм і 44,9 за 19 мм), середньомісячна їх кількість переважала норму на 31 мм. Усі три декади травня були теплими і сухими. Температура повітря переважала середньобагаторічні показники на 1,6 °С, 1,2 і 0,4 °С, а кількість опадів була меншою на 21,8 мм, 27,2 та 11,7 мм, тобто за місяць випало лише 28,6 %. Середньомісячна температура в червні була вищою на 3,4 °С,

а кількість опадів зменшилася до 66 % від середньобагаторічної. У липні спостерігали таку ж тенденцію. Температурні умови всіх декад зросли на 0,9–3,8 °С, а кількість опадів знизилася на 16,5 мм щодо середньобагаторічного показника.

Зростання температурного режиму в другій декаді квітня 2023 р. до 9,8 °С, а в третій – до 10 °С та достатня кількість опадів (22,9 і 20,0 мм) сприяли проведенню сівби гірчиці білої в третій декаді квітня. У шарі ґрунту 0–10 см продуктивна волога становила 16,5 мм і була достатньою для отримання дружних 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 недостатньою (12,8 мм за норми 30 мм). У третій декаді спостерігали вищу на 2,8 °С температуру повітря і лише 41,9 % – кількість опадів. Друга і третя декади червня характеризувалися 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 середньобагаторічному показнику.

Агротехніка вирощування редьки олійної включала: лущення стерні (10–12 см), оранку (20–22 см). Попередник – кукурудза. Строк сівби – III декада квітня. Норма висіву насіння – 1,5 млн сиж. нас./га. Обробка насіння: протруйник – Модесто, 48 % т.к.с. (інсектицидно-фунгіцидної дії, 12,5 л/т). Глибина загорання 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: Журавка (оригінація – Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН) і Факел (Інститут олійних культур НААН).

У досліді вивчали мікродобрива: Оракул мультикомплекс (2,0 л/га), Яра Віта Рексолін (2,0 кг/га) і Інтермаг-олійні (2,0 л/га) на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{50}$ (по сходах) + N_{20} (фаза розетки – стеблуння).

Дослідження проводили з використанням методики проведення

експертизи сортів редьки олійної на відмінність, однорідність і стабільність [16]; густоту рослин визначали методом облікових площадок; польову схожість насіння – за відношенням рослин, які проросли, до висіяного насіння; статистичний аналіз результатів – методом дисперсійного аналізу за методикою В. О. Ушкаренка та ін. [15] з використанням програми Microsoft Excel.

Результати та обговорення. Під впливом позакореневого підживлення рослин мікродобривами в 2022 р. дозрівання насіння проходило з різною інтенсивністю (табл. 1).

1. Тривалість дозрівання насіння сортів редьки олійної під впливом позакореневого підживлення рослин мікродобривами (2022 р.), діб

Позакореневе підживлення рослин мікродобривами	Сорт							
	Журавка				Факел			
	Макростадія 8 (достигання), ВВСН							
	80	85	87	89	80	85	87	89
Контроль (без мікродобрив)	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

На контролі (без мікродобрив) макростадія 8 фази ВВСН 80 (початок дозрівання) наступила на 71–72 добу від появи повних сходів. Дозрівання стручків (50 % твердого насіння) ВВСН 85 відзначено на 81 добу (в сорту Факел) – 86 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 добу в Журавки і 88 добу – в сорту Факел. Позакореневе застосування мікродобрива Оракул мультикомплекс подовжувало достигання насіння на 2 доби, Інтермаг-олійні – 3, а Яра Віта Рексолін – 4–5 діб.

Велика кількість опадів, яку в 2023 р. спостерігали в третій декаді липня – першій серпня, подовжувала період дозрівання насіння (табл. 2). Так, на контролі (без підживлення мікродобривами) макростадія 8 фази ВВСН 80 (початок дозрівання) в

сорту Факел наступила на 68 добу, в Журавки – на 78 добу від появи повних сходів. Дозрівання стручків (50 % твердого насіння) ВВСН 85 відзначено відповідно на 74 добу (в сорту Факел) і 84 (Журавка). Фаза ВВСН 87 (70 % достиглого насіння) наступила на 80–90 добу, повну стиглість (ВВСН 89) зафіксовано на 85–95 добу.

Головною складовою формування продуктивності посіву є його фотосинтезуюча діяльність, важливою умовою якої є максимально ефективне використання сонячної енергії для нагромадження господарсько цінного врожаю. Цей процес у свою чергу базується на вивченні залежностей листової поверхні рослин, технологічних параметрів та абіотичних чинників впродовж онтогенезу.

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

Позакореневе підживлення рослин мікродобривами	Сорт							
	Журавка				Факел			
	Макростадія 8 (достигання), ВВСН							
	80	85	87	89	80	85	87	89
Контроль (без мікродобрив)	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

Позакореневе внесення мікродобрив на посівах сортів редьки олійної за фону мінерального живлення $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{50}$ (ВВСН 14–16 (по сходах) + N_{20}

ВВСН 52–53) (фаза розетки – стеблуння) сприяло формуванню площі листової поверхні на контролі 38,3 тис. $m^2/га$ (табл. 3).

3. Площа листової поверхні сортів редьки олійної залежно від позакореневого підживлення мікродобривами (2021–2023 рр.), тис. $m^2/га$

Позакореневе підживлення рослин мікродобривами	Норма внесення мікродобрив, л/га, кг/га	Рік			Середнє	± до контролю	
		2021	2022	2023		тис. $m^2/га$	%
Контроль (без мікродобрив)	-	37,2	38,0	39,8	38,3	-	-
Оракул мультикомплекс	2,0	39,1	40,8	42,9	40,9	2,6	6,8
Яра Віта Рексолін	2,0	41,8	43,8	46,0	43,9	5,6	14,6
Інтермаг-олійні	2,0	40,6	42,4	45,4	42,8	4,5	11,8
HP _{0,05}		0,6	0,8	0,7			

Примітка. Фон удобрення – $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{50}$ (по сходах) + N_{20} (фаза розетки – стеблуння).

За застосування мікродобрива Оракул мультикомплекс (2,0 л/га) площа листової поверхні зростала на 2,6 тис. $m^2/га$ (6,8 %), за Яра Віта Рексолін (2,0 кг/га) – на 5,6 (14,6 %), Інтермаг-олійні (2 л/га) – 4,5 тис. $m^2/га$ (11,8 %).

Без позакореневого підживлення рослин мікродобривами (контроль) прирости сухої маси сортів редьки олійної становили 1,94 $г/м^2$ за добу (табл. 4). Внесення в фазі ВВСН 52–53 (розетки –

стеблуння) мікродобрив забезпечувало зростання чистої продуктивності фотосинтезу до 2,37–2,64 $г/м^2$ за добу. Порівняно з контролем збільшення цього показника становило 0,43 $г/м^2$ за добу за внесення мікродобрива Оракул мультикомплекс у нормі 2,0 л/га, 0,65 $г/м^2$ за добу – за Інтермаг-олійні (2,0 л/га) і найвище – за використання Яра Віта Рексолін (2,0 кг/га) – 0,70 $г/м^2$ за добу.

4. Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної залежно від позакореневого підживлення мікродобривами (2021–2023 рр.), $г/м^2$ за добу

Позакореневе підживлення рослин мікродобривами	Норма внесення мікродобрив, л/га, кг/га	Рік			Середнє	± до контролю	
		2021	2022	2023		$г/м^2$ за добу	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль (без мікродобрив)	-	1,78	2,06	1,99	1,94	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8
Оракул мультикомплекс	2,0	2,03	2,66	2,42	2,37	0,43	22,2
Яра Віта Рексолін	2,0	2,36	2,85	2,70	2,64	0,70	36,1
Інтермаг-олійні	2,0	2,24	2,78	2,76	2,59	0,65	33,5

НІР_{0,05}

0,11 0,10 0,12

Примітка. Фон удобрення – N₃₀P₆₀K₇₀ + N₅₀ (по сходах) + N₂₀ (фаза розетки – стеблуння).

У позакореновому внесенні мікродобрив морфологічні показники рослин були найвищими за застосування Яра Віта Рексолін у нормі 2,0 кг/га. У сорту Журавка вони були вищими порівняно з Факел і становили: висота рослин – 122 см, кількість стебел на рослині – 9,1 шт., кількість стручків – 257, шт., довжина стручка – 3,4 см, насінин у стручку – 6,5 шт., кількість насінин на рослині – 161 шт., маса насіння з рослини – 10,0 г, маса 1000 насінин – 6,0 г.

На фоні основного та позакоренового живлення врожайність підвищувалася (табл. 5). Якщо на контролі (без

підживлення) середній показник становив 3,38 т/га, то за листового внесення мікродобрива Оракул мультикомплекс у нормі 2,0 л/га і Інтермаг-олійні (2,0 л/га) зростав на 0,38 т/га. Більшим порівняно з контролем на 0,46 т/га і з мікродобривами на 0,08 т/га був приріст за позакоренового внесення Яра Віта Рексолін (2,0 кг/га). Отже, поглинання листками мікродобрив як спосіб ліквідації дефіциту поживних речовин досліджуваних ґрунтів (сірі лісові поверхнево оглеєні) відбувалося ефективніше, ніж корінням, що дозволяло підвищити врожайність порівняно з контролем на 0,38–0,46 т/га.

5. Урожайність насіння сортів редьки олійної залежно від позакоренових підживлень мікродобривами (2021–2023 рр.), т/га

Позакоренове підживлення рослин мікродобривами	Норма внесення мікродобрив, л/га, кг/га	Рік			Середнє		
		2021	2022	2023	т/га	± до контролю	
Контроль (без мікродобрив)	-	3,03	4,13	2,97	3,38	-	-
Оракул мультикомплекс	2,0	3,42	4,45	3,42	3,76	0,38	-
Яра Віта Рексолін	2,0	3,38	4,56	3,58	3,84	0,46	0,08
Інтермаг-олійні	2,0	3,27	4,51	3,51	3,76	0,38	-

НІР_{0,05}

0,10 0,06 0,05

Примітка. Фон удобрення – N₃₀P₆₀K₇₀ + N₅₀ (по сходах) + N₂₀ (фаза розетки – стеблуння).

Висновки

1. На сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах Карпатського регіону з низькою природною родючістю застосування мікродобрив по листках редьки олійної було дієвим заходом впливу на ростові та продуктивні процеси, забезпечуючи їх повною мірою потрібними елементами живлення у критичні фази росту та розвитку.

2. Мікродобрива Оракул мультикомплекс, Яра Віта Рексолін, Інтермаг-олійні швидко і продуктивно

поглиналися рослинами, збільшуючи синтез органічної речовини. За їх застосування площа листової поверхні зростала на 6,8–14,6 %, чиста продуктивність фотосинтезу – на 22,2–36,1 %.

3. Збільшення надходження елементів живлення до рослин через кореневу систему і листки поліпшувало умови для утворення генеративних органів, що забезпечувало високий рівень продуктивності. Урожайність насіння сортів редьки олійної порівняно з

контролем (без позакореневого підживлення мікродобривами) зростала на 0,38 т/га за застосування Оракул мультикомплекс (2,0 л/га) і Інтермаг-олійні

(2,0 л/га) та на 0,46 т/га – за Яра Віта Рексолін (2,0 кг/га).

4. Насіннєва продуктивність сорту Факел була вищою на 0,05–0,18 т/га порівняно з сортом Журавка.

Список використаної літератури

1. 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 (Докучаєвське, Старобільськ, 14 листоп. 2019 р.). Харків : ФOP Бровін О. В., 2019. С. 16–19.

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

3. 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.

4. Використання органічних добрив: економічно-екологічні аспекти / В. І. Мельник та ін. *Інженерія природокористування*. 2020. № 3 (17). С. 29–34. DOI: [https://doi.org/10.37700/enm.2020.3\(17\).29-34](https://doi.org/10.37700/enm.2020.3(17).29-34).

5. Григоренко С. В. Біометричні показники сортів сої залежно від застосування добрива, регуляторів росту та вологоутримувача. *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: 30.11.2023).

6. Домарацький С. О., Добровольський А. В. Вплив позакореневих 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. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2018_1_16 (дата звернення: 30.11.2023).

7. Дудка А. А. Функціональна діагностика мінерального живлення та врожайність рослин сої за внесення мікродобрив. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. (Харків, 26–27 листоп. 2020 р.). Харків, 2020. С. 182–184.

8. Енергетичні засади ефективного використання ресурсів у сільському господарстві / П. І. Бойко та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 3. С. 14–18.

References

1. Anisimova L. M. The role of microelements in crop nutrition. *Aktualni problemy ta naukovi zvershennia molodi na pochatku tretioho tysiacholittia* : zbirnyk materialiv IV naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv, mahistrantiv ta aspirantiv (Dokuchaevske, Starobilsk, 14 lystop. 2019 r.). Kharkiv : FOP Brovin O. V., 2019. P. 16–19.

2. Bykin A. V., Bykina N. M., Bordiuzha N. P. Efficiency of foliar fertilizing of agricultural crops with microelement-containing fertilizers. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. Serii: Ahronomiia. 2012. No 176. P. 154–159.

3. Bilonizhka Kh. V. Efficiency of using microfertilizers in the technology of growing oilseed radish (*Raphanus sativum d. var. oleifera Metrg.*). *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2023. Issue 74 (2). P. 7–16. DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-1.

4. Use of organic fertilizers: economic and environmental aspects / V. I. Melnyk et al. *Inzheneriia pryrodokorystuvannia*. 2020. No 3 (17). P. 29–34. DOI: [https://doi.org/10.37700/enm.2020.3\(17\).29-34](https://doi.org/10.37700/enm.2020.3(17).29-34).

5. Hryhorenko S. V. Biometric indicators of soybean varieties depending on the use of fertilizers, growth regulators and moisture content. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Vol. 15, No 2. P. 143–154. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2019_15_2_7 (last accessed: 30.11.2023).

6. Domaratskyi Ye. O., Dobrovolskyi A. V. The impact of foliar fertilizing with complex multifunctional preparations on the quantitative level and qualitative composition of the chlorophyll complex in sunflower plants. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia*. 2018. Issue 1. P. 142–151. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2018_1_16 (last accessed: 30.11.2023).

7. Dudka A. A. Functional diagnostics of mineral nutrition and productivity of soybean plants when applying microfertilizers. *Naukovi zasady pidvyshchennia efektyvnosti silskohospodarskoho vyrobnytstva* : materialy IV Mizhnar. nauk.-prakt. conf. (Kharkiv, 26–27 lystop. 2020 r.). Kharkiv, 2020. P. 182–184.

8. Energy basis for efficient use of resources in agriculture / P. I. Boiko et al. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2010. No 3. P. 14–18.

9. Yeremenko O. A. The impact of treating sunflower plants with growth regulators on the sowing qualities of seeds during storage. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*. 2016.

9. 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. URL: <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/7593> (дата звернення: 28.11.2023).

10. 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.

11. Комплексні хелатовані добрива у посівах пшениці : наук.-метод. рек. / М. М. Богдан та ін. Київ : ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 32 с. URL: https://www.researchgate.net/publication/322276037_KOMPLEKSNI_HELATOVANI_DOBRIVA_U_PO_SIVAH_PSENICI_Naukovo-metodicni_rekomendacii (дата звернення: 28.11.2023).

12. Лазеба О. В. Позакореневе підживлення комплексними мікродобривами як засіб підвищення врожаю гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) в умовах Лівобережної частини Лісостепу України. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 82–86. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.17>.

13. 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. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnuagr_2014_195%281%29_13 (дата звернення: 30.11.2023).

14. Максін В. І. Мікродобрива в рослинництві. *Агроном*. 2023. № 2 (80). URL: <https://www.agronom.com.ua/mikrodobryva-v-roslynnytstvi-vchora-sogodni-zavtra/> (дата звернення: 10.08.2023).

15. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство) : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон, 2014. 448 с.

16. Методика проведення експертизи сортів рослин групи олійних на відмінність, однорідність і стабільність / Міністерство аграрної політики та продовольства України, Український інститут експертизи сортів рослин. С. 19–40. URL: sops.gov.ua/uploads/page/Meth_DUS/2023/Method_oil_2023.pdf (дата звернення: 30.11.2023).

17. Недільська У. І. Вплив мікроелементів на життєдіяльність рослин. *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика* : зб. тез доп. II Міжнар. наук. Інтернет-конф. (м. Тернопіль, 20 листоп. 2020 р.). Тернопіль : ЗУНУ, 2020. С. 124–126. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/39269> (дата звернення: 30.11.2023).

18. Роль мікроелементів у житті рослин. URL: <https://www.systopt.com.ua/article-shho-take-helatni->

No 2 (56), vol. 1. P. 126–136. URL: <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/7593> (last accessed: 28.11.2023).

10. Karasiuk I. M., Khomchak M. Yu., Khomchak O. M. Studying methods of using microelements in crop production in the Forest-Steppe conditions of Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho DAU. Ahronomiia*. 2005. Issue 61, vol. 1. P. 55–63.

11. Complex chelated fertilizers in wheat crops : nauk.-metod. rek. / M. M. Bohdan et al. Kyiv : TOV «TsP «KOMPRYNТ», 2016. 32 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/322276037_KOMPLEKSNI_HELATOVANI_DOBRIVA_U_POSIVAH_PSENICI_Naukovo-metodicni_rekomendacii (last accessed: 28.11.2023).

12. Lazeba O. V. Foliar feeding with complex microfertilizers as a means of increasing the yield of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) in the conditions of the Left-Bank part of the Forest-Steppe of Ukraine. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2019. Issue 71. P. 82–86. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.17>.

13. Lohinova I. V., Biliera N. M. The effectiveness of various forms and methods of introducing microelements in crop growing technologies. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. Serii: Ahronomiia. 2014. Issue 195 (1). P. 71–78. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnuagr_2014_195%281%29_13 (last accessed: 30.11.2023).

14. Maksin V. I. Microfertilizers in crop production. *Ahronom*. 2023. No 2 (80). URL: <https://www.agronom.com.ua/mikrodobryva-v-roslynnytstvi-vchora-sogodni-zavtra/> (last accessed: 10.08.2023).

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

16. Methodology for the examination of oilseed plant varieties for difference, uniformity and stability / Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine, Ukrainian Institute for the Examination of Plant Varieties. P. 19–40. URL: sops.gov.ua/uploads/page/Meth_DUS/2023/Method_oil_2023.pdf (last accessed: 30.11.2023).

17. Nedilska U. I. Impact of microelements on plant life. *Suchasnyi stan nauky v silskomu hospodarstvi ta pryrodokorystuvanni: teoriia i praktyka* : zb. tez dop. II Mizhnar. nauk. Internet-konf. (m. Ternopil, 20 lystop. 2020 r.). Ternopil : ZUNU, 2020. P. 124–126. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/39269> (last accessed: 30.11.2023).

18. The role of microelements in plant life. URL: <https://www.systopt.com.ua/article-shho-take-helatni-mikrodobryva-i-yak-yih-pravylnozastosovuvaty> (last accessed: 10.08.2023).

19. Sanin Yu. V. Foliar fertilizing with Bifoliar microfertilizers is a highly profitable element of sunflower growing technology. *Ahronom*. 2016. No 2. P. 286–287.

mikrodbryva-i-yak-yih-pravylno-zastosovuvaty (дата звернення: 10.08.2023).

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

20. Санін Ю. В., Санін В. А. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Агрономія сьогодні.* 2012. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/218-osoblyvosti-pozakorenevoho-pidzhyvlennia-silskohospodarskykh-kultur-mikroelementamy.html> (дата звернення: 30.11.2023).

21. 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. 2018. Вип. 294. С. 32–41.

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

23. Харченко О. В., Прасол В. І., Ільченко О. В. Агроекономічне та екологічне обґрунтування рівня живлення сільськогосподарських культур : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2011. 126 с.

24. Циганська О. І., Циганський В. І. Вплив мінеральних добрив та способів використання комплексу мікроелементів на висоту рослин сої. *Сільське господарство та лісівництво.* 2019. № 15. С. 83–93. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agf_2019_15_10 (дата звернення: 10.08.2023).

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

26. Шовкова О. В. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від строків сівби та способів застосування мікродобрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2014. № 2. С. 156–160. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2014_2_34 (дата звернення: 28.11.2023).

27. Юник А. В., Трифонов І. В. Рекомендації з унесення добрив на підставі практичного досвіду господарств. *Агрономія сьогодні.* 2020. 16 груд. 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).

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

29. Ieremenko O., Kalitka V. Productivity of Sunflower Hybrids (*Helianthus annuus* L.) Under The Effect of AKM Plant Growth Regulator In The Conditions Low Moisture of Southern Steppe of Ukraine. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary*

20. Sanin Yu. V., Sanin V. A. Features of foliar feeding of agricultural crops with microelements. *Ahronomiia sohodni.* 2012. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/218-osoblyvosti-pozakorenevoho-pidzhyvlennia-silskohospodarskykh-kultur-mikroelementamy.html> (last accessed: 30.11.2023).

21. Sendetskyi V. M. The influence of humic preparations on the yield and quality indicators of sunflower seeds in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy.* Ahronomiia. 2018. Issue 294. P. 32–41.

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

23. Kharchenko O. V., Prasol V. I., Ilchenko O. V. Agroeconomic and environmental justification for the level of nutrition of agricultural crops : navch. posib. Sumy : Universytetska knyha, 2011. 126 p.

24. Tsyhanska O. I., Tsyhanskyi V. I. The impact of mineral fertilizers and methods of using a complex of microelements on the height of soybean plants. *Silke hospodarstvo ta lisivnytstvo.* 2019. No. 15. P. 83–93. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agf_2019_15_10 (last accessed: 10.08.2023).

25. Shakalii S. M. Formation of yield and quality of sunflower seeds depending on foliar feeding. *Zernovi kultury.* 2017. Vol. 1, no. 1. P. 69–74.

26. Shovkova O. V. Photosynthetic productivity of soybean crops depending on sowing time and methods of application of microfertilizers. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii.* 2014. No. 2. P. 156–160. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2014_2_34 (last accessed: 28.11.2023).

27. Yunyk A. V., Tryfonov I. V. Recommendations for the removal of fertilizers based on the practical experience of farms. *Ahronomiia sohodni.* 2020. 16 hrud. 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).

28. 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.

29. Ieremenko O., Kalitka V. Productivity of Sunflower Hybrids (*Helianthus annuus* L.) Under The Effect of AKM Plant Growth Regulator In The Conditions Low Moisture of Southern Steppe of Ukraine. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science.* 2016. Vol. 9, issue 9. P. 59–64. DOI: <https://doi.org/10.9790/2380-0909015964>.

30. Lukangila M. A. B. 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: <https://doi.org/10.3923/ajpnft.2016.1.7>.

Science. 2016. Vol. 9, issue 9. P. 59–64. DOI: <https://doi.org/10.9790/2380-0909015964>.

30. Lukangila M. A. B. 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: <https://doi.org/10.3923/ajpnft.2016.1.7>.

31. Telekalo N. V. The productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank foreststeppe. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. Вип. 11. С. 114–122. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/19132.pdf> (last accessed: 30.11.2023).

32. 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: https://doi.org/10.15421/2020_16.

31. Telekalo N. V. The productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank foreststeppe. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2018. Issue 11. P. 114–122. URL:

<http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/19132.pdf> (last accessed: 30.11.2023).

32. 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: https://doi.org/10.15421/2020_16.