

УДК 631.81.095

DOI: 10.37128/2707-5826-2023-2-1

**ВМІСТ ОЛІЇ У НАСІННІ РІПАКУ
ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД
ЗАСТОСОВАНИХ
МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У
ПОЗАКОРЕНЕВІ ПІДЖИВЛЕННЯ**

Я.Г. ЦИЦЮРА, канд. с.-г. наук, доцент

О.С. ТОМЧУК, аспірант

Вінницький національний аграрний
університет

Стаття присвячена вивченню ролі мікроелементів за їх застосування у формі позакореневого застосування у литкове підживлення з огляду на їх вплив на якісні показники сформованого врожаю, зокрема на вміст олії насінні як базового показника, який визначає цінність озимого ріпаку як культури багатоцільового використання.

Досліджено ефективність монокомпонентного застосування основних фізіологічно активних мікроелементів у дві фенологічні критичні фази росту і розвитку рослин озимого ріпаку з різним домінуванням ростових та ростово-репродуктивних процесів диференціації рослинного організму – у фенологічні фази стеблуння та цвітіння.

Визначено ефективність впливу одноконпонентних мікроелементів підібраних за типологічним складом сучасних багатоконпонентних мікродобрив на хелатній основі у формі сульфатних солей, борної кислоти та сульфату амонію у фізіологічній концентрації 0,2 % з врахуванням регламенту концентрацій використання фізіологічно-активних агрохімікатів у форматі позакореневого підживлення водними розчинами солей.

Встановлено, що застосування кожного з вивчаємих мікроелементів було ефективним та істотним щодо росту показника олійності насіння у співставленні до контрольного варіанту обробки водою.

Встановлено індивідуальні особливості формування показників олійності насіння для двох високоінтенсивних сортів ріпаку озимого для кожного із вивчаємих мікроелементів як з позиції приросту показника олійності до контролю, так і з позиції оцінки варіативності його значення з огляду на двоохрічний цикл вивчення та варіювання у межах генеральної сукупності отриманих облікових значень у межах повторень дослідів.

На підставі отриманих даних визначено доцільність строків застосування позакореневих підживлень мікродобривами гібридів ріпаку озимого та відмічено роль генотипової складової у результативності застосування коректуючих позакореневих підживлень різними мікроелементами.

Встановлено на підставі двоохрічного циклу досліджень для гарантованого підвищення вмісту олії в насінні інтенсивних гібридів ріпаку озимого щонайменше на 0,6–1,8 % за умови одноконпонентного використання мікроелементів у формі позакореневого підживлення слід їх застосовувати у такому ряду зростання доцільності та обґрунтованості $\text{Co} > \text{Zn} > \text{B} > \text{Cu} > \text{Mn} > \text{Mo}$ у формі розчину сульфатів солей, борної кислоти та молібдату амонію за 0,2 % концентрації робочого розчину для позакореневого підживлення. Сформульовано перспективи подальших досліджень у сфері оптимізації удобрення інтенсивних гібридів ріпаку озимого мікродобривами.

Ключові слова: озимий ріпак, мікродобрива, якість насіння, вміст олії, мінливість.

Табл. 1. Рис. 1. Літ. 16.

Постановка проблеми. Озимий ріпак залишається важливою стратегічною культурою у всьому світі як джерело цінної рослинної олії багатоцільового використання [1]. Для України вирощування озимого ріпаку розглядається як однією з базових складових формування спеціалізованого європейсько орієнтованого аграрного виробництва з перспективою формування супутнього

біопаливного ринку за рахунок застосування отриманих олій як варіантів альтернативного палива [2].

Разом з тим, відмічається, що урожайність ріпаку в Україні варіює по роках і залишається нижчою, ніж в європейських країнах. Це пов'язано з використанням неякісного насіннєвого матеріалу, недотриманням агротехнологічних строків збирання культури, недостатнім внесенням добрив, відсутністю спеціалізованої техніки для збирання, що призводить до значних втрат урожаю, та іншими порушеннями в технології вирощування і збирання. Відмічається, що у плані стабілізації урожайності озимого ріпаку, підвищення його якості та цінності отриманої олії – важливим залишається розробка адаптивних систем удобрення культури, яка б передбачала підходи до збалансованого застосування як макро-, так і мікроелементів за їх раціонального поєднання та рекомбінації [3].

У зв'язку з багатостороннім впливом мікроелементів на формування врожайності ріпаку, а особливо якісних його показників, актуальним завданням, що потребує подальшого наукового узагальнення є дослідження ролі мікроелементів у процесах формування якісних показників, які визначають господарську цінність культури (олієжировий та біопаливний напрямки).

Результати таких досліджень дозволять удосконалити підходи до розробки адаптивних систем удобрення цієї цінної культури на основі системного комбінованого застосування у технології вирощування фонового мінерального живлення у поєднанні із використанням мікроелементів мікроелементної обробки насіння та застосування позакоренових підживлень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Результати досліджень впливу мікроелементів на показники якісних параметрів урожаю озимого ріпаку викладено у ряді досліджень [4–12].

За даними вказаних досліджень, проведених у різних країнах, істотний позитивний вплив на врожайність ріпаку, вміст жиру та білка в насінні справляє застосування мікродобрив [4].

Мікроелементи в житті рослин, не входячи до складу органічних сполук, відіграють важливу роль [4, 5]. Так цинк (Zn) є нейтралізатором і активатором багатьох процесів, бере участь у білковому, ліпідному, вуглеводному та фосфатному обміні речовин, у біосинтезі вітамінів та ауксинів [6].

Мідь (Cu) входить до складу окиснювальних ферментів, посилює дихання і бере участь у вуглеводному та білковому обміні речовин, покращує водний баланс рослини. За нестачі міді може відмирати листя ріпаку [7].

Цинк і мідь необхідні для підвищення життєстійкості рослин і стійкості до вилягання, запліднення та утворення стручків [5, 7].

Марганець (Mn) у рослинах, входячи до різних ферментів, бере участь у проміжних реакціях між фотолізом води та утворенням кисню. Він також впливає на утворення стручків і накопичення жирів у насінні, підвищує стійкість до стресу та холоду [8].

Без молібдену (Mo) неможливий синтез білкових речовин, оскільки він входить до складу ферменту нітратредуктази, що відновлює нітрати до амонію [9].

Не слід також забувати, що озимий ріпак належить до рослин, які потребують для свого росту і розвитку відносно багато бору. Велика роль бору (B) в запиленні та заплідненні квіток, запобіганню абортації квіток у межах суцвіття, формування оптимальних процесів запилення та запліднення, накопиченні олій у насінні. Даний елемент також відповідає за число стручків і кількість насіння в них, використання рослинами азоту. Його нестача уповільнює ріст рослин, затримується цвітіння [6, 10].

Нестача заліза (Fe) у ґрунтах затримує синтез ростових речовин ауксинів, у зв'язку з чим знижується активність окислення і відновлення складних амінокислот та утворення хлорофілу рослинами озимого ріпаку, що у підсумку впливає як на величину врожаю, так і на показники його якості [7]. Визначено, що недостатній вміст рухомих форм мікроелементів у ґрунті часто є фактором, що лімітує формування врожаю озимого ріпаку і якості продукції. Особливо це актуально для ґрунтів з ознаками різного ступеня деградації, зокрема кислих, переущільнених із стійкою тенденцією дегумуфікації. На таких ґрунтах потреба рослин ріпаку озимого у мікроелементах і роль збалансованості мінерального живлення зростає в умовах інтенсивних технологій, спрямованих на формування високопродуктивних посівів з високими показниками якості врожаю [5, 10, 12].

За досить ґрунтового опрацювання ролі окремих мікроелементів у забезпеченні збалансованого живлення рослин озимого ріпаку питання їх стресового впливу на формування вмісту рослинних олій залишається питанням спірним як з позиції ролі окремих мікроелементів, так і з позиції фази їх найбільш доцільного технологічного застосування.

Умови та методика досліджень. Дослідження проводились на дослідному полі ВНАУ (49°11'31" п. ш. 28°22'16" с. д.) на темно-сірих лісових ґрунтах. Агрохімічний потенціал поля: вміст гумусу: 2,02–3,2 %, легкогідролізованого азоту 67–92, рухомого фосфору 149–220, обмінного калію 92–126 мг/кг ґрунту при $pH_{\text{ккл}}$ 5,5–6,0. Формат досліджень – дрібноділянковий, повторність 3-х разова.

Дослідження проводились у період вегетаційного періоду ріпаку озимого 2020–2022 рр. Мікроелементи застосовувались у варіанті однокомпонентного внесення у формі солей сульфатів – марганцю, цинку, кобальту, міді. Як джерело бору використовувалась борна кислота, а як джерело молібдену – молібдат амонію. Дозування мікроелементів встановлювалось відповідно до рекомендацій для хрестоцвітих культур [13]. Мікроелементи вносили у вигляді водних розчинів у 0,2 % концентрації. Для обробки застосовували ручне обприскування у дві фенологічні фази: фазу стеблуння та фазу цвітіння з витратою робочої рідини до 300 л/га. Позакореневе підживлення суміщували із застосуванням інсектицидів для захисту від ріпакового квіткоїда (застосовували Моспілан ВП, 0,12 кг/га). Застосування мікроелементів проводили на двох гібридах ріпаку озимого –

Домінатор (00-гібрид) та Абсолют (00-гібрид).

Домінатор внесений в державний реєстр в 2019 році. Тривалість періоду вегетації складає 281–312 діб. Висота рослини – 113,2–133,6 см. Вміст білка – 18,2–20,8%. Вміст олії – 46,1–48,3%. Стійкість до вилягання 9 балів. Стійкість до обсіпання 7–8 балів. Стійкість до посухи 7–8 балів. Стійкість до пилюки ріпакового 8–9 балів. Стійкість проти квіткоїду ріпакового 7 балів. Стійкість до бактеріозу 7–8 балів. Стійкість проти пероноспорозу 7–8 балів.

Абсолют внесений в державний реєстр в 2019 році. Тривалість періоду вегетації складає 282 - 312 діб. Висота рослини – 127,2 –135,3 см. Вміст білка – 17,9 –20,6%. Вміст олії – 46 –47,6%. Стійкість до вилягання 8–9 балів. Стійкість до обсіпання 7–8 балів. Стійкість до посухи 8 балів. Стійкість до пилюки ріпакового 8–9 балів. Стійкість проти квіткоїду ріпакового 7–8 балів. Стійкість до бактеріозу 8 балів. Стійкість проти пероноспорозу 7–8 балів.

Загальні агротехнологічні умови вирощування обох гібридів ріпаку озимого були однотиповими для всіх варіантів досліду і вони включали наступні технологічні заходи та операції:

Попередник озима пшениця, лущення стерні і внесення Діамофоски N-10% P-26% K-26% +1S (144 кг/га під оранку (глибина 27 см)) .

Посів третя декада серпня, нормою 500 тис. насінин/га з міжряддям 35 см. Із припосівним внесенням добрива Росаферт 15-15-15 (150 кг/га).

У фазі 2 листочки внесення гербіцид Бутізан Авант – 2,5 л/га. Через 5 днів внесення 1,5 л/га Кіллітоп (Циперметрин 50 гр/л+ Хлор пірифос 500 гр/л).

У фазі 4 – 5 листочків Карамба Турбо 0,65 л/га + Букат 0,35 л/га. Весною (ВВСН 35-39 внесення повторно Карамба Турбо 0,65 л/га + Букат 0,35 л/га+ Інстрайкер 0,2 л/га (інсектицид). По мерзлоталому ґрунті КАС-32 – 189 л + Тіосульфат амонію 22 л/га. Система застосованих підживлень: Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34)) + Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53). Сума внесених мікроелементів склала загальний фон удобрення (ФОН) у варіантах досліду.

Варіанти застосування мікродобрив проведено веною після відновлення вегетації у фази стеблуння та фази цвітіння відповідно до окресленої схеми застосування солей мікроелементів.

На фазу середина цвітіння застосовували комбінацію інсектицидів Піктор 0,4 л/га + Біска 0,5 л/га.

Погодні умови за період досліджень різнились. Особливості погодних умов за період досліджень представлено на (рис. 1). Осінь 2020 р. відмітилась підвищеним температурним режимом та нестійким зволоженням. Мінімальна температура повітря в найхолодніші ночі місяця (на півночі, сході та у центральних районах області у першій декаді, на решті території у другій декаді) знижувалась до 7-12 °С. Перехід середньодобової температури повітря через 15 °С в бік зниження (початок метеорологічної осені) і відбувся 7 жовтня, що на 7 днів пізніше середніх багаторічних строків. Перехід середньодобової

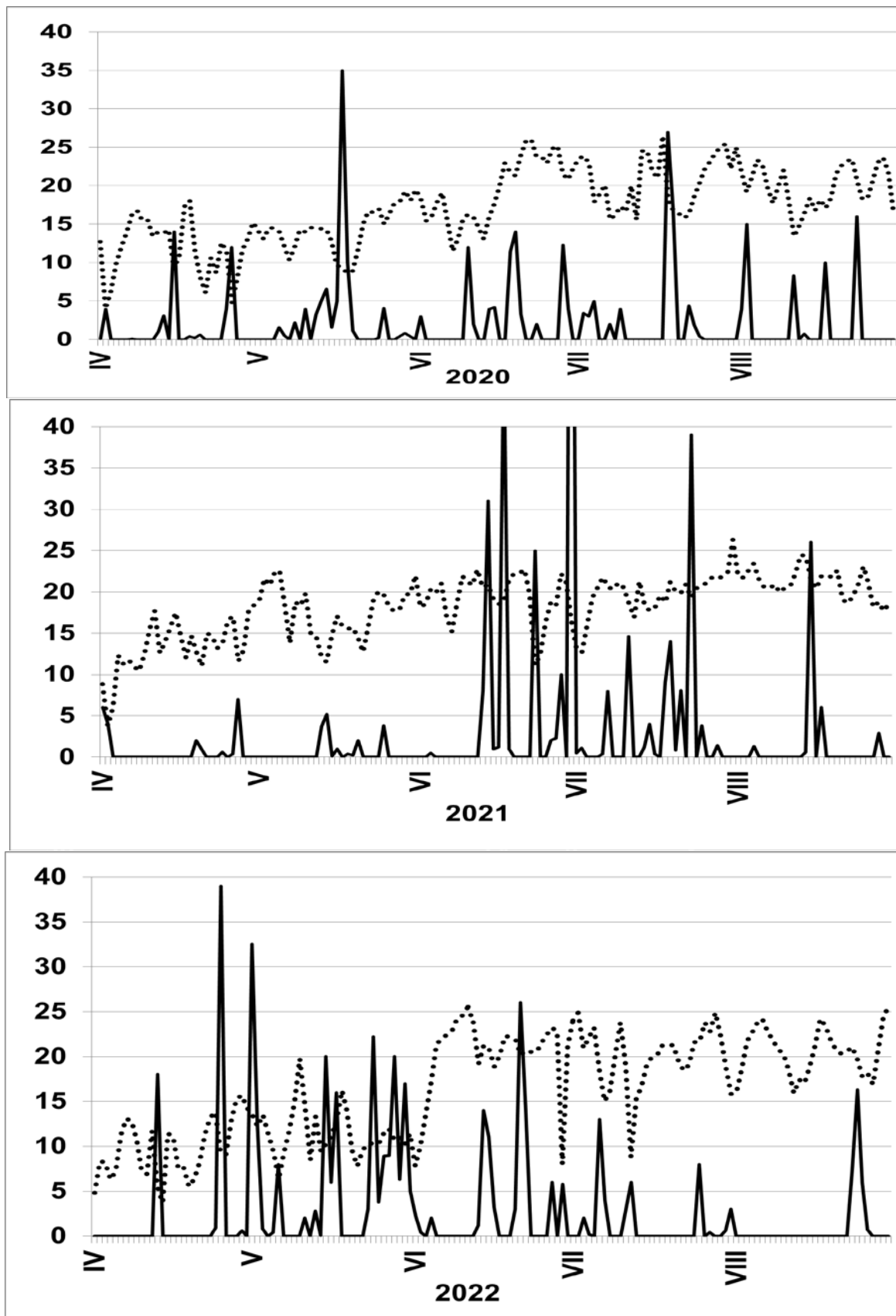


Рис. 1. Динаміка опадів (суцільна лінія) та середньодобової температури (переривиста лінія) за період 2020–2022 рр.
Сформовано на основі [16]

температури повітря через 10°C в бік зниження відбувалося 8 жовтня, що на 7-11 днів раніше середніх багаторічних строків.

Перші осінні заморозки у повітрі спостерігались 8 жовтня, що на 4 дні раніше за середні багаторічні строки. Найбільша кількість опадів спостерігалась у другій та третій декадах листопада. Зовсім сухими виявились друга та третя декади вересня, а також перша декада жовтня.

Зима 2020–2021 рр. відзначилась підвищеним температурним режимом, з нетривалими періодами похолодань у січні, глибокими відлигам, та достатньою кількістю опадів.

Весна 2021 р., у переважній своїй частині, пройшла в підвищеному температурному режимі, наприкінці сезону температурний фон не відхилявся від кліматичної норми. Перехід середньодобової температури повітря через 5°C в бік підвищення (початок метеорологічної весни) по області відбувся надзвичайно рано – 23 лютого.

Літо 2021 р. відзначилось різноманітною погодою: спостерігались періоди похолодань із проходженням зливових дощів різної інтенсивності та періоди зі спекотними днями. Перехід середньодобової температури повітря через $+15^{\circ}\text{C}$ в бік підвищення (початок метеорологічного літа) відбувся 12 травня, що в межах норми. Майже весь літній період пройшов у підвищеному температурному режимі. Лише у першій декаді червня середньо декадні температури повітря виявились нижчими за норму на $0,8\text{--}2,2^{\circ}\text{C}$. Особливо спекотними за це літо були третя декада червня, а також перша та третя декади серпня. Середня температура повітря в ці періоди складала $+24,4\text{--}27,2^{\circ}\text{C}$, що на $3,3\text{--}5,5^{\circ}\text{C}$ вище норми. Перехід середньодобової температури повітря через $+15^{\circ}\text{C}$ в бік зниження (кінець метеорологічного літа) по області відбувся 20 вересня. Тривалість метеорологічного літа склала 131–136 діб.

Осінь 2021 р. відзначилась коливаннями температурного режиму як в бік підвищення так і в бік зниження, вітрами, а також дефіцитом опадів на початку періоду та достатньою їх кількістю на протязі більшої частини періоду. Перші осінні заморозки у повітрі спостерігались 15 жовтня, що на 1–4 дні пізніше за середні багаторічні строки. Загалом, середня температура повітря за осінній сезон склала $+5,4\text{--}17,1^{\circ}\text{C}$, що близько до сезонної кліматичної норми. Сезонна сума опадів становила 176,4 мм, що склало 196% від норми. Зовсім сухою виявилась перша декада вересня, а найбільша кількість опадів спостерігалась у другій декаді вересня.

Зима 2020–2021 рр. була холодною, вітряною, з дефіцитом опадів. Перехід середньодобової температури повітря через 0°C в бік зниження (початок метеорологічної зими) відбувся 29 листопада. Погоду більшої частини січня обумовлювало поле підвищеного атмосферного тиску. Максимальна температура повітря в найтепліші дні місяця (перша та друга декади) підвищувалася до $3\text{--}6^{\circ}\text{C}$ тепла. Максимально ґрунт промерзав у першій та другій декадах лютого до 42–56 см. Повне відтавання ґрунту відмічалось 27 лютого. Оподи взимку проходили у вигляді снігу, мокрого снігу та дощу.

Весна 2021 р. відзначилась дуже контрастними погодними умовами: початок сезону був холодним, у середині періоду – теплим, в кінці періоду – в межах кліматичної норми. Середня місячна температура повітря за березень виявилась вище кліматичної норми на 4,9 °С та становила +6,5 °С. Опади у березні розподілялись нерівномірно так, за кількістю їх випало значно менше норми 5,6 мм (20 % місячної норми). Середня температура повітря весни складала +6,5–16,3°С, що на 0,3–4,9°С вище кліматичної норми.

Літо відмітилось теплою, в окремі періоди спекотною погодою з нерівномірним зволоженням. Основна маса опадів припала на липень місяць.

У цілому погодні умови періоду досліджень було відносно сприятливими для росту і розвитку ріпаку озимого та сприяли вираженій реакції рослин ріпаку на коректуючі та доповнюючі заходи із застосування мікроелементів відповідно до вичасмої схеми досліджу.

Крім того, окреслений характер погодних умов дозволив оцінити рівень річного варіювання ознаки олійності насіння та визначити ефект дії мікроелементів на приріст олійності за відповідного режиму загальної стресовості гідротермічного режиму вегетації культури.

Застосовані солі мікроелементів застосовували у стандартних препаративних формах із дотриманням масової частки елементного співвідношення та терміну реактивної їх придатності [13].

Фенологічну періодизації вегетації гібридів озимого ріпаку проводили відповідно до системи міжнародної класифікуючої шкали ВВСН відповідно до стандартних методик на хрестоцвітих культурах [14].

Вміст рослинної олії у насінні гібридів ріпаку озимого визначали в лабораторних умовах відповідно до стандартної методології оцінки хрестоцвітих культур, відповідно до ДСТУ 4964:2008 [14].

Статистичну оцінку отриманих даних проводили на підставі загальних показників статистичного ряду із визначенням істотності різниці у дисперсійно-факторній схемі досліджу [15].

Виклад основного матеріалу досліджень. Отримані результати підтвердили важливу фізіологічну роль мікроелементів у забезпеченні формування показника олійності насіння ріпаку озимого на прикладі двох високоінтенсивних сортів (табл. 1).

З огляду на олійність вивчаємих сортів за результатами тривалого конкурсного сортовипробування у гібриду Домінатор (інтервал фіксованих значень показника 46,1–48,3 %) та гібриду Абсолют (46,0–47,6 %) – застосування позакоренових підживлень мікродобривами забезпечило статистично достовірну істотність зростання олійності як за середньо варіантним показником по групі мікроелементів, так і в межах окремих мікроелементів. При цьому олійність гібриду Домінатор була у всі роки досліджень вищою на 1,12 % порівняно із гібридом Абсолют. А самі значення олійності гібридів наближались до максимальних градаційних значень показника за результатами конкурсного випробування гібридів. Ми пояснюємо такі особливості у першу чергу відповідною збалансованістю і комплексністю системи

фонового мінерального живлення та відносною сприятливістю погодних умов у роки досліджень.

Нами також підтверджено складний диференціюючий характер впливу окремих мікроелементів на формування показника олійності вивчаємих гібридів озимого ріпаку.

Таблиця 1

Вміст олії у насінні гібридів ріпаку озимого залежно від варіанту позакоренових підживлень мікроелементами (середнє за 2021-2022 рр.) на базі застосованого загального фону удобрення

Варіант досліджу	Вміст олії в насінні, %			
	підживлення на фазу:			
	фаза стеблування (ВВСН 31–34)		фаза цвітіння (ВВСН 51–53)	
<i>Гібрид Домінатор</i>	$X_{\text{сер}}$	V, %	$X_{\text{сер}}$	V, %
ФОН + обробка водою (контроль)	46,8	13,8	47,0	11,9
ФОН + Mn	47,4	15,2	47,5	11,7
ФОН + Zn	47,9	17,9	48,2	14,9
ФОН + Cu	47,7	16,8	48,0	13,3
ФОН + Co	48,3	18,9	48,8	15,3
ФОН + Mo	47,2	14,9	48,3	13,1
ФОН + B	47,5	18,8	48,1	15,7
<i>HIP₀₅</i>	0,07*		0,06*	
<i>Гібрид Абсолют</i>	$X_{\text{сер}}$	V, %	$X_{\text{сер}}$	V, %
ФОН + обробка водою (контроль)	46,3	14,7	46,7	14,3
ФОН + Mn	46,6	15,5	47,0	12,5
ФОН + Zn	46,5	18,6	47,5	15,2
ФОН + Cu	46,2	18,6	47,7	13,9
ФОН + Co	46,8	19,3	47,9	16,2
ФОН + Mo	46,7	17,1	47,1	13,1
ФОН + B	46,7	18,5	47,5	14,1
<i>HIP₀₅</i>	0,05*		0,06*	

* – за арктангенсної трансформації середніх даних по варіанту [15].

У результуючому виразі одинарний вплив мікроелементів у варіанті розчину солей для позакоренового підживлення визначався у першу чергу фізіологічною роллю вказаного мікроелемента із обумовленою часткою впливу на показники олійності. Слід відмітити що така обумовленість була максимальною для тих мікроелементів, які найбільш позитивно впливають на формування репродуктивної сфери рослин озимого ріпаку. Причому такий характер відмічено з аналогічними особливостями для обох гібридів.

Максимальний позитивний приріст вмісту олії в насінні встановлено у середньому за період вивчень у варіанті застосування кобальту із приростом до контролю 3,21 % у фазу стеблування та 3,88 % у фазу цвітіння у випадку обробки рослин гібриду Домінатор. Для гібриду Абсолют за аналогічного результуючого впливу у варіанті застосування кобальту відповідні прирости склали 2,18 та 2,57 %. Серед трійки найбільш ефективних мікроелементів у варіанті одинарного використання у формі позакоренового підживлення слід відмітити бор – 1,50 % та

2,34 % залежно від фази застосування підживлень для гібриду Домінатор та 1,97 % і 1,75 % у гібриду Абсолют та цинк – у значенні приростів до контролю 2,35 та 2,55 % і 1,53 та 1,71 % відповідно. У результуючому підсумку вивчаємо мікроелементи по їх вагомості щодо впливу на олійність насіння для двох гібридів ріпаку озимого можна розмістити (усереднено для обох вивчаємих гібридів) у наступний ряд: Co>Zn> B>Cu> Mn>Mo.

Відповідно до отриманих результатів слід відмітити і ряд встановлених особливостей трактування яких дозволить підвищити ефективність застосування мікроелементів у позакореневе підживлення за вирощування ріпаку озимого.

По-перше ефективність застосування позакореневих підживлень мікроелементами у фазу цвітіння (ВВСН 51-53) за два роки вивчення було більш ефективним, ніж у фазу стеблування (ВВСН 31–34) з різницею по середньому для вивчаємої групи мікроелементів на 0,64 %. Такі результати ми пояснюємо іммобілізацією мікроелементів на ростові вегетативні процеси за більш раннього внесення, що частково елімінує їх ефективність у формуванні показника олійності за рахунок їх залучення на депонування частково на формування вегетативної архітекτονіки та послаблення впливу на формування елементів репродуктивної архітекτονіки рослин. У кінцевому підсумку це забезпечує посилення обох складових росту і розвитку рослин а також формує передумови для внутрішньої конкуренції між власне вегетативним наростанням та якісною диференціацією плодоелементів із адекватним ростом якісних показників. З огляду на це та спираючись на висновки інших дослідників [6, 8-11] для формування вищих рівнів олійності гібридів ріпаку озимого застосування мікроелементів у позакореневе підживлення слід максимально можливо наближати до критичних періодів формування репродуктивної сфери рослин або ж проводити їх безпосередньо ефективними формами мікродобрив у процесі їх формування.

Другою особливістю є визначений показник варіативності вмісту олії в насінні гібридів ріпаку озимого. За середнього рівня варіювання у інтервалі 13-20 %, що зважаючи на контрастність погодних умов, вказує на генетичну складову у формуванні показника та необхідності підбору генотипу гібридів для гарантування реалізації відповідного рівня олійності насіння з огляду на гідротермічні умови періоду вегетації особливо у міжфазний період від цвітіння до наливу насіння [12]. При цьому характер варіювання був різним і певною мірою визначався термінами застосування підживлень. При цьому відмічена залежність зростання варіювання за підживлення у фазу цвітіння саме для мікроелементів які, як було відмічено раніше, є визначальними щодо впливу на формування репродуктивної архітекτονіки рослин, зокрема молібдену, марганцю та бору [8, 12]. Для мікроелементів із домінуючим впливом переважно на темпи ростових вегетативно формуючих процесів – характер варіювання мав обернений зв'язок із більш істотними значеннями варіювання за підживлення у фазу стеблування. Такі результати узгоджуються із висновками щодо складного характеру впливу мікроелементів як вкрай активних фізіологічних складових саме на перебіг ростофізіологічних процесів у ряду хрестоцвітих культур [7].

Слід зауважити і генотипічну складову у результативності впливу мікроелементів на формування олійності насіння. Так, у гібриду Домінатор усереднений приріст олійності по мікроелементах склав 1,85 % при їх застосуванні у фазі стеблуння та 2,45 % при застосуванні у фазу цвітіння. Аналогічні показники для сорту Абсолют були істотно нижчими та становили 1,65 та 1,58 % відповідно. Причина таких генотипічних розбіжностей між сортами з огляду на їх реакцію на різні мікроелементи у підживлення визначаються вже згадуваними різними темпами формування репродуктивної сфери рослин ріпаку озимого. Зокрема у озимого ріпаку виділяють особливості формування ярусності та різностадійності у цвітінні та дозріванні різних частин суцвіття. Це у підсумку додатково змінює характер формування показника олійності за так званого характеру матрикальної мінливості [6].

Це у результуючому підсумку впливає на ефективність та інтенсивність використання сортом мікроелементів та визначає результативність такого впливу у форматі урожайності чи, що важливо, його якості за показником олійності самого насіння.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Отже, на підставі двохрічного циклу досліджень для гарантованого підвищення вмісту олії в насінні інтенсивних гібридів ріпаку озимого щонайменше на 0,6–1,8 % за умови однокомпонентного використання мікроелементів у формі позакореневого підживлення слід їх застосовувати у такому ряду зростання доцільності та обґрунтованості $\text{Co} > \text{Zn} > \text{B} > \text{Cu} > \text{Mn} > \text{Mo}$ у формі розчину сульфатів солей, борної кислоти та молібдату амонію за 0,2 % концентрації робочого розчину для позакореневого підживлення. Перспектива подальших досліджень передбачатиме вивчення питання сумісного двох-, трьох- та мультикомпонентного застосування мікроелементів у складі складних комплексів для позакореневого підживлення з позиції їх впливу на якісні показники сформованого врожаю.

Список використаної літератури

1. Токарчук Д.М. Управлінські заходи щодо підвищення ефективності виробництва ріпаку. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2018. № 1 (65). С. 125–133.
2. Калетнік Г.М., Олійнічук С.Т., Скорук О.П. Альтернативна енергетика України: особливості функціонування і перспективи розвитку: колективна монографія / За ред. Г. М. Калетніка. Вінниця: Едельвейс і К, 2012. 250 с.
3. Маслак О. Перспективи вирощування та реалізації ріпаку. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 13 (332). С. 58–62.
4. Бучинський І. Ефективність внесення мікродобрив на озимому ріпаку. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2011. № 8. С. 25–30.
5. Мазур В.А., Мацера О.О. Аналіз зміни якісних показників насіння озимого ріпаку залежно від строків посіву та системи удобрення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 4 (12). С.5–17.

6. Shoja T., Majidian M., Rabiee M. Effects of zinc, boron and sulfur on grain yield, activity of some antioxidant enzymes and fatty acid composition of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Acta agriculturae Slovenica*. 2018. Vol. 111. №1. P. 73–84.

7. Byordi A., Mamedov G. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). *Notulae Scientia Biologicae*. 2010. Vol. 2. № 1. P. 94–103.

8. Yasari E., Azadgoleh M.A., Mozafari S., Alashti M.R. Enhancement of growth and nutrient uptake of rapeseed (*Brassica napus* L.) by applying mineral nutrients and biofertilizers. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2009. Vol. 12. Is. 2. P. 127–133.

9. Xu G., Shen S., Zhang Y., Clements D.R., Yang S., Wen L., Zhang, F., Dong L. Effects of Various Nitrogen Regimes on the Ability of Rapeseed (*Brassica napus* L.) to Suppress Littleseed Canarygrass (*Phalaris minor* Retz.). *Agronomy*. 2022. Vol. 12. 713 p.

10. Sienkiewicz-Cholewa U., Kieloch R. Effect of sulphur and micronutrients fertilization on yield and fat content in winter rape seeds (*Brassica napus* L.). *Plant Soil Environment*. 2015. Vol. 61. № 4. P. 164–170.

11. Lääniste P., Jõudu J., Eremeev V. Oil content of spring oilseed rape seeds according to fertilisation. *Agronomy Research*. 2004. Vol. 2. P. 83–86.

12. Yang M., Shi L., Xu F.S., Lu J.W., Wang Y.H. Effects of B, Mo, Zn, and their interactions on seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Pedosphere*. 2009. Vol. 19. P. 53–59.

13. Методичні вказівки щодо застосування мікродобрив за інтенсивної технології вирощування сільськогосподарських культур. К.: Урожай. 1987. 36 с.

14. Сайко В.Ф. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами. К.: «Інститут землеробства НААН», 2011. 76 с.

15. Ушкаренко В.О., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового досліду (зрошуване землеробство). Херсон : Грінь Д.С. 2014. 448 с.

16. URL: <https://meteopost.com/weather/archive/>.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Tokarchuk D.M. (2018). Upravliniski zakhody shchodo pidvyshchennia efektyvnosti vyrobnytstva ripaku [Management measures to improve the efficiency of rapeseed production]. *Visnyk sotsialno-ekonomichnykh doslidzhen – Bulletin of Socio-Economic Research*. № 1 (65). 125–133 [in Ukrainian].

2. Kaletnik H.M., Oliinichuk S.T., Skoruk O.P. (2012). Alternatyvna enerhetyka Ukrainy: osoblyvosti funktsionuvannia i perspektyvy rozvytku: kolektyvna monohrafiia [Alternative Energy of Ukraine: Peculiarities of Functioning and Development Prospects: A Collective Monograph]. / Za red. H. M. Kaletnika. Vinnytsia: Edelveis i K. [in Ukrainian].

3. Maslak O. (2016). Perspektyvy vyroshchuvannia ta realizatsii ripaku [Prospects for growing and selling rapeseed]. *Ahrobiznes sohodni – Agribusiness today*. № 13 (332). 58–62 [in Ukrainian].

4. Buchynskyi I. (2011). Efektyvnist vnesennia mikrodobryv na ozymomu ripaku [*Efficiency of microfertilizer application on winter rape*]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu: ahronomiia – Bulletin of Lviv National Agrarian University: Agronomy*. № 8. 25–30 [in Ukrainian].
5. Mazur V.A., Matsera O.O. (2019). Analiz zminy yakisnykh pokaznykiv nasinnya ozymoho ripaku zalezho vid strokiv posivu ta systemy udobrennya [*Analysis of changes in the quality of winter rapeseed depending on the timing of sowing and fertilizer system*]. *Sil's'ke hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 4 (12). 5–17 [in Ukrainian].
6. Shoja T., Majidian M., Rabiee M. (2018). Effects of zinc, boron and sulfur on grain yield, activity of some antioxidant enzymes and fatty acid composition of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Acta agriculturae Slovenica*. Vol. 111. №1. P. 73–84 [in English].
7. Bybordi A., Mamedov G. (2010). Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). *Notulae Scientia Biologicae*. Vol. 2. № 1. P. 94–103. [in English].
8. Yasari E., Azadgoleh M.A., Mozafari S., Alashti M.R. (2009). Enhancement of growth and nutrient uptake of rapeseed (*Brassica napus* L.) by applying mineral nutrients and biofertilizers. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. Vol. 12. Is. 2. P. 127–133 [in English].
9. Xu G., Shen S., Zhang Y., Clements D.R., Yang S., Wen L., Zhang, F., Dong L. (2022). Effects of Various Nitrogen Regimes on the Ability of Rapeseed (*Brassica napus* L.) to Suppress Littleseed Canarygrass (*Phalaris minor* Retz.). *Agronomy*. Vol. 12. 713 p. [in English].
10. Sienkiewicz-Cholewa U., Kieloch R. (2015). Effect of sulphur and micronutrients fertilization on yield and fat content in winter rape seeds (*Brassica napus* L.). *Plant Soil Environment*. Vol. 61. № 4. P. 164–170 [in English].
11. Lääniste P., Jõudu J., Eremeev V. (2004). Oil content of spring oilseed rape seeds according to fertilisation. *Agronomy Research*. Vol. 2. P. 83–86 [in English].
12. Yang M., Shi L., Xu F.S., Lu J.W., Wang Y.H. (2009). Effects of B, Mo, Zn, and their interactions on seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Pedosphere*. Vol. 19. P. 53–59 [in English].
13. Metodychni vказivky shchodo zastosuvannia mikrodobryv za intensyvnoi tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur (1987). [*Guidelines for the use of micronutrient fertilizers in intensive crop cultivation technology*]. K.: Urozhai [in Ukrainian].
14. Saiko V. F. (2011). Osoblyvosti provedennia doslidzhen z khrestotsvitymy oliinymy kulturamy [*Features of conducting studies with cruciferous oilseeds*] [in Ukrainian].
15. Ushkarenko V.O., Holoborodko S.P., Kokovikhin S.V. (2014). Metodyka polovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo) [*Field experiment methodology (irrigated agriculture)*]. Kherson : Hrin D.S. [in Ukrainian].
16. URL: <https://meteopost.com/weather/archive/> [in Ukrainian].

ANNOTATION

OIL CONTENT IN WINTER RAPE SEEDS DEPENDING ON MICRONUTRIENT NUTRITION

The article is devoted to the study of the role of micronutrients in their application in the form of foliar fertilization in view of their influence on the quality indicators of the formed crop, in particular on the oil content of seeds as a basic indicator that determines the value of winter rape as a crop for multipurpose use. The effectiveness of monocomponent application of the main physiologically active microelements in two phenological critical phases of growth and flowering of winter rape plants with different dominance of growth and growth-reproductive processes of plant organism differentiation - in the phenological phases of stemming and flowering - was investigated.

The effectiveness of the influence of single-component microelements selected by the typological composition of modern multicomponent chelated microfertilizers in the form of sulfate salts, boric acid and ammonium sulfate at a physiological concentration of 0.2 %, taking into account the regulation of concentrations of physiologically active agrochemicals in the format of foliar feeding with aqueous salt solutions, was determined. It was found that the use of each of the studied microelements was effective and significant in terms of increasing the oil content of seeds in comparison with the control variant of water treatment. Individual peculiarities of seed oil content formation for two high-intensity varieties of winter rape for each of the studied microelements were established both from the standpoint of the increase in oil content to the control and from the standpoint of assessing the variability of its value, taking into account the two-year cycle of study and variation within the general set of the obtained accounting values within the replications of the experiment.

On the basis of the data obtained, the expediency of the timing of foliar fertilization with microfertilizers of winter rape hybrids was determined and the role of the genotypic component in the effectiveness of the use of corrective foliar fertilization with various microelements was noted.

It was established on the basis of a two-year research cycle for a guaranteed increase of oil content in seeds of intensive winter rape hybrids by at least 0.6-1, 8 % under the condition of one-component use of trace elements in the form of foliar feeding, they should be used in the following order of increasing expediency and validity of $\text{Co} > \text{Zn} > \text{B} > \text{Cu} > \text{Mn} > \text{Mo}$ in the form of a solution of salt sulfates, boric acid and ammonium molybdate at 0.2 % concentration of the working solution for foliar feeding. Prospects for further research in the field of optimization of fertilization of intensive hybrids of winter rape with microfertilizers are formulated.

Key words: winter rape, microfertilizers, seed quality, oil content, variability.

Table. 1. Fig. 1. Lit. 16.

Інформація про авторів

Цицюра Ярослав Григорович – кандидат с.-г. наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 5/42, e-mail: yaroslavtsytsyura@ukr.net, 0675854008).

Томчук Олександр Миколайович – аспірант кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3, e-mail: tomchuk.oleksandr@eridon.ua, 0952860640).

Tsytsiura Yaroslav Grigoryevich – Candidate of Agricultural Sciences (PhD), Associate Professor of the Department of Soil Management, Soil Science and Agrochemistry, Vinnytsia National Agrarian University. (21008, Vinnytsia town, Solnechnaya st., build 5/42, e-mail: yaroslavtsytsyura@ukr.net, 0675854008).

Tomchuk Oleksandr Mykolaiovych – a postgraduate student of the of Soil Management, Soil Science and Agrochemistry, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3, e-mail: tomchuk.oleksandr@eridon.ua, 0952860640).