

УДК 635.15:631.5
РОЛЬ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У
СИСТЕМІ УДОБРЕННЯ
РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ У
ЛІСОСТЕПУ
ПРАВОБЕРЕЖНОМУ УКРАЇНИ

Я.Г. ЦИЦЮРА, канд. с.-г. наук,
доцент
Вінницький національний аграрний
університет

У статті висвітлено результати комплексної оцінки впливу мікроелементів на формування продуктивності редьки олійної. Проаналізовано дію окремих мікроелементів (бор, марганець, цинк, мідь, молібден, кобальт) у форматі застосування їх у вигляді розчину солей за внесення у дві фенологічні фази – стеблування та цвітіння.

Опрацьовано ефективність впливу окремих мікроелементів на такі показники як продуктивне галушення стебла, кількість стручків на рослині, кількість насінин у стручку, маси 1000 насінин.

Визначено позитивний вплив мікроелементів за їх значенням на показники приросту урожаю насіння для обох фенологічних фаз та оцінено сумарний ефект позитивної дії мікроелементів на зростання загальної продуктивності рослин.

Визначено і узагальнено рекомендації щодо найбільш доцільного застосування мікроелементів з позиції їх однокомпонентного застосування та вказано на доцільність застосування певних мікроелементів для підвищення загальної продуктивності рослин.

Оцінено дію мікроелементів на ряд показників розвитку рослин, зокрема такого важливого показника як маси 1000 насінин. Узагальнено висновки щодо ведення насінництва редьки олійної за внесення мікроелементів у форматі позакореневих підживлень.

Ключові слова: редька олійна, мікроелементи, урожайність насіння, продуктивність, насіннева продуктивність.

Табл. 3. Рис. 1. Літ. 15.

Постановка проблеми. Мікродобрива відносяться до активних учасників процесу збалансованого живлення рослин не дивлячись на їх тривіальну назву відіграють важливу роль у забезпеченні повноти фізіологічних процесів рослинного організму. Стратегія удобрення за останніх 10 років кардинально змінилась. Внесення основних макроелементів супроводжується обов'язковим застосуванням мікродобрив у комплексі зі стимуляторами та регуляторами росту [1].

У своїх публікаціях Д. Б. Рахметов, О. М. Козленко [2] відмічають, що повноцінний формат збалансованого мінерального живлення у технології вирощування хрестоцвітих культур є обов'язковим, якщо ми ведемо мову про

адаптивність технології. Крім того, О.М. Козленко [3], Я.Г. Цицюра підкреслюють, що загальна вивченість ролі мікроелементів у фізіологічно-ростових процесах цілого ряду хрестоцвітих культур, таких як гірчиця біла, ярий ріпак, редька олійна є недостатнім для розробки чітких рекомендацій комбінованого макро- і мікроудобрення. До такого ж висновку прийшли і в ряді інших досліджень [4-8].

Отже, вивчення особливостей формування продуктивності редьки олійної за застосування мікроелементів є актуальним напрямком досліджень, що потребує подальшого науково-дослідного узагальнення.

Важливим у цьому плані є не лише з'ясування впливу загального застосування комплексу мікроелементів, але й встановлення ролі кожного з них за зміни концентрації робочого розчину позакореневих підживлень, що й стало метою наших досліджень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Результати досліджень впливу мікроелементів на показники урожайності редьки олійної викладено у ряді досліджень. Найбільш вагомими з них стосуються публікацій Н. Пешкової, В. Дорофєєва [4], Е.И. Волошина [6], Д. Шпаара [7], Я.В. Пейве [9], М.Ф. Охріменко, А.Н. Кузьменко, Л.А. Сивак [10] і ін [11].

Вказані дослідження стосувались вивчення характеру застосування конкретних мікродобрив та окремих мікроелементів. Проте, комплексного вивчення основних мікроелементів по їх впливу на ростові процеси редьки олійної, не проводилось, що підкреслює актуальність наших досліджень та їх науково-виробниче значення.

Умови та методика досліджень. Дослідження проводились в умовах дослідного поля ВНАУ на двох сортах редьки олійної Журавка і Райдуга та охоплювали період досліджень 2016-2018 рр.

Для оцінки впливу окремих мікроелементів на загальний морфогенез рослин сортів редьки олійної та їх урожайність застосовували солі: сульфати – марганцю, цинку, кобальту, міді; борна кислота та молібдат амонію. Дозування мікроелементів встановлювалось відповідно до рекомендацій для ряду хрестоцвітих культур [12]. 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 агрофітоценозах вказаних сортів редьки олійної, посіяних за ширини міжрядь 30 см, кількісною нормою висіву 1,5 млн шт./га схожих насінин на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.р./га під передпосівний обробіток для всіх варіантів позакореневого підживлення.

Загальні агротехнологічні умови вирощування редьки олійної були однотиповими для всіх варіантів дослідження.

Дослідження проводились на темно-сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах з такими агрохімічними параметрами: середньозважений вміст гумусу – 2,34 %, рН – 6,0, вміст легкогідролізованого азоту – 72 мг/кг, рухомого фосфору (за Чіріковим) – 187 мг/кг, обмінного калію (за Чіріковим) – 115 мг/кг. Розгорнута схема досліду представлена у таблицях з результатами досліджень.

Погодні умови за період досліджень різнилися. За показниками ГТК (рис. 1) роки досліджень можна розмістити у ранжований ряд за оцінкою загального періоду вегетації у інтервалі травень-вересень – від найбільш посушливого 2016 року гідротермічний коефіцієнт – 0,663 до надмірно зволоженого 2018 року гідротермічний коефіцієнт – 1,179.

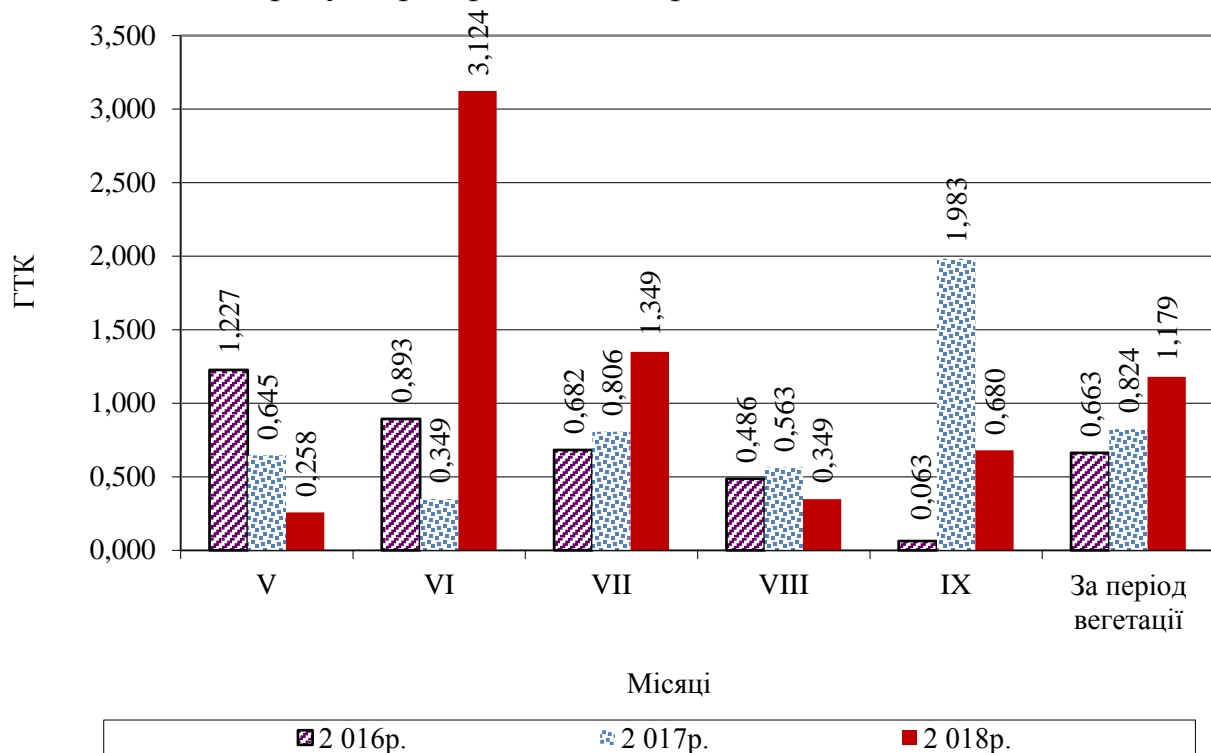


Рис. 1. Погодні умови за період досліджень у значенні ГТК, 2016-2018 рр.
Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

За динамікою формування гідротермічного режиму як найбільш складну вегетацію сортів редьки олійної, слід відмітити у 2018 році за рахунок аномально посушливого і прохолодного травня місяця та аномально зволоженого червня і липня, що сприяло з однієї сторони до подовження періоду від сівби до повних сходів, а з іншої – до прискореної диференціації фенологічного розвитку за зниженої загальної архітектоніки рослин, як наслідок сповільненого росту на початкових етапах вегетації. Такий характер погодних умов дозволив оцінити дію мікроелементів на ріст і розвиток рослин редьки олійної за загальної стресової ситуації гідротермічного режиму вегетації. Основні спостереження та обліки, відповідно до визначених морфопараметрів рослин та показників їх продуктивності, обліковувались відповідно до загальноприйнятих рекомендацій для хрестоцвітих культур [13].

Хімічні елементи, які застосовувались у вивченні відповідали стандартам [14].

Математичну обробку та статистичний аналіз отриманих даних проводили відповідно до апробованих методик [15].

Виклад основного матеріалу досліджень. Важливим з позиції оцінки ефективності мікроелементів є не лише їх пряма або ж адитивна дія на формування показників вегетативної та насінневої продуктивності, але й важливість мікроелементів у забезпеченні фізіологічних процесів. Опосередковано, фізіологічну цінність мікроелементів можна оцінити за їх концентрацією у листостебловій масі рослин. За результатами проведених нами узагальнень багатьох літературних джерел відмічено високу фізіологічну активність до обігу мікроелементів при формуванні врожаю редьки олійної, яка і визначає рівень їх присутності у її листостебловій масі та жмихові (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічний склад редьки олійної за вмістом макро- і мікроелементів*

Показник	Вміст
Листостеблова маса	
Макроелементи, г/кг	
Калій	12,80-15,29
Натрій	073-0,96
Магній	1,97-2,36
Сірка	5,42-6,02
Хлор	3,09-4,69
Мікроелементи, мг/кг	
Залізо	122,8-161,4
Марганець	54,7-65,9
Мідь	5,63-6,91
Цинк	34,8-41,3
Кобальт	0,78-1,04
Жмих	
Макроелементи	
Кальцій	5,1-6,2
Фосфор	5,8-7,1
Калій	9,3-11,4
Натрій	0,12-0,25
Магній	1,17-1,62
Мікроелементи, мг/кг	
Залізо	128,9-142,8
Мідь	5,9-7,1
Цинк	48,9-56,2
Марганець	22,9-25,8

Примітка: * – власне групування [5].

Так, редька олійна активно акумулює сполуки заліза, цинку та марганцю як у листостебловій, так і у відходах при переробці її насіння на олію.

Важливим чинником у виборі ефективних схем застосування мікроелементів є і питання ролі окремих мікроелементів у фізіологічних та ростових процесах рослин редьки олійної. Це питання для редьки олійної взагалі є мало з'ясованим. Саме тому за рахунок узагальнення особливостей мінерального живлення цієї культури в ряді монографічних публікацій [4, 6-9] та власних узагальнень [5] нами сформульовано роль ряду базових мікроелементів у формуванні ростових та продуктивноформуєчих фізіологічних процесів рослин редьки олійної.

Для повноцінного живлення редьки олійної, яка належить до родини хрестоцвітих мікроелементи є надзвичайно важливою складовою вже на початкових етапах її вегетації. Мікроелементи з позиції їх безпосереднього впливу на формування продуктивної архітекτονіки різняться. Ми узагальнили результати цілого ряду вивчень [4, 5, 9, 10] для виділення ролі вивчаємих мікроелементів у фізіологічних аспектах забезпечення ростових і якісних фізіологічних перетворень рослин родини хрестоцвітих.

Марганець у хрестоцвітих культур, а отже і у редьки олійної відповідає за активізацію діяльності ферментної системи (окислення, гідроліз, відновлення), яка відповідає за синтез протеїнів та вуглеводів. Марганець входить також до кисневиділяючого комплексу фотосинтезуючої системи рослин, за рахунок чого сприяє процесам інтенсифікації і гармонізації процесу фотосинтезу, метаболізму органічних кислот і азоту. Важлива роль марганцю в системах окислення заліза і за його відсутності це сприяє інтенсивному накопиченню у рослинному організмі закисних форм заліза.

Важливість його доступності для рослин зумовлена наявністю його у ґрунтах переважно у важкорозчинних формах і представлений у трьох формах валентності – Mn^{2+} , Mn^{3+} , Mn^{4+} . Нестача марганцю на редьці олійній характеризується хлорозною реакцією з поступовою появою сіро-бурих плям з нижньої частини листка спочатку по краях листової пластинки, а потім і по всій площі. Нестача цього елемента для хрестоцвітих культур найбільш відчутна за поєднання низької температури та високої вологості, що характерно за ранніх строків сівби та прохолодного і дощового періоду до початку стеблуння рослин. До нестачі марганцю редька олійна є середньочутливою на початкових етапах росту та чутливою у період цвітіння та формування плодів і насіння.

Цинк. Засвоюється у вигляді катіонів Zn^{2+} і знаходиться у рослинах хрестоцвітих культур переважно у формі складних органічних комплексів та хелатних сполук. За рахунок сталої двохвалентності не приймає активної участі в окисно-відновних реакціях ферментативного комплексу рослин. У редьки олійної він концентрується переважно в генеративних частинах рослин, на що вказують дані (табл. 1) по відношенню до вмісту цього елемента у жмиху.

Входить у форматі різних каталізаторів, ферментів та різноманітних оксидаз до хімічного фотосинтетичного комплексу рослини, забезпечуючи розклад гідрату окису вуглецю на класичні вуглекислий газ та воду. Приймає у хрестоцвітих активну участь у синтезі сірковмісних амінокислот, забезпечуючи синтез ауксину та його похідних. Досліджена позитивна роль цинку у синтезі пролінових білків, які підвищують стійкість рослин до температурних стресів, поліпшують солестійкість рослин. За рахунок активної ролі цинку у формуванні клітинних стінок та кутикулярного апарату, що гарантує підвищення стійкості рослин до ураження патогенами контактної групи грибного та бактеріального походження. Відмічена і роль цинку в загальному синтезі білку та крохмалю, особливо в насінні та репродуктивній частині рослин. В цілому цинк у хрестоцвітих культур більшою мірою відповідає за повноцінний комплекс формування насіння, ніж на розвиток вегетативної частини. Нестача цинку у хрестоцвітих культур найчастіше проявляється на карбонатних та піщаних ґрунтах. Враховуючи певний антагонізм між вмістом фосфору і азоту – на ґрунтах багатих цим елементом загострюються ознаки дефіциту цього мікроелементу, а високі дози застосування азотних та фосфорних добрив – потребу у внесенні мікродобрив, які містять цинк. Нестача цинку у довготривалому періоді призводить до порушення синтезу білка та зниження його вмісту, особливо у насінні. Відмічається і погіршення жирнокислотного складу олії. До нестачі цинку, як і більшість хрестоцвітих культур редька олійна є середньочутливою.

Мідь. По відношенню до нестачі міді хрестоцвіті культури належать до помірночутливих. Однакові аспекти ґрунтової рухливості цього елемента зумовлюють і схожі ознаки і умови дефіциту його, який найчастіше спостерігається на карбонатних ґрунтах, піщаного та супіщаного механічного складу та за умов нейтральної або ж слабколужної реакції ґрунтового розчину. Надмірне азотне живлення за цих умов сприяє посиленню вираженості дефіциту міді. Саму мідь як мікроелемент слід віднести до мікроелемента специфічної дії. Мідь відповідає як за активність пероксисилази, так і за регулятивної дії на синтетичні центри рослин та регулювання накопичення розчинних вуглеводнів, амінокислот та інших складних органічних сполук та їх комплексів. Мідь входить до складу цілого ряду окисних ферментів оксидаз, обумовлена зміною валентності міді від двох до одновалентного. Внаслідок цього мідь є активним учасником фотосинтезу та синтезу білків та вуглеводів. Для хрестоцвітих культур характерним є прояв дії дефіциту на більш стадійно-старих листках, за рахунок прискорення руйнування хлорофілу чи його стадійно-вікової трансформації. Доведено, що мідь підвищує ефективність застосування аміачних форм азотних добрив та сприяє загальній засвоюваності азоту як елемента живлення. За рахунок впливу на обмінні реакції та підвищення інтенсивності відзиву на патоген – мідь підвищує стійкість рослин до грибкових хвороб особливо контактного проникнення. Нестача міді

у хрестоцвітих найбільш відчутна у період цвітіння, особливо на кислих ґрунтах легкого механічного складу у вигляді відмирання верхівки листка (суховерхість), зміни забарвлення листка та інтенсивної абортації квіток тощо.

Кобальт. Відповідає у хрестоцвітих культур за синтез і накопичення жирів і цукрів. Даний мікроелемент позитивно впливає на синтез і рівень концентрації хлорофілу, інтенсивність протікання темної фази фотосинтезу, накопичення нуклеїнових кислот у листках та інших органах. Елемент – активний реагент циклу Кребса та регулятор рослинного дихання, сприяє нормальному протіканню реплікації рибонуклеїнових кислот та є активним регулятором рослинних ростових процесів. Нестача цього мікроелементу у хрестоцвітих веде до порушення ростових процесів та білкового обміну, хлоротичних змін листкового апарату, послідуєчих некрозів та прискорення стадійного старіння різних ярусів листя. З позиції формування насіння та накопичення рослинних олій нестача кобальту веде до зниження загального вмісту жирів, погіршення технологічності рослинних олій, зниження загальної білковості насіння тощо.

Молібден. Активний компонент хлоропластів рослин. Входить до складу рухомих сполук, легкої рослинної екстракції. Незначна частина молібдену входить до білкових сполук листкового апарату та насіння. Відома активність молібдену за його участі у різноманітних ферментних групах. Найбільш активна роль молібдену відмічена у трансформуючих процесах азотно-білкового обміну та накопиченні нітратних груп азоту. Молібден також приймає участь у вуглецевому обміні, в засвоєнні сполук фосфору, синтезі різних груп вітамінів, каротинів, аскорбінової кислоти тощо. Нестача елемента проявляється у інтенсивному зниженні ростових процесів, пожовтінні листя з вираженим їх зеленим жилкуванням та появою різних червоно-бурих відтінків стеблової частини.

Бор. Для хрестоцвітих культур відіграє першочергове значення. Він виконує регулюючу роль у формуванні кореневої системи, формування репродуктивного зусилля рослин, процесах формування фертильності квіток. Він також активний учасник формування рослинної тканини, покращує загальний водний баланс рослин. Рослиною засвоюється у формі аніону борної кислоти BO_3^{3-} , а в процесі фізіологічних перетворень трансформується в гідроксидпохідні B(OH)^{-3} , B(OH)^{4-} , водорозчинного та кислотно-розчинного характеру. Особливістю цього елемента є його відсутність у складі головних рослинних ферментних груп та їх каталітичних активаторів. Проте активно взаємодіє у формуванні складних хімічних сполук з цурками, та фенол-спиртовими групами речовин, внаслідок чого активний учасник білкового обміну та синтезі амідних похідних речовин. Стимулює зростання концентрації хлорофілу та частково відповідає за загальну інтенсивність забарвлення рослин. Відмічена роль бору у формуванні генеративної структури хрестоцвітих

культур – формування кількості квіток, стручків, інтенсивності цвітіння, зниженні послідуєчих процесів абортарії квіток, підвищення адаптивної стратегії формування плодів і насіння рослин. Приймає участь у ростових процесах рослини, формування повнофункціональних тканин та їх життєдіяльності. Відмічена також його роль у мембранних переносах та осмотичних трансформаціях переміщення речовин тощо.

Таким чином, проведене нами узагальнення ролі мікроелементів у життєдіяльності рослин з родини хрестоцвітих, куди відноситься і редька олійна підкреслює їх активну фізіологічну роль та агротехнологічну значимість для реалізації продуктивного потенціалу редьки олійної.

Вказані висновки підтверджуються експериментальними даними отриманими нами в ході досліджень. Так, застосування мікроелементів на фонівому мінеральному живленні у фазу стеблуння сприяло регулюванню структури насінневої продуктивності рослин (табл. 2).

Таблиця 2

Загальна та продуктивна морфологія рослин сортів редьки олійної залежно від варіанту позакореневих підживлень мікроелементами у фазу стеблуння (середнє за 2016-2018 рр.)

Варіант досліджу	Урожайність насіння, т/га*	Кількість пагонів на рослині, см	Кількість стручків, шт./рослину	Кількість насінин у стручку, шт.	Маса 1000 насінин, г
Журавка					
Фон** + обробка водою (контроль)	2,19	6,2 ± 0,3	33,4 ± 6,1	5,7 ± 0,3	10,21 ± 0,81
Фон + Mn	2,33	6,6 ± 0,3	34,7 ± 5,3	6,2 ± 0,2	10,33 ± 0,63
Фон + Zn	2,41	6,4 ± 0,4	34,0 ± 5,2	6,3 ± 0,3	10,38 ± 0,54
Фон + Cu	2,38	6,4 ± 0,3	34,2 ± 6,3	6,4 ± 0,2	10,30 ± 0,58
Фон + Co	2,26	6,6 ± 0,3	33,8 ± 6,4	6,3 ± 0,3	10,27 ± 1,03
Фон + Mo	2,20	6,3 ± 0,2	33,6 ± 5,1	6,0 ± 0,4	10,25 ± 0,79
Фон + B	2,54	6,8 ± 0,5	35,6 ± 6,5	6,5 ± 0,4	10,43 ± 0,42
<i>HIP₀₅</i>	0,17	0,5	0,9	0,5	0,15
Райдуга					
Фон** + обробка водою (контроль)	1,89	5,9 ± 0,6	32,5 ± 6,4	5,3 ± 0,3	9,72 ± 1,12
Фон + Mn	2,04	6,5 ± 0,5	33,8 ± 6,3	5,7 ± 0,3	9,87 ± 0,79
Фон + Zn	2,21	6,4 ± 0,7	34,5 ± 5,9	6,0 ± 0,5	9,94 ± 0,57
Фон + Cu	2,18	6,3 ± 0,4	34,0 ± 6,5	6,2 ± 0,5	9,90 ± 0,63
Фон + Co	2,09	6,4 ± 0,4	33,8 ± 6,7	6,1 ± 0,2	9,84 ± 0,52
Фон + Mo	1,98	6,0 ± 0,5	33,0 ± 5,5	5,7 ± 0,2	9,81 ± 0,48
Фон + B	2,29	6,6 ± 0,7	35,1 ± 6,7	6,4 ± 0,5	10,02 ± 0,81
<i>HIP₀₅</i>	0,19	0,4	1,1	0,6	0,17

Примітка: * - показники фактичної урожайності за даними подільного обмолоту.

** - (фон – N₆₀P₆₀K₆₀ кг д.р./га)

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

Для обох сортів встановлена диференційна відмінність у формуванні індивідуальної насінневої продуктивності залежно від вивчаемого мікроелемента, причому як на середнє значення показника у варіанті, так і на його варіювання – за значенням стандартного відхилення. Застосування мікроелементів на фазу стеблуння редьки олійної було найбільш ефективним у варіанті застосування бору для всіх показників структури насінневої продуктивності: ріст до контрольного варіанту за показником кількості пагонів на рослині склав у середньому по сортах 10,8 %, кількості стручків на рослині – 7,3 %, кількості насінин у стручку – 17,4 %, маси 1000 насінин – 2,6 %. Загальне підвищення структури насінневої продуктивності склало у середньому за період досліджень 9,5 % до контролю. У рейтингу позитивної дії друге місце належить застосуванню міді – загальне підвищення показників склало 6,13 %, третє місце по ефективності дії розділили кобальт та цинк зі значенням вказаного показника 5,95 та 5,91 %, відповідно. Слід зауважити, специфічну генотипову реакцію на застосування вивчаємих мікроелементів. Так, для сорту Журавка ефективність кобальту була вищою, ніж цинку, а в сорту Райдуга – навпаки.

Для всіх варіантів застосування мікроелементів відмічено загальне зростання варіювання показників у співставленні до контролю, що пов'язано з ефектом адитивного впливу мікроелементів на загальні механізми ростових процесів, яке виражається у зростанні їх варіювання.

У підсумку за динамічним рядом урожайності насіння дію мікроелементів на фазу стеблуння можна подати таким рядом: $B > Cu > Co \geq Zn > Mn > Mo$. У вказаному ряду дія мікроелементів застосування бору на фазу стеблуння забезпечило зростання урожайності насіння на 18,6 % до контролю, а молібдену – 2,6 %. При цьому, максимальна дія мікроелементів відмічена за показником кількості насінин у стручку. Саме цей показник і був визначальним у відмічених приростах врожаю насіння і визначав відмінності у дії мікроелементів на генотипи редьки олійної.

Зміщення строків застосування мікроелементів на фазу цвітіння редьки олійної змінює характер їх впливу на формування насінневої продуктивності культури (табл. 3).

Застосування бору як і у першому варіанті застосування мікроелементів було найбільш ефективним і забезпечило, у співставленні до контролю, зростання показника кількості пагонів на рослині на 4,2 %, кількості стручків на рослині – 3,2 %, кількості насінин у стручку – 11,9 %, маси 1000 насінин – 1,4 % при загальному результуючому ефекті приросту на рівні 7,41 % у середньому за період досліджень.

Друге і третє місце в рейтингу результуючої дії відмічено для цинку і міді з усередненим її показником на рівні 5,36 і 5,0 %, відповідно.

По результатах співставлення дії мікроелементів за їх застосування у фазу цвітіння можна сформулювати ряд ефективної дії: $B > Zn > Cu > Mn > Co > Mo$.

У вказаному ряду застосування мікроелементів у фазу цвітіння забезпечило приріст урожайності насіння від 10,4 % у варіанті внесення бору до 0,5 % у варіанті внесення молібдену. Як і у варіанті застосування мікроелементів у фазу стеблуння для фази цвітіння найбільш продуктивна дія відмічена для показника кількості насінин у стручку.

Таблиця 3

Загальна та продуктивна морфологія рослин сортів редьки олійної залежно від варіанту позакоренових підживлень мікроелементами у фазу цвітіння (середнє за 2016-2018 рр.)

Варіант досліджу	Урожайність насіння, т/га*	Кількість пагонів на рослині, см	Кількість стручків, шт./рослину	Кількість насінин у стручку, шт	Маса 1000 насінин, г
Журавка					
Фон** + обробка водою (контроль)	2,19	6,2 ± 0,3	33,4 ± 6,1	5,7 ± 0,3	10,21 ± 0,81
Фон + Mn	2,26	6,3 ± 0,4	33,5 ± 4,2	5,9 ± 0,3	10,24 ± 0,55
Фон + Zn	2,35	6,4 ± 0,4	33,9 ± 5,5	6,0 ± 0,3	10,30 ± 0,63
Фон + Cu	2,32	6,2 ± 0,3	33,6 ± 4,9	6,1 ± 0,5	10,29 ± 0,47
Фон + Co	2,20	6,2 ± 0,5	33,4 ± 3,9	5,8 ± 0,6	10,22 ± 0,89
Фон + Mo	2,20	6,2 ± 0,4	33,5 ± 4,1	5,7 ± 0,4	10,21 ± 0,61
Фон + B	2,38	6,4 ± 0,6	34,2 ± 4,8	6,3 ± 0,4	10,35 ± 0,42
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,11</i>	<i>0,3</i>	<i>0,7</i>	<i>0,4</i>	<i>0,08</i>
Райдуга					
Фон** + обробка водою (контроль)	1,89	5,9 ± 0,6	32,5 ± 6,4	5,3 ± 0,3	9,72 ± 1,12
Фон + Mn	1,94	6,0 ± 0,6	33,0 ± 5,7	5,5 ± 0,4	9,76 ± 0,83
Фон + Zn	2,05	6,3 ± 0,5	33,4 ± 6,2	5,7 ± 0,6	9,83 ± 0,71
Фон + Cu	2,07	6,2 ± 0,5	33,3 ± 7,1	5,8 ± 0,7	9,87 ± 0,73
Фон + Co	1,91	6,2 ± 0,4	32,7 ± 7,5	5,5 ± 0,6	9,73 ± 0,65
Фон + Mo	1,90	6,0 ± 0,3	32,8 ± 6,3	5,4 ± 0,4	9,81 ± 0,58
Фон + B	2,12	6,2 ± 0,5	33,8 ± 8,2	6,0 ± 0,6	9,86 ± 0,81
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,14</i>	<i>0,4</i>	<i>0,7</i>	<i>0,6</i>	<i>0,10</i>

Примітка: * - показники фактичної урожайності за даними подільнякового обмолоту.

** - (фон – $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.р./га)

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

Показник маси 1000 насінин, який має визнану чітку генетичну детермінацію, застосування мікродобрив за загального позитивного впливу забезпечило приріст до контролю на рівні від 0,7-1,5 %

Висновки і перспективи подальших досліджень. Таким чином, застосування мікродобрив у однокомпонентному виразі на редьці олійній є ефективним і забезпечує загальне збільшення показників індивідуальної насінневої продуктивності. Враховуючи специфіку дії мікроелементів по результатах наших оцінок їх застосування слід проводити у період стеблуння-бутонізації, оскільки використання їх у період цвітіння, коли базова структура насінневих зачатків вже сформована є менш доцільним.

За усередненою продуктивною дією на показники індивідуальної насінневої продуктивності редьки олійної мікроелементи можна розмістити у наступний ряд їх важливості: В>Cu>Co>Zn>Mn>Mo за їх застосування у період стеблуння–бутонізація та В> Zn>Cu>Mn>Co>Mo за їх застосування у фазу цвітіння.

Список використаної літератури

1. Паламарчук В.Д. Вплив позакореневих підживлень на кількість качанів у гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки. Рослинництво, кормовиробництво*. 2018. № 8 (785). С. 24-32.
2. Рахметов Д.Б., Козленко О.М. Продуктивність ярих олійних культур в Правобережному Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП*. 2010. Вип. 3 (19). С. 16-25.
3. Козленко О.М. Продуктивність ярих олійних культур залежно від технології вирощування в Правобережному Лісостепу України: дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук, спеціальність.: 06.01.09. – Рослинництво. Київ, 2011. 180 с.
4. Пешкова А.А., Дорофеев Н.В. Биологические особенности и технология возделывания редьки масличной. Иркутск, 2008. 145 с.
5. Цицюра Я.Г., Цицюра Т.В. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування. Монографія. Вінниця: ТОВ “Нілан ЛТД”, 2015. 624 с.
6. Волошин Е.И. Руководство по удобрению капустных культур (ярового рапса, сурепицы, горчицы и редьки масличной): метод. рекомендации. Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2017. 28 с.
7. Шпаар Д. [и др.]. Рапс и сурепица. М.: DLV Агрордело, 2007. 320 с.
8. Медведев Г.А., Михальков Д.Е., Екатериничева Н.Г. Горчица. Волгоград: Изд-во Волгоградского ГАУ, 2012. 152 с.
9. Пейве Я.В. Агрохимия и биохимия микроэлементов. Избранные труды. М.: Наука, 1980. 430 с.
10. Охрименко М.Ф., Кузьменко А.Н., Сивак Л.А. Микроэлементы: поступление, транспорт и физиологические функции в растениях. Киев. Наукова думка, 1987. 71 с.
11. Методические указания по применению микроудобрений при интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур. М.: ЦИНАО, 1987. 36 с.
12. Комплексное применение средств химизации с поливной водой при дождевании. М.: Агропромиздат, 1988. 60 с.
13. Сайко В.Ф. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами. К.: “Інститут землеробства НААН”, 2011. 76 с.
14. ДСТУ 2439:2018. Хімічні елементи та прості речовини. Терміни та визначення основних понять, назви й символи. Початок дії: 2019-10-01. 32 с.

15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Palamarchuk V.D. (2018). Vplyv pozakorenevykh pidzhyvlen na kilnist kachaniv u hibrydiv kukurudzy [*Effect of foliar feeding on the number of cabbage in corn hybrids*]. *Visnyk ahrarnoi nauky. Roslynnnytstvo, kormovyrobnytstvo – Bulletin of Agrarian Science. Crop production, fodder production*. 8 (785). 24-32 [in Ukrainian].
2. Rakhmetov D.B., Kozlenko O.M. (2010). Produktyvnist yarykh oliinykh kultur v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [*The roductivity of spring oilseeds in the conditions of right-bank forest-steppe of ukraine*]. *Naukovi dopovidi NUBiP – Scientific reports of NUBiP. Issue. 3 (19)*. 16-25 [in Ukrainian].
3. Kozlenko O.M. (2011). Produktyvnist yarykh oliinykh kultur zalezho vid tekhnolohii vyroshchuvannia v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [*Productivity of spring oilseeds on the basis of growing technology in the Right-bank Forest-steppe of Ukraine*]: dys. ... na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-g. nauk, specialist.: 06.01.09. – Roslynnycztvo.. nauk. Kyiv. [in Ukrainian].
4. Peshkova A.A., Dorofeev N.V. (2008). Byolohycheskye osobennosty y tekhnolohyia vozdelivanyia redky maslychnoi [*Biological features and technology of cultivation of oilseed radish*]. [in Russia].
5. Tsytsiura Ya.H., Tsytsiura T.V. (2015). Redka oliina. Stratehiia vykorystannia ta vyroshchuvannia. Monohrafiia [*Oilseed radish. Use and cultivation strategy*]. Monograph. [in Ukrainian].
6. Voloshyn E.Y. (2017). Rukovodstvo po udobreniyu kapustnykh kultur (iarovoho rapsa, surepytsy, horchytsy y redky maslychnoi) [*Guide to fertilizing cabbage crops (spring rapeseed, rape, mustard and oilseed radish)*]. [in Russia].
7. Shpaar D. [y dr.] (2007). Raps y surepytsa [*Rapeseed and rape*]. [in Russia].
8. Medvedev H.A., Mykhalkov D.E., Ekaterynicheva N.H. (2012). Horchytsa [*Mustard*] [in Russia].
9. Peive Ya.V. (1980). Ahrokhymyia y byokhymyia mykroelementov. Yzbrannye trudy [*Agrochemistry and biochemistry of trace elements. Selected Works*]. [in Russia].
10. Okhrymenko M.F., Kuzmenko A.N., Syvak L.A. (1987). Mykroelementy: postuplenye, transport y fyzyolohycheskye funktsyy v rastenyakh [*Trace elements: admission, transport and physiological functions in plants*]. [in Russia].
11. Metodycheskye ukazaniya po pryimeneniyu mykroudobreniy pry yntensyvnoi tekhnolohyy vozdelivanyia selskokhoziaistvennykh kultur (1987). [*Guidelines for the use of micronutrients in intensive cultivation of crops*]. [in Russia].
12. Kompleksnoe prymenenye sredstv khymyzatsyy s polyvnoi vodoi pry dozhdevanyy (1988). [*Comprehensive use of chemicals with irrigation water during sprinkling*]. [in Russia].

13. Saiko V. F. (2011). Osoblyvosti provedennia doslidzhen z khrestotsvitymy oliinymy kulturamy [*Features of conducting studies with cruciferous oilseeds*]. [in Ukrainian].

14. DSTU 2439:2018 (2019). Khimichni elementy ta prosti rechovyny. Terminy ta vyznachennia osnovnykh poniat, nazvy y symboly [*DSTU 2439: 2018 Chemical elements and simple substances. Terms and definitions of the basic concepts, names and symbols*]. [in Ukrainian].

15. Dospekhov B.A. (1985). Metodyka polevoho opyta (s osnovamy statys.tycheskoi obrabotky rezultatov yssledovanyi). 5-e yzd., dop. y pererab [*Field experiment technique (with the basics of statistic processing of the research results). 5th ed., supplemented and improved*]. [in Russia].

АННОТАЦИЯ

РОЛЬ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ УДОБРЕНИЯ РЕДЬКИ МАСЛИЧНОЙ В ЛЕСОСТЕПИ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ

В статье отражены результаты комплексной оценки влияния микроэлементов на формирование продуктивности редьки масличной. Проанализированы действия отдельных микроэлементов (бор, марганец, цинк, медь, молибден, кобальт) в формате применения в виде раствора солей при внесении в две фенологические фазы – стеблевание и цветение. Показана эффективность влияния отдельных микроэлементов на такие показатели как продуктивное ветвление стебля, количество стручков на растении, количество семян в стручке, масса 1000 семян. Сформирован ряд положительного влияния микроэлементов по показателям прироста урожая семян для обеих фенологических фаз их применения и оценен суммарный эффект положительного влияния микроэлементов на рост общей продуктивности растений. Определены и обобщены рекомендации по наиболее целесообразному применению микроэлементов с позиции их однокомпонентного применения и указано на целесообразность применения определенных микроэлементов для повышения общей продуктивности растений. Оценено действие микроэлементов на ряд особенностей развития растений, в частности такого важного показателя как масса 1000 семян. Сделаны выводы по ведению семеноводства редьки масличной при внесении микроэлементов в формате внекорневых подкормок.

Ключевые слова: редька масличная, микроэлементы, урожайность семян, производительность, семенная продуктивность.

Табл. 3. Рис. 1. Лит. 15.

ANNOTATION

THE ROLE OF MICROELEMENTS IN THE SYSTEM OF FERTILIZATION OF OILSEED RADISH IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

The article reflects the results of a comprehensive evaluation of the effect of microelements on the formation of productivity of cruciferous crops and including of oilseed radish. The actions of individual microelements (boron, manganese, zinc, copper, molybdenum, cobalt) were analyzed in the format used as a solution of salts when introduced into two phenological phases – stalking and flowering.

The effectiveness of the influence of individual microelements on such indicators as productive branching of the stem, the number of pods on a plant, the number of seeds in a pod, the mass of 1000 seeds is shown.

A number of positive effects of microelements were formed in terms of the increase in seed yield for both phenological phases of their use and the total effect of the positive effects of microelements on the growth of the overall productivity of plants was evaluated.

The recommendations on the most appropriate use of microelements from the point of view of their single-component use were determined and summarized, and it was indicated the advisability of using certain trace elements to increase the overall productivity of plants.

The effect of microelements on a number of plant development features, in particular, such an important indicator as the mass of 1000 seeds, was evaluated.

Conclusions on the conduct of seed oil radish are made when making microelements in the form of foliar dressings.

Keywords: *oilseed radish, trace elements, seed yield, productivity, seed productivity.*

Tabl. 3. Fig. 1. Lit. 15.

Інформація про автора

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

Цицюра Ярослав Григорьевич – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри земледілля, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 5/42, e-mail: yaroslavtsytyura@ukr.net).

Tsytsiura Yaroslav Hrigorovych – Candidate of Agricultural Sciences (PhD), Associate Professor of the Department of Soil Management, Soil Science and Agrochemistry, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str., build 5/42, e-mail: yaroslavtsytyura@ukr.net).