

УДК 635.15:631.5

DOI: 10.37128/2707-5826-2020-2-7

**ФОРМУВАННЯ ОЛІЙНОСТІ  
НАСІННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ  
ЗАЛЕЖНО ВІД  
ЗАСТОСОВУВАНИХ  
МІКРОЕЛЕМЕНТІВ**

**Я.Г. ЦИЦЮРА**, канд. с.-г. наук, доцент  
**Ю.О. КОВАЛЬЧУК**, аспірант  
Вінницький національний аграрний  
університет

*У статті висвітлено результати вивчення особливостей ролі мікроелементів у формуванні якісних показників насіння редьки олійної двох її сортів. Систематизовано погляди різних дослідників на процеси формування вмісту олії у хрестоцвітних культурах взагалі та у редьки олійної, зокрема, з огляду на сучасні стратегії удобрення олійних технічних культур родини хрестоцвітних.*

*Вивчено особливість стабільності застосування та ефективності монокомпонентних мікродобрив у формі легкорозчинних та легкодоступних речовин. Набір мікроелементів включав рекомендований перелік фізіологічно важливих компонентів мікроелементного характеру з огляду на сучасні формати мікродобрив та їх хімічний склад з метою оптимального аналізу ефективності застосування за їх одинарного внесення у дві ключові фази редьки олійної – фенологічна фаза стеблуння та фенологічна фаза цвітіння. Встановлено, що застосування кожного із мікроелементів було ефективним та істотним щодо показників олійності насіння обох сортів редьки олійної з огляду на рівень олійності насіння у контрольному варіанті. Проведено оцінку величини варіювання показника олійності з огляду на відмінності у характері гідротермічних режимів років досліджень та застосованого мікроелементу. Це дозволило визначити ступінь генотиповості характеру формування показника олійності насіння у редьки олійної та можливості і ефективності добору відповідних генотипів з перспективою отримання олії технічного напрямку використання. Оцінено також роль окремих мікроелементів у величині мінливості показника олійності насіння редьки олійної. Визначено, що приріст олійності насіння редьки олійної за внесення різних мікроелементів у інтервалі 0,3-1,4 % з динамічним рядом ефективною результуючої дії на формування вказаного показника у формі  $Co > Zn > Cu > B > Mn > Mo$ . Доведено, що ефективність застосування вказаних мікроелементів зростає за внесення їх у фазу цвітіння, яка є критичним періодом щодо реалізації репродуктивного потенціалу рослин редьки олійної та формування відповідних показників якості її насіння. Сформульовано перспективи подальших досліджень у сфері оптимізації удобрення редьки олійної мікродобривами.*

**Ключові слова:** редька олійна, мікродобрива, якість насіння, вміст олії, варіювання.

**Табл. 1. Рис. 1. Літ. 15.**

**Постановка проблеми.** Сучасні системи удобрення сільськогосподарських культур не можливо уявити без бінарної системи застосування макро- та

мікроелементів, які вносяться у єдиній системі, доповнюючи один одного. В цілому агрохімічна наука в останніх публікаціях вже не розділяє елементи живлення на макро- і макрорівні, вказуючи на важливість комплементарної їх дії для формування відповідних рівнів продуктивності культури, відповідно до загальновідомого закону мінімуму, оптимуму та максимуму [1].

Враховуючи ці тенденції, для кожної сільськогосподарської культури важливим і необхідним буде розробка оптимального поєднання вже згадуваних макро- та мікроелементів у такій системі, яка б дозволила уникнути антагонізму елементів, підвищити загальну засвоєваність мікроелементів та забезпечити повноформатний варіант повноцінного мінерального живлення рослин у всі фенологічні стадії її росту і розвитку [2]. З огляду на це наші дослідження, які присвячені саме пошуку оптимального мікроелементного живлення редьки олійної у частині формування показників, які визначають господарську цінність культури (олієжировий та біопаливний напрямки) є важливим науковим завданням, що потребує практичного вирішення.

З іншого боку, для редьки олійної, рекомендаційні основи удобрення якої формувались ще у 80-х роках минулого століття [3-5], аспекти застосування мікроелементів містять всі елементи наукової новизни та дозволять істотно поліпшити адаптивність її технологій для умов Лісостепу правобережного з врахуванням сучасного ринку мікродобрив.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Результати досліджень впливу мікроелементів на показники урожайності редьки олійної викладено у ряді досліджень. Найбільш вагомі з них стосуються публікацій Н. Пешкової, В. Дорофєєва [6], Е.И. Волошина [7], Д. Шпаара [8], Я.В. Пейве [9], М.Ф. Охріменко, А.Н. Кузьменко, Л.А. Сивак [10], В.В. Харчєбнікова [11].

У вказаних дослідженнях відмічається, що рослини редьки олійної досить чутливо реагують на дефіцит мікроелементів, хоча і реакція є менш вираженою, ніж для інших хрестоцвітних культур, зокрема озимого і ярого ріпаку [8].

Відмічається, що персоналізована реакція рослин редьки олійної на дефіцит конкретно окремого мікроелемента поки що не з'ясована [7], але наголошується на аналогію фізіологічної поведінки рослин з іншими хрестоцвітними, особливо фізіологічно близькими культурами гірчицею білою та ярим ріпаком [6, 9].

Встановлено [6], що період від кінця фази стеблуння до фази цвітіння є критичним у редьки олійної з огляду на живлення основними елементами – азотом, фосфором та калієм. У зв'язку з цим комплекс застосування мікродобрив в єдиному технологічному циклі із внесенням мікроелементів також має бути спланований до внесення саме у цей міжфазний період [8].

Такі висновки підтверджені результатами наших попередніх досліджень [12], згідно з якими початок технологічно доцільного внесення основних мікроелементів зміщений на фазу стеблуння, що дозволяє забезпечити загальне підвищення росту насінневої продуктивності рослин редьки олійної у середньому на 12-15 % вище, ніж за аналогічного їх застосування у фенологічну фазу цвітіння. За цих же умов, застосування одинарних розчинів мікроелементів у фазу стеблуння, у

підсумку за динамічним рядом урожайності насіння дію мікроелементів на фазу стеблуння можна подати таким рядом: В>Cu>Co>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. У варіанті застосування мікродобрів у фазу цвітіння характер позитивноформуючої дії мікроелементів був дещо іншим: В> 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. Важливим аспектом дії мікродобрів є їх специфічна дія по відношенню до формування якості насіння хрестоцвітих культур. Так, Д. Шпаар [8] зауважував, що збалансоване мікроелементне живлення сприяє загальному зростанню олійності культур та зміні структурного жирнокислотного складу рослинних олій, які містяться у насінні. Редька олійна культура з високим вмістом олії у насіння. Вміст олії може сягати більше 40 %, а у сучасних сортів культури коливається в інтервалі 36-45 % [6]. Разом з тим, для цілого ряду хрестоцвітих культур встановлена позитивна реакція на застосування мікроелементів у якості позакореневого підживлення, яка проявляється у підвищенні вмісту олії в насінні та зміни її жирнокислотного складу [2, 3]. Характер таких змін залежить від співвідношення мікроелементів у складі застосовуваного добрива, фази застосування [9] у взаємодії з ґрунтово-кліматичними параметрами [3]. Проте, незважаючи на певну вивченість особливостей впливу додаткового мікроелементного живлення на формування якісних показників насіння у хрестоцвітих культур, сам механізм такого впливу, особливо у редьки олійної є нез'ясованим до кінця, що підкреслює актуальність наших досліджень.

**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 Luvic Greyic Phaeozem soils (IUSS Working Group WRB, 2015). 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  $pH_{kcl}$  5,5-6,0.

Формат досліджень – дрібноділянковий, повторність 3-х разова.

Дослідження проводились на двох сортах редьки олійної Журавка і Райдуга у період 2016-2019 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 ряду 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 сумішували 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. Загальні агротехнологічні умови вирощування редьки олійної були однотиповими для всіх варіантів дослідження [12].

Погодні умови за період досліджень різнились. 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.

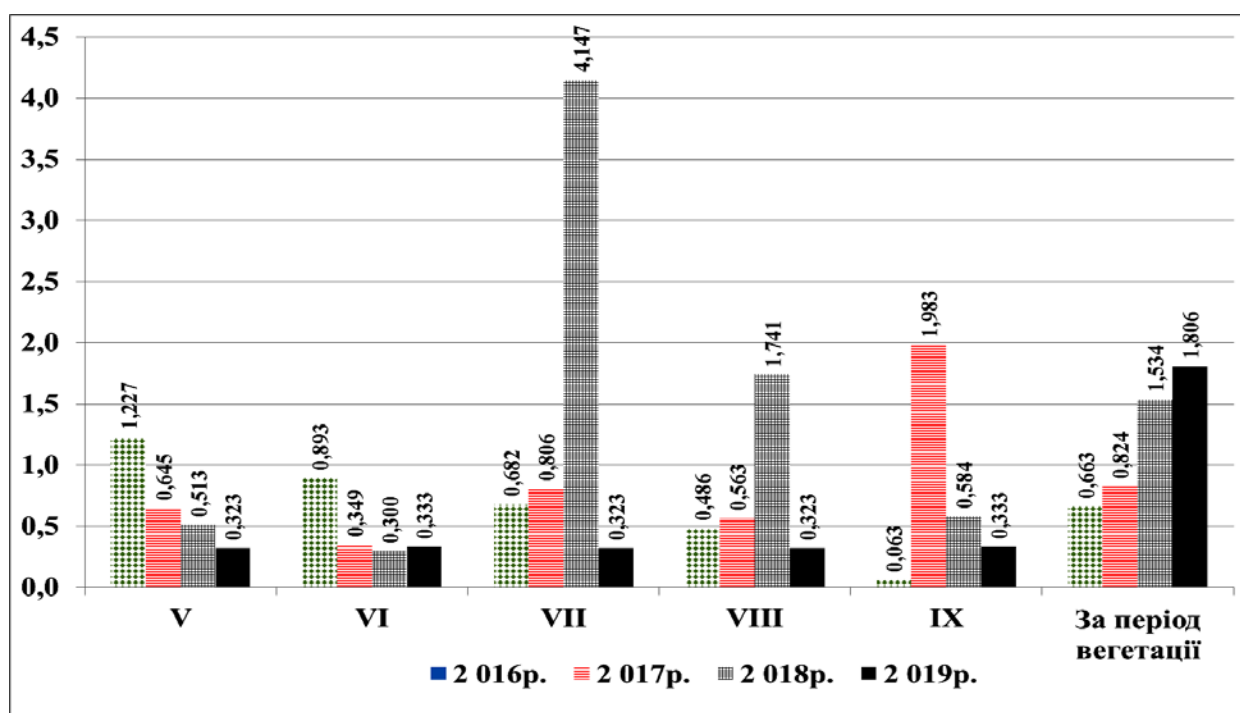


Рис. 1. Погодні умови за період досліджень у значенні ГТК, 2016-2019 рр.

Джерело: сформовано на основі власних 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 архітекτονіки рослин, як наслідок сповільненого росту на початкових етапах вегетації. Умови вегетації сортів 2019 року вирізнялися надмірним зволоженням весь період кінця квітня–третьої декади травня (ГТК за період активної вегетації 1,806 – був найбільшим за період вивчення сортів в інтервалі їх вегетації) при стабільному наростанні температури повітря,

що в кінцевому варіанті сприяло інтенсивним ростовим процесам, які випереджали репродуктивний розвиток рослин. Це негативно відбилося на формуванні репродуктивної архітектоніки сортів редьки олійної і врожайності насіння [12].

Такий 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.

Основні спостереження та обліки, проводили у відповідності до стандартних методик досліджень та спостережень на хрестоцвітих культурах [14]. Хімічні елементи, які застосовувались у вивченні відповідали стандартам і вимогам щодо хімічних речовин та їх похідних. Вміст рослинної олії у насінні сортів редьки олійної визначали в лабораторних умовах відповідно до стандартної методології оцінки хрестоцвітих культур [14]. Статистичну обробку даних на основі їх дисперсійної оцінки проводили відповідно до рекомендованих методик [15].

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Проведені результати досліджень засвідчили позитивну роль мікроелементів у формуванні якісних показників насіння редьки олійної (Табл. 1). Відповідно до заявленого рівня вмісту олії в насінні по результатах сортовипробувань у сорту Райдуга цей показник коливається у межах від 34,3 до 38,2 %, а у сорту Журавка – 34,9–40,8 %. Отримані середньобогаторічні результати олійності насіння відповідають вказаному інтервалу і знаходяться на рівні середньоінтервальних показників. У сорту Журавка, який віднесено у районуванні до сорту багатощільового використання, вміст олії за всі роки вивчення був вищим.

Встановлено диференційований характер впливу окремих мікроелементів на величину показника олійності сортів редьки олійної. У багаторічному періоді оцінки одинарна функція мікроелементів визначалась у першу чергу фізіологічною їх роллю та часткою впливу у загальній структурі комплексу фізіологічно активних речовин наближених до впливу на формування репродуктивної частини рослин редьки олійної.

Визначено, найвищий детермінуючий ефект зростання олійності обох сортів редьки олійної за застосування кобальту – приріст показника вмісту олії у сорту Журавка склав 1,2 % за внесення у фазу стеблунання та 1,4% за внесення у фазу цвітіння. Для сорту Райдуга ці показники склали, відповідно, 0,8 та 0,9%.

У трійку найбільш ефективних мікроелементів за одинарного їх застосування на редьці олійній для обох фаз застосування ввійшли також мідь та цинк. Усереднено для обох сортів та фаз внесення приріст олійності від застосування міді склав 0,93%, від застосування цинку – 0,68%. В цілому якісний ряд впливу на підвищення олійності насіння редьки олійної мікроелементів для обох фенологічних фаз застосування можна зобразити у вигляді: Co>Zn>Cu>V>Mn>Mo.

Нашими дослідженнями встановлено і цілий ряд специфічних особливостей ролі мікроелементів у формуванні олійності насіння цієї культури. Так, застосування мікроелементів на редьці олійній з метою підвищення вмісту олії в

Таблиця 1

**Урожайність насіння та вміст у ньому олії у сортів редьки олійної залежно від варіанту позакореневих підживлень мікроелементами (середнє за 2016-2019 рр.) (фон – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> кг д.р./га)**

Варіант досліджу	Вміст олії в насінні, %, підживлення у фазу			
	стеблування		цвітіння	
Сорт Журавка	X <sub>сеп</sub>	V, %	X <sub>сеп</sub>	V, %
Фон + обробка водою (контроль)	42,9	13,5	43,0	13,7
Фон + Mn	43,3	11,8	43,5	12,4
Фон + Zn	43,6	15,8	43,9	16,1
Фон + Cu	43,8	14,1	44,0	13,9
Фон + Co	44,1	17,4	44,4	16,3
Фон + Mo	43,1	12,8	43,3	13,6
Фон + B	43,3	15,6	43,6	14,9
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>0,08*</i>		<i>0,07*</i>	
Сорт Райдуга	X <sub>сеп</sub>	V, %	X <sub>сеп</sub>	V, %
Фон + обробка водою (контроль)	42,4	14,6	42,8	15,2
Фон + Mn	42,6	12,2	43,1	12,9
Фон + Zn	43,0	16,5	43,3	15,7
Фон + Cu	43,2	15,2	43,8	14,6
Фон + Co	43,2	17,7	43,7	16,5
Фон + Mo	42,7	13,9	43,2	14,2
Фон + B	42,7	16,1	43,0	15,3
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>0,06*</i>		<i>0,07*</i>	

\* – у форматі арктангенсного перетворення даних.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

насінні слід зміщувати на фазу цвітіння, що дозволяє у середньому по всіх елементах забезпечити приріст олійності на 0,1-0,15 % порівняно за внесення у фазу стеблування. На нашу думку, це пояснюється іммобілізацією мікроелементів на ростові вегетативні процеси за більш раннього внесення, що частково елімінує їх ефективність у формуванні показника олійності.

Другою особливістю є визначений показник варіативності вмісту олії в насінні сортів редьки олійної. 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 редьки олійної для формування високоолійних форм культури – застосування всіх без виключення мікроелементів сприяло зростанню загального варіювання. При цьому для мікроелементів, які фізіологічно у редьки олійної визначають саме характер формування репродуктивної частини рослин та рівень темпів їх диференціації [12] – молібдену та марганцю – варіювання було вищим за внесення вказаних мікроелементів у фазу цвітіння. Для інших мікроелементів характер варіювання був зворотнім – більший рівень варіювання відмічено за внесення їх у фазу стеблування. Це підтверджує наші висновки щодо пролонгуючої дії мікроелементів та їх часткову іммобілізацію у редьки олійної на інші ростові процеси, окрім

цільового формування насіння та показників його якості, за ранньофазового застосування.

Слід відмітити і певну фенотипічну складову у результуючій дії мікроелементів. Так, у сорту Журавка усереднений приріст олійності по мікроелементах склав 0,63 % при їх застосуванні у фазі стеблуння та 0,78 % при застосуванні у фазу цвітіння. Аналогічні показники для сорту Райдуга були істотно нижчими і склали 0,50 % та 0,55 %, відповідно. На нашу думку, генетичні відмінності між сортами виникають в силу різних темпів формування їх генеративної частини. Відповідно до наших оцінок у редьки олійної за тривалого періоду цвітіння та досягнення стадії повної стиглості різні сорти мають специфічні риси щодо особливостей ярусності у формуванні плодоелементів та диференціації періоду наливу насіння. Це у підсумку впливає на ефективність та інтенсивність використання сортом мікроелементів та визначає результативність такого впливу у форматі урожайності та його якості.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Таким чином, на підставі наших досліджень для забезпечення підвищення вмісту олії у насінні редьки олійної щонайменше на 0,3-1,4 % за доцільне є застосування монокомпонентних мікроелементів у ряду доцільного ефективного застосування  $Co > Zn > Cu > B > Mn > Mo$  у формі розчину сульфатів солей, борної кислоти та молібдату амонію за 0,2 % концентрації. Перспективою подальших досліджень є вивчення комбінаторного ефекту застосування вказаних мікроелементів на редьці олійній у тому числі у співставленні до рекомендованих форматів мікродобрив, рекомендованих до застосування на ярих хрестоцвітих культурах.

### Список використаної літератури

1. Мазур В. А., Мацера О. О. Аналіз зміни якісних показників насіння озимого ріпаку залежно від строків посіву та системи удобрення. Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво: 2019. № 12. С. 5-17.
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. Волкодав В.В., Савчук Ю.М. Залежність насінневої продуктивності ріпаку озимого від строків сівби та мікродобрив. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2014. № 2 (23). С. 37–39.
4. Белик Н. Л. Рост и развитие редьки масличной при внесении минеральных удобрений. Сб.: Биология и экология культурных и дикорастущих растений. Тамбов, 1994. С. 16-21.
5. 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.

6. Пешкова А.А., Дорофеев Н.В. Биологические особенности и технология возделывания редьки масличной. Иркутск, 2008. 145 с.
7. 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.
8. Шпаар Д. [и др.]. Рапс и сурепица. М.: DLV Агродело, 2007. 320 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. Харчешников В. В. Основные элементы технологии возделывания редьки масличной на семена и зеленую массу в лесостепи Новосибирского Приобья : автореферат дис. ...кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.01 / Харчешников Виталий Владимирович. Новосибирск, 2012. 20 с.
12. Цицюра Я.Г. Роль мікроелементів у системі удобрення редьки олійної у Лісостепу Правобережному. Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво. 2019. № 13. С. 54-67.
13. Методические указания по применению микроудобрений при интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур. М.: ЦИНАО, 1987. 36 с.
14. Сайко В.Ф. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами. К.: "Інститут землеробства НААН", 2011. 76 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

### Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Mazur V. A., Matsera O. O. (2019). Analiz zminy yakisnykh pokaznykiv nasinnya ozymoho ripaku zalezchno 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: zb. nauk. pr. VNAU – Agriculture and forestry: a collection of scientific works of VNAU*. № 12. 5–17. [in Ukrainian].
2. Rakhmetov D.B., Kozlenko O.M. (2010). Produktivnist yarykh oliinykh kultur v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [The productivity 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. Volkodav V. V., Savchuk Yu. M. (2014). Zalezchnist` nasinnyevoyi produkty`vnosti ripaku ozy`mogo vidstrokov sivby` ta mikrodobry`v [Dependence of seed productivity of winter rape on sowing dates and microfertilizers]. *Sortovy`vchennya ta oxorona prav na sorty` rosly`n – Variety study and protection of plant variety rights*. № 2 (23). 37–39 [in Ukrainian].



4. Belyk N.L. (1994). Rost i razvitie redki maslichnoy pri vnesenii mineralnykh udobreniy [The effect of the depth of seeding into the soil on the productivity of oilseed radish]. *Biologiya i ekologiya kulturnykh i dikorastuschih rasteniy – Biology and ecology of cultivated and wild plants* [in Russian].
5. Kozlenko O.M. (2011). Produktivnist 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, specialnist.: 06.01.09. – Roslynnnytstvo. nauk. Kyiv. [in Ukrainian].
6. Peshkova A.A., Dorofeev N.V. (2008). Byolohycheskye osobennosti y tekhnolohyia vozdelivaniya redky maslychnoi [Biological features and technology of cultivation of oilseed radish]. [in Russian].
7. 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 Russian].
8. Shpaar D. [y dr.] (2007). Raps y surepytsa [Rapeseed and rape]. [in Russian].
9. Peive Ya.V. (1980). Ahrokhymyia y byokhymyia mykroelementov. Yzbrannyye trudy [Agrochemistry and biochemistry of trace elements. Selected Works]. [in Russian].
10. Okhrymenko M.F., Kuzmenko A.N., Syvak L.A. (1987). Mykroelementy: postuplenye, transport y fyziolohycheskye funktsyy v rastenyakh [Trace elements: admission, transport and physiological functions in plants]. [in Russian].
11. Kharchebnykov V.V. (2012). Osnovnyie elementy tehnologii vozdelivaniya redki maslichnoy na semena i zelenuyu massu v lesostepi Novosibirskogo Priobya [The main elements of the technology of cultivation of radish oilseeds for seeds and green mass in the forest-steppe of the Novosibirsk Region]: abstract of thesis 06.01.01. Novosybyrsk [in Russian].
12. Tsytsyura Ya.H. (2019). Rol' mikroelementiv u systemi udobrennya red'ky oliynoyi u Lisostepu Pravoberezhnomu [The role of microelements in the system of oil radish fertilization in the Right Bank Forest-Steppe]. *Zbirnyk naukovykh prats' VNAU. Sil's'ke hospodarstvo ta lisivnytstvo – Collection of scientific works of VNAU. Agriculture and forestry*. № 13. 54-67. [in Ukrainian].
13. Metodycheskye ukazaniya po pryomeneniyu mykroudobreniy pry yntensyvnoi tekhnolohyy vozdelivaniya selskokhoziaistvennykh kultur (1987). [Guidelines for the use of micronutrients in intensive cultivation of crops]. [in Russian].
14. Saiko V. F. (2011). Osoblyvosti provedennia doslidzhen z khrestotsvitymy oliinymy kulturamy [Features of conducting studies with cruciferous oilseeds]. [in Ukrainian].
15. Dospekhov B.A. (1985). Metodyka polevoho opyta (s osnovamy statystycheskoi obrabotky rezultatov yssledovaniy). 5-e yzd., dop. y pererab [Field experiment technique (with the basics of statistic processing of the research results)]. 5th ed. [in Russian].

### **АННОТАЦИЯ**

#### **ФОРМИРОВАНИЕ МАСЛИЧНОСТИ СЕМЯН РЕДЬКИ МАСЛИЧНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ**

*В статье отражены результаты изучения особенностей роли микроэлементов в формировании качественных показателей семян редьки масличной двух ее сортов. Систематизированы взгляды различных исследователей на процессы формирования содержания масла в крестоцветных культур вообще и у редьки масличной в частности, учитывая современные стратегии удобрения масличных технических культур семейства крестоцветных. Изучена особенность стадийности применения и эффективности монокомпонентных микроудобрений в форме легкорастворимых и легкодоступных веществ. Изучаемый набор микроэлементов включал рекомендуемый перечень физиологически важных компонентов современных форматов микроудобрений и их химический состав с целью оптимального анализа эффективности применения за их одианарного внесения в две ключевые фазы редьки масличной – фенологическая фаза стеблевания и фенологическая фаза цветения. Установлено, что применение каждого из микроэлементов было эффективным и существенным относительно показателей масличности семян обоих сортов редьки масличной учитывая уровень показателя в контрольном варианте. Проведена оценка величины варьирования показателя масличности учитывая различия в характере гидротермических режимов периода исследований. Это позволило определить степень генотипического характера формирования показателя масличности семян у редьки масличной и возможности, а также эффективности отбора соответствующих генотипов с перспективой получения масла технического направления использования. Определено, что прирост масличности семян редьки масличной при внесении различных микроэлементов в интервале 0,3-1,4 % с динамическим рядом эффективной результирующей действия на формирование указанного показателя в форме Co>Zn>Cu>B>Mn>Mo.*

**Ключевые слова:** редька масличная, удобрения, качество семян, содержание масла, варьирования.

**Табл. 1. Рис. 1. Лит. 15.**

### **ANNOTATION**

#### **FORMATION OF OIL CONTENT IN OIL RADISH SEEDS DEPENDING ON APPLIED MICROELEMENTS**

*In the article the results of studying of features of role of trace elements in the formation of the quality indicators of seeds of oilseed radish in two varieties are reflected. Systematized the views of various researchers on the processes of formation of oil content in cruciferous crops in general and radish oilseed in particular, given the current strategy of fertilizer oilseed crops of the family Cruciferae. Studied feature of the stages of the implementation and effectiveness of mono-component micronutrients in the form of easily soluble and readily available substances.*

*The studied set of microelements included the recommended list of physiologically important components of modern microfertilizer formats and their chemical composition in order to optimally analyze the effectiveness of application for their single application in two*

*key phases of oilseed radish – the phenological phase of staking and the phenological phase of flowering. The use of each of micronutrients was effective and substantial compared to the oil content of seeds of both cultivars of oilseed radish given the level of oil content in seeds in control variant. The magnitude of the variation in the oil index was estimated taking into account the differences in the nature of the hydrothermal regimes of the research period. This allowed to determine the degree of genotypic nature of the formation of the oil content of seeds in oilseed radish and the possibility and effectiveness of selection of appropriate genotypes with the prospect of obtaining oil in the technical direction of use. Also assessed the role of individual micronutrients in the magnitude of the volatility of oil content in seeds of oilseed radish. Determined that the increase of oil content in seeds of oilseed radish the addition of various trace elements in the range of 0.3-1.4% from the close dynamic the resulting effective action on the formation of this indicator in the form of Co>Zn>Cu>B>Mn>Mo. It is proved that the efficacy of these minerals increases with introducing them into the flowering stage, which is a critical period regarding the implementation of the reproductive potential of the plants of oilseed radish and the formation of appropriate indicators of the quality of its seeds. The recommendations for further research in the field of optimization of fertilizer radish seeds and micronutrients were formulated.*

**Key words:** *oilseed radish, fertilizer, microelements, seed quality, oil content, variety.*

**Table. 1. Fig. 1. Lit. 15.**

### **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).

**Ковальчук Юрій Олександрович** – аспірант кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3, E-mail: yura.kov2016@gmail.com).

**Цицюра Ярослав Григорьевич** – кандидат с.-г. наук, доцент кафедри земледілля, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ. (21008, м. Вінниця, ул. Солнечная 5/42, E-mail: yaroslavtsytsyura@ukr.net).

**Ковальчук Юрій Олександрович** – аспірант кафедри земледілля, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ. (21008, г. Вінниця, ул. Солнечная 3, E-mail: yura.kov2016@gmail.com, 0635250887).

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

**Kovalchuk Yurii** – a postgraduate student of the of Soil Management, Soil Science and Agrochemistry, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3, e-mail: yura.kov2016@gmail.com).