


## АГРОНОМІЯ

УДК 631.5.633:85.483

## Урожайність і якість насіння гірчиці сизої за впливу передпосівного внесення добрив і позакоренових підживлень в умовах Північно-східного Степу України

Рожков А.О. , Кириченко М.О. 

Державний біотехнологічний університет

 zms19760403@ukr.net

Рожков А.О., Кириченко М.О. Урожайність і якість насіння гірчиці сизої за впливу передпосівного внесення добрив і позакоренових підживлень в умовах Північно-східного Степу України. «Агробіологія», 2023. № 2. С. 195–204.

Rozhkov A., Kyrychenko M. Crop productivity and quality of brown mustard seeds under the influence of pre-sowing fertilization and foliar feeding in the conditions of the North-Eastern Steppe of Ukraine. «Agrobiology», 2023. no. 2, pp. 195–204.

Рукопис отримано: 28.10.2023 р.

Прийнято: 14.11.2023 р.

Затверджено до друку: 23.11.2023 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2023-183-2-195-204

У статті наведено результати досліджень щодо комплексного впливу передпосівного внесення добрив й позакоренових підживлень на урожайність та якість насіння гірчиці сизої в умовах Північно-східного Степу України. Метою досліджень було виявлення варіантів передпосівного внесення комплексних добрив й позакоренових підживлень, які забезпечують формування найвищої врожайності насіння та найбільший збір олії гірчиці сизої сорту Феліція. Дослідження проводили в 2020, 2021 і 2023 рр. на базі ФГ «Кириченко М» Борівського району Харківської області. Двофакторний польовий дослід закладали методом розщеплених ділянок у чотирьох повтореннях. Ділянками першого порядку були п'ять варіантів передпосівного внесення добрив, другого порядку – п'ять варіантів позакоренових підживлень різними сполученнями водорозчинних добрив. Площа посівної ділянки становила 90 м<sup>2</sup>, облікової – 70 м<sup>2</sup>. Найвища урожайність насіння (2,27–2,33 т/га) і збір олії (0,915–0,939 т/га) відмічені на варіантах поєднання передпосівного внесення  $N_{45}P_{30}K_{30}$  і  $N_{45}P_{45}K_{45}$  з двома позакореновими підживленнями під час 21–23 і 50–53 мікрофаз розчином карбаміду (10 кг/га) й комплексного водорозчинного добрива Квантум технічні (2,0 л/га). Вміст олії в насінні не зазнавав істотних змін. Відмічали лише тенденції підвищення вмісту олії в насінні за умови проведення позакоренових підживлень та зменшення дози передпосівного внесення добрив. Зокрема, на варіантах проведення двох позакоренових підживлень вміст олії в насінні гірчиці порівняно з контролем підвищувався на 0,3–0,4 %, а на варіантах передпосівного внесення  $N_{45}P_{45}K_{45}$  зменшувався порівняно з контролем на 0,7 %. Погодні умови спричиняли значні зміни врожайності насіння та збору олії з гектара, проте загальна тенденція впливу досліджуваних чинників зберігалася. Враховуючи це, підвищення дози передпосівного внесення від  $N_{45}P_{30}K_{30}$  до  $N_{45}P_{45}K_{45}$ , як і додавання до робочих розчинів для позакоренових підживлень моноелементного добрива Квантум-БОР Актив не доцільне.

**Ключові слова:** гірчиця сиза, система живлення, урожайність, вміст олії, позакоренові підживлення, водорозчинні добрива.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** За виробництвом рослинної олії Україна є одним із світових лідерів. Більшість олій виробляють із соняшнику, площі під яким вже перевищують 5,0 млн га. Стихійне розширення площ під соняшником призвело до загострення проблем пов'язаних з родючістю та фітосанітарним станом ґрунтів. Аби не допустити зниження валового виробництва олій і водночас вирішити проблему надмірних площ соняшни-

ку, слід диверсифікувати виробництво олій через розширення площ олійних культур родини капустяних, яким наразі приділяють недостатньо уваги. Серед них перспективною є гірчиця, яка має високий потенціал продуктивності, здатна ефективно його розкривати фактично в усіх агрокліматичних зонах України [1].

Доцільність розширення посівних площ гірчиці також обумовлено зміною клімату. У нинішніх реаліях ця посухостійка культура

є альтернативою культурам, які через високі температури й дефіцит опадів мають невисоку врожайність. Наразі посівні площі під гірчицею в Україні становлять лише близько 50 тис. га, при тому що ґрунтово-кліматичні умови дозволяють вирощувати її по всій території України [2].

Урожайність насіння гірчиці в Україні є низькою. За останні 12 років вона змінювалася від 0,3 до 0,8 т/га. Тимчасом в країнах ЄС врожайність насіння становить 1,5–2,5 т/га, а зеленої маси – до 30,0 т/га [3].

Однією з причин низької врожайності насіння гірчиці є примітивізм системи живлення рослин, а саме вона є основним джерелом розкриття генетичного потенціалу продуктивності рослин. Серед виробників поширена практика вносити так звану середньостатистичну норму мінеральних добрив, яка для хрестоцвітих олійних становить  $N_{40}P_{60}$ . До того ж стосовно періоду внесення добрив, у кожного свої підходи [4]. За численними даними, лише завдяки оптимізації підходів живлення рослин, врожайність насіння гірчиці реально підвищити на 40 % і більше [5–7]. Аби досягти цього потрібно забезпечити бездефіцитний баланс поживних елементів впродовж всієї вегетації рослин. У зв'язку з цим зростає значення позакоренових підживлень, які дають можливість оперативного усувати нестачу поживних елементів і, водночас, згладжувати стреси, зумовлені абіотичними і біотичними чинниками [8, 9].

Ефективність системи живлення залежить від низки чинників, зокрема від вологозабезпечення, температурного режиму, родючості й фізичних показників ґрунтів, попередника, виду обробітку ґрунту тощо. Саме тому оптимізація системи живлення з урахуванням сукупної дії інших чинників є основою для максимальної «віддачі» одиниці діючої речовини добрив, а отже – ведення агробізнесу на засадах ресурсо-енергозбереження [10].

Жоден з елементів технології вирощування гірчиці не є таким дискусійним як система живлення рослин. У питаннях доз, періоду внесення добрив, а також їх марок навіть для однієї ґрунтово-кліматичної зони погляди науковців досить різняться. Є пропозиції застосовувати для передпосівного внесення як помірні дози мінеральних добрив у діапазоні –  $N_{(30-45)}P_{(30-45)}K_{(30-45)}$  [3, 4, 11], так і значно вищі –  $N_{(60-90)}P_{(60-90)}K_{(60-90)}$  [12–15].

Не менш дискусійними є аспекти позакоренового підживлення рослин, що обумовлено широким асортиментом добрив, комплексом абіотичних, біотичних, едафічних і технологічних чинників, а також різними підходами в

питаннях фаз проведення позакоренових підживлень. Водночас, не зважаючи на різні підходи проведення позакоренових підживлень, науковці відмічають їх значну роль для підвищення врожайності та якості насіння гірчиці, акцентуючи увагу саме на важливості підбору компонентів на основі аналізу вмісту елементів у ґрунті й рослинах, а також враховуючи наявні погодні умови [5, 8, 16–18].

Актуальність досліджень щодо системи живлення також обумовлена систематичним уведенням нових сортів гірчиці, які маючи специфічні морфологічні і біологічні особливості, можуть по-різному реагувати на період застосування добрив, їх склад і дози внесення [16, 19]. Сучасні сорти гірчиці вирізняються високим генетичним потенціалом продуктивності, однак вони досить вибагливі до умов вирощування, зокрема до системи живлення. А оскільки вони не завжди своєчасно й в достатньому обсязі отримують поживні елементи, реалізація їх потенціалу у виробничих умовах залишається низькою [4].

Враховуючи важливість системи живлення рослин, зокрема основних її складових – передпосівного внесення добрив і позакоренових підживлень, дослідження у цьому напрямі в умовах сьогодення є своєчасними й актуальними.

**Мета досліджень** полягала у пошуку варіантів сполучень передпосівного внесення добрив й позакоренових підживлень, які забезпечують повніше розкриття генетичного потенціалу продуктивності гірчиці сизої.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили впродовж 2020, 2021 і 2023 рр. на базі ФГ «Кириченко М» Борівського р-ну Харківської області за поширеною методикою [20]. Ґрунти господарства – чорноземи дерново-підзолисті, слабогумусні. Вміст гумусу в орному шарі становить 2,7–3,0 %, рухомого фосфору (за Чириковим) – 12,5 мг, калію – 11,8 мг на 100 г ґрунту.

Варіанти двофакторного досліду розміщували методом розщеплених ділянок у чотирьох повтореннях. Ділянками першого порядку (чинник А) були п'ять варіантів передпосівного внесення мінеральних добрив: 1 – контроль (без добрив); 2 –  $N_{15}P_{15}K_{15}$ ; 3 –  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ; 4 –  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ; 5 –  $N_{45}P_{30}K_{30}$ . Ділянками другого порядку (чинник В) були 5 варіантів підживлень водорозчинними добривами (табл. 1). Площа посівної ділянки становила 90 м<sup>2</sup>, облікової – 70 м<sup>2</sup>. Агротехніка у дослідях була загальноприйнятою для району досліджень, за виключенням досліджуваних елементів. Дослідження проводили із сортом гірчиці сизої

Феліція, створеним на Прикарпатській державній сільськогосподарській станції НААН. Цей сорт внесено у Державний реєстр у 2018 р. й рекомендовано до вирощування в усіх агрокліматичних районах України.

Позакореневі підживлення проводили різними сполученнями карбаміду з продуктами НВК «Квадрат» – Квантум технічні і Квантум-БОР Актив. Висококонцентроване комплексне добриво Квантум технічні розроблено для передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень технічних культур. Воно має підвищений вміст міді (11,0 г/л), цинку (12,0 г/л) і марганцю (11,3 г/л). Мікроелементи містяться в хелатній формі. Додатково добриво містить комплекс біологічно активних речовин, має слаболужну реакцію.

Моноелементне добриво Квантум-БОР Актив містить 140 г/л (14,0 %) легкодоступних біологічно активних форм бору. Також до його складу входять близько 1,5 % амінокислот, які покращують поглинання бору листками рослин, активізують метаболізм та підвищують стійкість рослин до стресів.

декади червня, дефіциту вологи не було. Температура повітря у травні була значно меншою порівняно з середньобагаторічними показниками, що ускладнювало перебіг ростових процесів рослин гірчиці сизої.

У 2021 р. дефіциту вологи впродовж вегетації посівів гірчиці не було. Кількість опадів була більшою порівняно з показниками кліматичної норми, крім того їх розподіл був відносно рівномірний. Більше потерпали рослини гірчиці від температурного режиму. Достатньо прохолодна температура у травні й висока у другій половині червня (в окремі дні – 33 °С) ускладнювали перебіг розвитку рослин гірчиці наприкінці вегетації.

Найбільш сприятливі погодні умови для рослин гірчиці склалися у 2023 р., що вплинуло на її врожайність. Впродовж вегетації опадів випало більше від показника кліматичної норми, до того ж їх розподіл був рівномірний. Цього року температурний режим відповідав біологічним потребам культури. У найбільш спекотні дні температура не перевищувала 28 °С.

Таблиця 1 – Варіанти позакореневих підживлень (чинник В)

| Варіант      | Фази росту та розвитку за міжнародною шкалою ВВСН                                      |  |
|--------------|--|--|
|              | 21–23  | 50–53  |
| 1 (контроль) | –  | –  |
| 2            | Карбамід (10 кг/га) +<br>Квантум технічні (2,0 л/га)                                   | –  |
| 3            | Карбамід (10 кг/га) +<br>Квантум технічні (2,0 л/га)                                   | Карбамід (10 кг/га) +<br>Квантум технічні (2,0 л/га)                                   |
| 4            | Карбамід (10 кг/га) +<br>Квантум технічні (2,0 л/га) +<br>Квантум БОР Актив (1,0 л/га) | Карбамід (10 кг/га) +<br>Квантум технічні (2,0 л/га)                                   |
| 5            | Карбамід (10 кг/га) +<br>Квантум технічні (2,0 л/га)                                   | Карбамід (10 кг/га) +<br>Квантум технічні (2,0 л/га) +<br>Квантум БОР Актив (1,0 л/га) |

Місце досліджень характеризується нестабільними умовами зволоження й значним перепадом температур. У роки досліджень кількість опадів за вегетацію рослин значно відхилялася від середньобагаторічних показників.

Найменш сприятливі погодні умови для вирощування гірчиці склалися в 2020 р. У березні та квітні опадів було значно менше порівняно з показниками кліматичної норми, а у травні, навпаки, їх сума фактично вдвічі перевищувала цей показник. У другій половині вегетації, завдяки рясним опадам у травні та перші дві

Загалом варто зазначити, що різний температурний режим й розбіжність за кількістю опадів впродовж вегетації рослин гірчиці у роки досліджень, помітно впливали на їх ріст і розвиток, що відобразилося на показниках урожайності насіння. Водночас, це дало можливість більш повно визначити вплив досліджуваних варіантів передпосівного внесення комплексних добрив й позакореневих підживлень на врожайність і якість насіння гірчиці сизої.

**Результати дослідження та обговорення.** Аналіз отриманих результатів виявив значний вплив досліджуваних варіантів системи живлення на врожайність насіння гірчиці. Цілком прогнозовано врожайність насіння більших змін зазнавала за впливу передпосівного внесення добрив, оскільки саме вони закладають основу для кращого росту та розвитку рослин і відповідно, – формування вищої врожайності насіння.

У середньому за роками й варіантами позакоренових підживлень врожайність насін-

ня гірчиці сизої найбільшою була у варіанті передпосівного внесення  $N_{45}P_{45}K_{45}$  – 2,26 т/га (табл. 2). Порівняно з контролем приріст врожайності становив 0,73 т/га або 48 %. Водночас, врожайність насіння у цьому варіанті істотно не відрізнялася від варіанта з дозою передпосівного внесення  $N_{45}P_{30}K_{30}$ . Різниця за врожайністю між цими варіантами була неістотною – 0,03 т/га і за статистичним аналізом з використанням рангового критерію показники урожайності насіння на цих варіантах належали до однієї рангової групи.

Таблиця 2 – Урожайність насіння гірчиці за впливу передпосівного внесення добрив й позакоренових підживлень у середньому за 2020, 2021 і 2023 роки

| Передпосівне внесення (чинник <i>A</i> ) | Позакоренові підживлення (чинник <i>B</i> ) | Урожайність, т/га |      | +/- до контролю чинника <i>A</i> | +/- до контролю чинника <i>B</i> |
|--|---|-------------------|------|----------------------------------|----------------------------------|
|  |   | показник          | РГ** |                                  |                                  |
| Контроль                                 | 1*  | 1,35              | ◇    | –                                | –                                |
|  | 2   | 1,48              | ◇◇   | –                                | + 0,13                           |
|  | 3   | 1,62              | ◇◇◇  | –                                | + 0,27                           |
|  | 4   | 1,60              | ◇◇◇  | –                                | + 0,25                           |
|  | 5   | 1,60              | ◇◇◇  | –                                | + 0,25                           |
| $N_{15}P_{15}K_{15}$                     | 1   | 1,68              | ◇    | + 0,33                           | –                                |
|  | 2   | 1,80              | ◇◇   | + 0,32                           | + 0,12                           |
|  | 3   | 1,88              | ◇◇   | + 0,26                           | + 0,20                           |
|  | 4   | 1,88              | ◇◇   | + 0,28                           | + 0,20                           |
|  | 5   | 1,90              | ◇◇   | + 0,30                           | + 0,22                           |
| $N_{30}P_{30}K_{30}$                     | 1   | 1,93              | ◇    | + 0,58                           | –                                |
|  | 2   | 2,06              | ◇◇   | + 0,58                           | + 0,13                           |
|  | 3   | 2,15              | ◇◇   | + 0,53                           | + 0,22                           |
|  | 4   | 2,14              | ◇◇   | + 0,54                           | + 0,21                           |
|  | 5   | 2,16              | ◇◇   | + 0,56                           | + 0,23                           |
| $N_{45}P_{45}K_{45}$                     | 1   | 2,12              | ◇    | + 0,77                           | –                                |
|  | 2   | 2,23              | ◇    | + 0,75                           | + 0,11                           |
|  | 3   | 2,33              | ◇◇   | + 0,71                           | + 0,21                           |
|  | 4   | 2,31              | ◇◇   | + 0,71                           | + 0,19                           |
|  | 5   | 2,31              | ◇◇   | + 0,71                           | + 0,19                           |
| $N_{45}P_{30}K_{30}$                     | 1   | 2,09              | ◇    | + 0,74                           | –                                |
|  | 2   | 2,20              | ◇    | + 0,72                           | + 0,11                           |
|  | 3   | 2,28              | ◇◇   | + 0,66                           | + 0,19                           |
|  | 4   | 2,30              | ◇◇   | + 0,70                           | + 0,21                           |
|  | 5   | 2,27              | ◇◇   | + 0,67                           | + 0,18                           |
| Середнє за чинником <i>A</i>             | Контроль                                    | 1,53              | ■    | –                                | –                                |
|  | $N_{15}P_{15}K_{15}$                        | 1,83              | ■■   | + 0,30                           | –                                |
|  | $N_{30}P_{30}K_{30}$                        | 2,09              | ■■■  | + 0,56                           | –                                |
|  | $N_{45}P_{45}K_{45}$                        | 2,26              | ■■■■ | + 0,73                           | –                                |
|  | $N_{45}P_{30}K_{30}$                        | 2,23              | ■■■■ | + 0,70                           | –                                |
| Середнє за чинником <i>B</i>             | 1   | 1,83              | ◆    | –                                | –                                |
|  | 2   | 1,95              | ◆◆   | –                                | + 0,12                           |
|  | 3   | 2,05              | ◆◆◆  | –                                | + 0,22                           |
|  | 4   | 2,05              | ◆◆◆  | –                                | + 0,22                           |
|  | 5   | 2,05              | ◆◆◆  | –                                | + 0,22                           |

$HP_{05}$  головного ефекту *A* – 0,06 т/га;  $HP_{05}$  головного ефекту *B* – 0,08 т/га;  
 $HP_{05}$  часткових порівнянь *A* – 0,09 т/га;  $HP_{05}$  часткових порівнянь *B* – 0,11 т/га

**Примітки:** \* – варіанти позакоренових підживлень наведено в табл. 1; \*\* РГ – рангова група.

Слід відмітити тенденцію зниження приросту врожайності насіння гірчиці за поступового підвищення дози добрив на 15 кг/га д. р. НРК. Зокрема, порівняно з контролем (без добрив), за внесення  $N_{15}P_{15}K_{15}$  врожайність насіння гірчиці підвищувалася на 0,30 т/га або 19,6 %. З підвищенням дози передпосівного внесення від  $N_{15}P_{15}K_{15}$  до  $N_{30}P_{30}K_{30}$  приріст врожайності насіння становив 0,26 т/га (14,2 %), а від  $N_{30}P_{30}K_{30}$  до  $N_{45}P_{45}K_{45}$  – лише 0,17 т/га або 8,1 %. При цьому врожайність зростала саме завдяки підвищенню дози азоту, оскільки істотної різниці між варіантами з дозами добрив  $N_{45}P_{45}K_{45}$  і  $N_{45}P_{30}K_{30}$  на було.

Значення позакореневих підживлень зводиться до коригування поживного режиму і нівелювання стресів абіотичної природи. Оскільки погодні умови, насамперед за режимом опадів, наближалися до показників кліматичної норми, то й значення підживлень було меншим. Водночас вони також забезпечували істотне підвищення врожайності насіння гірчиці сизої.

У середньому за роками і варіантами передпосівного внесення добрив, найбільша врожайність насіння гірчиці сизої (2,05 т/га) була у варіантах проведення двох позакореневих підживлень під час фаз розетки і бутонізації (мікрофази 21–23 і 50–53) сумішшю карбаміду й водорозчинного добрива Квантум технічні. Додавання до робочих розчинів моноелементного добрива Квантум-БОР Актив на врожайність насіння не впливало.

Одноразове позакореневе підживлення під час мікрофаз 21–23 сумішшю карбаміду й водорозчинного добрива Квантум технічні також забезпечувало отримання істотного приросту врожайності насіння порівняно з контролем (без підживлень), однак поступалося за ефективністю варіантам проведення двох позакореневих підживлень.

Вплив позакореневих підживлень більшою мірою проявлявся на варіантах, де передпосівне внесення добрив не проводили. Зокрема, на контролі чинника А, урожайність насіння гірчиці за проведення позакореневих підживлень максимально підвищувалася на 20 %, тимчасом на фоні  $N_{15}P_{15}K_{15}$ ,  $N_{30}P_{30}K_{30}$  і  $N_{45}P_{45}K_{45}$  – на 13; 12 і 10 % відповідно. Це логічно, адже на кращому агрофоні вплив відносно невеликих доз мінеральних елементів буде меншим.

У дослідях відмічено взаємодію досліджуваних чинників. Зокрема, перевага варіантів з двома позакореневими підживленнями у середньому за три роки досліджень спостерігалась лише у варіанті без передпосівного внесення добрив. На досліджуваних фонах передпосівного внесення добрив різниці між

одним і двома позакореневими підживленнями не встановлено.

У середньому за роки, найвищу врожайність насіння забезпечив варіант поєднання передпосівного внесення  $N_{45}P_{30}K_{30}$  і двох позакореневих підживлень під час мікрофаз 21–23 і 50–53 розчином карбаміду і комплексного добрива Квантум технічні в разовій дозі 10 кг/га і 2,0 л/га відповідно. Підвищення дози передпосівного внесення до  $N_{45}P_{45}K_{45}$ , як і додавання під час позакореневих підживлень до робочого розчину моноелементного добрива Квантум-БОР Актив, істотного приросту врожайності насіння не забезпечували.

Цей варіант поєднання передпосівного внесення добрив і позакореневих підживлень забезпечив отримання найвищого приросту врожайності насіння гірчиці порівняно з контролем в усі роки досліджень.

Незважаючи на відносну подібність погодних умов під час вегетації посівів гірчиці сизої, розбіжність за врожайністю насіння у роки досліджень була високою й фактично на одному рівні з розбіжністю показників за впливу досліджуваних варіантів передпосівного внесення добрив. Зокрема, різниця за врожайністю насіння між досліджуваними варіантами передпосівного внесення добрив у середньому за іншими чинниками становила 0,73 т/га, між роками – 0,69 т/га (1,71 т/га – у 2020 р. і 2,40 т/га – у 2023 р.) (табл. 3).

Ефективність передпосівного внесення добрив вищою була в менш сприятливих погодних умовах. Зокрема, у відносних показниках, максимальний приріст врожайності насіння гірчиці сизої за впливу передпосівного внесення добрив у 2020 р. становив 53 %, тимчасом у 2021 і 2023 рр. – 43 %. Оскільки погодні умови району досліджень зазвичай не є сприятливими, системи живлення і передпосівного внесення добрив зокрема, має виключно важливе значення. З огляду на це, зробити цю культурою «привабливою» для виробників можна лише завдяки оптимізації системи її живлення, головне значення в якій має передпосівне внесення добрив.

На відміну від врожайності насіння, вміст олії в насінні не зазнавав істотних змін за впливу досліджуваних чинників. Спостерігалась лише тенденція підвищення вмісту олії у насінні за умови проведення позакореневих підживлень і зменшення дози передпосівного внесення добрив. Зокрема, на варіантах проведення двох позакореневих підживлень вміст олії у насінні гірчиці, порівняно з контролем, підвищувався на 0,3–0,4 %, а на варіантах передпосівного внесення найбільшої досліджуваної дози добрив  $N_{45}P_{45}K_{45}$  зменшувався порівняно з контролем на 0,7 % (табл. 4).

Таблиця 3 – Урожайність насіння гірчиці за різних варіантів передпосівного внесення комплексних добрив і позакоренових підживлень у роки досліджень, т/га

| Варіант передпосівного внесення (чинник <i>A</i> )  | Варіант позакоренового підживлення (чинник <i>B</i> ) |      |      |      |      | Середнє |
|---|---|------|------|------|------|---------|
|   | 1*  | 2    | 3    | 4    | 5    |         |
| 2020 рік  |   |      |      |      |      |         |
| Контроль  | 1,14  | 1,21 | 1,31 | 1,34 | 1,28 | 1,26    |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>   | 1,46  | 1,54 | 1,63 | 1,60 | 1,61 | 1,57    |
| N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>   | 1,65  | 1,77 | 1,86 | 1,84 | 1,87 | 1,80    |
| N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>   | 1,89  | 1,97 | 2,01 | 2,06 | 2,03 | 1,99    |
| N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>   | 1,86  | 1,92 | 1,96 | 1,94 | 1,98 | 1,93    |
| Середнє   | 1,60  | 1,68 | 1,75 | 1,76 | 1,75 | 1,71    |
| НІР <sub>05</sub> ефекту <i>A</i> – 0,06 т/га; НІР <sub>05</sub> ефекту <i>B</i> – 0,07 т/га;<br>НІР <sub>05</sub> часткових порівнянь <i>A</i> – 0,09 т/га; НІР <sub>05</sub> часткових порівнянь <i>B</i> – 0,10 т/га |   |      |      |      |      |         |
| 2021 рік  |   |      |      |      |      |         |
| Контроль  | 1,27  | 1,44 | 1,53 | 1,51 | 1,53 | 1,46    |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>   | 1,56  | 1,68 | 1,77 | 1,73 | 1,80 | 1,71    |
| N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>   | 1,84  | 1,97 | 2,01 | 2,03 | 2,00 | 1,97    |
| N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>   | 1,97  | 2,06 | 2,14 | 2,17 | 2,11 | 2,09    |
| N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>   | 1,94  | 2,07 | 2,09 | 2,12 | 2,06 | 2,06    |
| Середнє   | 1,72  | 1,84 | 1,91 | 1,91 | 1,90 | 1,86    |
| НІР <sub>05</sub> ефекту <i>A</i> – 0,08 т/га; НІР <sub>05</sub> ефекту <i>B</i> – 0,08 т/га;<br>НІР <sub>05</sub> часткових порівнянь <i>A</i> – 0,11 т/га; НІР <sub>05</sub> часткових порівнянь <i>B</i> – 0,12 т/га |   |      |      |      |      |         |
| 2023 рік  |   |      |      |      |      |         |
| Контроль  | 1,63  | 1,80 | 2,01 | 1,96 | 1,98 | 1,88    |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>   | 2,01  | 2,19 | 2,23 | 2,32 | 2,29 | 2,21    |
| N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>   | 2,31  | 2,44 | 2,58 | 2,55 | 2,61 | 2,50    |
| N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>   | 2,50  | 2,66 | 2,83 | 2,71 | 2,79 | 2,70    |
| N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>   | 2,47  | 2,61 | 2,79 | 2,83 | 2,77 | 2,69    |
| Середнє   | 2,18  | 2,34 | 2,49 | 2,47 | 2,49 | 2,40    |
| НІР <sub>05</sub> ефекту <i>A</i> – 0,11 т/га; НІР <sub>05</sub> ефекту <i>B</i> – 0,12 т/га;<br>НІР <sub>05</sub> часткових порівнянь <i>A</i> – 0,14 т/га; НІР <sub>05</sub> часткових порівнянь <i>B</i> – 0,14 т/га |   |      |      |      |      |         |

Примітка: \* – варіанти позакоренових підживлень наведені в табл. 1.

Таблиця 4 – Вміст олії у насінні гірчиці за різних варіантів передпосівного внесення добрив і позакоренових підживлень, % (середнє за 2020, 2021 і 2023 рр.)

| Варіант передпосівного внесення (чинник А)      | Варіант позакоренового підживлення (чинник В) |      |      |      |      | Середнє |
|---|---|------|------|------|------|---------|
|   | 1*  | 2    | 3    | 4    | 5    |         |
| Контроль  | 40,6  | 40,7 | 40,9 | 41,0 | 40,9 | 40,8    |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> | 40,5  | 40,6 | 40,8 | 40,9 | 40,9 | 40,8    |
| N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> | 40,4  | 40,3 | 40,4 | 40,5 | 40,5 | 40,4    |
| N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> | 39,5  | 40,1 | 40,3 | 40,4 | 40,3 | 40,1    |
| N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> | 40,1  | 40,1 | 40,2 | 40,2 | 40,3 | 40,2    |
| Середнє   | 40,2  | 40,4 | 40,5 | 40,6 | 40,6 | 40,5    |

**Примітка:** \* – варіанти позакоренових підживлень наведено в табл. 1.

Завдяки позитивній тенденції підвищення вмісту олії в насінні, вплив позакоренових підживлень на збір олії з гектара був вищий, ніж на врожайність насіння. Зокрема, на варіантах проведення двох позакоренових підживлень сумішно карбаміду з водорозчинним комплексним добривом Квантум технічна врожайність насіння порівняно з контролем в середньому за іншими чинниками зростала на 12,0 %, а збір олії з гектара – на 12,8 %.

Збір гірчичної олії понад 0,9 т/га відмічено на варіантах передпосівного внесення N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> і N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> у поєднанні з двома позакореновими підживленнями різними сумішами препаратів

(табл. 5). На цих варіантах збір олії варіював у межах від 0,915 до 0,939 т/га.

Зменшення передпосівної дози від N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> до N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> не спричиняло істотного зниження збору олії з гектара, при цьому істотно скорочувалася вартість гектарної дози добрив. Отже, оптимальною дозою передпосівного внесення як для отримання найвищої врожайності, так і найбільшого збору олії з гектара є N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>. Подальше підвищення дози передпосівного внесення істотного приросту показників не забезпечує, при цьому значно зростають витрати, а також посилюється «тиск» на екологічну складову.

Таблиця 5 – Збір олії гірчиці за різних варіантів передпосівного внесення добрив і позакоренових підживлень у середньому за 2020, 2021 і 2023 рр., т/га

| Варіант передпосівного внесення (чинник А)      | Варіант позакоренового підживлення (чинник В) |       |       |       |       | Середнє |
|---|---|-------|-------|-------|-------|---------|
|   | 1*  | 2     | 3     | 4     | 5     |         |
| Контроль  | 0,548   | 0,602 | 0,663 | 0,656 | 0,654 | 0,625   |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> | 0,680   | 0,731 | 0,767 | 0,771 | 0,777 | 0,745   |
| N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> | 0,780   | 0,830 | 0,869 | 0,867 | 0,875 | 0,844   |
| N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> | 0,837   | 0,894 | 0,939 | 0,933 | 0,931 | 0,907   |
| N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> | 0,838   | 0,882 | 0,917 | 0,925 | 0,915 | 0,895   |
| Середнє   | 0,737   | 0,788 | 0,831 | 0,830 | 0,830 | 0,803   |

**Примітка:** \* – варіанти позакоренових підживлень наведено в табл. 1.

**Висновки.** Виявлено оптимальні варіанти поєднання передпосівного внесення добрив й позакорневих підживлень посівів гірчиці сизої сорту Феліція. Найвища врожайність насіння (2,27–2,33 т/га) і збір олії (0,915–0,939 т/га) цього сорту відмічено на варіантах поєднання передпосівного внесення  $N_{45}P_{30}K_{30}$  і  $N_{45}P_{45}K_{45}$  з двома позакорневими підживленнями під час 21–23 і 50–53 мікрофаз за міжнародною шкалою ВВСН різними сумішами добрив. Погодні умови спричиняли значні зміни врожайності насіння та збору олії з гектара, однак загальна тенденція впливу досліджуваних варіантів передпосівного внесення добрив й позакорневих підживлень за роками була однаковою. З огляду на це, підвищення дози передпосівного внесення від  $N_{45}P_{30}K_{30}$  до  $N_{45}P_{45}K_{45}$ , як і додавання до робочих розчинів для позакорневих підживлень моноелементного добрива Квантум-БОР Актив не доцільне.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing / S. Kalenska et al. *Ukrainian journal of ecology*. 2019. No 9(1). P. 19–29.
2. Журавель В., Буділка Г. Гірчиця біла – і рентабельно, і корисно. *Аграрний тиждень*. URL: <http://www.a7d.com.ua/analtika/tehnology/17183-grchicya-bla-rentabelno-korisno.html>.
3. Губенко Л.В., Любич О.Я. Вплив добрив на продуктивність гірчиці білої. *Зернові культури*. 2020. Т. 4. № 2. С. 289–295. DOI: 10.31867/2523-4544/0137
4. Мельник А.В., Жердецька С.В. Вплив доз мінеральних добрив на врожайність гірчиці ярої сизої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 269. С. 177–185.
5. Шахід А. Вплив норм мінеральних добрив на ріст та розвиток рослин гірчиці білої в умовах Північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 101. С. 136–140.
6. Sarkar A., Jana K., Mondal R. Growth and yield of hybrid mustard (*Brassica juncea* L.) as influenced by foliar nutrition in Gangetic plains of West Bengal. *Journal of crop and weed*. 2021. 17(3). P. 35–40. DOI: 10.22271/09746315.2021.v17.i3.1488
7. Sandeep K., Bhim S., Aparna V., Durgesh K. Effect of Novel Sources of Nutrients, their Dose and Mode of Application on Yield, quality and Profitability of Indian Mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern & Coss]. *Biological Forum – An International Journal*. 2022. No 14(3). P. 1385–1390.
8. Effect of nano-particles on growth, productivity, profitability of Indian mustard (*Brassica juncea*) under semi-arid conditions / S.S. Rathore et al. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2019. No 89(7). P. 1145–1150. DOI: 10.56093/ijas.v89i7.91669.

9. Mondal R., Goswami S., Goswami B.S., Jana K. Effect of different nutrient management practices on growth, grain yield, production economics, soil nutrient availability of transplanted kharif rice and correlation studies. *J. Crop and Weed*. 2020. No 16(1). P. 172–179. DOI: 10.22271/09746315.2020.v16.i1.1290

10. Жуйков О.Г. Гірчиця в Південному Степу: агроекологічні аспекти і технології вирощування. *Херсон*, 2014. 416 с.

11. Блащук М.І., Тетерещенко Н.М. Вплив строків сівби та доз мінеральних добрив на продуктивність гірчиці білої. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур*. 2014. № 21. С. 65–74.

12. Вишнівський П.С., Вишнівський В.С. Вплив рівня удобрення та позакореневого підживлення на формування продуктивності різних видів гірчиці. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур*. 2015. № 22. С. 99–109.

13. Сайко В.Ф., Вишневський В.С. Вплив елементів технології на формування продуктивності гірчиці білої сорту Еталон. *Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН”*. 2015. Вип. 4. С. 72–78.

14. Поляков О.І., Вахненко С.В., Нікітенко О.В., Вендель В.В. Особливості формування продуктивності гірчиці ярої під впливом мінеральних добрив за різних норм висіву. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур*. 2016. № 23. С. 155–161.

15. Sarkar A., Jana K., Mondal R. Growth and yield hybrid mustard as influenced by foliar nutrition in Gangetic plains of West Bengal. *Journal of Crop and Weed*. 2021. No 17(3). P. 35–40. DOI: 10.22271/09746315.2021.v17.i3.1488

16. Kumar R., Pandey D., Singh V., Singh I. Nano-technology for better fertilizer use (Research Experiences at Pantnagar). *Research Bulletin*. 2014. 201. P. 16–25.

17. Sandeep K., Bhim S., Aparna V., Durgesh K. Effect of Novel Sources of Nutrients, their Dose and Mode of Application on Yield, quality and Profitability of Indian Mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern & Coss]. *Biological Forum – An International Journal*. 2022. No 14(3). P. 1385–1390.

18. Luharch I., Tomar V., Sharma D., Kaur S. Effect of planting methods and nutrient management on growth, yield and economics of mustard (*Brassica Rapa* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2022. No 11 (6). P. 25–32. DOI: 10.22271/phyto.2022.v11.i6a.14521

19. Effect of plant growth regulators on growth, biochemical and yield of Indian mustard [*Brassica juncea*] under drought stress condition / N. Nehal et al. *Plant Archives*. 2017. No 17(1). P. 580–584.

20. Дослідна справа в агрономії: у 2-х кн. Теоретичні аспекти дослідної справи. *Харків: Майдан*, 2016. Кн. 1. 316 с.

#### REFERENCES

1. Kalenska, S., Yeremenko, O., Novitska, N., Yunyk, A. (2019). Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing. *Ukrainian journal of ecology*. no. 9(1), pp. 19–29.



2. Zhuravel, V. Budilka, G. Hirchytisia bila – i rentabelno, i korysno [White mustard is both profitable and useful]. *Ahrarnyi tyzhden [Agrarian week]*. Available at: <http://www.a7d.com.ua/analtika/tehnologiy/17183-grchicya-bla-rentabelno-korisno.html>.
3. Hubenko, L.V., Liubchych, O.Ya. (2020). Vplyv dobryv na produktyvnist hirchytisi biloi [The effect of fertilizers on the productivity of white mustard]. *Zernovi kultury [Cereal crops]*. Vol. 4, no. 2, pp. 289–295. DOI: 10.31867/2523-4544/0137
4. Melnyk, A.V., Zherdetska, C.V. (2017). Vplyv doz mineralnykh dobryv na vrozhaunist hirchytisi yaroi syzoi v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [The effect of mineral fertilizer doses on the yield of spring gray mustard in the condition of the northeastern forest-steppe of Ukraine]. *Naukovi visnyk natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy [Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine]*. no. 269, pp. 177–185.
5. Shakhid, A. (2018). Vplyv norm mineralnykh dobryv na rist ta rozvytok roslyn hirchytisi biloi v umovakh Pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [The influence of mineral fertilizer rates on the growth and development of white mustard plants in the condition of the North-Eastern Forest Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]*. no. 101, pp. 136–140.
6. Sarkar, A., Jana, K., Mondal, R. (2021). Growth and yield of hybrid mustard (*Brassica juncea*) as influenced by foliar nutrition in Gangetic plains of West Bengal. *Journal of crop and weed*. no. 17(3), pp. 35–40. DOI: 10.22271/09746315.2021.v17.i3.1488
7. Sandeep, K., Bhim, S., Aparna, V., Durgesh, K. (2022). Effect of Novel Sources of Nutrients, their Dose and Mode of Application on Yield, quality and Profitability of Indian Mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern & Coss]. *Biological Forum – An International Journal*. no. 14(3), pp. 1385–1390.
8. Rathore, S.S., Shekhawat, K.A., Singh, R.K., Updhyay, P.K., Shekhawat, R., Premi, O.P. (2019). Effect of nano-particles on growth, productivity, profitability of Indian mustard (*Brassica juncea*) under semi-arid conditions. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. no. 89(7), pp. 1145–1150. DOI: 10.56093/ijas.v89i7.91669.
9. Mondal, R., Goswami, S., Goswami, B.S., Jana, K. (2020). Effect of different nutrient management practices on growth, grain yield, production economics, soil nutrient availability of transplanted kharif rice and correlation studies. *J. Crop and Weed*. no. 16(1), pp. 172–179. DOI: 10.22271/09746315.2020.v16.i1.1290
10. Zhuikov, O.G. (2014). Hirchytisia v Pivdennomu Stepu: ahroekolohichni aspekty i tekhnologii vyroshchuvannya [Mustard in the Southern Steppe: agroecological aspects and growing technologies]. *Kherson*, 416 p.
11. Blashchuk, M.I., Tetereshchenko, N.M. (2014). Vplyv strokiv syby ta doz mineralnykh dobryv na produktyvnist hirchytisi biloi [The influence of sowing dates and doses of mineral fertilizers on the productivity of white mustard]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur [Scientific and technical bulletin of the Institute of oil Crops]*. no. 21, pp. 65–74.
12. Vyshnivskiy, P.S., Vyshnivskiy, V.S. (2015). Vplyv rivnia udobrennia ta pozakorenevoho pidzhyvlennia na formuvannya produktyvnosti riznykh vydiv hirchytisi [The influence of the level of fertilization and foliar feeding on the formation of productivity of different types of mustard]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur [Scientific and technical bulletin of the Institute of oil Crops]*. no. 22, pp. 99–109.
13. Saiko, V.F., Vyshnevskiy, V.S. (2015). Vplyv elementiv tekhnologii na formuvannya produktyvnosti hirchytisi biloi sortu Etalon [The influence of elements of technology on the formation of Etalon white mustard]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs “Instytut zemlerobstva NAAN” [Collection of scientific works of the NSC “Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences”]*. Vol. 4, pp. 72–78.
14. Poliakov, O.I., Vakhnenko, S.V., Nikitenko, O.V., Vendel, V.V. (2016). Osoblyvosti formuvannya produktyvnosti hirchytisi yaroi pid vplyvom mineralnykh dobryv za riznykh norm vysivu [Peculiarities of formation of spring mustard productivity under the influence of mineral fertilizers at different sowing rates]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur [Scientific and technical bulletin of the Institute of oil crops]*. no. 23, pp. 155–161.
15. Sarkar, A., Jana, K., Mondal, R. (2021). Growth and yield hybrid mustard as influenced by foliar nutrition in Gangetic plains of West Bengal. *Journal of Crop and Weed*. no. 17(3), pp. 35–40. DOI: 10.22271/09746315.2021.v17.i3.1488
16. Kumar, R., Pandey, D., Singh, V., Singh, I. (2014). Nano-technology for better fertilizer use (Research Experiences at Pantnagar). *Research Bulletin*. no. 201, pp. 16–25.
17. Sandeep, K., Bhim, S., Aparna, V., Durgesh, K. (2022). Effect of Novel Sources of Nutrients, their Dose and Mode of Application on Yield, quality and Profitability of Indian Mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern & Coss]. *Biological Forum – An International Journal*. no. 14(3), pp. 1385–1390.
18. Luharch, I., Tomar, V., Sharma, D., Kaur, S. (2022). Effect of planting methods and nutrient management on growth, yield and economics of mustard (*Brassica Rapa L.*). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. no. 11(6), pp. 25–32. DOI: 10.22271/phyto.2022.v11.i6a.14521
19. Nehal, N., Sharma, N., Singh, M., Singh, P., Rajpoot, P., Kumar Pandey, A., Khan, A., Singh, A., Yadav, R. (2017). Effect of plant growth regulators on growth, biochemical and yield of Indian mustard [*Brassica juncea*] under drought stress condition. *Plant Archives*. no. 17(1), pp. 580–584.
20. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., Kalenska, S.M., Popov, S.I., Puzik, L.M. (2016). Doslidna sprava v ahronomii. Teoretychni aspekty doslidnoi spravy [Research case in agronomy. Theoretical aspects of the research case]. *Kharkiv, Maidan*, 316 p.

### Crop productivity and quality of brown mustard seeds under the influence of pre-sowing fertilization and foliar feeding in the conditions of the North-Eastern Steppe of Ukraine

Rozhkov A., Kyrychenko M.

The article presents the research results of the complex impact of the pre-sowing fertilizers and foliar fertilization on the yield and quality of gray mustard seeds in the conditions of the North-Eastern Steppe of Ukraine. The purpose of the research was to identify the options for pre-sowing application of complex fertilizers and foliar feeding, which ensure the formation of the highest seed yield and the largest collection of gray mustard oil the «Felicia» variety. The research was conducted in 2020, 2021 and 2023 on the basis of farm «Kyrychenko M» of Boriv district, Kharkiv region. A two-factor field experiment was set up using the split-plot method in four replications. The first-order plots were five variants of pre-sowing fertilization, the second order ones – five variants of foliar fertilizing with various combinations of water-soluble fertilizers. The area of the sown plot was 90 m<sup>2</sup>, the accounting plot was 70 m<sup>2</sup>. The highest seed yield (2.27–2.33 t/ha) and oil collection (0.915–0.939 t/ha)

were noted on the variants of the combination of pre-sowing application of N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> and N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> with two foliar top dressings during 21–23 and 50–53 microphases with a solution urea (10 kg/ha) and complex water-soluble fertilizer «Quantum technical» (2.0 l/ha). The oil content in the seeds did not undergo significant changes. There was only a tendency to increase the oil content in the seeds under the condition of foliar fertilizing and the dose reducing of pre-sowing fertilizers. In particular, the oil content in mustard seeds increased by 0.3–0.4 % in the variants of two foliar feedings compared to the control, and in the variants of pre-sowing application of N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> it decreased by 0.7 % compared to the control. Weather conditions led to significant changes in seed yield and oil yield per hectare, but the general tendency of influence of the studied factors remained. Based on this, increasing the dose of pre-sowing application from N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> to N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, as well as adding to the working solutions for foliar fertilization of the monoelement fertilizer «Quantum-BOR Active» is not advisable.

**Key words:** brown mustard, nutrition system, crop productivity, oil content, foliar feedings, water-soluble fertilizers.



Copyright: Рожков А.О., Кириченко М.О. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Рожков А.О.

Кириченко М.О.

<https://orcid.org/0000-0001-9138-7973>

<https://orcid.org/0009-0008-9328-1636>