


АГРОНОМІЯ

УДК 633.853.483: 631.8

Вплив мінерального удобрення та позакореневого підживлення на урожайність і якісні показники насіння гірчиціВишневський В.С.¹, Вишнівський П.С.² ¹ ННЦ «Інститут землеробства НААН»² Національний університет біоресурсів і природокористування України Вишнівський П.С. E-mail: p.s.vishnevskiy@ukr.net

Вишневський В.С., Вишнівський П.С. Вплив мінерального удобрення та позакореневого підживлення на урожайність і якісні показники насіння гірчиці. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 166–173.

Vyshnevsky V., Vyshnivsky P. The influence of mineral fertilizer and foliar feeding on the yield and quality indicators of mustard seeds. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 166–173.

Рукопис отримано: 07.11.2024 р.

Прийнято: 21.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-166-173

В статті представлено результати досліджень впливу рівня удобрення видів гірчиці (*Sinapis alba*, *Brassica juncea*, *Brassica nigra*) на формування її урожайності та якісних показників насіння в умовах Північного Лісостепу України.

Встановлено, що кожен вид гірчиці позитивно реагує на позакореневе підживлення препаратом Флороне. Однак рівень ефективності цього заходу залежав як від насичення досліджуваних варіантів елементами мінерального живлення так і реакції сорту на нього. Найвищі показники урожайності гірчиці забезпечують варіанти з максимальним рівнем насичення азотними добривами на фоні внесення фосфорно-калійних добрив у дозі $P_{60}K_{90}$. Однак максимальна реакція досліджуваних сортів видів гірчиці на позакореневе підживлення залежить від удобрення і є найвищою у гірчиці білої за внесення $N_{30}P_{60}K_{90}$ (23,9 %), гірчиці сизої – $N_{45}P_{60}K_{90}$ (19,4 %) та гірчиці чорної – $N_{30}P_{60}K_{90}$ (18,3 %). На основі отриманих експериментальних даних встановлено, що у сортах гірчиці вміст сирого білка у насінні істотно не змінювався від впливу елементів технології вирощування. На варіантах із внесенням препарату Флороне для сорту Еталон вміст білка становив $26,4 \pm 0,10$ %, сорту Мрія – $23,0 \pm 0,01$ % і Царівна Півночі – $26,4 \pm 0,21$ %; вміст олії, відповідно – $41,2 \pm 0,10$; $43,6 \pm 0,09$ та $40,0 \pm 0,03$ %.

Показники рівня урожайності та вмісту олії в насінні залежали від впливу досліджуваних чинників і визначали її загальний вихід, забезпечуючи максимум, за найвищого рівня удобрення в комплексі з препаратом Флороне – у гірчиці білої сорту Еталон на рівні 0,93 т/га, гірчиці сарептської сорту Мрія – 1,01 т/га та гірчиці чорної сорту Царівна Півночі – 0,85 т/га.

Ключові слова: вміст олії, вміст білка, вихід олії, основне удобрення, позакореневе підживлення, рівень удобрення, урожайність, якісні показники.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Останнє десятиліття характеризується певним зростанням експорту сільськогосподарських культур, які займають незначні площі в структурі посівів і належать до так званих нішевих культур [1, 4, 15]. Однією з та-

ких сільськогосподарських культур є гірчиця. Її вирощування сприяє диверсифікації загальноукраїнського олійного сектору, де домінують такі культури як соняшник і ріпак [6, 9].

Гірчиця – однорічна культура з коротким періодом вегетації, яка за біологічними

особливостями є подібною до ріпаку. Однак вона має певні переваги, зокрема високу посухостійкість та пластичність до високих і низьких температур (спеки та заморозків). В Україні вирощують три види гірчиці: сарептську (сизу) (*Brassica juncea*), білу (*Sinapis alba*) та чорну (*Brassica nigra*) [2, 21].

Насіння жовтої (сизої) гірчиці має м'який смак і підходить для багатьох цілей, таких як розмел на борошно або виготовлення гірчичної пасти. Вміст олії в гірчичному насінні гірчиці сизої є найменшим із трьох видів і становить приблизно 27 % [19, 24]. Насіння чорної та білої гірчиці має гострий, пряний смак. Чорну гірчицю (відому як "французьку" чи "справжню") подрібнюють на борошно для виготовлення гострої гірчиці, популярної в європейських країнах. Вміст олії в чорній гірчиці становить приблизно 36 %. Білу гірчицю використовують для отримання ароматичних кулінарних олій, вміст олії у насінні може досягати 39 % і більше. Насіння всіх видів гірчиці можна змішувати і використовувати в сумішах спецій, а також для обробки м'ясних та інших харчових продуктів [24].

У структурі гірчичного клину найбільші площі займає сарептська (сиза) гірчиця, за нею йде біла гірчиця, а чорну вирощують лише в окремих господарствах [1]. Під час вирощування гірчиці важливо враховувати, що кожен вид має свої особливості у формуванні врожайності, яка залежить від реакції виду на певні елементи технології вирощування [5, 12, 23].

Питання щодо формування продуктивності різних видів гірчиці знайшло відображення в працях як вітчизняних (Жуйков О.Г., Мельник А.В., Волощук М.Ю., Поляков О.І. та ін.), так і закордонних науковців (Kumari N., Tian Y., Suárez J., та ін.), які вивчали вплив рівня удобрення та позакореневого підживлення на формування продуктивності різних видів гірчиці.

Особливо ефективним є вирощування гірчиці в умовах посилення посух, які рік від року стають дедалі частішими [9, 11, 17, 18]. Це зумовлює певний ризик у формуванні продуктивності для традиційних культур і потребує введення у сівозміну адаптованих до таких умов культур [10, 20], та застосування певних елементів технології [12, 14, 22], які мінімізують вплив навколишнього середовища на їх ріст і розвиток та сприяють підвищенню рівня урожайності. Одним із таких елементів, що не втрачає актуальності впродовж останнього десятиліття, залишається застосування антистресантів, біологічних

препаратів, регуляторів росту рослин, які містять у своєму складі водорозчинні поживні елементи, мікроорганізми, специфічні фітогормони та ін. [2, 12]. Зокрема застосування препарату Флороне активізує процеси росту і розвитку рослин та сприяє підвищенню їх продуктивності завдяки формуванню більшої кількості запліднених квіток.

Однак до сьогодні відсутні дослідження щодо впливу препарату Флороне за вирощування різних видів гірчиці на формування продуктивності та якісні показники їх насіння, а висвітлення результатів проведених досліджень є досить актуальним

Мета дослідження. Вивчити вплив рівня удобрення та позакореневого підживлення біостимулятором цвітіння Флороне на формування продуктивності різних видів гірчиці, якісні показники насіння в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріал і методи дослідження. Експериментальну частину досліджень проводили у дослідному господарстві Чабани ННЦ «Інститут землеробства НААН», у короткотерміновому досліді відділу адаптивних інтенсивних технологій зернобобових, круп'яних та олійних культур (2012–2014 рр.). Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий пилувато-легкосуглинковий, типовий для цього агроґрунтового району. Вміст гумусу в шарі 0–20 см – 1,08–1,15 %, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 8,1–8,7 мг/100 ґрунту, рухомого фосфору P_2O_5 – 11,4–12,2 мг/100 г, обмінного калію (за Чириковим) – 8,0–9,2 мг на 100 г ґрунту.

Попередник гірчиці – пшениця озима. Схема досліді: фактор А – рівень удобрення (1. Контроль (без добрив). 2. Внесення мінеральних добрив у дозі $P_{60}K_{90}$. 3. $N_{30}P_{60}K_{90}$. 4. $N_{45}P_{60}K_{90}$. 5. $N_{60}P_{60}K_{90}$); фактор В – позакореневого підживлення (1. Без оброблення. 2. Оброблення посівів препаратом Флороне); фактор С – види гірчиці (1. Гірчиця сарептська сорту Мрія. 2. Гірчиця біла сорту Еталон. 3. Гірчиця чорна сорту Принцеса Півночі). Облікова площа ділянки – 12 м², повторність досліді – чотириразова. Дослідження з вивчення впливу мінеральних добрив та застосування позакореневого підживлення препаратом Флороне проводили відповідно до загальноприйнятих методик [7, 13, 16].

Технологія вирощування культур загальноприйнята для зони Північного Лісостепу, за виключенням елементів, які досліджували.

Мінеральні добрива у вигляді гранульованого суперфосфату (19,8 % д.р.) та калімагнезії (28,0 % д.р.) вносили під основний обро-

біток ґрунту, аміачну селітру (34,4 % д.р.) в передпосівний обробіток ґрунту.

Сівбу проводили рядковим способом (міжряддя 15 см) з нормою висіву насіння 1,5 млн шт. схожих насінин на 1 га. Препарат Флороне вносили у фазу бутонізації культур у кількості 200 мл/га. Препарат Флороне містить у своєму складі: вільні амінокислоти 4 %, цитокініни 0,03 %, органічна речовина 8 %, азот (N) 1 %, фосфор (P₂O₅) 10 %, калій (K₂O) 10 %, молібден (Mo) 0,25 % та цинк (Zn) 0,2 %. Зареєстрований для застосування на сільськогосподарських культурах з 2011 р.

Показники якості визначали за допомогою інфрачервоного аналізатора згідно з ДСТУ 4117:2007 «Зерно та продукти його переробки, методом інфрачервоної спектроскопії» [8] у відділі агроекології і аналітичних досліджень ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Результати дослідження та обговорення. Об'єктивним показником ефективності застосування окремих елементів технології вирощування сільськогосподарських культур, зокрема гірчиці, є досягнутий рівень урожайності. Це інтегральний показник, який відображає ріст, розвиток та формування продуктивності культури під впливом як досліджуваних технологічних елементів, так і за впливу неконтрольованих (абіотичних) чинників у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

За результатами проведених досліджень встановлено реакцію різних видів гірчиці на рівень удобрення культури та ефективність позакореневого підживлення біостимулятором цвітіння Флороне (0,2 л/га). Зокрема, внесення мінеральних добрив сприяло зростанню урожайності культур. Урожайність гірчиці білої сорту Еталон зростала від 8,3 % (P₆₀K₉₀) до 97,2 % (N₆₀P₆₀K₉₀) за абсолютних значень на контрольному варіанті (без добрив) – 1,08 т/га. Ефективність азотних добрив у формуванні рівня урожайності становила від 32,5 до 82,1 % (табл. 1).

Аналогічна тенденція зміни урожайності спостерігалася у гірчиці сизої (сарептської) сорту Мрія. За внесення мінеральних добрив урожайність культури зростала на 16,8–92,0%. Максимальну урожайність насіння (2,17 т/га) забезпечував варіант з внесенням мінеральних добрив у дозі N₆₀P₆₀K₉₀, за показників на неудобреному варіанті – 14,3 т/га.

Найбільш реагувала на внесення мінеральних добрив гірчиця чорна сорту Царівна Півночі, де її урожайність зростала від 10,9% (1,02 т/га) до майже в 2,1 рази (1,98 т/га) у порівнянні до неудобреного варіанта – 0,92 т/га. Також цей вид гірчиці чутливо реагував на дози азотних добрив, де порівняно з фоном (P₆₀K₉₀) збільшення їх дози підвищувало урожайність на 40,2–94,1 %, варіювання абсолютних значень від 1,43 до 1,98 т/га.

Таблиця 1 – Урожайність різних видів гірчиці залежно від рівня удобрення та позакореневого підживлення препаратом Флороне, т/га (середнє за 2012–2014 рр.)

Варіант досліджу		Гірчиця біла с. Еталон		Гірчиця сарептська с. Мрія		Гірчиця чорна с. Царівна Півночі	
		a*	b	a	b	a	b
Контроль (без добрив)	Без оброблення	0,99	17,2	1,05	14,3	0,89	6,7
	Флороне 0,2 л/га	1,16		1,20		0,95	
	Середня	1,08		1,13		0,92	
P ₆₀ K ₉₀	Без оброблення	1,05	22,9	1,27	7,9	0,96	11,5
	Флороне 0,2 л/га	1,29		1,37		1,07	
	Середня	1,17		1,32		1,02	
N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	Без оброблення	1,38	23,9	1,53	9,8	1,31	18,3
	Флороне 0,2 л/га	1,71		1,68		1,55	
	Середня	1,55		1,61		1,43	
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	Без оброблення	1,61	26,1	1,70	19,4	1,60	14,4
	Флороне 0,2 л/га	2,03		2,03		1,83	
	Середня	1,82		1,87		1,72	
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	Без оброблення	1,98	14,6	2,02	14,4	1,84	14,7
	Флороне 0,2 л/га	2,27		2,31		2,11	
	Середня	2,13		2,17		1,98	
НП _{0,05} , т/га – для чинника: рівень удобрення – 0,18, позакоренево підживлення – 0,13							

Примітка: a* – урожайність, b – ефективність Флороне, %.

Кожен вид гірчиці позитивно реагував на позакореневе підживлення біостимулятором цвітіння Флороне. Рівень ефективності цього агрозаходу залежав як від норм удобрення так і від реакції сорту. Встановлено, що позакореневе підживлення гірчиці білої сорту Еталон препаратом Флороне формувало урожайність культури на 17,2–21,6 % більшою, чим на варіанті без добрив. Ефективність позакореневого підживлення за максимального рівня удобрення ($N_{60}P_{60}K_{90}$) була найнижчою, забезпечуючи прирости до необроблюваного варіанта лише на рівні 14,6 %. Максимальний рівень урожайності гірчиці білої (2,27 т/га) забезпечувало внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{90}$ та позакореневе підживлення біостимулятором цвітіння Флороне (0,2 л/га).

Ефективність позакореневого підживлення гірчиці сарептської (с. Мрія) мала дещо нижчий вплив, забезпечуючи прирости урожайності до варіантів без оброблення від 7,9 % ($P_{60}K_{90}$) до 19,4 % – за внесення $N_{45}P_{60}K_{90}$.

Максимальна реакція гірчиці чорної сорту Царівна Півночі від позакореневого підживлення (+18,3 %) проявлялася за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{90}$ – формуючи урожайність на рівні 1,55 т/га, але максимальну урожайність (2,11 т/га) отримано на варіантах внесення $N_{60}P_{60}K_{90}$ за ефективності підживлення – 14,7 %.

Отже, найвищу урожайність гірчиці забезпечують варіанти з внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{90}$. Максимальна реакція сортів видів гірчиці на позакореневе підживлення залежить від рівня удобрення, і найвищою є за внесення $N_{30}P_{60}K_{90}$ для гірчиці білої (23,9 %), $N_{45}P_{60}K_{90}$ – гірчиці сарептської (19,4 %) та за внесення $N_{30}P_{60}K_{90}$ – гірчиці чорної (18,3 %).

Дослідженнями вчених встановлено, що на хімічний склад насіння гірчиці значною мірою впливають як агротехнічні чинники вирощування так і ґрунтово-кліматичні умови її культивування. Сорти та види також різняться між собою за хімічним складом насіння [11]. Якість насіння гірчиці визначається такими основними показниками як вміст олії та вміст білків. Вміст білка і жиру в насінні перебуває в стані динамічної рівноваги – за зростання вмісту олії кількість білка знижується, і навпаки, за підвищення вмісту білка знижується кількість олії, в результаті чого їх сума залишається стабільною. Вміст олії та білка в насінні різних видів гірчиці може варіювати відповідно в межах 30–45 % та 25–30 %, залежно від виду та умов вирощування [3].

За роки проведених досліджень, у розрізі досліджуваних сортів гірчиці, встановлено, що вміст сирого білка у насінні істотно не змінювався від досліджуваних елементів за вирощування культури.

Середній вміст сирого білка у гірчиці білої сорту Еталон становив $25,9 \pm 0,16$ %, за слабого рівня варіації показника – 1,39 %. На варіанті без добрив (контроль) вміст білка становив 25,3 %, а внесення мінеральних добрив сприяло незначному зростанню показника, забезпечуючи абсолютні значення на рівні 26,1 %. За внесення препарату Флороне середній вміст сирого білка зростав до $26,4 \pm 0,10$ %, забезпечуючи максимальні його значення (26,7 %) за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{90}$ (табл. 2).

У гірчиці сизої сорту Мрія не спостерігалось істотної різниці в зміні вмісту білка від внесення різних доз мінеральних добрив – 22,4–22,9 %. Максимальні прирости сирого білка від застосування препарату Флороне були відмічені на варіанті без добрив (2,23 %) та за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{90}$ (1,77 %).

Щодо накопичення сирого білка у насінні гірчиці чорної сорту Царівна Півночі, то слід відмітити тенденцію до зростання показника від внесення біостимулятора Флороне на контрольному варіанті (без добрив) – 1,50 % та за внесення $N_{45}P_{60}K_{90}$ – 1,57 %.

Встановлено, що у середньому за 2012–2014 рр. не було істотного впливу досліджуваних чинників на показники вмісту олії видів гірчиці. У середньому вміст олії в насінні гірчиці білої варіював у межах від 40,8 до 41,5 %, у гірчиці сарептської – 43,3–43,9 %, гірчиці чорної – 39,6–40,1 %.

Отже, якісні показники насіння у сортів гірчиці різних видів незначною мірою залежать від рівня удобрення та позакореневого підживлення біостимулятором цвітіння, а зміна показників має слабку варіацію.

З погляду ефективності виробництва продукції олійних культур необхідно враховувати не лише вміст, а також вихід олії з одиниці площі. Враховуючи це, урожайність, яка є узагальнюючим показником – визначала збір олії з одиниці площі.

Показники виходу олії гірчиці білої сорту Еталон становили в межах 0,41–0,82 т/га (без оброблення) до 0,48–0,93 т/га – за внесення біостимулятора Флороне. Максимальні показники виходу олії з одиниці площі забезпечував варіант із внесенням $N_{60}P_{60}K_{90}$, та відповідно становили 0,82 та 0,93 т/га, за аналогічних показників на контрольному варіанті – 0,41 та 0,48 т/га.

Таблиця 2 – Вплив елементів технології вирощування на якісні показники насіння гірчиці та збір олії, середнє за 2012–2014 рр.

Варіант досліджу	Вміст білка, %		Вміст олії, %		Збір олії, т/га	
	без оброблення	Флороне, 0,2 л/га	без оброблення	Флороне, 0,2 л/га	без оброблення	Флороне, 0,2 л/га
гірчиця біла, сорт Еталон						
Контроль	25,3	26,2	41,4	41,4	0,41	0,48
P ₆₀ K ₉₀	26,1	26,4	41,2	41,1	0,43	0,53
N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	26,1	26,7	41,3	41,3	0,57	0,71
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	26,1	26,1	41,4	41,3	0,67	0,84
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	26,1	26,5	41,5	40,8	0,82	0,93
$\bar{X} \pm S \bar{x}$	25,9±0,16	26,4±0,10	41,3±0,04	41,2±0,10	0,58±0,08	0,70±0,09
V% =	1,39	0,88	0,22	0,56	29,3	27,3
гірчиця сиза, сорт Мрія						
Контроль	22,4	22,9	43,9	43,7	0,46	0,52
P ₆₀ K ₉₀	22,6	22,9	43,9	43,5	0,55	0,60
N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	22,9	22,9	43,8	43,9	0,67	0,74
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	22,9	23,0	43,6	43,3	0,74	0,88
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	22,6	23,0	43,7	43,5	0,88	1,01
$\bar{x} \pm S \bar{x}$	22,7±0,09	23,0±0,01	43,8±0,05	43,6±0,09	0,66±0,07	0,75±0,09
V% =	0,92	0,14	0,28	0,48	24,8	26,6
гірчиця чорна, сорт Царівна Півночі						
Контроль	26,6	27,0	39,8	40,0	0,36	0,38
P ₆₀ K ₉₀	26,9	26,7	39,6	39,9	0,38	0,43
N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	26,7	26,6	39,6	40,0	0,52	0,62
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	25,4	25,8	39,7	40,0	0,64	0,74
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	26,9	26,0	40,1	40,1	0,74	0,85
$\bar{X} \pm S \bar{x}$	26,5±0,28	26,4±0,21	39,7±0,09	40,0±0,03	0,53±0,07	0,60±0,09
V% =	2,37	1,81	0,53	0,19	31,3	33,3

Ефективність позакореневого підживлення гірчиці сарептської біостимулятором Флороне, порівняно з необроблюваними варіантами, становила від 9,1 % (P₆₀K₉₀) до 18,0 % – за внесення мінеральних добрив у дозі N₄₅P₆₀K₉₀. Максимальні значення виходу олії на одиницю площі (0,88 та 1,01 т/га) забезпечувало внесення N₆₀P₆₀K₉₀.

Показники урожайності та вміст олії в насінні гірчиці чорної забезпечували вихід олії на одиницю площі на рівні 0,36–0,58 т/га, формуючи вищі значення за позакореневого підживлення препаратом Флороне. Ефективність цього агрозаходу залежала від рівня удобрення, забезпечуючи прирости від 5,56 % (варіант без добрив) до 19,2 % – за внесення N₃₀P₆₀K₉₀.

Отже, показники рівня урожайності та вмісту олії в насінні залежать від впливу досліджуваних чинників і визначають її загальний вихід. Максимальний рівень удобрення ($N_{60}P_{60}K_{90}$) та застосування препарату Флороне у підживлення – формують найвищі показники виходу олії, у гірчиці білої – 0,93; гірчиці сарептської – 1,01 та гірчиці чорної – 0,85 т/га.

Висновки. Встановлено реакцію гірчиці різних видів на формування рівня урожайності та якісні показники насіння в умовах Північного Лісостепу України залежно від рівня удобрення та позакореневого підживлення стимулятором росту Флороне. Зокрема, максимальний рівень урожайності гірчиці білої (2,27 т/га) забезпечує внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{90}$ та позакореневого підживлення препаратом Флороне (0,2 л/га). За аналогічних варіантів гірчиця сарептська формує урожайність на рівні 2,31 т/га, гірчиця чорна – 2,11 т/га.

Вміст сирого білка у насінні і його олійність за видами гірчиці істотно не змінюється під впливом досліджуваних чинників. Показники урожайності та олійності насіння гірчиці визначають загальний вихід олії на одиниці площі, забезпечуючи її найвищі значення за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{90}$ та позакореневого підживлення препаратом Флороне (0,2 л/га) – на рівні 0,93 т/га (гірчиця біла сорту Еталон), 1,01 т/га (гірчиця сарептська сорту Мрія) та 0,85 т/га (гірчиця чорна сорту Царівна Півночі).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вишнівський П.С. Агробіологічні основи формування врожаю хрестоцвітих олійних культур в умовах Лісостепу України: автореф. дис... д-ра с.-г. наук. Вінниця, 2012. 49 с.
2. Вишнівський П.С., Губенко Л.В., Бондарчук А.А. Вплив мінеральних добрив на екологічну адаптивність сортів гірчиці. Збірник наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ: ВД «Едельвейс», 2012. Вип. 1–2. С. 105–113.
3. Вовченко Ю.В., Фурсова Г.К. Хімічний склад насіння та вегетативної маси гірчиці залежно від погодних умов періоду вегетації. Селекція і насінництво. 2008. Вип. 95. С. 273–282. DOI: 10.30835/2413-7510.2008.84817.
4. Волощук М.Ю. Формування врожайності насіння гірчиці білої залежно від рівня мінерального живлення рослин. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2024. Вип. 75 (1). С. 18–29. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-2
5. Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Коваленко О.А., Гирля Л.М. Урожайність гірчиці залежно від погодних умов та норми висіву на чорноземах південних. Таврійський науковий вісник.

Херсон: Айлант, 2014. Вип. 88. С. 50–56. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-2.

6. Гуринович С.Й., Харук І.Д., Соловка В.І., Мельник У.М. Різноманіття хрестоцвітих культур на Прикарпатській державній сільськогосподарській дослідній станції. Генетичні ресурси рослин. 2021. № 29. С. 52–61. DOI: 10.36814/pgr.2021.29.05.

7. Рожков А.О., Каленська С.М., Пузік Л.М., Музафаров Н.М. Дослідна справа в агрономії. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень. Харків, 2016. Кн. 2. 298 с.

8. ДСТУ 4117:2007. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. [Чинний від 1.08.2017]. 7 с.

9. Жуйков О.Г. Гірчиця в південному степу: агроекологічні аспекти і технологія вирощування. Херсон: Грін Д.С., 2014. 416 с.

10. Колосок В.Г. Видові та сортові особливості формування якості насіння гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету: науковий журнал. Агрономія і біологія. Суми, СНАУ, 2023. Вип. 1 (51). С. 64–71. DOI: 10.32782/agrobio.2023.1.8.

11. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури): монографія / І.А. Шевченко та ін. Запоріжжя: СТАТУС, 2017. 44 с.

12. 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. Київ, 2017. № 269. С. 177–185.

13. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур / за ред. В. Вовкова. Київ, 2000. Вип. 1. 100 с.

14. Миколайко І.І., Карпук Л.М. Урожайність насіння гірчиці залежно від застосування мінеральних добрив. Агробіологія. 2024. № 1. С. 188–195. DOI: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-188-195.

15. Оптимізація виробництва олійної сировини в Україні до 2025 року: методичні рекомендації. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Інститут олійних культур НААН. СГІ-НЦНС. 2020. 108 с.

16. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами / за ред. П.С. Вишнівського. Київ, 2011. 76 с.

17. 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 НААН. 2016. № 23. С. 155–161.

18. Поляков О.І., Нікітенко О.В., Вендель В.В. Вплив мінерального живлення на продуктивність гірчиці ярої за різних норм висіву. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2018. № 26. С. 89–97.

19. Рекомендації з вирощування ріпаку та гірчиці білої / В.Ф. Сайко та ін. Київ: Колобій, 2005. 34 с.

20. Юник А.В. Особливості формування продуктивності гірчиці сарептської. Новітні агротехнології. 2017. № 5. DOI: article/view/122231.

21. Juan L. Lamela Suárez, Mercedes López de García-Pérez. Enhancing mustard (*Brassica juncea* L.) productivity in eastern plains through nitrogen and sulphur management. *Int J Adv Acad Stud*. 2024. 6(5). P. 38–40. DOI: 10.33545/27068919.2024.v6.i5a.1167.

22. Biochemical assessment of nutritional status in Indian mustard. *J. Appl. & Nat. Sci. / N. Kumari et al.* 2017. 9 (2). P. 1068–1071. DOI: 10.31018/jans.v9i2.1322.

23. Kyrlyuk V., Tymoshchuk T., Kalchuk M. Yielding of white mustard depending on the system of basic soil cultivation as well as fertilization. *Scientific Horizons*. 2019. 22(2). P. 27–33. DOI: 10.332491/2663-2144-2019-75-2-27-33.

24. Tian Y., Deng F. Phytochemistry and biological activity of mustard (*Brassica juncea*): a review. *CyTA – Journal of Food*. 2020. 18(1). P. 704–718. DOI: 10.1080/19476337.2020.1833988.

REFERENCES

1. Vyshnivskiy, P.S. (2012). Ahrobiolohichni osnovy formuvannya vrozhaiu khrestotsvitykh oliinykh kultur v umovakh Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys... d-ra s.-h. nauk [Agribiological bases of cruciferous oilseeds yield formation in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine: avtoref. dys. Doctor of Agricultural Sciences]. Vinnytsia, 49 p.

2. Vyshnivskiy, P.S., Hubenko, L.V., Bondarchuk, A.A. (2012). Vplyv mineralnykh dobryv na ekolohichnu adaptivnist sortiv hirchytisi [Influence of mineral fertilizers on the ecological adaptability of mustard varieties]. *Zbirnyk nauk. prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»* [Collection of scientific works of the Institute of Agriculture of NAAS]. Kyiv, Edelweiss Publishing House, Issue 1–2, pp. 105–113.

3. Vovchenko, Y.V., Fursova, G.K. (2008). Khimichni sklad nasinnia ta vehetativnoi masy hirchytisi zalezno vid pohodnykh umov periodu vehetatsii [Chemical composition of seeds and vegetative mass of mustard depending on weather conditions of the growing season]. *Selektsiia i nasinnystvo* [Selection and seed production]. Issue 95, pp. 273–282. DOI: 10.30835/2413-7510.2008.84817.

4. Voloshchuk, M.Yu. (2024). Formuvannya vrozhaivosti nasinnia hirchytisi biloi zalezno vid rivnia mineralnogo zhyvlennia roslyn [Formation of yield of white mustard seeds depending on the level of mineral nutrition of plants]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo* [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry]. Issue 75 (1), pp. 18–29. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-2

5. Gamayunova, V.V., Honenko, L.G., Kovalenko, O.A., Gyryla, L.M. (2014). Urozhaivist hirchytisi zalezno vid pohodnykh umov ta normy vysivu na chornozemakh pivdennykh [Mustard yield depending

on weather conditions and seeding rate on southern black soil]. *Tavriiskiyi naukoviyi visnyk* [Tavrian scientific bulletin]. Kherson, Ailant, Issue 88, pp. 50–56. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-2.

6. Gurynovych, S.Y., Haruk, I.D., Solovka, V.I., Melnyk, U.M. (2021). Rізноманиття khrestotsvitykh kultur na Prykarpatskii derzhavnii silskohospodarskii doslidnii stantsii [Diversity of cruciferous crops at the Carpathian State Agricultural Research Station]. *Henetychni resursy roslyn* [Plant genetic resources]. no. 29, pp. 52–61. DOI: 10.36814/pgr.2021.29.05.

7. Rozhkov, A.O., Kalenska, S.M., Puzik, L.M., Muzafarov, N.M. (2016). Doslidna sprava v ahronomii [Experimental work in agronomy]. *Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzhen* [Statistical processing of agronomic research results]. Kharkiv, 298 p.

8. DSTU 4117:2007. Zerno ta produkty yoho pererobky [DSTU 4117:2007. Grain and products of its processing]. *Vyznachennia pokaznykiv yakosti metodom infrachervonoj spektroskopii* [Determination of quality indicators by infrared spectroscopy]. *Chinniy vid 1.08.2017* [Effective from 1.08.2017]. 7 p.

9. Zhuykov, O.G. (2014). Hirchytisia v pivdennomu stetu: ahroekolohichni aspekty i tekhnolohiia vyroshchuvannya [Mustard in the southern steppe: agroecological aspects and cultivation technology]. Kherson, Green DS, 416 p.

10. Kolosok, V.H. (2023). Vydovi ta sortovi osoblyvosti formuvannya yakosti nasinnia hirchytisi v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Species and varietal peculiarities of mustard seed quality formation in the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynogo universytetu: naukoviyi zhurnal. Ahronomiia i biolohiia* [Bulletin of Sumy National Agrarian University: scientific journal. Agronomy and biology]. Sumy, SNAU, Issue 1 (51), pp. 64–71. DOI: 10.32782/agrobio.2023.1.8.

11. Shevchenko, I.A., Lyakh, V.O., Polyakov, O.I., Soroka, A.I., Vedmedieva, K.V., Zhuravel, V.M., Makhno, Y.O., Tovstanovska, T.G., Budilka, G.I. (2017). Lon oliinyi, hirchytisia. Stratehiia vyrobnyctva oliinoi syrovyny v Ukraini (maloposhyreni kultury): monohrafiia [Oil flax, mustard. Strategy of production of oilseeds in Ukraine (less common crops)]. *Zaporizhzhia, STATUS*, 44 p.

12. Melnyk, A.V., Zherdetska, S.V. (2017). Vplyv doz mineralnykh dobryv na vrozhaivist hirchytisi yaroj syzoi v umovakh Pivnichno-Skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Influence of mineral fertilizers doses on the yield of spring mustard in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Naukoviyi visnyk natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy* [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine]. Kyiv, no. 269, pp. 177–185.

13. Vovkodav, V. (2000). Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannya silskohospodarskykh kultur [Methods of state variety testing of agricultural crops]. Kyiv, Issue 1, 100 p.

14. Mykolayko, I.I., Karpuk, L.M. (2024). Urozhaivist nasinnia hirchytisi zalezno vid zasto-

svannia mineralnykh dobryv [Mustard seed yield depending on the use of mineral fertilizers]. *Ahrobiologiya* [Agronomy]. no. 1, pp. 188–195. DOI: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-188-195.

15. Optyimizatsiia vyrobnytstva oliinoi syrovyny v Ukraini do 2025 roku (metodychni rekomendatsii) [Optimization of oilseed production in Ukraine until 2025 (guidelines)]. Institute of Plant Industry named after V.Y. Yuriev NAAS. Institute of Oilseeds NAAS. SGS-NCNS [Instytut roslynnystva im. V.Ia. Yurieva NAAN. Instytut oliinykh kultur NAAN]. 2020, 108 p.

16. Vyshnivsky, P.S. (2011). Osoblyvosti provedennia doslidzhen z khrestotsvitymy oliinomy kulturamy [Features of research with cruciferous oilseeds]. Kyiv, 76 p.

17. Poliakov, O.I., Vakhnenko, S.V., Nikitenko, O.V., Wendel, V.V. (2016). Osoblyvosti formuvannia produktyvnosti hirchytisi yaroï pid vplyvom mineralnykh dobryv za riznykh norm vysivu [Features of the formation of spring mustard productivity under the influence of mineral fertilizers at different seeding rates]. *Naukovo-tehnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN* [Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds NAAS]. no. 23, pp. 155–161.

18. Polyakov, O.I., Nikitenko, O.V., Wendel, V.V. (2018). Vplyv mineralnogo zhyvlennia na produktyvnost hirchytisi yaroï za riznykh norm vysivu [The influence of mineral nutrition on the productivity of spring mustard at different seeding rates]. *Naukovo-tehnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN* [Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseeds of NAAS]. no. 26, pp. 89–97.

19. Sayko, V.F. (2005). Rekomendatsii z vyroshchuvannia ripaku ta hirchytisi biloi [Recommendations for growing rapeseed and white mustard]. Kyiv, Kolobig, 34 p.

20. Yunyk, A.V. (2017). Osoblyvosti formuvannia produktyvnosti hirchytisi sarepskoi [Features of the formation of productivity of Sarepta mustard]. *Novitni ahrotekhnologii* [Newest agrotechnologies]. no. 5. DOI: article/view/122231.

21. Juan L., Lamela, Suárez, Mercedes López, de García-Pérez. (2024). Enhancing mustard (*Brassica juncea* L.) productivity in eastern plains through nitrogen and sulphur management. *Int J Adv Acad Stud*. no. 6(5), pp. 38–40. DOI: 10.33545/27068919.2024.v6.i5a.1167.

22. Kumari, N. (2017). Biochemical assessment of nutritional status in Indian mustard. *J. Appl. & Nat. Sci.* no. 9 (2), pp. 1068–1071. DOI: 10.31018/jans.v9i2.1322.

23. Kyryliuk, V., Tymoshchuk, T., Kalchuk, M. (2019). Yielding of white mustard depending on the system of basic soil cultivation as well as fertilization. *Scientific Horizons*. no. 22(2), pp. 27–33. DOI: 10.332491/2663-2144-2019-75-2-27-33.

24. Tian, Y., Deng, F. (2020). Phytochemistry and biological activity of mustard (*Brassica juncea*): a review. *CyTA – Journal of Food*. no. 18(1), pp. 704–718. DOI: 10.1080/19476337.2020.1833988.

The influence of mineral fertilizer and foliar feeding on the yield and quality indicators of mustard seeds

Vyshnevsky V., Vyshnivsky P.

The article presents the results of studies of the fertilization level influence of mustard species (*Sinapis alba*, *Brassica juncea*, *Brassica nigra*) on the formation of its yield and seed quality in the conditions of the Northern Forest Steppe of Ukraine.

It was found that each type of mustard responds positively to foliar fertilization with the bio activator of Florone flowering. However, the level of effectiveness of this method depended on the saturation of the studied variants with mineral nutrients and the reaction of the variety to this agricultural measure. The highest yields of mustard were provided by variants with the maximum level of saturation with nitrogen fertilizers against the background of phosphorus-potassium fertilizers at a dose of $P_{60}K_{90}$. However, the maximum response of the studied varieties of mustard species to foliar fertilization depends on the fertilizer and is the highest in white mustard when $N_{30}P_{60}K_{90}$ is applied (23.9 %), gray mustard – $N_{45}P_{60}K_{90}$ (19.4 %) and black mustard – $N_{30}P_{60}K_{90}$ – 18.3 %. Based on the experimental data obtained, it was found that in mustard varieties, the crude protein content in seeds did not change significantly under the influence of elements in the cultivation technology. In the variants with the introduction of the preparation Florone for the Etalon variety, the protein content was 26.4 ± 0.10 %, Mriya variety – 23.0 ± 0.01 % and Tsarivna Pivnochii – 26.4 ± 0.21 %; oil content, respectively – 41.2 ± 0.10 %, 43.6 ± 0.09 % and 40.0 ± 0.03 %.

Indicators of the level of yield and oil content in seeds depended on the influence of the studied factors and determined its total yield, providing a maximum, at the highest level of fertilization in combination with the fertilizer florone – in white mustard of the Etalon variety at the level of 0.93 t/ha, Sarepta mustard of the Mriya variety – 1.01 t/ha and black mustard of the Tsarina of the North – 0.85 t/ha.

Key words: oil content, protein content, oil yield, main fertilizer, foliar fertilization, fertilizer level, yield, quality indicators.



Copyright: Вишневецький В.С., Вишнівський П.С. © 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:

Вишнівський П.С.

<https://orcid.org/0000-0003-1362-4931>

