



Рослинництво, кормовиробництво

УДК 633.85:631.53.02

© 2024

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗА ПРОГРАМОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНОГО ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО УДОБРЕННЯ

Т.В. Мельничук¹, В.Г. Матвієць², В.М. Сендецький³, Н.М. Рудавська⁴

^{1,2,4}кандидати сільськогосподарських наук

³доктор сільськогосподарських наук

*^{1,2}Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Ст. Бандери, 21а, м. Івано-Франківськ, 76014, Україна*

*^{3,4}Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського району Львівської області, 81115, Україна*

e-mail: ^{1,2}vinstapv@i.ua, ³vermos2011@ukr.net, ⁴nrudavska@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-1235-0302, ²0000-0002-0926-047X,

³0000-0003-2424-8206, ⁴0000-0002-4443-5319

Надійшла 23.02.2024

Мета. Визначити особливості формування біолого-технологічного потенціалу продуктивності за розрахунково-програмованого застосування мінерального і позакореневого удобрення для оптимізації рівня інтенсивності та ефективності технології вирощування гірчиці білої. **Методи.** Польовий – спостереження за ростом і розвитком рослин, агрометеорологічними умовами навколишнього середовища та іншими біолого-фенологічними чинниками; лабораторний – визначення якісних показників насіння та врожаю; статистичний – оцінювання достовірності впливу факторів методом дисперсійної, кореляційної та регресійної обробки результатів дослідження; розрахунково-порівняльний – проведення оцінки ефективності отриманих результатів дослідження. **Результати.** Установлено вплив доз мінерального удобрення на формування кількісно-біометричних показників рослин в агроценозі: кількість стручків збільшилася із 76 до 137 шт.; насінин у стручку – з 0,2 до 0,6 шт.; маса 1000 насінин – з 5,35 до 5,80 г, що перевищило контроль відповідно на 20–63 шт.; 0,2–0,8 г, 0,16–0,45 г, із застосуванням позакореневого підживлення – відповідно на 6–24 шт.; 0,1–0,4 шт.; 0,08–0,15 г порівняно з варіантами без унесення добрив. Використання мінерального удобрення забезпечило приріст урожаю порівняно з контролем 0,57–1,62 т/га, або 69–174% із часткою впливу фактора А 92–96% і сприяло збільшенню умовно-чистого доходу в 1,3–2,0 рази, застосування позакореневого

підживлення — відповідно 0,15–0,2 т/га, або 8–15% із часткою впливу фактора В 2–4% зі збільшенням умовно-чистого доходу на 12–21% порівняно з варіантами без унесення добрив. **Висновки.** Застосування розрахункового методу мінерального та позакореневого удобрення забезпечило формування програмованої продуктивності гірчиці білої та приріст урожаю порівняно з контролем 0,58–1,57 т/га, або 69–174% за найефективніших варіантів $N_{90}P_{40}K_{70}$ і $N_{110}P_{50}K_{90}$.

Ключові слова: *Sinapis alba*, добрива, підживлення, біометрично-морфологічні елементи, урожайність, економічна ефективність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202405-03>

У сучасному світовому агропромисловому виробництві спостерігається тенденція до збільшення обсягів вирощування нішевих малопоширених культур і, за прогнозами експертів, найближчими роками попит на них зростатиме. Гірчицю білу за біологічними особливостями та комплексом господарсько-цінних ознак як олійну, фармацевтичну, кормову та сидеральну культуру використовують у багатьох галузях виробництва. Вона є також добрим попередником у сівозміні, але врожайність її вітчизняних сортів залишається на рівні 0,8–1,2 т/га. В Україні щороку засівають близько 50–80 тис. га гірчиці білої, а валовий збір становить 50–70 тис. т, що не забезпечує ринковий попит переробної галузі та потреби насіння для використання її на зелене добриво [1, 2].

Науково обґрунтовані розрахунки провідних аграрних науково-дослідних установ свідчать про те, що за наявного дефіциту забезпечення ґрунтів органічною масою для збереження і відтворення їхньої родючості та за істотного зростання цін на мінеральні добрива щороку потрібно висівати 0,5–1,0 млн га сидеральних культур. У їх структурі гірчиця біла як найбільш пріоритетна за комплексом ознак може займати 50–60% площ з потребою посівного матеріалу 6–10 тис. т [3].

Визначальними елементами підвищення реалізації біологічного потенціалу сортів гірчиці білої є обґрунтоване застосування мінерального удобрення. У дослідженнях авторів [4–9] акцентовано увагу на ефективності використання

мінерального удобрення в агроценозі гірчиці білої. В умовах Північно-східного Лісостепу на чорноземі типовому застосування доз добрив сприяло істотному підвищенню врожайності гірчиці білої порівняно з контролем, зокрема за норми $N_{30}P_{30}K_{30}$ — на 0,35 т/га; $N_{60}P_{60}K_{60}$ — на 0,56 т/га; $N_{90}P_{90}K_{90}$ — на 0,63 т/га.

Дослідженнями авторів [10–12] підтверджено, що проведення позакореневого удобрення забезпечує не лише реалізацію потенціалу продуктивності культури, а й сприяє підвищенню її стійкості до несприятливих погодних умов і є одним із найбільш доступних і високорентабельних агрозаходів щодо поліпшення якості продукції.

Ефективне використання сучасних інноваційних продуктів мінерального і позакореневого удобрення та наявних агрокліматичних ресурсів має стати основною передумовою зростання і стабілізації обсягів вирощування культури в структурі посівних площ аграрного виробництва України.

Мета досліджень — визначити особливості формування біолого-технологічного потенціалу продуктивності за розрахунково-програмованого застосування мінерального і позакореневого удобрення для оптимізації рівня інтенсивності та ефективності технології вирощування гірчиці білої.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. на Прикарпатській державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту сільськогосподарського господарства (ГДСГДС ІСГ) Карпатського регіону НААН, розташованій в агрокліматичній підзоні достатнього

зволоження ґрунту Передкарпаття Івано-Франківської обл. на дернових глибоких опідзолених глеуватих важкосуглинкових ґрунтах. Сорт гірчиці білої Підпечерецька селекції ПДСГДС ІСГ Карпатського регіону НААН. Площа ділянки — 56 м², облікова — 50 м², повторність — 4-разова із систематичним розміщенням ділянок.

Агротехніка — загальноприйнята для ярих культур. Спосіб сівби — суцільний із міжряддям 12,5 см. Норма висіву — 1,5 млн схожих нас./га. Ґрунтовий гербіцид Бутізан 400 к.с. з нормою 1,8 л/га застосовували після сівби з наступним використанням інсектицидів і фунгіцидів упродовж вегетації відповідно до рекомендованих продуктів (Коннект, 0,5 л/га, Альтерно, 0,7–1,0 л/га) для захисту посівів від шкідників і хвороб у всіх варіантах досліду.

Дослід закладено згідно зі схемою: Фактор А — варіанти удобрення на програмований рівень урожаю культури з урахуванням умісту NPK в ґрунті, потреби мінеральних добрив на формування продуктивності за потенційним виносом основною і побічною продукціями та використанням комплексних добрив імпортного походження Яра Міла N₁₂P₂₄K₁₂, азотних ЯраБела Сульфат N₂₄S₁₅; А₁ — без добрив (контроль), (N₂₀P₁₅K₅₀ — ґрунт); А₂ — N₇₀P₃₀K₅₀ (A₁ + N₁₅P₃₀K₁₅ + N₄₀); А₃ — N₉₀P₄₀K₇₀ (A₁ + N₂₄P₄₈K₂₄ + N₇₀); А₄ — N₁₁₀P₅₀K₉₀ (A₁ + N₃₀P₆₀K₃₀ + N₈₀); А₅ — N₁₃₀P₆₀K₁₁₀ (A₁ + N₄₀P₈₀K₄₀ + N₉₀); фактор В — варіанти: В₁ — без унесення добрив; В₂ — позакореневе удобрення Яра Віта — Бортрак 150, Брасітрел Про (1,5 + 1,5 л/га) для забезпечення потреби бором та іншими макро- та мікроелементами.

Розрахунок доз добрив було проведено за результатами науково-дослідних установ. На формування 1 т урожаю насіння і побічної продукції гірчиці білої потрібно — N_{35–50}P_{15–20}K_{30–40}; мезоелементів Mg_{5–6}, S_{8–10}, Ca_{4–6} з урахуванням коефіцієнтів використання поживних речовин з ґрунту N — 0,4, P — 0,2, K — 0,5, мінеральних добрив N — 0,8, P — 0,6, K — 0,8.

Комплексні добрива і 85% азотних добрив вносили в передпосівну куль-

тивацію та під час сівби сівалкою, 15% азотних — у фазі ВВСН — 15–20. Позакореневе підживлення здійснювали у фазі ВВСН 50–60.

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин проводили методом установлення облікових площадок і структурного аналізу формування біолого-морфологічних ознак культури згідно з методикою [13], оцінку фітосанітарного стану посівів — згідно з методикою [14], облік рівня врожаю — за ДСТУ 2240-93, масу 1000 насінин — ДСТУ 4138-2002. Економічну ефективність досліджуваних елементів технології розраховано за методикою [15]. Статистичну обробку дослідних даних проведено методом статистичного аналізу [16].

Результати досліджень. За біологічними особливостями росту і розвитку рослин упродовж онтогенезу гірчиця біла як дрібнонасінна культура з коротким вегетаційним періодом потребує науково обґрунтованого підходу до формування агроценозу і реалізації його біологічного потенціалу продуктивності з урахуванням комплексу агротехнологічних заходів, неконтрольованих погодних факторів протягом усього технологічного процесу, що особливо актуально в сучасних умовах змін клімату.

У роки досліджень метеорологічні умови впродовж вегетації культури були різними, навіть аномальними. Найбільш сприятливим для гірчиці білої видався 2021 рік, що забезпечило найвищий рівень урожайності культури (1,12–3,36 т/га) у варіантах досліду й було встановлено найбільш істотний вплив досліджуваних факторів.

У 2022 р. кількість опадів до сівби становила 42% порівняно із середньобагаторічними, за вегетаційний період — 55%, що нівелювало вплив досліджуваних доз добрив через недостатню їх розчинність і доступність для рослин упродовж вегетації і вплинуло на формування програмованого рівня реалізації продуктивності агроценозу.

У 2023 р. кількість опадів була на 30–46% більшою, а сумарні температурні показники повітря — на 25–30% меншими

порівняно із середньобагаторічними, що створило передумови для критичних параметрів щільності та аерації ґрунту й негативно вплинуло на формування агроценозу гірчиці білої. Польова схожість знизилася на 6–12%, густина рослин до отриманих сходів зменшилася на 16–22%, що спричинило зниження програмованого рівня врожайності культури на 0,53–1,14 т/га.

За таких погодних умов підвищення доз мінерального удобрення сприяло поліпшенню виживання рослин на 3–4% порівняно з контролем, а за поєднаного застосування з позакореневим підживленням — до 7% (табл. 1).

За результатами досліджень встановлено істотний вплив доз мінерального удобрення на формування кількісно-біометричних показників рослин в агроценозі за рахунок збільшення кількості стручків з 76 до 137 шт., кількості насінин у стручку — з 0,2 до 0,8 шт., маси 1000 насінин — з 5,35 до 5,80 г і біологічного потенціалу

врожайності — з 1,27 до 2,96 т/га, що перевищувало контрольний варіант відповідно на 20–63 шт.; 0,2–0,8 г; 0,16–0,45 г і 0,54–1,69 т/га, із застосуванням позакореневого підживлення у варіантах без унесення добрив — відповідно на 6–24 шт.; 0,1–0,4 шт.; 0,08–0,15 г; 0,15–0,23 т/га.

Урожайність гірчиці білої за сформованого біологічного потенціалу продуктивності в дослідях з урахуванням технологічних втрат під час збирання, очищення і просушування порівняно з передбачуваними показниками згідно з ДСТУ 2240-93 за роки досліджень була 0,62–3,36 т/га, що в середньому — 0,91–2,68 т/га (табл. 2).

Частка впливу мінерального удобрення на врожайність становила 92–96%, що забезпечило рівень програмованої врожайності і приріст, щодо контролю 0,57–1,58 т/га, або 69–174%. Найефективнішими за приростом і окупністю затрат були дози $N_{90}P_{40}K_{70}$ і $N_{110}P_{50}K_{90}$.

1. Вплив удобрення на формування біологічного потенціалу врожайності гірчиці білої (середнє за 2021–2023 рр.)

Структурні елементи рослин, формування біологічного потенціалу продуктивності	Позакореневе удобрення, фактор В	Мінеральне удобрення на програмовану врожайність, т/га, фактор А				
		A ₁ —0,8–1,2	A ₂ —1,5	A ₃ —2,0	A ₄ —2,5	A ₅ —3,0
		Без добрив (контроль)	$N_{70}P_{30}K_{50}$	$N_{90}P_{40}K_{70}$	$N_{110}P_{50}K_{90}$	$N_{130}P_{60}K_{110}$
Кількість рослин перед збиранням, шт./м ² /‰ до отриманих сходів	V ₁	107/88	112/91	114/91	117/92	117/91
	V ₂	111/91	117/95	120/95	122/95	122/95
Кількість розгалужень на 1 рослині, шт.	V ₁	3,3	4,0	4,2	4,3	4,6
	V ₂	3,6	4,2	4,4	4,9	4,9
Кількість стручків на 1 рослині, шт.	V ₁	75,6	96,0	109,5	129,5	133,8
	V ₂	81,8	115,6	133,1	142,6	156,9
Кількість насінин у стручку, шт.	V ₁	4,4	4,6	4,7	4,8	5,2
	V ₂	4,5	5,0	5,1	5,2	5,3
Маса 1000 насінин, г	V ₁	5,35	5,51	5,56	5,69	5,80
	V ₂	5,43	5,63	5,69	5,76	5,95
Біологічний потенціал урожайності, т/га	V ₁	1,27	1,81	2,37	2,68	2,96
	V ₂	1,47	2,04	2,56	2,83	3,19

Примітка: V₁ — без позакореневого удобрення; V₂ — з позакореневим удобренням.

2. Урожайність гірчиці білої за мінерального та позакореневого удобрення (2021 – 2023 рр.), т/га

Варіант застосування добрив на програмовану врожайність, т/га, фактор А	Роки							
	2021		2022		2023		середнє за 2021–2023 рр.	
	B ₁	B ₂	B ₁	B ₂	B ₁	B ₂	B ₁	B ₂
A ₁ — Без добрив (контроль) 0,8–1,2 т/га	1,12	1,28	1,00	1,14	0,62	0,77	0,91	1,06
A ₂ — N ₇₀ P ₃₀ K ₅₀ , 1,5	1,91	2,12	1,57	1,75	0,97	1,16	1,48	1,68
	0,79	0,84	0,57	0,61	0,35	0,39	0,57	0,62
A ₃ — N ₉₀ P ₄₀ K ₇₀ — 2,0	2,36	2,48	1,94	2,11	1,35	1,51	1,88	2,03
	1,24	1,20	0,94	0,97	0,73	0,74	0,97	0,97
A ₄ — N ₁₁₀ P ₅₀ K ₉₀ — 2,5	2,91	3,14	2,20	2,38	1,65	1,82	2,25	2,45
	1,79	1,84	1,20	1,24	1,03	1,05	1,34	1,39
A ₅ — N ₁₃₀ P ₆₀ K ₁₁₀ — 3,0	3,12	3,36	2,48	2,63	1,86	2,04	2,49	2,68
	2,0	2,08	1,48	1,49	1,24	1,27	1,58	1,62

Примітка. У числівнику — фактична врожайність, т/га; у знаменнику — приріст урожаю порівняно з контролем, т/га. B₁ — без позакореневого удобрення; B₂ — з позакореневим удобренням (Бортрак, 1,5 л + Брасітрел, 1,5 л/га).

2021 р. — НІР₀₅ т/га — А — 0,24; В — 0,13; % впливу факторів: А — 92,4; В — 3,7
 2022 р. — НІР₀₅ т/га — А — 0,02; В — 0,014; % впливу факторів: А — 97,5; В — 2,3
 2023 р. — НІР₀₅ т/га — А — 0,02; В — 0,015; % впливу факторів: А — 96,2; В — 3,4

3. Економічна ефективність вирощування гірчиці білої за мінерального та позакореневого удобрення на 1 га (середнє за 2021 – 2023 рр.)

Показник	Позакоренево підживлення, фактор В	Варіанти застосування добрив на програмовану врожайність, т/га, фактор А				
		A ₁ — 0,8–1,2	A ₂ — 1,5	A ₃ — 2,0	A ₄ — 2,5	A ₅ — 3,0
		Контроль	N ₇₀ P ₃₀ K ₅₀	N ₉₀ P ₄₀ K ₇₀	N ₁₁₀ P ₅₀ K ₉₀	N ₁₃₀ P ₆₀ K ₁₁₀
Урожайність, т/га	B ₁	0,91	1,48	1,88	2,25	2,49
	B ₂	1,06	1,68	2,03	2,45	2,68
Витрати на вирощування, тис. грн	B ₁	7,91	19,17	24,51	29,91	35,45
	B ₂	8,80	19,92	25,26	30,72	36,22
Собівартість 1 т, тис. грн	B ₁	8,69	12,95	13,04	13,29	14,24
	B ₂	8,30	11,86	12,44	12,54	13,51
Виручка від продукції, тис. грн	B ₁	27,30	44,40	56,40	67,50	74,70
	B ₂	31,80	50,40	60,90	73,50	80,40
Умовно-чистий дохід, тис. грн	B ₁	19,39	25,23	31,89	37,59	39,25
	B ₂	23,00	30,48	35,64	42,78	44,18
Рентабельність, %	B ₁	245	132	130	126	111
	B ₂	261	153	141	139	122

Примітка. B₁ — без позакореневого удобрення; B₂ — з позакореневим удобренням.

Проведення позакореневого удобрення забезпечило приріст урожаю 0,15–0,2 т/га, або 8–15% порівняно з варіантами без унесення добрив за частки впливу фактора В 2–4%.

Установлено, що на фоні внесення доз добрив за несприятливих погодних умов, особливо у 2023 р., не було досягнуто програмованої врожайності 0,53–1,14 т/га.

Показники економічної ефективності свідчать про те, що із застосуванням доз програмованого мінерального удобрення умовно-чистий дохід з 1 га порівняно з контролем збільшився в 1,3–2,0 рази, за позакореневого підживлення у варіантах без унесення добрив — на 8–15% (табл. 3).

Варто зазначити, що за вирощування гірчиці білої на запрограмовані показники врожайності, особливо із застосуванням

підвищених доз добрив імпортного походження як основного затратного сегмента, що становить 45–70% кошторисної вартості, слід обов'язково дотримуватися комплексу агротехнічних заходів технологічного процесу, використовувати сорти інтенсивного типу? для вирощування високорепродукційного насіння та враховувати ризики впливу агрокліматичних факторів, непрогнозованості цін на добрива й товарну продукцію.

Висновки

Установлено істотний вплив удобрення на формування біологічного потенціалу продуктивності (1,81–3,19 т/га) за рахунок збільшення порівняно з контролем кількості стручків на рослині на 20–58 шт., кількості насінин у стручку — на 0,2–0,8 шт., маси 1000 насінин — на 0,16–0,45 г, або відповідно на 26–76%, 4–18, 3–8% у варіантах мінерального удобрення та на 6–24 шт.; 0,1–0,4 шт.; 0,08–0,15 г, або на 7–29%, 7–9, 1–3% — за позакореневого удобрення.

Досліджувані дози мінерального удобрення забезпечили приріст урожаю порівняно з контролем 0,57–1,58 т/га, або 63–174% із часткою впливу фактора А 92–96% за найефективніших варіантів $N_{90}P_{40}K_{70}$ і $N_{110}P_{50}K_{90}$.

Застосування позакореневого удобрення забезпечило приріст урожаю 0,15–

0,20 т/га, або 8–15% за частки впливу фактора В 2–4%.

Умовно-чистий дохід з 1 га збільшився в 1,3–2,0 рази за мінерального удобрення і на 12–21% — за позакореневого удобрення за дискусійних показників підвищення собівартості в 1,4–1,6 рази, зниження рівня рентабельності — у 1,8–2,2 рази на фоні сформованих цін на товарну продукцію та добрива з урахуванням їхнього впливу на родючість ґрунту та післядії на продуктивність наступних культур сівозміни.

З метою підвищення економічної ефективності застосування програмованого рівня удобрення, особливо імпортного походження, за підвищених доз добрив рекомендуємо їх використання для вирощування високорепродукційного насіння гірчиці білої за ціною у 2–3 рази вищою за ціну товарної продукції.

Melnychuk T.¹, Matviets V.², Sendetskyi V.³, Rudavska N.⁴

Carpathian State Agricultural Research Station of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS, 21a St. Bandery Str., Ivano-Frankivsk, 76014, Ukraine. ³Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS, 5 Hrushevskiyi Str., vil. Obroshyne, Lviv district, Lviv oblast, 81115, Ukraine, e-mail: ¹instap@i.ua, ³vvermos2011@ukr.net, ⁴nru-davska@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-1235-0302, ²0000-0002-0926-047X, ³0000-0003-2424-8206, ⁴0000-0002-4443-5319

Formation of productivity of white mustard with programmed application of mineral and foliar fertilizers

Goal. To determine the specifics of the formation of the biological and technological potential of productivity with the calculation-programmed application of mineral and foliar fertilizers to optimize the level of intensity and efficiency of the technology of growing white mustard. **Methods.** Field — to observe the growth and development of plants, agro-meteorological conditions of the environment, and other biological and phenological factors; laboratory — to determine the quality indicators of seeds and harvest; statistical — to assess the reliability of the influence of factors by the method of dispersion, correlation and regression processing of research results; calculation-comparative — to evaluate the effectiveness of the obtained research

results. **Results.** The influence of mineral fertilizer doses on the formation of quantitative biometric indicators of plants in the agrocenosis was established: the number of pods increased from 76 to 137 pcs.; seeds in a pod — from 0.2 to 0.6 pcs.; weight of 1000 seeds — from 5.35 to 5.80 g, which exceeded, respectively, the control by 20 to 63 pieces, 0.2–0.8 g, 0.16–0.45 g; with the use of foliar feeding — respectively by 6–24 pcs., 0.1–0.4 pcs., 0.08–0.15 g compared to options without fertilizer application. The use of mineral fertilizer provided an increase in yield compared to the control by 0.57–1.62 t/ha, or 69–174% with a share of the influence of factor A of 92–96%, and contributed to an increase in conditional net income by 1.3–2.0 times. Application of foliar top dressing

provided an increase in yield by 0.15–0.2 t/ha, or 8–15%, respectively, with the share of factor B influence of 2–4% with an increase in net income by 12–21% compared to options without fertilizer application. **Conclusions.** The application of the calculated method of mineral and foliar fertilization ensured the formation of programmed productivity of white mustard and an increase in yield compared to the control by 0.58–1.57 t/ha, or 69–174% for the most effective variants N90P40K70 and $N_{110}P_{50}K_{90}$.

Key words: *Sinapis alba*, fertilizers, feeding, biometric morphological elements, productivity, economic efficiency.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202405-03>

Бібліографія

1. Случак О.М., Волощук О.П., Волощук І.С. Сучасний стан виробництва гірчиці білої та її народногосподарське значення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 49–59.
2. Журавель В., Буділка Г. Гірчиця — альтернативна олійна культура. *Пропозиція*. 2018. № 3. С. 23–25.
3. Шувар І.А., Бердніков О.М., Сендецький В.М. Сидерати в сучасному землеробстві: монографія. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. 156 с.
4. Вишнівський П.С., Губенко Л.В., Ремез Г.Г. Вплив удобрення на формування врожайності гірчиці білої. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2010. Вип. № 1. С. 122–126.
5. Жердецька С., Мельник А., Шаббір Г., Шахід А. Урожайність гірчиці залежно від погодно-кліматичних умов Північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2016. № 2. С. 127–130.
6. Жуйков О.Г. Гірчиця в Південному Степу: агроекологічні аспекти і технології вирощування: монографія. Херсон: Грін Д.С., 2014. 416 с.
7. Мазур В.О., Гомоній С.М., Попович Ю.В. Гірчиця: посібн. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. 32 с.
8. 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.
9. 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. 141–145.
10. Козіна Т.В. Рекомендації з вирощування гірчиці білої на насіння в умовах Лісостепу Західного. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2012. 28 с.
11. Krzbiec S., Kijewski Ł., Jankowski K., Budzyński W. The effect of sulphur fertilization on macronutrient concentrations in the post-harvest biomass of mustard. *Plant Soil Environ*. 2015. 6. S. 266–272.
12. Dubey R., Dhaker R., Mundra S., Tiwari R. Response of Indian mustard to Nutrients and Plant Growth Regulators: The Influence on Yield, Available Soil P Balance and P Recycling through Residues. *International J. of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2017. 6(8). S. 3319–3331.
13. Методика проведення експертизи сортів рослин групи олійних на відмінність, однорідність і стабільність. Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України. Український інститут експертизи сортів рослин. [Чинний від 2020-10-27, № 2162-20]. 169 с.
14. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секунд М.П. та ін. Методика випробування і застосування пестицидів; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
15. Тараріко Ю.О. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур. Київ: НораПрінт, 2001. 380 с.
16. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів. Херсон: Айлант, 2013. 378 с.