

АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОТЕНЦІАЛУ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ

Тарас МЕЛЬНИЧУК, кандидат сільськогосподарських наук, ORCID: 0000-0002-1235-0302
Володимир СЕНДЕЦЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук, ORCID: 0000-0003-2424-8206
Іванна КУРЛЯНОВА, ORCID: 0009-0008-1287-182X
Оксана СТЕЛЬМАХ, ORCID: 0000-0002-4097-6388

Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України
вул. Степана Бандери, 21-А, м. Івано-Франківськ, 76014, Україна
e-mail: prykarpatskadsds@ukr.net

Проведеними дослідженнями впродовж 2021-2025 років обґрунтовано та рекомендовано виробництву агротехнологічні основи формування і реалізації потенціалу продуктивності гірчиці білої. За кількісно-біометричними показниками формування агроценозу із застосуванням визначальних елементів технології вирощування: строків сівби, норм висіву, розрахунково-балансового методу удобрення на програмовану урожайність отримано збільшення до контролю кількості стручків на рослині від 43 до 69 шт., ваги насіння з рослини з 1,11 до 1,56 г, маси 1000 насінин на 0,26-0,47 г, що забезпечило підвищення біологічного потенціалу продуктивності на 0,81 до 1,64 т/га або у 0,6-2,4 рази та приріст урожаю у варіантах використання мінерального та позакореневого удобрення відповідно на 0,47-1,49 т/га і 0,15-0,21 т/га; оптимального строку сівби до відтермінованих 7-14 днів на 0,23-0,56 т/га; за найбільш оптимальної норми висіву 2,0 млн сх. нас./га на 0,08-0,12 т/га до досліджуваних. Недоотримання урожаю від 0,17 до 0,36 т/га за норм висіву 2,0 і 1,5 млн сх. нас./га у варіантах програмованого застосування удобрення 2,5-3,0 т/га на фоні стабільної 0,8-1,2 т/га урожайності у контролі засвідчило про обмеження біологічного потенціалу продуктивності культури і наявних сортів. Частка впливу факторів на приріст урожаю в роки досліджень становила: удобрення 92-97% в тому числі позакореневе удобрення 2-4%; строків сівби від 55 до 98%, норм висіву від 2 до 38%. В структурі технологічних витрат на вирощування, які у порівнянні до контролю зростали у 2-4 рази вартість добрив становила 40-65% паливно-мастильних матеріалів 12-20%, пестицидів 5-8%, насіння 1-2% та оплати праці 10-12%. Отримані показники урожаю забезпечили збільшення умовно-чистого доходу за удобрення на 16-42%, із рівнем рентабельності 95-114%; за оптимального строку сівби відповідно на 25-55% за рентабельності 107%.

Ключові слова: гірчиця біла, удобрення, строки сівби, норми висіву, урожайність, економічна ефективність
Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons

Вступ

Вирощування нішевих малопоширених культур, зокрема гірчиці білої за обсягом у структурі посівних площ, прогнозованості внутрішньо-експортної затребуваності та економічної ефективності чи пріоритетності в ринкових умовах переважно перебуває на стихійно-орієнтованому рівні. Пріоритетними перевагами гірчиці білої за комплексом господарсько-цінних ознак є різносторонність використання в якості олійної, кормо-сидеральної культури як доброго попередника у сівозміні. Обсяги вирощування в останні роки становлять 30-50 тис. т за урожайності сортів 0,8-1,2 т/га, тому культура та реалізація її потенціалу для агровиробників залишається на рівні страхової або залежить від затребуваності ринку (Lykhochvor A. M., 2016; Zhuikov O. H., et al., 2014; Sluchak O. M., et al., 2021).

Надзвичайно актуальним питанням за існуючих викликів збереження родючості ґрунту, обмежених обсягів застосування органічних добрив, істотного зростання вартості мінеральних добрив для вітчизняних і закордонних виробників є вирощування гірчиці як пріоритетної в якості сидерального добрива за щорічної потреби насіння

8-15 тис. т на площу 0,5-1,0 млн га (Lykhochvor A. M., 2016; Zhuikov O. H., et al., 2014; Sluchak O. M., et al., 2021).

Аналіз напрацювань багатьох дослідників в напрямі вивчення технологічних заходів вирощування гірчиці білої з урахуванням особливостей біології культури та істотних змін агрокліматичних ресурсів агротехнологічними основами реалізації потенціалу продуктивності є обґрунтування базових елементів формування густоти рослин в агроценозі, строку сівби, системи живлення (Kozina T. V., 2012; Melnychuk T. V., et al., 2024; Melnyk T. I., et al., 2017).

Більшість авторів вважають, що гірчиця біла потребує раннього строку сівби. Найкращі умови для отримання дружніх сходів – прогрівання ґрунту до 8–10 °С. Цей період зазвичай збігається з терміном сівби ранніх колосових та зернобобових культур. Основними перевагами раннього строку висівання є невисокі плюсові температури та вологий шар ґрунту, які сприяють формуванню потужної кореневої системи та листової розетки, що підвищує конкурентоспроможність культури щодо бур'янів, сприяє зменшенню шкодочинності

шкідників (Kozina T. V., 2012; Melnyk T. I., et al., 2017).

Зважаючи що гірчиця біла – рослина довгого світлового дня, тому за пізнього терміну висіву вона швидше проходить усі фази росту та розвитку, що негативно позначається на врожайності. За пізніх строків сівби фази формування репродуктивних органів рослин припадають, як правило, на період жорстких засух та зростає загроза їх знищення шкідниками (Melnyk T. I., et al., 2017; Rozhkov A. O., et al., 2018).

Густота рослин за застосування норм висіву визначає площу живлення кожної рослини, характер розвитку кореневої системи, а також наземних органів, забезпеченість ґрунтовою вологою, інтенсивність освітлення та аерації й конкуренції до бур'янів. Ступінь використання внесених поживних речовин у великій мірі залежить від умов вологозабезпеченості густоти стеблостою. Таким чином, максимальна віддача від добрив досягається при певній густоті стояння рослин (Kozina T. V., 2012; Melnychuk T.V., et al., 2023).

Для гірчиці білої оптимальною є густота продуктивних рослин на 1 м² в межах 100–140 рослин. Виходячи з середньої маси 1000 насінин, способу сівби, схожості й господарської придатності насіння рекомендованими будуть такі норми висівання: при ширині міжрядь 12,5–15 см – 10–12 кг/га, 25–30 см – 7–9 кг/га (Zhuikov O. H., et al., 2014; Melnychuk T.V., et al., 2023).

Необґрунтоване підвищення норми висіву спричиняє біологічну конкуренцію рослин під час їх росту, розвитку та їх вилягання. На загущених посівах зменшується біологічний урожай рослин, спостерігається вища на 10–30 % ураженість шкідниками й хворобами (Kozina T. V., 2012; Melnychuk T.V., et al., 2023).

Загущеність посіву на 0,5 млн сх. нас./га (із початкових 1,0 млн сх. нас./га) обумовлювало зниження продуктивності рослин на 9,5–65,0 % відповідно. Чинні рекомендації норм висіву відрізняються та варіюють від 1,0–1,5 до 2,5–3,0 млн сх. нас./га, але доведено, що оптимальна норма висіву для отримання товарного насіння має забезпечувати на час збирання густоту стояння 125–140 шт./м² (Kozina T. V., 2012; Melnyk T. I., et al., 2017; Melnychuk T.V., et al., 2023).

Визначальними елементами підвищення реалізації біологічного потенціалу сортів гірчиці білої є обґрунтоване застосування мінерального удобрення. У деяких дослідженнях 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 N₃₀P₃₀K₃₀ - на 0,35 т/га; N₆₀P₆₀K₆₀ - на 0,56 т/га; N₉₀P₉₀K₉₀ - на 0,63 т/га (Agustini R. Y., 2018; Melnychuk T.V., et al., 2024; Shabbir H., 2015).

У переважній більшості досліджень авторами наголошено про потребу і ефективність застосування удобрення для підвищення продуктивності гірчиці білої, а також вказують на позитивну біологічну реакцію культури з істотним підвищенням рівня урожайності. Важливим аргументом впливу удобрення на урожайність культури в останні роки за істотного зростання цін на мінеральні добрива є встановлення оптимального рівня їх застосування та окупності, зважаючи на реалізацію біологічного потенціалу сорту та агроценозу (Melnychuk T.V., et al., 2024; Sendetskyi V.M., et al., 2024; Shakhid A., 2018).

На фоні обґрунтованих обставин необхідності вирощування гірчиці білої як дрібнонасінної з коротким періодом вегетації культури головними чинниками залишається розробка науково-обґрунтованих рекомендацій реалізації потенціалу продуктивності культури за впровадження технологічних елементів і оцінкою їх ефективності застосування біологічного, агрокліматичного, затратного ресурсу для зони культивування (Lykhochvor A. M., 2016; Sluchak O. M., et al., 2021).

Матеріали і методи

Експериментальні дослідження проводились впродовж 2021–2025 рр. на дослідному полі Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН на дернових глибоких опідзолених глеюватих важко суглинкових ґрунтах. Агрохімічна характеристика: рН сольове – 5,7; сума ввібраних основ (Ca + Mg) – 16,2 ммоль/100 г (за Каппеном); вміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,29 %; азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 68; рухомого фосфору (за Кірсановим) – 53; рухомого калію (за Кірсановим) – 88 мг/кг ґрунту; рухомих форм мікроелементів: бору (за Бергером і Труогом) – 1,1; молібдену (за Грігом) – 0,2; марганцю (за Пейве і Рінькісом) – 2,7 мг/кг ґрунту.

Агротехніка загальноприйнята для ярих культур: попередник – озима пшениця, лущення стерні, зяблева оранка на глибину 22–25 см, ранньовесняна культивування для закриття вологи, передпосівний обробіток комбінованим агрегатом. Спосіб сівби – звичайно-рядковий з міжряддям 12,5 см.

Для забезпечення належного фітосанітарного стану агроценозу проводили післяпосівне застосування ґрунтового гербіциду Бутізан 400 к.с. з нормою 1,8 л/га та наступним використанням засобів захисту (інсектицидів, фунгіцидів) впродовж вегетації згідно з рекомендованими продуктами для захисту посівів від шкочинних об'єктів у всіх варіантах дослідів.

Для дослідів висіяно сорт гірчиці білої Підпечерецька селекції Прикарпатської ДСДС ІСТКР НААН. Розмір посівної ділянки – 56 м²,

облікової – 50 м², повторність – 4-кратна з систематичним розміщенням ділянок.

Дослід закладено за 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 розрахунком, що на формування 1 т гірчиці білої необхідно - N₃₅₋₅₀P₁₅₋₂₀K₃₀₋₄₀, мезоеlementів Mg₅₋₆, S₈₋₁₀, Ca₄₋₆ коефіцієнти 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.

У дослідженнях використовувались комплексні добрива імпортного походження Яра Міла N₁₂P₂₄K₁₂, азотних Яра Бела Сульфат N₂₄S₁₅: A₁ - без добрив (контроль N₂₀P₁₅K₅₀ - ґрунт); A₂ - N₇₀P₃₀K₅₀ (A₁ + N₁₅P₃₀K₁₅ + N₄₀); A₃ - N₉₀P₄₀K₇₀ (A₁ + N₂₄P₄₈K₂₄ + N₇₀); A₄ - N₁₁₀P₅₀K₉₀ (A₁ + N₃₀P₆₀K₃₀ + N₈₀); A₅ - N₁₃₀P₆₀K₁₁₀ (A₁ + N₄₀P₈₀K₄₀ + N₉₀); позакореневе удобрення Яра Віта - Бортрак 150, Брасітрел Про (1,5 + 1,5 л/га) для забезпечення потреби бором та іншими макро- мікроелементами.

Фактор В – норма висіву, млн. сх. нас./га: B₁ – 2,0; B₂ – 1,5; B₃ – 1,0.

Дослід з вивчення строків сівби закладено: перший (оптимальний) за досягнення фізичної стиглості ґрунту і його температурного режиму прогрівання 5–10 °С; наступні строки через 7–14 днів до оптимального. Варіант удобрення N₉₀P₄₀K₇₀ на програмований рівень урожаю культури 2,0–2,5 т/га.

Комплексні добрива і 85% азотних добрив вносили в передпосівну культивування та під час сівби сівалкою, 15% азотних - у фазі BBCH - 15 – 20. Позакореневе підживлення здійснювали у фазі BBCH 50 – 60.

В усіх варіантах дослідів проводились фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин методом встановлення облікових площадок та структурного аналізу формування кількісно біолого-морфологічних ознак репродуктивних органів рослин згідно з методикою проведення експертизи сортів гірчиці білої (*Sinapis alba* L.)

Оцінку фітосанітарного стану посівів згідно «Методики випробування і застосування пестицидів» (Trybel S. O., et al., 2001).

Обліки рівня урожаю проводили шляхом обмолоту з кожної ділянки та зважування і перерахунку на стандартну вологість і 100 % чистоту згідно з ДСТУ 2240-93, а для встановлення біологічного рівня урожаю методом відбору пробних снопів для обмолоту і структурного аналізу рослин з двох несуміжних повторень. Масу 1000 насінин визначали за ДСТУ 4138-2002.

Економічну ефективність досліджуваних елементів технології розраховано згідно (Tarariko Yu. O., et al., 2001). Статистична обробка дослідних даних проводилась методом статистичного аналізу (Ushkarenko V. O., et al., 2013).

Результати та обговорення

В технології вирощування гірчиці білої як культури короткого періоду вегетації 90–110 днів визначальними основами формування та реалізації потенціалу продуктивності агроценозу з урахуванням її біологічних особливостей і сорту є обґрунтування та ефективне застосування базових елементів: строків сівби, норми висіву, системи живлення рослин на фоні забезпечення належного їх захисту від шкодо чинних об'єктів (бур'янів, шкідників і хвороб) впродовж вегетації особливо в сучасних умовах зміни кліматичних факторів.

Впродовж 2021–2025 рр. погодні умови до середньобаторічних показників були різними навіть аномальними, що створювало негативні передумови для реалізації біологічного потенціалу продуктивності культури та особливості на встановлення впливу досліджуваних елементів.

Найбільш характерними та сприятливими за кількістю опадів температурного режиму зони вирощування до середньобаторічних показників були 2021 і 2024 роки, що забезпечило найвищий рівень формування урожайності з встановленням істотного впливу досліджуваних факторів.

У 2022 р. кількість опадів у період до часу сівби становила 42 %, за вегетаційний період – 55 % до середньобаторічних показників та у 2025 році впродовж 40–45 днів за відсутності опадів в критичні періоди вегетації, що створювало низький рівень вологозабезпеченості й нівелювало вплив внесених добрив через недостатню їх розчинність і доступність для рослин та впливало на формування продуктивності агроценозу.

Формування агроценозу гірчиці білої у 2023 р. відбувалося за кількості опадів на 30–46 % більше і низькотемпературних показників повітря на 25–30 % менше до середньобаторічних, що створило передумови для критичних параметрів щільності та аерації ґрунту, зниження польової схожості на 19–29 %, зменшення на 7–13 % густоти рослин до отриманих сходів та зменшення на 0,63–1,12 т/га програмованого рівня урожайності.

За таких погодних умов як неконтрольованого фактору настання оптимального строку сівби гірчиці білої із досягненням фізичної стиглості ґрунту його прогрівання від 5 до 10 °С в роки досліджень було в терміні від 6 квітня у 2021–2024 рр. до 22 квітня у 2023 році з відповідним відтермінуванням досліджуваних строків на 7–14 днів.

Формування густоти рослин в агроценозі переважно залежало від норми висіву, що на період сходів становила від 89 до 174 шт/м² за польової схожості від 85 до 91% з тенденцією підвищення із зменшенням норми висіву та інтенсивності застосування доз удобрення (табл.1).

Таблиця 1. Вплив елементів технології вирощування на структурні показники формування потенціалу продуктивності гірчиці білої (середнє 2021-2025 рр.)

продуктивності при підсоломі (середнє 2021-2023 рр.)						
№ з/п	Норма висіву млн. сх. нас./га Фактор В	Удобрення на програмовану урожайність та строки сівби, т/га Фактор А				
		A ₁ -0,8-1,2 контроль без добрив	A ₂ -2,0	N ₉₀ P ₄₀ K ₇₀ (строки сівби)		A ₃ -3,0 N ₁₃₀ P ₆₀ K ₁₁₀
			06.04-22.04	13.04-29.04	20.04-10.05	
1	B ₁ -2,0	173/86	172/87	169/86	167/84	174/87
	B ₂ -1,5	127/85	134/89	132/88	130/87	132/88
	B ₃ -1,0	89/89	91/91	-	-	93/93
2	B ₁ -2,0	153/87	153/89	150/89	150/90	159/91
	B ₂ -1,5	112/88	128/96	118/89	115/88	125/95
	B ₃ -1,0	79/89	84/92	-	-	86/93
3	B ₁ -2,0	70,5/32,7	113,4/41,9	84,8/33,3	68,6/25,5	139,4/43,2
	B ₂ -1,5	80,4/35,3	127,5/42,7	100,7/37,0	81,1/33,1	154,6/47,0
	B ₃ -1,0	97,6/38,4	143,7/45,4	-	-	165,6/53,3
4	B ₁ -2,0	0,95/5,68	1,50/5,89	1,38/5,90	1,31/5,64	2,06/6,15
	B ₂ -1,5	1,24/5,76	1,68/5,97	1,44/5,96	1,39/5,77	2,65/6,23
	B ₃ -1,0	1,66/5,83	2,48/6,07	-	-	3,22/6,29
5	B ₁ -2,0	1,45	2,36	2,07	1,62	3,14
	B ₂ -1,5	1,41	2,25	2,02	1,60	3,04
	B ₃ -1,0	1,31	2,12	-	-	2,81
6	B ₁ - B ₃	106	108	100	95	109

Примітки. 1 – кількість рослин на період сходів шт/м²/‰ до норми висівного насіння; 2 – кількість рослин на час збирання шт/м²/‰ до отриманих сходів; 3 – кількість стручків на рослині / на центральному пагоні, шт.; 4 – вага насіння з 1 рослини / маса 1000 насінин, г; 5 – біологічний потенціал урожайності, т/га; 6 – період вегетації культури, дні.

На період збирання урожаю густота рослин до отриманих сходів зменшилася на 7-13% за аналогічною тенденцією та впливу внутрішньовидової конкуренції рослин за виживання в агроценозі.

За кількісно-біометричними показниками із зменшенням норми висіву та підвищенням доз удобрення кількість стручків на рослині, вага насіння з рослини, маса 1000 насінин зростала відповідно на 38-70%, 74- 92%, 3-11%, а до контролю без добрив у середньому на 8 до 94%.

Проведення сівби з нормою 1,0 млн сх. нас./га забезпечило вищі показники структурних елементів потенціалу продуктивності, але визначальним фактором формування урожаю була густота рослин на період збирання урожаю.

Найвищі показники біологічного потенціалу урожайності отримано за норми висіву 2,0 млн сх. нас./га та застосування підвищених доз удобрення від 2,36 до 3,14 т/га із збільшенням до контролю на 0,91-1,69 т/га або у 0,6-2,4 рази.

За структурними показниками та формування біологічного потенціалу урожайності отримано зниження на 0,29-0,74 т/га із відтермінування строків сівби до оптимального 7-14 днів.

Впродовж дослідження період вегетації гірчиці білої за оптимального строку сівби становив 106-109 днів з тенденцією збільшення на 2-4 дні з підвищенням доз удобрення та зменшенням на 8-14 днів, а також скороченням термінів міжфазних періодів розвитку рослин за відтермінування строку сівби що істотно впливало на формування продуктивності агроценозу.

Урожайність гірчиці білої з врахуванням природних втрат і за період збирання, просушування

та очищення до параметрів ДСТУ-2240-93 в середньому у роки досліджень становила 1,01–2,62 т/га відповідно закономірностей і тенденцій впливу строку сівби, норм висіву, доз удобрення на формування біологічного потенціалу продуктивності (табл. 2).

За роки досліджень: Нір₀₅ т/га А – удобрення – від 0,02 до 0,24; В – норми висіву від 0,02 до 0,13; % впливу факторів: А – від 92 до 97, В – від 2,3 до 3,7;

Нір₀₅ т/га: А - строк сівби від 0,03 до 0,21; В – норми висіву від 0,02 до 0,11; % впливу факторів: А – від 55 до 98; В – від 0,8 до 38.

Результатами досліджень встановлено приріст урожайності за застосування доз удобрення на програмований рівень на 0,47-1,49 т/га за норм висіву 2,0 і 1,5 млн сх. нас./га із зменшенням на 0,15-0,25 т/га за норми висіву 1,0 млн сх. нас./га. Застосування позакореневого удобрення на фоні доз основного удобрення забезпечили приріст урожайності в роки досліджень від 0,15 до 0,21 т/га або на 13-17%.

У досліді з вивчення строків сівби встановлено зниження на 0,23-0,56 т/га або на 12 і 28% врожайності за відтермінування термінів до оптимального. Частка впливу досліджуваних факторів в роки дослідження на приріст урожайності, зокрема застосування удобрення від 92 до 97%, в тому числі позакореневого удобрення 2-4%, строків сівби від 55 до 98%, норм висіву від 2 до 38%. Недоотримання урожаю від 0,17 до 0,36 т/га за норм висіву 2,0 і 1,5 млн сх. нас./га у варіантах програмованого застосування удобрення 2,5-3,0 т/га на фоні стабільної 0,8-1,2 т/га урожайності у контролі засвідчило про обмеження біологічного потенціалу продуктивності культури і наявного сортового складу. За такого обґрунтування

особливо актуальним є створення сортів чи гібридів гірчиці білої інтенсивного типу для реалізації потенціалу їх продуктивності за рахунок

інтенсифікації технології вирощування, що підтвердилося аналізом економічної ефективності культивування.

Таблиця 2. Урожайність гірчиці білої за застосування елементів технології вирощування, т/га (середнє 2021-2025 рр.)

№ з/п				Удобрення та строки сівби на програмовану урожайність, т/га Фактор А			Норма висіву млн. сх. нас./га Фактор В			
							B ₁ - 2,0	B ₂ - 1,5	B ₃ - 1,0	
1				A ₁ -0,8-1,2 контроль (без добрив)			<u>1,08</u> -	<u>1,14</u> -	<u>1,01</u> -	
2				A ₁ + позакореневе удобрення			<u>1,23</u> 0,15	<u>1,28</u> 0,14	<u>1,16</u> 0,15	
3				A ₂ - N ₇₀ P ₃₀ K ₅₀ – 1,5 т/га			<u>1,63</u> 0,55	<u>1,63</u> 0,49	<u>1,48</u> 0,47	
4				A ₃ - N ₉₀ P ₄₀ K ₇₀ – 2,0 т/га		Строки сівби	06.04-22.04	<u>1,98</u> 0,90	<u>1,95</u> 0,81	<u>1,79</u> 0,78
							13.04-29.04	<u>1,72</u> -0,26	<u>1,72</u> -0,23	-
							20.04-10.05	<u>1,42</u> -0,56	<u>1,43</u> -0,52	-
5				A ₄ - N ₁₁₀ P ₅₀ K ₉₀ -2,5 т/га			<u>2,37</u> 1,24	<u>2,33</u> 1,19	<u>2,12</u> 1,11	
6				A ₅ - N ₁₃₀ P ₆₀ K ₁₁₀ -3,0 т/га			<u>2,62</u> 1,49	<u>2,60</u> 1,46	<u>2,39</u> 1,38	

Примітка: в знаменнику: ± удобрення до контролю; строки сівби до оптимального, т/га.

Економічні показники ефективності застосування елементів технології перебували у прямій залежності від рівня продуктивності культури,

сформованої ціни товарної продукції та задіяного ресурсного потенціалу, для вирощування (табл. 3).

Таблиця 3. Економічні показники ефективності застосування елементів технології вирощування гірчиці білої (середнє 2021-2025 рр.)

№ з/п	Удобрення та строки сівби на програмовану урожайність, т/га			Показники					
				1	2	3	4	5	6
1	А ₁ -0,8-1,2 контроль (без добрив)			1,08	9,98	9,24	32,40	22,42	225
2	А ₁ + позакореневе удобрення			1,23	10,92	8,98	36,90	25,98	237
3	А ₂ - N ₇₀ P ₃₀ K ₅₀ – 1,5 т/га			1,63	22,83	14,00	48,90	26,07	114
4	А ₃ - N ₉₀ P ₄₀ K ₇₀ – 2,0 т/га	Строки сівби	06.04-22.04	1,98	28,63	14,61	58,80	30,77	107
			13.04-29.04	1,72	28,63	16,65	51,60	22,97	80
			20.04-10.05	1,42	28,63	20,16	42,60	13,97	49
5	А ₄ - N ₁₁₀ P ₅₀ K ₉₀ -2,5 т/га			2,37	34,72	14,65	71,10	36,38	105
6	А ₅ - N ₁₃₀ P ₆₀ K ₁₁₀ -3,0 т/га			2,62	40,28	15,37	78,60	38,32	95

Примітка: розрахунки економічної ефективності за норми висіву 2,0 млн сх. нас/га; ціна товарної продукції 30 грн/кг; 1 - урожайність, т/га; 2 – витрати на вирощування, тис. грн/га; 3 – собівартість тис. грн/т; 4 – виручка від продукції, тис. грн; 5 - умовно-чистий дохід, тис. грн/га; 6 – рентабельність, %.

В структурі технологічних витрат на вирощування у 2021-2025 рр., які у порівнянні до контролю зростали у 2-4 рази вартість добрив становила 40-65% паливно-мастильних матеріалів 12-20%, пестицидів 5-8%, насіння 1-2% та оплати праці 10-12%.

У досліді з вивчення строків сівби за однакових витрат 28,6 тис. грн/га найбільш економічно ефективним впродовж 2021-2025 рр. була сівба за оптимального терміну з нормою висіву 2,0 млн сх. нас./га, що забезпечило зниження собівартості на 2,0-5,5 тис. грн/т та збільшення умовно-чистого доходу на 2,7-16,2 тис. грн/га і рівня рентабельності на 27-58% в порівнянні до відтермінованих на 7-14 днів.

Застосування удобрення на програмований рівень урожайності навіть за зростання витрат на вирощування у 2-4 рази та відповідно зниження у 1,8-2,2 рази рівня рентабельності до контролю, що є дискусійним показником при збільшенні умовно-чистого доходу на 4-16 тис. грн/га і їх післядію на наступні культури сівозміни.

За існуючих обставин цінової політики на ресурси, товарну продукцію та з метою підвищення економічної ефективності рекомендовано використання високих доз удобрення для вирощування високорепродукційного насіння гірчиці білої за ціною у 2-3 рази вищої. Надзвичайно актуальним ресурсом у підвищенні ефективності

вироснування повинно стати створення нових високоінтенсивних сортів, як біологічного ресурсу, що дозволить підвищити рівень реалізації потенціалу

Висновки

Оптимально рекомендованим строком сівби гірчиці білої є терміни досягнення фізичної стиглості ґрунту і його прогрівання 5-10 °С, який переважно співпадає із терміном завершення сівби ярих зернових і зернобобових культур та за результатами досліджень впродовж 2021-2025 р. забезпечив найвищі показники урожайності 1,98 т/га з перевищенням на 0,26-0,56 т/га або 15-29% наступні строки за зниження собівартості продукції на 2,04 і 5,6 тис. грн/т; збільшення умовно чистого доходу на 7,8 і 16,8 тис. грн/га; рентабельності на 27-58%.

Найбільш оптимальною і рекомендованою виробництву встановлено норму висіву 2,0 млн сх. нас./га що забезпечило у різних варіантах застосування удобрення, строків сівби густоту рослин на період збирання урожаю 153-159 шт./м² за перевищення рівня біологічного потенціалу на 0,04-0,33 т/га, приріст урожайності на 0,02-0,25 т/га до досліджуваних 1,5 і 1,0 млн сх. нас./га з часткою впливу фактору 55-98%.

Результатами досліджень встановлено, що застосування удобрення на програмовану урожайність забезпечили її приріст до контролю від 0,49 до 1,49 т/га або у 0,6-2,4 рази за рахунок збільшення кількості стручків на рослині, ваги насіння з рослини, маси 1000 насінин відповідно на 38-70%; 74-92%; 3-11% за найефективніших варіантів N₉₀P₄₀K₇₀ і N₁₁₀P₅₀K₉₀ з часткою впливу фактору 92-97%.

Застосування позакореневого удобрення до контролю і на фоні мінерального забезпечило приріст урожаю 0,15-0,21 т/га або на 10-15% за частки впливу

Список використаної літератури

Agustini R. Y. Effect on Growth and Yield of Mustard (*Brassica juncea*) to Addition of Coal Bottom Ash and Organic Matter. AGROSAINSTEK : Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian. 2018. Vol. 2. No. 1. P. 40–43. DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v2i1.17>.

Comprehensive agrobiological assessment of the modern varietal composition of white mustard under the conditions of the Dry Steppe / O. H. Zhuykov et al. Zroshuvane zemlerobstvo : Zb. nauk. pr., Kherson : Hrin D. S., 2012. Issue 58. P. 94–99.

Economic assessment of farming systems and crop cultivation technology / Yu. O. Tarariko et al. Kyiv : Nara-Print. 2001. 380 p.

Kozina T. V. The growth and development of plants and the productivity of white mustard depending on the timing of sowing and the rate of sowing in the conditions of the Western Forest-Steppe. Zb. nauk. pr. Bilotserkivskoho NAU : Ahrobiolohiia. Bila Tserkva, 2012. Issue 7 (91).

Kozina T. V. The influence of the growth regulator “Vermibiomag” on sowing dates and sowing rates on the seed productivity of white mustard in the conditions of the Western Forest-Steppe. Zbirnyk Podilskoho derzhavnoho

продуктивності культури за ефективного застосування рекомендованих елементів технології і вагоме позиціонування культури в агровиробництві.

фактору 2-4% було найбільш ефективним агрозаходом особливо в критичні періоди вегетації культури для зниження негативного впливу кліматичних факторів та за економічними показниками.

За економічними показниками застосування досліджуваних елементів технології вирощування найбільш ефективними були сівба в оптимальні строки, застосування удобрення на програмовану урожайність 2,0-2,5 т/га, які навіть за збільшення витрат на вирощування у 2-4 рази до контролю з часткою 40-65% вартості добрив відповідно зменшення рівня рентабельності у 1,8-2,2 рази забезпечувало отримання умовно-чистого доходу 30,8-36,4 тис. грн/га або більше на 37-62%.

За сформованих цін на добрива, товарну продукцію з метою підвищення економічної ефективності рекомендуємо застосовувати підвищені дози удобрення для вирощування високорепродукційне насіння за ціною у 2-3 рази вищою, а також дозволяє оптимізувати застосування добрив під наступні культури сівозміни з врахуванням їх післядії.

Проведені і узагальнені нами результати багатьох досліджень засвідчили, що біологічний потенціал продуктивності культури та наявного сортового складу знаходиться на рівні 2,5-3,0 т/га і ефективним ресурсом його підвищення окрім технологічних агрозаходів може стати біологічний фактор за створення високоінтенсивних сортів чи гібридів гірчиці білої.

aharno-tekhnichnoho universytetu. 2014. Issue 22. P. 77–81.

Lykhochvor A. M. The yield of spring oil crops, the quality of their oil, the economic efficiency of cultivation in the conditions of the Western Forest-Steppe. Sword zhurnal. Nauchnyi vzhliad v budushchee. Odessa : Kupryenko S. V, 2016. Issue 4. Vol. 9. P. 31–37.

Melnichuk T., Matviets V., Sendetskyi V., Rudavska N. Formation of productivity of white mustard with programmed application of mineral and foliar fertilizers. Bulletin of Agricultural Science. T. 102. No 5 . 2024. P. 24-30. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202405-03>

Melnik T. I., Ali Shakhid, Kolosok V. H. The quality of white mustard seeds depending on the variety and sowing rates in the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine. Tavriyskiy naukovyi visnyk. 2017. No. 113. P. 92–97.

Methodology of testing and application of pesticides / S. O. Trybel et al. Kyiv : Svit. 2001. 448 p.

Methodology for examination of varieties of white mustard (*Sinapis alba* L.) for distinctiveness, homogeneity and stability. Methodology of examination of plant varieties of the oleaginous group for distinction,

homogeneity and stability / Ministry of Economic Development, Trade and Agriculture of Ukraine. Ukrainian Institute of Expertise of Plant Varieties. [Effective from 2020-10-27, No. 2162-20]. 169 p.

Mustard in the Southern Steppe: agroecological aspects and growing technologies : scientific monograph / O. H. Zhuikov et al. Kherson : Hrin D. S., 2014. 416 p.

Productivity of white mustard under the programmed application of fertilizers and sowing rates in the conditions of Precarpathia / T. V. Melnychuk et al. *Tavriiskyi naukovi visnyk*. 2023. No. 134. P. 88-97.

Response of Indian mustard to Nutrients and Plant Growth Regulators: The Influence on Yield, Available Soil P Balance and P Recycling through Residues / R. K. Dubey et al. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. ISSN: 23197706. Vol. 6. No. 8 (2017). P. 3319–3331.

Sendetskyi V.M., Melnychuk T.V., Lozovyi O.A. Economic efficiency of application of elements technologies of growing white mustard in the conditions of the Carpatia *Tavriiskyi naukovi visnyk*. No. 139. T.2. 2024. P.56-65. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.2.8>

Shabbir H. The productivity of oil crops of the Brassicaceae family depending on the use of fertilizers in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.-h. nauk : 06.01.09 «Roslynnystvo». Sumy, 2021. 22 p.

Shakhid A. The influence of mineral fertilizer rates on the growth and development of white mustard plants in the conditions of the northeastern Forest-Steppe of

Ukraine. *Tavriiskyi naukovi visnyk «Zemlerobstvo, roslynnystvo, ovochivnystvo ta bashtannystvo»*. 2018. No. 101. P. 141–145.

Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Ailant. 2013. 378 p.

The current state of white mustard production and its national economic significance / O. M. Sluchak et al. *Peredhime ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2021. Issue 70 (2). P. 49–59.

The effect of sulphur fertilization on macronutrient concentrations in the post-harvest biomass of mustard / S. Krzbiec et al. *Plant Soil Environ*. 2015, No. 6. P. 266–272.

The influence of weather and climate parameters on the quality of seeds of different types of mustard in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine / T. I. Melnyk et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho aharnoho universytetu*. Sumy, 2018. No. 3. P. 53–57.

Yield and sowing qualities of white mustard depending on the treatment of seeds with physiologically active drugs. A. O. Rozhkov et al. *Selektsiya i nasinnystvo*. 2018. Issue 113. P. 208–217. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134381>.

Zhuikov O. H. Biometric indicators, economically valuable traits and the level of seed productivity of white mustard depending on the method of sowing and the rate of sowing in the conditions of southern Ukraine. *Tavriiskyi naukovi visnyk*. Issue 81. Kherson : Hrin D. S. 2012. P. 51–58.

AGROTECHNOLOGICAL BASES FOR REALIZING THE PRODUCTIVITY POTENTIAL OF WHITE MUSTARD

Taras MELNYCHUK, ORCID: 0000-0002-1235-0302, Volodymyr SENDETSKYI, ORCID: 0000-0003-2424-8206
Ivanna KURLYANOVA ORCID: 0009-0008-1287-182X, Oksana STELMAKH, ORCID: 0000-0002-4097-6388

Precarpathian State Agricultural Experimental Station
of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the NAAS

Research conducted during 2021–2025 has substantiated and recommended to the industry the agrotechnological foundations for developing and realizing the productivity potential of white mustard. Based on quantitative and biometric indicators of agrocenosis formation using key elements of cultivation technology—sowing dates, seeding rates, and the calculated-balance method of fertilization – the following increases were achieved compared to the control: the number of pods per plant rose from 43 to 69, seed weight per plant from 1.11 to 1.56 g, and the weight of 1,000 seeds by 0.26–0.47 g, which resulted in an increase in biological yield potential from 0.81 to 1.64 t/ha, or by 0.6–2.2 times, and a yield increase in the variants using mineral and foliar fertilizers by 0.47–1.49 t/ha and 0.14–0.15 t/ha, respectively; from the optimal sowing date to a delayed sowing date of 7–14 days by 0.23–0.56 t/ha; at the most optimal seeding rate of 2.0 million seeds/ha by 0.08–0.12 t/ha compared to the control. Yield losses ranging from 0.17 to 0.36 t/ha at seeding rates of 2.0 and 1.5 million seeds/ha in the variants with programmed fertilizer application of 2.5–3.0 t/ha, against a stable yield of 0.8–1.2 t/ha in the control, indicated limitations in the biological productivity potential of the crop and the available varieties. The relative contribution of factors to yield increase during the study years was as follows: fertilizers 92–97%, including foliar fertilizers 2–4%; sowing dates 55–98%; and seeding rates 2–38%. In the structure of production costs, which increased 2–4 times compared to the control, the cost of fertilizers accounted for 40–65%, fuel and lubricants 12–20%, pesticides 5–8%, seeds 1–2%, and labor costs 10–12%. The obtained yield indicators ensured an increase in net income from fertilization by 16–42%, with a profitability level of 95–114%; for the optimal sowing date, the increase was 25–55% with a profitability of 107%.

Keywords: white mustard, fertilization, sowing dates, seeding rates, yield, economic efficiency.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons

Отримано: 21.4.2026
Погоджено до друку: 20.6.2026
Опубліковано: 30.9.2026