

СУЧАСНІ АДАПТИВНІ СИСТЕМИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ ПІД ГІРЧИЦЮ БІЛУ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В.П. Кирилук, В.М. Кричківський

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН (с. Самчики, Україна)

Мета. Вивчити вплив тривалого застосування систем основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність гірчиці білої. Наведено результати досліджень із вивчення впливу систем основного обробітку ґрунту та удобрення на врожайність та економічну продуктивність виробництва гірчиці білої в зоні Лісостепу України з метою виявлення найбільш ефективної, адаптованої до погодних умов, що складаються останніми роками. **Методи.** Дослідження проведені впродовж 2018–2021 рр. у стаціонарному двофакторному польовому досліді, що включає 4 альтернативні системи основного обробітку ґрунту (полицева, плоскорізна, чизельна, дискова) і дві системи удобрення: мінеральна (фон 1) – $N_{60}P_{60}K_{60}$ та органо-мінеральна (фон 2) – солома попередника + N_{10} на 1 т соломи + $N_{30}P_{30}K_{30}$) у короткоротаційній 4-пільній сівозміні з таким чергуванням культур: соя, ячмінь ярий, гірчиця біла, пшениця озима. **Результати.** Виявлено, що найвищу врожайність насіння гірчиці білої 1,05 т/га забезпечила чизельна система основного обробітку ґрунту на фоні органо-мінерального удобрення, що переважила контроль (полицеву систему) на 0,1 т/га (11%) та аналогічну з найвищим показником на фоні мінерального удобрення на 0,13 т/га (14%). **Висновки.** Плоскорізна та чизельна системи на фоні органо-мінерального удобрення за урожайністю переважали контроль на 11% та 17% і аналогічні на фоні мінерального удобрення на 14%. За показниками економічної ефективності та врожайності гірчиці чизельну систему основного обробітку на 25–27 см на фоні органо-мінерального удобрення із залишенням соломи попередника + N_{10} на 1 т соломи та внесенням мінерального добрива в дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ можна вважати перспективною та найбільш адаптованою до виробництва за погодних умов, що складаються останніми роками. На фоні органо-мінерального удобрення застосування будь-якого безполицевого основного обробітку під гірчицю більш вигідне, ніж найпродуктивнішого на фоні мінерального удобрення. Виробництво гірчиці білої за застосування мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ нерентабельне за усіх систем основного обробітку.

Ключові слова: ефективність, урожайність, удобрення, органо-мінеральне удобрення.

Вступ. Гірчиця біла (*Sinapis alba*) є культурою промислового значення завдяки різноманітному використанню. Її вирощують для отримання високоякісної харчової олії, гірчичного порошку та зеленого корму для тварин. Крім того, гірчицю широко використовують як сидеральну культуру, адже існує проблема зі зниженням родючості ґрунтів та застосуванням мінеральних добрив. Важливе місце вона посідає і в питаннях біологізації землеробства. За останні 10 років попит на насіння гірчиці білої на внутрішньому та міжнародному ринках постійно зростає. Площі посівів її в Україні з року в рік збільшуються. При існуючих цінах на товарне насіння гірчиці понад

350 дол. США за 1 т, господарства в умовах ринкових відносин мають постійне й надійне джерело фінансових доходів [6–12].

Постановка проблеми. На фоні негативних наслідків глобальних змін клімату перед науковцями постає завдання одночасного підвищення врожайності основних сільськогосподарських культур та їхньої стійкості щодо несприятливих чинників навколишнього середовища [6]. Кожне застосування певних елементів технології вирощування культур оцінюється врожайністю. Тому значної актуальності набувають дослідження з розробки таких елементів технології вирощування рослин (у тому числі гірчиці

білої), які дають змогу якомога повніше реалізувати потенціал продуктивності сучасних сортів за різних ґрунтових та погодних умов, а особливо сьогодні, коли внесення мінеральних добрив надто дороге.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними вітчизняних і зарубіжних вчених, гірчиця добре реагує на внесення добрив, забезпечуючи приріст урожаю в межах від 25 до 50%. Тому реалізація її біологічного потенціалу значною мірою визначається необхідною дозою мінеральних добрив [1; 3; 4; 13; 14]. Культура чутлива і до обробітку ґрунту [5]. Підвищення продуктивності гірчиці можливе за рахунок впровадження нових високоврожайних сортів і гібридів у поєднанні з агротехнічними прийомами їх вирощування [4].

Таким чином, в умовах економічного сьогодення та змін клімату виникла необхідність розроблення адаптивних технологій вирощування гірчиці для конкретних погодних умов, спрямованих на оптимізацію продукційного процесу та зростання її продуктивності. Важливо дослідити вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на врожайність гірчиці.

Мета – вивчення впливу тривалого застосування систем основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність гірчиці білої.

Матеріали та методика досліджень. На Хмельницькій державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН впродовж 2018–2021 рр. у стаціонарному досліді вивчали вплив принципово різних систем основного обробітку ґрунту та традиційної та нової систем удобрення на кількісні і якісні показники продуктивності сільськогосподарських культур. Дослідження проводили в 4-пільній сівозміні з таким чергуванням культур: соя, ячмінь ярий, гірчиця біла, пшениця озима. Дози добрив під гірчицю були такими: за мінеральної системи удобрення (фон 1) – $N_{60}P_{60}K_{60}$; за органо-мінеральної системи удобрення (фон 2) – солома ячменю ярого + $N_{10}T$ соломи + $N_{30}P_{30}K_{30}$. Ґрунт – чорнозем опідзолений, середньосуглинковий. Вміст гумусу – 2,62–3,12%, загального азоту – 0,150–0,163%, рухомих фосфатів – 125,0–196,1 і калію – 65,0–72,0 мг на кг ґрунту, рН (сол.) – 6,0–6,5. Розміщення ділянок – систематичне. Облікова площа ділянок – 40 м², повторність досліді – чотириразова. Агротехніка вирощування культур – загальноприйнята для зони за виключенням основного обробітку ґрунту та удобрення. Схема обробітку включала:

Система основного обробітку ґрунту в сівозміні	Спосіб та глибина обробітку під гірчицю білу, см	Знаряддя
Полицева	Оранка – 25–27	ПЛН-3-35
Плоскорізна	Плоскорізний – 25–27	КПГ-2-150
Чизельна	Чизельний – 25–27	ПЧ-2,5 + ПСТ-2,5
Дискова	Дисковий – 10–12	БДТ-7

Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками [2; 8]. Агrometeorологічні умови характеризувались істотним відхиленням від середньобаторічних показників як за кількістю опадів, температурним режимом, так і їх розподілом у період вегетації з тенденцією у бік зростання як кількості опадів, так і температур, але загалом вплив досліджуваних факторів спостерігався стабільно.

Результати та їх обговорення. У середньому за роки досліджень виявлено, що найвищу врожайність гірчиці на фоні мінерального удобрення (0,92 т/га) забезпечила чизельна система основного обробітку ґрунту, що становило 0,03 т/га (3%) приросту до контролю (полицевої системи) (табл. 1). За дискової та плоскорізної систем отримали зниження врожайності від контролю на 22% та 1%, відповідно. На фоні органо-мінерального удобрення найвищу врожайність гірчиці (1,05 т/га) забезпечила чизельна система основного обробітку ґрунту, що сягало 0,15 т/га (17%) приросту до контролю. За дискової системи отримали врожайність порівняно з контролем (0,9 т/га), за плоскорізної – приріст до контролю на 0,1 т/га (11%). Загалом на фоні органо-мінерального удобрення за всіх систем одержали приріст урожайності гірчиці до фону мінерального удобрення 1–30% з найменшим значенням за полицевої та найвищим за дискової. За полицевої системи відбулося неістотне підвищення врожайності (на 0,01 т/га, або 1%).

Найвищу рентабельність (144%) виробництва гірчиці білої забезпечила чизельна система основного обробітку ґрунту на фоні органо-мінерального удобрення (табл. 2).

За показниками економічної ефективності виробництва гірчиці на фоні органо-мінерального удобрення всі системи основного обробітку виявилися ефективнішими за найурожайнішу на мінеральному фоні. Загалом за рентабельністю перевага фону органо-мінерального удобрення над мінеральним за всіх систем основного обробітку становила 37–64%. Основна причина цього – високі ціни на мінеральні добрива.

Таблиця 1. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність гірчиці білої, т/га, 2018–2021 рр.

Система обробітку (фактор А)	2018	2019	2020	2021	Середня	± до контролю		± до фону 1	
						т/га	%	т/га	%
Мінеральне удобрення (фон 1) (фактор В)									
Полицева (контроль)	1,55	0,95	0,54	0,52	0,89	–	–		
Плоскорізна	1,28	1,14	0,55	0,54	0,88	– 0,01	– 1		
Чизельна	1,45	1,05	0,60	0,57	0,92	0,03	3		
Дискова	1,34	1,12	0,48	0,47	0,69	– 0,2	– 22		
Органо-мінеральне удобрення (фон 2)									
Полицева (контроль)	1,23	1,2	0,61	0,57	0,90	–	–	0,01	1
Плоскорізна	1,40	1,39	0,62	0,59	1,0	0,1	11	0,12	14
Чизельна	1,40	1,48	0,69	0,63	1,05	0,15	17	0,13	14
Дискова	1,25	1,33	0,52	0,49	0,90	–	–	0,21	30
НІР ₀₅ А	0,24	0,25	0,04	0,11					
В	0,15	0,18	0,03	0,07					
АВ	0,15	0,18	0,03	0,07					

Нами щороку проводиться структурний аналіз снопів для уточнення показників урожайності культури (табл. 3).

У результаті досліджень підтверджено значний вплив систем основного обробітку та удобрення на ріст і розвиток рослин гірчиці білої. Так, на фоні мінерального удобрення за висотою рослин значно переважає чизельна система (149 см), за полицевої (контроль) висота становить 135 см (зниження висоти за контроль від найбільшої – 9%) за дискової – зниження на 14 см (-9%), за плоскорізної – на 16 см (-11%).

У такій самій послідовності (від найбільшого до найменшого) розмістились варіанти обробітків із показниками кількості гілок на одній рослині, кількості стручків, кількості насіння в стручку та на рослині, маси насіння з однієї рослини та маси

1000 насінин, за рахунок чого індивідуальна продуктивність рослин загалом відрізнялась між системами обробітку.

На фоні органо-мінерального удобрення згадані показники мають подібну тенденцію розміщення залежно від систем основного обробітку ґрунту з перевагою значень над мінеральним фоном: за висотою рослин на 2–11%, за кількістю пагонів на рослині на – 3–13%, за кількістю стручків – 6–11%, за кількістю насіння в стручку – 1–5%, за кількістю насіння на рослині – 7–16%, за масою насіння з рослини – 10–20%, за масою 1000 насінин – 2–5%.

Отже, між фонами різниця у показниках структури дещо менша, ніж між варіантами обробітків на кожному фоні. Таким чином, культура дуже чутлива до розпушення ґрунту і реагує на це більше, ніж на удобрення.

Таблиця 2. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на основні економічні показники виробництва насіння гірчиці білої (середнє за 2018–2021 рр.)

Системи обробітку	Виробничі витрати, грн/га		Умовно чистий прибуток, грн/га		Рентабельність, %	
	Фон 1	Фон 2	Фон 1	Фон 2	Фон 1	Фон 2
Полицева (контроль)	9225	7589	6766	8320	73	110
Плоскорізна	9066	7432	6434	10021	71	135
Чизельна	9126	7492	7288	10808	80	144
Дискова	9107	7462	5868	8020	64	107

Примітка. Фон 1 – мінеральне удобрення, фон 2 – органо-мінеральне удобрення.

Таблиця 3. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на основні біометричні показники елементів структури врожайності рослин гірчиці білої (середнє за 2018–2021 рр.)

Система обробітку	Удобрення	Висота рослини, см	Кількість гілок на одній рослині, шт.	Кількість стручків на одній рослині, шт.	Кількість насіння в одному стручку, шт.	Кількість насіння на одній рослині, шт.	Маса насіння з одної рослини, г	Маса 1000 насіння (розрахункова) г
Полицева	М	136	7,2	172	3,43	589	1,15	1,95
	ОМ	144	7,4	182	3,48	633	1,26	1,99
Плоскорізна	М	133	7,1	170	3,36	571	1,11	1,94
	ОМ	147	8,0	189	3,52	665	1,35	2,03
Чизельна	М	149	7,6	185	3,51	649	1,29	1,99
	ОМ	152	8,2	202	3,54	715	1,47	2,05
Дискова	М	135	7,0	164	3,31	542	1,02	1,88
	ОМ	143	7,3	180	3,44	619	1,22	1,97

Примітка. М – мінеральне удобрення, ОМ – органо-мінеральне удобрення.

ВИСНОВКИ

Найвищу врожайність насіння гірчиці білої 1,05 т/га забезпечила чизельна система основного обробітку ґрунту на фоні органо-мінерального удобрення, що переважала контроль (полицеву систему) на 0,1 т/га (11%) та аналогічну з найвищим показником на фоні мінерального удобрення на 0,13 т/га (14%). Плоскорізна та чизельна системи на фоні органо-мінерального удобрення за врожайністю переважають контроль на 11% і 17% й аналогічні на фоні мінерального удобрення на 14%. За показниками економічної ефективності та врожайності гірчиці чизельну

систему на фоні органо-мінерального удобрення із залишенням соломи попередника + N_{10} на 1 т соломи та внесенням мінерального добрива в дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ можна вважати перспективною та найбільш адаптованою до виробництва за погодних умов, що складаються останніми роками. На фоні органо-мінерального удобрення застосування будь-якого безполицевого основного обробітку під гірчицю більш вигідне, ніж найпродуктивнішого на фоні мінерального удобрення. Виробництво гірчиці білої за застосування мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ нерентабельне за всіх систем основного обробітку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Адамень Ф.Ф., Вишнівський П.С., Терещенко Н.В. Вплив елементів технології вирощування озимого ріпаку на формування його продуктивності. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2000. Вип. 1. С.45–48.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Жеронова Н.П. Вплив елементів технології на продуктивність гірчиці сарепської сорту Світлана. *Науково-технічний бюлетень ІОК УААН*. № 14. 2009. С. 143–149.
4. Журавель В.М., Лях В.О. Мутантна селекція гірчиці сизої та білої. *Науково-технічний бюлетень ІОК УААН*. № 20. 2014. С. 56–61.
5. Кирилук В.П., Кричківський В.М., Ковальчук Н.В. Адаптивна система основного обробітку ґрунту під гірчицю білу (*Sinapis alba*). *Зернові культури*. Т. 5. №1. 2021. С. 125–131.
6. Коваленко О.А., Ковбель А.І. Вплив елементів живлення на стресовий стан польових культур. *Агроном*. 2013. № 2. С. 24–28.
7. Лис Н.М., Боднар О.Й., Ткачук Н.Л. та ін. Вплив мікробіологічних препаратів на продуктивність гірчиці. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вип. 2. С. 143–151.
8. Малієнко А.М. та ін. Методичні рекомендації і програма досліджень по обробітку ґрунту. Київ : Аграрна наука, 2017. 84 с.
9. Петриченко В.Ф., Панасюк Я.Я. Сучасні системи землеробства України: навчальний посібник. Вінниця: ФОП Данилюк В.Г., 2009. 256 с.
10. Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України; за ред. Балюка С.А., Медведєва В.В. Київ: Аграрна наука, 2012. 240 с.

11. Тараріко О.Г. Біологізація та екологізація ґрунтозахисного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 10. С. 5–9.
12. Шикюла М.К. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві, під ред. Шикюли. Київ : Оранта, 1998. 680 с.
13. Чехов А.В., Жернова Н.П. Технологічні аспекти вирощування гірчиці білої в умовах Південного Степу України. *Науково-технічний бюлетень ІОК УААН*. № 14. 2009. С. 238–247.
14. Brugger G. Biologischer jder unbiologischer fundbau. *Der. Fonderungsjenst*. 1976. S. 181–186.

REFERENCES

1. Adamen F.F., Vyshnivskiy P.S., Tereshchenko N.V. (2000). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya ozymoho ripaku naformuvannya yoho produktyvnosti [Influence of elements of technology of cultivation of winter rape on formation of its productivity. Influence of elements of technology of cultivation of winter rape on formation of its productivity]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAN, I*, 45–48 [in Ukrainian].
2. Dospiekhov B.A. (1985). *Metodyka polevoho oputa* [Methods of field experience]. M.: Ahropromyzdat. 351 p. [in Russian].
3. Zheronova N.P. (2009). Vplyvav elementiv tekhnolohii na produktyvnist hirchytisi sarepskoi sorty Svitlana [Influenced by elements of technology on the productivity of mustard Sarep variety Svetlana]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IOK UAAN, 14*, 143–149 [in Ukrainian].
4. Zhuravel V.M., Liakh V.O. (2014). Mutantna selektsiia hirchytisi syzoi ta biloi. [Mutant selection of gray and white mustard]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IOK UAAN, 20*, 56–61 [in Ukrainian].
5. Kyrylyuk V.P., Krychkiivskiy V.M., Kovalchuk N.V. (2021). Adaptivna systema osnovnoho obrobittu ґрунту pid hirchytisiu bilu (*Sinapis alba*) [Adaptive system of basic tillage for white mustard (*Sinapis alba*)]. *Zernovi kultury, 5, 1*, 125–131 [in Ukrainian].
6. Kovalenko O.A., Kovbel A.I. (2013). Vplyv elementiv zhyvlennia na stresovyi stan polovykh kultur [Influence of nutrients on the stress of field crops]. *Ahronom, 2*, 24–28 [in Ukrainian].
7. Lys N.M., Bodnar O.Y., Tkachuk N.L. ta in. (2015). Vplyv mikrobiolohichnykh preparativ na produktyvnist hirchytisi [Influence of microbiological preparations on mustard productivity]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN», 2*, 143–151 [in Ukrainian].
8. Maliienko A.M. ta in. (2017). *Metodychni rekomendatsii i prohramma doslidzhen po obrobittu hruntu* [Methodical recommendations and research program on tillage]. Kyiv : Ahrarna nauka. 84 p. [in Ukrainian].
9. Petrychenko V.F., Panasiuk Ya.Ya. (2009). *Suchasni systemy zemlerobstva Ukrainy: Navchalnyi posibnyk* [Modern systems of agriculture of Ukraine: Textbook]. Vinnytsia: FOP Danyliuk V.H. 256 s. [in Ukrainian].
10. *Stratehiia zbalansovanoho vykorystannia, vidtvorennia i upravlinnia ґруntovymy resursamy Ukrainy; za red. Baliuka S.A., Medvedieva V.V. (2012).* [Strategy of balanced use, reproduction and management of soil resources of Ukraine]. K.: Ahrarna nauka. 240 s. [in Ukrainian].
11. Tarariko O.H. (1999). *Biologizatsiia ta ekolohizatsiia ґруntozakhysnoho zemlerobstva*. [Biologization and greening of soil-protective agriculture]. *Visnyk ahrarnoi nauky, 10*, 5–9 [in Ukrainian].
12. Shykula M.K. (1998). *Vidtvorennia rodiuchosti ґруntiv u ґруntozakhysnomu zemlerobstvi, pid. red. Shykuly.* [Reproduction of soil fertility in soil protection agriculture]. K.: Oranta. 680 s. [in Ukrainian].
13. Chekhov A.V., Zhernova N.P. (2009). *Tekhnolohichni aspekty vyroshchuvannya hirchytisi biloi v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy.* [Technological aspects of growing white mustard in the southern steppe of Ukraine]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IOK UAAN, 14*, 238–247 [in Ukrainian].
14. Brugger G. (1976). *Biologischer jder unbiologischer fundbau* [Biologischer jder unbiologischer fundbau]. *Der. Fonderungsjenst*. S. 181–186.

Kyrylyuk V.P., Krychkiivskyy V.M.

Modern adaptive systems of basic main tillage under white mustard

Aim. To study the effect of long-term use of the primary soil treatment and fertilization systems on the yield of white mustard. The results of research of the impact of basic soil treatment and fertilizer systems on yield and economic efficiency of white mustard production in the Forest-Steppe zone of Ukraine are presented in order to identify the most effective, adapted to natural and climatic conditions in recent years. **Methods.** The research was

conducted during 2018–2021 in a stationary two-factor field experiment, which includes 4 alternative systems of basic soil treatment (shelf, flat, chisel, disk) and two fertilizer systems: mineral (background 1) – $N_{60}P_{60}K_{60}$ and organo-mineral) – predecessor straw + N_{10} per 1 t of straw + $N_{30}P_{30}K_{30}$ in short-rotation 4-field crop rotation with the following alternation of crops: soybean, spring barley, white mustard, winter wheat. **Results.** It was found that the highest yield of white mustard seeds 1.05 t / ha was provided by the chisel system of basic tillage against the background of organo-mineral fertilizer, which exceeded the control (shelf system) by 0.1 t/ha (11%) and similar to the highest rate against the background of mineral fertilizers by 0.13 t/ha (14%). **Conclusion.** Flat-cut and chisel systems on the background of organo-mineral fertilizer in terms of yield prevailed control by 11% and 17% and similar on the background of mineral fertilizer by 14%. In terms of economic efficiency and yield of chisel mustard. The system on the background of organo-mineral fertilizer with the predecessor leaving straw + N_{10} per ton of straw and application of mineral fertilizer at a dose of $N_{30}P_{30}K_{30}$ can be considered promising and most adapted to production in weather and climatic conditions in recent years. Against the background of organo-mineral fertilizer, the use of any shelf-free main treatment for mustard is more profitable than the most productive against the background of mineral fertilizer. Production of white mustard with the use of mineral fertilizers at a dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$ is unprofitable for all systems of basic cultivation.

Key words: efficiency, productivity, fertilizer, organo-mineral.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Кирилюк В.П., кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, e-mail: hdsdgs@ukr.net, тел. 0680322783, ORCID: 0000-0001-5771-8142

Кричківський В.М., науковий співробітник, Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, e-mail: hdsdgs@ukr.net, тел. 0979053792, ORCID: 0000-0002-2344-4394

Kyrylyuk V.P., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Khmelnytsky State Agricultural Research Station of the Institute of Feed and Agriculture of Podillya NAAS, e-mail: hdsdgs@ukr.net, ph. 0680322783, ORCID: 0000-0001-5771-8142

Krychkivskyy V. M., researcher, Khmelnytsky State Agricultural Research Station of the Institute of Feed and Agriculture of Podillya NAAS, e-mail: hdsdgs@ukr.net, ph. 0979053792, ORCID: 0000-0002-2344-4394

Надійшла 07.07.2022