

УДК 631.524.84 / 582: 631.874.4 : 633.844.3

Продуктивність і удобрювальна цінність післяжнивної гірчиці білої на зелене добриво залежно від попередників, систем основного обробітку і удобрення

Примак І.Д. , Панченко О.Б., Панченко І.А., Федорук Ю.В. ,Образій С.В. , Войтовик М.В., Присяжнюк Н.М.*Білоцерківський національний аграрний університет*

Примак І.Д., Панченко О.Б., Панченко І.А., Федорук Ю.В., Образій С.В., Войтовик М.В., Присяжнюк Н.М. Продуктивність і удобрювальна цінність післяжнивної гірчиці білої на зелене добриво залежно від попередників, систем основного обробітку і удобрення. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 124–136.

Prymak I., Panchenko O., Panchenko I., Fedoruk Y., Obrazhyi S., Voytovyk M., Prisyazhnyuk N. Productivity and fertilizer value of white mustard on green fertilizer depending on preparators, main processing systems and processing. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 124–136.

Рукопис отримано: 21.10.2021 р.

Прийнято: 05.11.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-124-136

Трирічні (2019–2021 рр.) дослідження в стаціонарній польовій зерно-просапній п'ятипольній сівозміні на чорноземі типовому малогумусному середньосуглинковому дослідного поля Білоцерківського НАУ вказують на вищу продуктивність гірчиці білої на зелене добриво за сівби після пшениці озимої, ніж ячменю ярого.

За безполіцевого і систематичного мілкого обробітку в сівозміні вона істотно знижує урожай і суху масу коріння. Після ярого попередника маса сидерату істотно вища, а після озимого – неістотно нижча за диференційованого, ніж поліцевого обробітку в сівозміні. За чизельного і особливо постійного мілкого обробітку в сівозміні ефективність добрив з підвищенням норм їх внесення знижується.

Із підвищенням норм добрив темпи наростання надземної маси вищі, ніж кореневої системи. Вони зазвичай нижчі за сівби капустиної рослини після ячменю ярого, ніж пшениці озимої. Суха маса кореневих решток гірчиці білої після озимої культури майже на одному рівні за поліцевого і поліцево-безполіцевого обробітку, а після ярої – істотно вища за диференційованого обробітку, ніж на контролі. За вказаних попередників суха маса кореневих решток післяжнивної рослини в орному шарі ґрунту становила відповідно 3,03 і 2,59 т/га.

Приріст вмісту гумусу в орному шарі за поліцевого, безполіцевого, диференційованого і дискового обробітків у сівозміні становив відповідно 532, 503, 525 і 474 кг/га за сівби досліджуваної культури після пшениці озимої та 453, 403, 488 і 393 кг/га – після ячменю ярого.

На дату сівби капустиної рослини після пшениці озимої запаси доступної вологи у верхньому шарі ґрунту за безполіцевого обробітку істотно нижчі, а за диференційованого – істотно вищі, ніж на контролі. За сівби гірчиці білої після ячменю ярого цей показник найнижчий за поліцевого, а найвищий – за поліцево-безполіцевого обробітку в сівозміні.

Ключові слова: ґрунт, сівозміна, гірчиця біла, обробіток, добрива, попередники, урожай, кореневі рештки.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Один з найпоширеніших видів деградації сільськогосподарських земель – дегуміфікація ґрунтів. Упродовж 2006–2010 і 2011–2015 рр. щорічні втрати ґрунтового гумусу в Україні становили відповідно 0,40–0,53 і 0,13 т/га [1]. Вміст гумусу в орному шарі становив 4,17 % у 1882 р., 3,64 – 1961, 3,23 – 1991 і 3,16 % – у 2015 р., тобто за 133 роки він зменшився на 1,01 %, зокрема у Лісостепу на 1,3 % [2]. Щорічно рілля держави втрачає до 29 млн т

гумусу, вартість якого становить 5,7 млрд доларів [3].

Чому ж така увага науковців і виробників прикута саме до проблеми гумусу? Насамперед через те, що в ньому зосереджено 95–98 % ґрунтового азоту, 80 – сірки, 60 – фосфору, а частка його становить 80–90 % і більше загального вмісту органічної речовини у мінеральних ґрунтах. Крім того, 50–60 % азоту, який відчувається з ґрунту врожайми культурних рослин, гумусового походження, тобто це азот гумусу [4].

Навіть за повного забезпечення сільськогосподарських культур мінеральним азотом, формування урожаю на 40–50 % відбувається завдяки азоту гумусових речовин [4].

Отже, важливе значення органічної речовини ґрунту полягає насамперед у тому, що без зв'язування азоту в органічній формі неможливий його бездефіцитний баланс у ґрунті. Водночас забезпечити рослини мінеральним азотом, особливо за високого рівня урожаїв, неможливо лише мінеральними добривами. Створення бездефіцитного, і тим паче додатного балансу органічної речовини і азоту в ґрунті та максимально повне забезпечення рослин цим елементом нерозривно пов'язані, і є обов'язковою умовою екологічно безпечного високопродуктивного рільництва [5].

Застосування винятково мінеральних добрив, навіть за найбільшого надходження в ґрунт рослинних решток, не забезпечує повної компенсації азоту, що утворюється за мінералізації органічної речовини ґрунту і виноситься з нього господарським урожаєм. Якщо виключити повторне повернення в ґрунт цієї частини поживних речовин у формі гною чи інших органічних добрив, то навіть за інтенсивного застосування мінеральних туків баланс азоту ґрунту буде від'ємним.

Важливим джерелом наповнення ґрунту органічною речовиною і забезпечення врівноваженого чи додатного балансу гумусу в сучасному землеробстві є широке впровадження зелених добрив, особливо в післяжнивних і післяжнивних посівах.

Однак наразі залишаються невирішеними багато елементів технології обробітку ґрунту під післяжнивні сидерати. Часто не відповідає вимогам адаптивного і органічного землеробства і система їх удобрення [6].

Післяжнивний період набагато коротший післяжнивний. Рослини в цей період менше забезпечені ґрунтовою вологою, що ускладнює отримання дружних, повних і вирівняних сходів післяжнивних культур. За таких умов актуальним є питання раціонального використання кожного дня липня і збереження ґрунтової вологи після збирання основної культури. У зв'язку з цим механічний обробіток ґрунту під післяжнивні посіви є найбільш відповідальним агрозаходом, від якого здебільшого залежить їх продуктивність і ефетивність добрив.

Обробляють поля під післяжнивні культури в Лісостепу зазвичай на глибину 8–10 см важкими дисковими боронами. У вологі роки, коли під час збирання основної культури ґрунт надмірно ущільнюється, проводять дворазове дискування цими знаряддями. Рекомендовано

одночасно з луценням поле боронувати і коткувати. Дуже висушений ґрунт після збирання попередника обробляють безполицевими знаряддями на глибину 20–22 см. Допускається навіть пряма сівба післяжнивних культур [7].

Важкі і середні за гранулометричним складом ґрунти у підзоні достатнього зволоження Лісостепу, особливо на зрошуваних масивах земель та в роки з великою кількістю опадів, орють плугами з передплужниками з одночасним боронуванням і коткуванням [7].

Дерново-підзолисті легкі пилуваті суглинки Полісся під післяжнивні капустині культури пропонують обробляти на глибину 10–12 см дисковими боронами. Урожай культур на цих ґрунтах майже однаковий за дискування і оранки. А на дерново-підзолистих зв'язних супіщаних ґрунтах оранка ефективніша за поверхневий чи мілкий обробіток дисковими знаряддями [8].

Вчені Уманського національного університету садівництва вказують, що в отриманні високої продуктивності післяжнивних посівів визначальною є якість, а не глибина обробітку ґрунту. Оскільки післяжнивні сидерати висівають негайно після збирання попередника, то верхній шар ґрунту має бути ретельно розпушеним, а нижній – містити ущільнений прошарок, що виконує функцію насінневого ложа. Науковці рекомендують пряму сівбу стерньовими сівалками слідом за збиранням основної культури, однак вказують і на можливість використання для підготовки ґрунту під посів післяжнивних рослин дискових і лемішних лушильників, плоскорізів у агрегаті з голчастими боронами, чизель-культиваторів, а в окремих випадках і фрезерних знарядь [9].

Вчені Херсонського НАУ пропонують післяжнивну сою висівати на стерні попередника [10]. У досліджах Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції та ННЦ «Інститут землеробства НААН» постійний поверхневий обробіток у польовій зернопросапній сівозміні забезпечував стійке поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту, а чорноземи опідзолені сильно реградовані виявилися схильними до мінімізації механічного обробітку ґрунту [11]. Наукові також відмічають майже рівноцінну продуктивність п'ятипольної сівозміни за систематичної оранки і поверхневого обробітку, однак після припинення постійної оранки необхідно 5–6 років для отримання оптимальної будови орного шару (0–30 см) чорнозему опідзоленого [12].

Реальним напрямом подолання деградації чорноземних ґрунтів є вдосконалення технології проведення насамперед основного меха-

нічного обробітку. Зазвичай у разі підвищення рівня окультуреності, зокрема поліпшення агрофізичних властивостей і фітосанітарного стану, чутливість чорноземів до інтенсивного обробітку зменшується, а родючість за мінімізації обробітку зростає [13–15].

Ряд вітчизняних науковців рекомендують проводити оранку плугами з передплужниками або двоярусними плугами в разі зниження коефіцієнта структурності верхнього шару ґрунту (0–10 см) до 0,76 і нижче [16].

Результати польових стаціонарних дослідів Національного університету біоресурсів і природокористування України засвідчують, що мінімізація механічного обробітку чорноземів опідзоленого і типового у поєднанні з біологізацією систем удобрення (заміна гною сидератами і соломою) відновлюють родючість ґрунтів (у шарі 0–30 см запаси гумусу зростають на 4–16 т/га). На чорноземах типових науковці рекомендують різноглибинний безполицевий обробіток, а опідзолених – безполицевий з періодичною оранкою [17].

Доцільність проведення оранки один раз на 4–5 років ротації польових сівозмін та поверхневого (6–8) чи мілкого (8–12 см) обробітків під післяжнивні капустияні сидерати на чорноземах типових глибоких середньосуглинкових доводять і багаторічні стаціонарні дослідів в Київській області [18, 19]. Вчені Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН» рекомендують під післяжнивні сидерати обробіток важкими дисковими боронами з боронуванням голчастими боронами БИГ-3А або іншими знаряддями за підвищеної швидкості і коткування ґрунтів важкого і середнього

гранулометричного складу. За умов достатнього зволоження пропонують висівати насіння сидеральної культури у стерню, а потім дискувати на 6–8 см [20].

Мета дослідження – встановити методом стаціонарного польового досліду вплив чотирьох систем основного обробітку ґрунту і чотирьох систем удобрення в сівозміні на продуктивність післяжнивної гірчиці білої, удобрювальну цінність її як сидеральної культури та запаси доступної вологи в полях її вирощування.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження виконували впродовж 2019–2021 рр. на чорноземі типовому глибокому малогумусному дослідного поля Білоцерківського НАУ. Схемою досліду передбачено вивчення чотирьох систем основного обробітку (табл. 1) і чотирьох систем удобрення (табл. 2) агрофітоценозів п'ятипільної сівозміни, що передбачали нульовий рівень – без добрив, перший – 8 т гною + $N_{76}P_{64}K_{57}$, другий – 12 т гною + $N_{95}P_{82}K_{72}$ і третій – 16 т гною + $N_{112}P_{100}K_{86}$ на один гектар ріллі.

Повторність у досліді триразова. Повторення розміщені на площі (території) суцільно, систематично, ділянки першого порядку (варіанти обробітку) послідовно в один ярус, а другого (варіанти удобрення) – послідовно в чотири яруси. Площа елементарних ділянок: посівна – 171 м², облікова – 112 м². Площа одного поля сівозміни (без захисних смуг) – 7835,5 м².

Мінеральні туки (аміачну селітру, гранульований суперфосфат, калійну сіль) вносили вручну.

Таблиця 1 – Системи основного обробітку ґрунту в сівозміні

№ поля	Культура сівозміни	Варіанти основного обробітку ґрунту*			
		1 полицевий (контроль)	2 безполицевий (чизельний)	3 полицево- безполицевий (диференційований)	4 мілкий (дисківання)
		Глибина (см) і засоби обробітку			
1	Соя	16–18 (о.)	16–18 (г.)	16–18 (г.)	10–12 (д.б)
2	Пшениця озима + гірчиця біла на сидерат	10–12 (д.б.)	10–12 (г.)	10–12 (д.б)	10–12 (д.б)
3	Соняшник	25–27 (о.)	25–27 (г.)	25–27 (о.)	10–12 (д.б)
4	Ячмінь ярий + гірчиця біла на сидерат	10–12 (д.б)	10–12 (г.)	10–12 (д.б)	10–12 (д.б)
5	Кукурудза	25–27 (о.)	25–27 (г.)	25–27 (г.)	10–12 (д.б)

Примітка* о. – оранка плугом; г – глибокорозпушувач ГР-3,4; д.б. – дискова борона.

Таблиця 2 – Системи удобрення культур польової зернопрорасної сівозміни

№ поля	Культури сівозміни	Рівень удобрення	Гній т/га	Мінеральні добрива, кг/га д.р.																		
				Всього			Основне удобрення			Під передпосівну культивувацію			Рядкове удобрення			Підживлення						
				N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K				
1	Соя	0																				
		1		30	40	30		40	30	30												
		2		40	60	40		60	40	40												
		3		60	80	60		80	60	60												
2	Пшениця озима	0																				
		1		100	70	50	30	70	50									70				
		2		125	90	70	30	90	70										95			
		3		150	110	80	30	110	80										120			
	Гірчиця біла на сидерат	0																				
		1		15	15	15	15	15	15													
		2		15	15	15	15	15	15													
3	Соняшник	0																				
		1	20	50	50	35	50	50	35													
		2	30	80	80	50	80	80	50													
		3	40	100	100	70	100	100	70													
4	Ячмінь ярий	0																				
		1		50	40	40		40	40	50												
		2		60	50	50		50	50	60												
		3		70	60	60		60	60	70												
	Гірчиця біла на сидерат	0																				
		1		15	15	15	15	15	15													
		2		15	15	15	15	15	15													
5	Кукурудза	0																				
		1	20	120	90	100		80	100	120					10							
		2	30	140	100	120		90	120	140					10							
		3	40	150	120	130		110	130	150					10							
На 1 га сівозміни	0																					
	1	8	76	64	57	22	62	57	40					2			14					
	2	12	95	82	72	28	80	72	48					2			19					
	3	16	112	100	86	32	98	86	56					2			24					

Гірчицю білу сорту Кароліна висівали в третій декаді липня, а зелену масу заробляли у фазі цвітіння (друга – третя декада жовтня).

Втрати гумусу з ґрунту розраховували за виносом ґрунтового азоту сидеральною культурою. За розрахунку гумусового балансу приймали, що 60 % азоту, який виноситься з ґрунту зеленою масою гірчиці білої, гумусового походження, тобто це азот гумусу.

Оскільки вміст азоту в гумусі становить приблизно 5 %, множенням показника витрати ґрунтового азоту на 20 розраховували мінералізацію гумусу, враховуючи гранулометричний склад ґрунту і вид досліджуваної культури [21]. Кореневі рештки визначали за методом Н.З. Станкова [22]; вологість ґрунту – ваговим, а запаси доступної ґрунтової вологи – розрахунковим (різниця між загальною вологістю і вологістю в'янення рослин) методами [23]; вміст азоту у зеленій масі сидерату – за Кьельдалем, фосфору – фотометричним, калію і кальцію – полуменево-фотометричним методом [23].

Результати дослідження та обговорення. В обох полях сівозміни продуктивність гірчиці білої на зелене добриво істотно нижча за безполицевого і постійного мілкого обробітку в сівозміні, порівнюючи з контролем.

За сівби сидеральної культури після пшениці озимої маса заробленого сидерату в ґрунт нижча за диференційного, ніж полицевого, обробітку, однак ця різниця не досягала статистично значущих величин. Водночас із підвищенням норми внесення добрив у сівозміні вона зростала. Так, на неудообрених ділянках, удообрених першою (8 т/га гною $+N_{76}P_{64}K_{57}$), другою (12 т/га гною $+N_{95}P_{82}K_{72}$) і третьою (16 т/га гною $+N_{112}P_{100}K_{86}$) нормами добрив у сівозміні різниця в продуктивності капустиної культури між цими варіантами обробітку досягла відповідно 0,38; 0,49; 0,65 і 0,81 т/га за величини $НІР_{0,05}$ 0,98 т/га (табл. 3).

За безполицевого обробітку в сівозміні цей показник зменшився відповідно на 1,23; 1,45; 1,67 і 1,84 т/га, а дискового – 1,55; 1,79; 1,97 і 2,13 т/га порівняно з контролем. Отже, за чизельного і особливо систематичного мілкого обробітку в сівозміні ефективність добрив з підвищенням норм їх внесення знижується.

Аналогічна закономірність простежується і за полицево-безполицевого обробітку, однак не так виразно.

Продуктивність сидеральної культури після ячменю ярого на неудообрених ділянках, удообрених першою, другою і третьою нормами добрив у сівозміні за безполицевого обро-

бітку зменшилася відповідно на 1,33; 1,59; 1,79 і 1,96 т/га, мілкого – 1,64; 1,88; 2,07 і 2,20 т/га та підвищилася за диференційованого на 1,45; 1,34; 1,27 і 1,19 т/га, порівнюючи з контролем, за величини $НІР_{0,05}$ 0,87 т/га.

Отже, за сівби гірчиці білої після ячменю ярого її продуктивність істотно зростає за полицево-безполицевого та знижується за чизельного і мілкого, ніж полицевого, обробітку в сівозміні. За підвищення рівня внесених добрив у сівозміні їх ефективність зменшується за безполицевого і дискового обробітку.

У середньому за варіантами досліду продуктивність гірчиці білої за сівби після пшениці озимої і ячменю ярого становила відповідно 18,32 і 15,57 т/га за полицевого обробітку, 16,77 і 13,90 – безполицевого, 17,74 і 16,88 – полицево-безполицевого, 16,46 і 13,62 т/га – за мілкого обробітку в сівозміні.

Цей показник після згаданих вище попередників зменшився відповідно на 8,5 і 10,7 % за чизельного і 10,2 та 12,5 % за дискового, ніж полицевого обробітку в сівозміні. За диференційованого обробітку, порівнюючи з контролем, він знизився на 3,2 % за сівби після пшениці озимої та підвищився на 8,4 % – після ячменю ярого.

Разом із зеленою масою сидеральної культури до ґрунту надходять кореневі рештки, які також є джерелом гумусу. За даними дослідження, частка гумусу, що утворюється з корневих решток, становить 46–48 %, а решта (52–54 %) – з надземної маси капустиної рослини (табл. 3).

Із підвищенням рівня удообрення у сівозміні збільшується надземна і підземна маса гірчиці білої, однак темпи наростання першої вищі, ніж другої. Збільшення маси корневих решток не прямо пропорційне приросту зеленої маси. Заразом усі агротехнічні заходи, спрямовані на підвищення урожайності сидеральної культури, мають позитивний вплив на розвиток кореневої системи рослин і в такий спосіб сприяють зростанню кількості рослинних решток і ґрунтової родючості.

Так, за внесення першої, другої і третьої норм добрив у сівозміні приріст надземної маси гірчиці білої після пшениці озимої становив відповідно 80,0; 121,9; 141,3 % і кореневої – 67,4; 107,2; 124,3 % порівняно з неудообреними ділянками за полицевого обробітку; 88,9; 134,2; 154,3 і 75,2; 118,2; 135,8 % – безполицевого; 82,1; 123,9; 142,4 і 68,5; 108,4; 125,8 % – полицево-безполицевого; 92,1; 139,6; 160,6 і 77,0; 122,4; 142,8 % – за дискового обробітку.

Таблиця 3 – Продуктивність гірчиці білої на зелене добриво і баланс гумусу в орному шарі ґрунту залежно від попередників, систем основного обробітку і удобрення в сівозміні

Попередник	Основний обробіток в сівозміні	Рівні удобрення в сівозміні	Продуктивність, т/га	Втрати гумусу з ґрунту, кг/га				Кореневі рештки, т/га	Утворилось гумусу (кг/га) з:		Додатний баланс гумусу, кг/га
				винос азоту урожаєм	винос з урахуванням культури і гранулометричного складу	винос азоту завдяки мінералізації гумусу	мінералізація гумусу		зеленої маси	кореневих решток	
Пшениця озима	Полицевий (контроль)	0	9,86	27,6	22,1	13,3	266,0	1,81	296	272	302
		1	17,75	49,7	39,8	23,9	478,0	3,03	533	455	510
		2	21,88	61,3	49,0	29,4	588,0	3,75	656	563	631
		3	23,79	66,6	53,3	32,0	640,0	4,06	714	609	683
	Безполицевий	0	8,63	24,2	19,4	11,6	232,8	1,65	259	248	274
		1	16,30	45,6	36,5	21,9	438,0	2,89	489	433	484
		2	20,21	56,6	45,3	27,2	543,6	3,60	606	540	602
		3	21,95	61,5	49,2	29,5	590,4	3,89	658	583	651
	Диференційованих	0	9,48	26,5	21,2	12,7	254,4	1,78	284	267	297
		1	17,26	48,3	38,6	23,2	463,2	3,00	518	450	505
		2	21,23	59,4	47,5	28,5	570,0	3,71	637	556	623
		3	22,98	64,3	51,4	30,8	616,8	4,02	689	603	675
	Постійний мілкий	0	8,31	23,3	18,6	11,2	223,2	1,52	249	228	254
		1	15,96	44,7	35,8	21,5	429,6	2,69	479	403	452
		2	19,91	55,7	44,6	26,8	535,2	3,38	597	507	569
		3	21,66	60,6	48,5	29,1	582,0	3,69	650	553	621
Ячмінь ярий	Полицевий (контроль)	0	8,83	24,7	19,8	11,9	237,6	1,62	265	243	270
		1	14,10	39,5	31,6	19,0	379,2	2,40	423	360	404
		2	18,26	51,1	40,9	24,5	490,8	3,14	548	471	528
		3	21,09	59,1	47,3	28,4	567,6	3,63	633	544	609
	Безполицевий	0	7,50	21,0	16,8	10,1	201,6	1,38	225	207	230
		1	12,51	35,0	28,0	16,8	336,0	2,12	375	318	357
		2	16,47	46,1	36,9	22,1	442,8	2,82	494	423	474
		3	19,13	53,6	42,9	25,7	514,8	3,28	574	492	551
	Диференційованих	0	10,28	28,8	23,0	13,8	276,0	1,89	308	283	315
		1	15,44	43,2	34,6	20,8	415,2	2,61	463	391	439
		2	19,53	54,7	43,8	26,3	525,6	3,33	586	499	559
		3	22,28	62,4	49,9	29,9	598,8	3,79	668	568	637
	Постійний мілкий	0	7,19	20,1	16,1	9,7	193,2	1,32	216	198	221
		1	12,22	34,2	27,4	16,4	328,8	2,04	367	306	344
		2	16,19	45,3	36,2	21,7	434,4	2,74	486	411	463
		3	18,89	52,9	42,3	25,4	507,6	3,22	567	483	542

Різниця в темпах приросту надземної і підземної маси сидеральної культури за першої, другої і третьої норм добрив у сівозміні порівняно з неудобреними варіантами становила відповідно 12,6; 14,7 і 17,0 % за полицевого обробітку; 13,7; 16,0 і 18,5 % – чизельного; 13,6; 15,5 і 16,6 % – диференційованого; 15,1; 17,2 і 17,8 % – за постійного мілкого обробітку в сівозміні. Отже, із збільшенням рівня добрив цей показник зростає, особливо за дискового обробітку.

Темпи приросту надземної і підземної маси гірчиці білої за сівки після ячменю ярого переважно нижчі. Виняток становили ділянки безполицевого і мілкого обробітку з найвищими нормами добрив у сівозміні, де цей показник майже на одному рівні з капустиною культурою, попередником якої була пшениця озима.

Так, приріст зеленої маси за першої, другої і третьої норм добрив у сівозміні становив відповідно 59,7; 106,8 і 138,8 % за полицевого обробітку, 66,8; 119,6 і 155,1 % – чизельного, 50,2; 90,0 і 116,7 % – полицево-безполицевого, 70,0; 125,2 і 162,7 % – за дискового обробітку порівняно з неудобреними варіантами. Тимчасом зростання маси коріння становило відповідно 48,1; 93,8 і 124,1 % – за полицевого, 53,6; 104,3 і 137,7 % – безполицевого, 38,1; 76,2 і 100,5 % – диференційованого, 54,5; 107,6 і 143,9 % – за систематичного мілкого обробітку в сівозміні. Різниця в прирості зеленої і кореневої маси за першого, другого і третього рівнів удобрення порівняно з неудобреними варіантами становила відповідно 11,6; 13,0 і 14,7 % – за полицевого обробітку, 13,2; 15,3 і 17,4 % – чизельного, 12,1; 13,8 і 16,2 % – полицево-безполицевого, 15,5; 17,6 і 18,8 % – за дискового обробітку. Простежується зростання цього показника за безполицевого і дискового обробітку, що зумовлено гіршими умовами для розвитку і росту кореневої системи, зокрема, ущільненням орного шару ґрунту після збирання основної культури [24].

Маса корневих решток гірчиці білої в орному (0–30 см) шарі ґрунту за сівки після пшениці озимої майже на одному рівні за полицевого і диференційованого обробітку. Різниця не перевищувала 0,04 т/га на користь контролю за величини $HP_{0,05}$ 0,11 т/га. На неудообрених ділянках сівозміни, удообрених першою, другою і третьою нормами добрив, маса корневих решток капустиної рослини за безполицевого обробітку відповідно на 0,16; 0,14; 0,15 і 0,17 т/га, а за дискового – на 0,29; 0,34; 0,37 і 0,37 т/га менша, ніж на контролі.

За сівки капустиної культури після ячменю ярого цей показник за диференційованого об-

робітку на 0,16–0,27 т/га вищий проти контролю за $HP_{0,05}$ 0,12 т/га. Із зростанням рівня внесених добрив ця різниця зменшується.

За чизельного і постійного мілкого обробітку в сівозміні маса коріння гірчиці білої зменшується, причому із підвищенням рівня удобрення різниця між цими варіантами обробітку і контролем зростає. Так, на неудообрених варіантах сівозміни, удообрених першою, другою і третьою нормами добрив, зменшення маси корневих решток становило відповідно 0,24; 0,28; 0,32 і 0,35 т/га за безполицевого та 0,30; 0,36; 0,40 і 0,41 т/га за дискового обробітку порівняно з контролем.

За сівки гірчиці білої після пшениці озимої і ячменю ярого маса корневих решток становила відповідно (середнє за варіантами досліду) 3,16 і 2,70 т/га за полицевого обробітку, 3,01 і 2,40 – чизельного, 3,13 і 2,91 – полицево-безполицевого, 2,82 і 2,33 т/га – за мілкого обробітку в сівозміні. Середнє значення цього показника за вказаних вище попередників становило відповідно 3,03 і 2,59 т/га.

Мінералізація ґрунтового гумусу за сівки сидеральної культури після пшениці озимої і ячменю ярого становила відповідно 493,0 і 418,8 кг/га за полицевого обробітку, 451,2 і 373,8 – безполицевого, 476,1 і 453,9 – диференційованого, 442,5 і 366,0 кг/га – за дискового обробітку в сівозміні. Утворилося гумусу із зеленої маси і корневих решток гірчиці білої за вказаних вище систем обробітку відповідно 1024,8 і 871,8; 954,0 і 777,0; 1001,0 і 941,6; 916,6 і 758,5 кг/га.

Баланс ґрунтового гумусу на всіх варіантах досліду додатний. За згаданих вище систем обробітку приріст вмісту гумусу в орному шарі становив відповідно 532, 503, 525 і 474 кг/га за сівки культури після пшениці озимої та 453, 403,488 і 393 кг/га після ячменю ярого.

На дату сівки гірчиці білої після пшениці озимої запаси доступної вологи у верхньому (0–10 см) шарі ґрунту на неудообрених і удообрених ділянках за безполицевого обробітку істотно нижчі (відповідно на 1,2 і 1,6 мм), а за диференційованого – істотно вищі (на 1,3 і 1,8 мм), ніж на контролі. За дискового обробітку цей показник нижчий проти полицевого на 0,8 і 1,1 мм, однак він не перевищував $HP_{0,05}$ (табл. 4).

В орному шарі ґрунту запаси доступної вологи на удообрених і неудообрених варіантах істотно нижчі за чизельного (на 3,1 і 4,8 мм відповідно) і мілкого (3,6 і 5,2 мм) обробітків, а за полицево-безполицевого вони на 1,4 і 2,3 мм вищі проти контролю.

Таблиця 4 – Зміна запасів доступної ґрунтової вологи в полях гірчиці білої за різних попередників, систем основного обробітку і удобрення в сівозміні, мм

Попередник	Основний обробіток в сівозміні	Рівні удобрення	Сівба культури			Заробка сидерату в ґрунт			
			шар ґрунту, см						
			0–10	0–30	0–100	0–10	0–30	0–100	
Пшениця озима	Полицевий (контроль)	0	11,8	42,3	94,8	6,1	24,4	74,3	
		3	9,7	38,4	85,9	5,2	19,7	63,9	
	Безполицевий	0	10,6	39,2	87,0	7,2	28,2	80,1	
		3	8,1	33,6	76,8	6,2	22,1	68,6	
	Диференційований	0	13,1	43,7	98,0	5,4	22,3	70,6	
		3	11,5	40,7	90,0	4,4	17,9	60,7	
	Постійний мілкий	0	11,0	38,7	89,2	7,1	28,5	79,8	
		3	8,6	33,2	78,6	6,1	22,8	68,8	
	НІР _{0,05}			1,2	2,6	5,1	0,9	2,3	4,5
	Ячмінь ярий	Полицевий (контроль)	0	10,3	38,7	108,4	7,8	28,1	67,8
			3	9,1	36,5	103,1	6,6	23,6	64,0
		Безполицевий	0	11,2	36,0	99,8	9,2	32,2	73,2
3			10,2	33,1	92,4	7,8	27,1	68,2	
Диференційований		0	11,8	41,3	115,6	6,2	24,5	63,3	
		3	10,9	39,8	113,5	5,2	21,0	60,2	
Постійний мілкий		0	11,0	35,7	100,9	9,1	31,8	72,1	
		3	10,1	32,9	93,3	8,1	26,8	67,9	
НІР _{0,05}			1,3	2,4	6,2	1,2	2,6	3,8	

У метровому шарі ґрунту спостерігалася аналогічна закономірність: за нульового і третього рівня удобрення в сівозміні цей показник зменшився відповідно на 8,2 і 10,6 % за полицевого, 5,9 і 8,5 % – дискового обробітків, а за диференційованого – підвищився на 3,4 і 4,8 %.

На дату зароблення зеленої маси гірчиці білої в ґрунт (попередник – пшениця озима) запаси доступної вологи у досліджуваних шарах чорнозему типового істотно вищі за чизельного і систематичного мілкого обробітків, а за полицево-безполицевого дещо нижчі (не перевищували НІР), ніж на контролі, що зумовлено відповідною продуктивністю культури за варіантами обробітку. Так, на неудобрених ділянках запаси доступної вологи у верхньому, орному і метровому шарах ґрунту зростали відповідно на 18,0; 15,6 і 7,8 % за безполицевого, 16,4; 16,8 і 7,4 % – дискового обробітків та зменшувалися на 11,5; 8,6 і 5,0 % за диференційованого обробітку в сівозміні.

На дату сівби гірчиці білої після ячменю ярого цей показник у верхньому шарі ґрунту найнижчий за полицевого, найвищий – полицево-безполицевого обробітку. Різниця між ними на удобрених і неудобрених ділянках становила відповідно 1,5 і 1,8 мм, або 14,6 і 19,8 %. За чизельного і постійного мілкого обробітків запаси доступної ґрунтової вологи на 0,7–1,1 мм більші, ніж на контролі, тобто приріст не перевищував величину НІР_{0,05}.

В орному і метровому шарах ґрунту цей показник істотно вищий за диференційованого та істотно нижчий за безполицевого і дискового обробітків, ніж на контролі. Так, на удобрених найвищою нормою добрив варіантах він у зазначених вище шарах ґрунту зростав відповідно на 9,0 і 10,1 % за полицево-безполицевого обробітку і зменшувався на 9,3 і 10,4 % за чизельного та 9,9 і 9,5 % – дискового обробітку порівняно з контролем.

На дату зароблення зеленої маси гірчиці білої в ґрунт, попередником якої був ячмінь

ярий, запаси доступної вологи у всіх досліджуваних шарах ґрунту істотно вищі за обробітку його чизелем і дисковою бороною та істотно нижчі за диференційованого обробітку в сівозміні, ніж на контролі. Ці зміни чітко корелюють з продуктивністю капустиної культури. За цим показником у шарах ґрунту 0–10, 0–30 і 0–100 см полицевий обробіток перевищував полицево-безполицевий відповідно на 1,6; 3,6 і 4,5 мм на неудобрених та 1,4; 2,6 і 3,8 мм – удобрених ділянках. Полицевий обробіток поступився безполицевому у зазначених шарах ґрунту відповідно на 1,2–1,4; 3,5–4,1 і 4,2–5,4 мм. За систематичного мілкого обробітку цей показник у шарах 0–10, 0–30 і 0–100 см ґрунту відповідно на 16,7; 13,2 і 6,3 % на неудобрених та 22,7; 13,6 і 6,1 % – удобрених ділянках вищий, ніж на контролі.

Зменшення запасів доступної ґрунтової вологи на удобрених ділянках порівняно з неудобреними зумовлено вищою продуктивністю основної і проміжної культури. Запаси доступної вологи в орному і метровому шарах ґрунту вищі на неудобрених варіантах порівняно з

удобреними на дату сівби гірчиці білої відповідно на 12,3 і 11,5 % після пшениці озимої та на 6,7 і 5,6 % – після ячменю ярого. На дату зароблення зеленої маси сидеральної культури в ґрунт це зростання після зазначених попередників становило відповідно 25,7 і 16,3 та 18,7 і 6,1 %.

Вміст азоту в зеленій масі гірчиці білої за сівби після пшениці озимої істотно нижчий за безполицевого і дискового обробітків, та майже на одному рівні за диференційованого і полицевого обробітків як на неудобрених, так і на удобрених найвищою нормою ділянках досліджу. За розміщення культури після ячменю ярого істотне зменшення цього показника зафіксовано за мілкого, а на удобрених ділянках і за чизельного обробітку порівняно з контролем. За полицево-безполицевого обробітку отримано вищі показники, ніж на контролі, однак істотних відхилень на неудобрених ділянках не спостерігалось (табл. 5).

Істотної різниці за варіантами обробітку щодо вмісту фосфору в зеленій масі сидерату не виявлено.

Таблиця 5 – Вміст поживних речовин у зеленій масі гірчиці білої за різних попередників, систем обробітку і удобрення, % до сирової маси

Попередник	Основний обробіток в сівозміні	Рівні удобрення в сівозміні	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	
Пшениця озима	Полицевий (контроль)	0	0,31	0,08	0,29	0,36	
		3	0,45	0,14	0,43	0,51	
	Безполицевий	0	0,28	0,07	0,26	0,33	
		3	0,41	0,13	0,39	0,47	
	Диференційований	0	0,29	0,09	0,32	0,39	
		3	0,43	0,15	0,47	0,56	
	Постійний мілкий	0	0,27	0,06	0,24	0,32	
		3	0,40	0,13	0,37	0,46	
	НІР _{0,05}			0,03	0,04	0,05	0,05
	Ячмінь ярий	Полицевий (контроль)	0	0,35	0,07	0,26	0,39
3			0,48	0,13	0,41	0,53	
Безполицевий		0	0,32	0,06	0,23	0,37	
		3	0,43	0,11	0,37	0,50	
Диференційований		0	0,38	0,09	0,30	0,43	
		3	0,53	0,15	0,47	0,59	
Постійний мілкий		0	0,31	0,06	0,22	0,35	
		3	0,43	0,12	0,36	0,47	
НІР _{0,05}			0,04	0,05	0,05	0,06	

За розміщення гірчиці білої після пшениці озимої вміст калію в зеленій масі істотно зменшився за постійного мілкого обробітку порівняно з контролем. За диференційованого обробітку він підвищувався, а за чизельного – знижувався на 0,03–0,04 %, тобто не перевищував НР_{0,05}.

Вміст кальцію у зеленій масі істотно вищий на удобрених ділянках за диференційованого та істотно нижчий за мілкого обробітку за обома попередниками капустиної культури.

На неудобрених ділянках спостерігалася аналогічна тенденція зміни цього показника. За безполицевого обробітку вміст кальцію дещо підвищився порівняно з полицевим.

Добрива сприяли істотному зростанню вмісту в зеленій масі сидерату поживних речовин.

Варто виділити, що вміст азоту, фосфору, калію і кальцію в напівперепрілому гної, який вносили в сівозміні під соняшник і кукурудзу, становив відповідно 0,51; 0,26; 0,58 і 0,13 % від сирової маси

Висновки. Продуктивність гірчиці білої вища за сівки після пшениці озимої, ніж ячменю ярого. За безполицевого і систематичного мілкого обробітку в сівозміні вона істотно знижує урожай і суху масу коріння. Після ярого попередника маса сидерату істотно вища, після озимого – неістотно нижча за диференційованого, ніж полицевого обробітку в сівозміні. За чизельного і особливо постійного мілкого обробітку в сівозміні ефективність добрив з підвищенням норм їх внесення знижується.

Із підвищенням норм добрив темпи наростання надземної маси вищі, ніж кореневої системи. Вони зазвичай нижчі за сівки капустиної рослини після ячменю ярого, ніж пшениці озимої. Суха маса кореневих решток гірчиці білої після озимої культури майже на одному рівні за полицевого і полицево-безполицевого обробітку, а після ярої – істотно вища за диференційованого обробітку, ніж на контролі. За вказаних попередників суха маса кореневих решток післяжнивної рослини в орному шарі ґрунту становила відповідно 3,03 і 2,59 т/га.

Приріст вмісту гумусу в орному шарі за полицевого, безполицевого, диференційованого і дискового обробітків у сівозміні становив відповідно 532, 503, 525 і 474 кг/га за сівки досліджуваної культури після пшениці озимої та 453, 403, 488 і 393 кг/га – після ячменю ярого.

Вміст азоту в зеленій масі гірчиці білої істотно не відрізнявся за полицевого і диференційованого обробітків за сівки капустиної рослини після пшениці озимої, а після ячменю ярого цей показник істотно вищий за полице-

во-безполицевого обробітку удобрених ділянок досліду. Кальцію у сидеральній масі більше за диференційованого обробітку за обома попередниками.

Доступної ґрунтової вологи у верхньому (0–10 см) шарі чорнозему типового на дату сівки післяжнивної культури найбільше за полицево-безполицевого обробітку в сівозміні.

Найвищу агротехнічну ефективність забезпечив диференційований обробіток у сівозміні, що передбачає глибоку (на 25–27 см) культурну оранку в одному полі, а на решті полів – безполицевий і дисковий мілкий (на 10–12 см) обробітки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Періодична доповідь про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України за результатами 9 туру (2006–2010 рр.) агрохімічного обстеження земель / Борщак І.С. та ін. Київ, 2015. 118 с.
2. Балюк С.А., Даниленко А.С., Фурдичко О.І. Звернення до керівництва держави щодо подолання кризової ситуації у сфері охорони земель. Вісник с.-г. науки. 2017. № 11. С. 5–8.
3. Попова О.Л. Оцінка суспільних збитків і розміру відшкодування за погіршення якості сільськогосподарських земель. Економіка України. 2013. № 3(616). С. 47–56.
4. Землеробство: підручник / Примак І.Д. та ін. Вінниця: Твори, 2020. С. 26–29.
5. Панас Р.М. Екологія ґрунтів: навч. посіб. Львів: Новий Світ – 2000, 2020. С. 56–74.
6. Лисянський О.Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. 2018. 25 с.
7. Технологія вирощування сільськогосподарських культур у проміжних посівах Лісостепу України (рекомендації) / Сорока В.І. та ін. Біла Церква, 2020. 38 с.
8. Механічний обробіток ґрунту: історія, теорія, практика: навч. посіб. / Примак І.Д. та ін. Вінниця: Твори, 2019. С. 246–249.
9. Землеробство: підручник / Єщенко В.О. та ін. Київ: Лазурит – Поліграф, 2013. С. 261–263.
10. Ушкаренко В.О., Сухотін А.С. Біоенергетична ефективність вирощування післяжнивної сої залежно від досліджуваних факторів. Таврійський науковий вісник. 2011. 75. С. 109–115.
11. Демиденко О.В. Щільність будови чорнозему опідзоленого за різних систем удобрення і обробітку. Вісник аграрної науки. 2021, 6. С. 5–15.
12. Демиденко О.В. Агрофізичний стан як критерій готовності чорнозему опідзоленого до мінімізації обробітку в агроценозі. Вісник аграрної науки. 2021, 7. С. 15–23.
13. Чуданов І.А. Новые системы обработки черноземных почв в севооборотах Среднего Поволжья. Достижения аграрной науки Урала и пути их реализации в новых условиях производства. Челябинск: ЧНИИСХ, 2005. С. 30–35.
14. Буянкин Н.И., Слесарев В.Н., Красноперов А.Г. Ключевые показатели минимализации обработки. Земледелие. 2004. № 4. С. 14–15.

15. Николаев В.А., Мазиров М.А., Зинченко С.И. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы. Земледелие. 2015. № 5. С. 18–20.

16. Сучасні проблеми оранки як особливого прийому обробітку ґрунту / Адамчук В.В. та ін. Вісник аграрної науки. 2016, 1. С. 5–10.

17. Гумусованість і фізико-хімічні властивості чорноземів Лісостепу за мінімізації обробіток і біологізації системи удобрення / Балаєв А.Д. та ін. Вісник аграрної науки. 2020. № 11. С. 24–29.

18. Цюк О.А. Теоретичне обґрунтування та розробка системи екологічного землеробства в Лісостепу України: автореф. дис. ... доктора с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2014. 41 с.

19. Центило Л.В. Агроєкологічні основи відтворення родючості чорнозему типового та підвищення продуктивності агроценозів Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... доктора с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2020. 41 с.

20. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія / за ред. Я.М. Гадзала, В.Ф. Камінського. Київ: Аграрна наука, 2016. С. 158–159.

21. Органические удобрения: справочник / Попов П.Д. и др. Москва: Агропромиздат, 1988. С. 18–21.

22. Станков Н.З. Корневая система полевых культур. Москва: Колос, 1964. 280 с.

23. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В.О. та ін. Вінниця: ПП “ТД Едельвейс і К”. 2014. С. 175–176, 247–252.

24. Примак І.Д., Панченко О.Б., Панченко І.А. Структурний стан і будова орного шару чорнозему типового за різних систем основного обробітку і удобрення в спеціалізованій сівозміні центрального Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2016, 1–2. С. 12–18.

REFERENCES

1. Borshhak, I.S., Venglins'kyj, M.O., Gavrylyuk, V.B. (2015). Periodychna dopovid' pro stan gruntiv na zemlyax sil'skogospodars'kogo pry'znachennya Ukrainy' za rezul'tatamy' 9 turu (2006–2010 rr.) agrochimichnogo obstezhen'nyya zemel' [Periodic report on the state of soils on agricultural lands of Ukraine according to the results of the 9th round (2006–2010) of agrochemical survey of lands]. Kyiv, 118 p.

2. Balyuk, S.A., Danylenko, A.S., Furdychko, O.I. (2017). Zvernennya do kerivny'cztva derzhavy' shhodo podolannya kry'zovoyi sy'tuaciyi u sferi oxorony' zemel' [Appeal to the state leadership to overcome the crisis in the field of land protection] Visnyk s.-g. nauky [Bulletin of agriculture science], no. 11, pp. 5–8.

3. Popova, O.L. (2013). Ocinka suspil'ny'x zby'tkiv i rozmiru vidshkoduvannya za pogirshennya yakosti sil'skogospodars'ky'x zemel' [Assessment of public losses and the amount of compensation for the deterioration of agricultural land]. Ekonomika Ukrainy' [Ukraine economy], no. 3(616), pp. 47–56.

4. Pry'mak, I.D., Yezerkovs'ka, L.V., Fedoruk, Yu.V. (2020). Zemlerobstvo: pidruchny'k [Agriculture]. Vinnytsia, Works, pp. 26–29.

5. Panas, R.M. (2020). Ekologiya gruntiv: navch. posib. [Soil Ecology]. Lviv, New world – 2000, pp. 56–74.

6. Ly'syans'ky'j, O.L. (2018). Efekty'vnist' udobrennya sy'deral'ny'x kul'tur na chornozemi opidzolenomu Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy': avtoref. dy's. ... kand. s.-g. nauk [Efficiency of green manure fertilization on chernozem podzolic of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: abstract dis. Cand. of Agricultural Science]. Kharkiv, 25 p.

7. Soroka, V.I., Marty'nyuk, I.V., Pry'mak, I.D. (2020). Texnologiya vy'roshhuvannya sil'skogospodars'ky'x kul'tur u promizhny'x posivax Lisostepu Ukrainy' (rekomendaciyi) [Technology of growing agricultural crops in intermediate crops of the Forest-Steppe of Ukraine (recommendations)]. Bila Tserkva, 38 p.

8. Pry'mak, I.D., Kosolap, M.P., Vojtovy'k, V.M. (2019). Mexanichny'j obrobitek gruntu: istoriya, teoriya, prakty'ka: navch. posib. [Mechanical tillage: history, theory, practice]. Vinnytsia, Works, pp. 246–249.

9. Yeshhenko, V.O., Kopy'tko, P.G., Buty'lo, A.P., Opry'shko, V.P. (2013). Zemlerobstvo: pidruchny'k [Agriculture]. Kyiv, Lazury't – Poligraf, pp. 261–263.

10. Ushkarenko, V.O., Suxotin, A.S. (2011). Bioenergety'chna efekty'vnist' vy'roshhuvannya pislyazhny'vnoyi soyi zalezno vid doslidzhuvany'x faktoriv [Bioenergetic efficiency of post-harvest soybean cultivation depending on the studied factors]. Tavrijs'ky'j naukovy'j visny'k [Taurian Scientific Bulletin], 75, p. 109–115.

11. Demy'denko, O.V. (2021). Shhil'nist' budovy' chornozemu opidzolenogo za rizny'x sy'stem udobrennya i obrobittu [Density of chernozem podzolic structure under different fertilizer and tillage systems]. Visnyk agrarnoyi nauky' [Bulletin of Agricultural Science], 6, pp. 5–15.

12. Demy'denko, O.V. (2021). Agrofizy'chny'j stan yak kry'terij gotovnosti chornozemu opidzolenogo do minimizaciyi obrobittu v agrocezozi [Agrophysical condition as a criterion for the readiness of chernozem podzolic to minimize cultivation in the agrocezois]. Visnyk agrarnoyi nauky' [Bulletin of Agricultural Science]. Vol. 7, pp. 15–23.

13. Chudanov, Y'.A. (2005). Nove sy'stemy obrabotky' chernozemnx pochv v sevooborotax Srednego Povolzh'ya [New systems of chernozem soil treatment in crop rotations of the Middle Volga region]. Dosty'zhen'ya agrarnoj nauky' Urala y' puty' y'x realy'zacy'y' v novux uslovy'yax proy'zvodstva [Achievements of agrarian science of the Urals and ways of their realization in new conditions of production]. Chelyabinsk, ChNIISH, pp. 30–35.

14. Buyanky'n, N.Y'. Slesarev, V.N., Krasnoperov, A.G. (2004). Klyuchevy pokazately' my'ny'maly'zacy'y' obrabotky' [Key indicators of processing minimization]. Zemledely'e [Agriculture]. Vol. 4, pp. 14–15.

15. Ny'kolaev, V.A., Mazy'rov, M.A., Zy'nchenko, S.Y' (2015). Vly'yany'e raznux sposobov obrabotky' na agrofizy'chesky'e svoystva y' strukturnoe sostoyany'e pochvu [Influence of different cultivation methods on agrophysical properties and structural state of the soil]. Zemledely'e [Agriculture], no. 5, pp. 18–20.

16. Adamchuk, V.V., Bulgakov, V.M., Tanchy'k, S.P., Nady'kto, V.P. (2016). Suchasni problemy' oranky' yak osobly'vogo pry'jomu obrobittu gruntu [Modern problems of plowing as a special method of tillage]. Visnyk agrarnoyi nauky' [Bulletin of Agricultural Science]. Vol. 1, pp. 5–10.

17. Balayev, A.D., Tonxa, O.L., Pikovs'ka, O.V., Gavrylyuk, M.V., Shemetun, K.I. (2020). Gumusovanist'

i fizy'ko-ximichni vlasty'vosti chornozemiv Lisostepu za minimizaciyi obrobivkiv i biologizaciyi sy'stemy udobrennya [Humus content and physicochemical properties of forest-steppe chernozems while minimizing tillage and biologization of the fertilizer system]. *Visnyk agrarnoy nauky* [Bulletin of Agricultural Science], no. 11, pp. 24–29.

18. Cyuk, O.A. (2014). Teorety'chne obg'runtuvannya ta rozrobka sy'stemy' ekologichnogo zemerobstva v Lisostepu Ukrayiny': avtoref. dy's. ... dok. s.-g. nauk: 06.01.01 [Theoretical substantiation and development of the system of ecological agriculture in the Forest-steppe of Ukraine: author's ref. dis. Doc. of Agricultural Science: 01.06.01]. Kyiv, 41 p.

19. Centy'lo, L.V. (2020). Agroekologichni osnovy' vidtvorennya rodyuchosti chornozemu ty'povogo ta pidvy'shennya produkty'vnosti agrocenoziv Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrayiny': avtoref. dy's. ... doktora s.-g. nauk: 06.01.01 [Agroecological bases of reproduction of fertility of typical chernozem and increase of productivity of agrocenoses of the Right-bank Forest-steppe of Ukraine: author's ref. dis. Doctor of agricultural sciences Science: 01.06.01]. Kyiv, 41 p.

20. Gadzalo, Ya.M., Kamins'kiy, V.F. (2016). Naukovi osnovy' vy'robny'cztva organichnoyi produkciyi v Ukrayini: monografiya [Scientific bases of organic production in Ukraine]. Kyiv, Agrarian Science, pp. 158–159.

21. Popov, P.D., Hoxlov, V.Y'. Egorov, A.A. (1988). *Organy'chesky'e udobreny'a: spravochny'k* [Organic fertilizers]. Moscow, Agropromizdat, pp. 18–21.

22. Stankov, N.Z. (1964). *Kornevaya sy'stema polevykh kul'tur* [Root system of field crops]. Moscow, Kolos, 280 p.

23. Yeshhenko, V.O., Kopy'tko, P.G., Kostogry'z, P.V., Opry'shko, V.P. (2014). *Osnovy' naukovy'x doslidzhen' v agronomiyi* [Fundamentals of research in agronomy]. Vinnytsia, TD Edelweiss and K, pp. 175–176, pp. 247–252.

24. Pry'mak, I.D., Panchenko, O.B., Panchenko, I.A. (2016). *Strukturny'j stan i budova ornogo sharu chornozemu ty'povogo za rizny'x sy'stem osnovnogo obrobivku i udobrennya v specializovaniy sivozmini central'nogo Lisostepu Ukrayiny'* [Structural condition and structure of the arable layer of chernozem typical for different systems of basic cultivation and fertilizer in specialized crop rotation of the central forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltav's'koyi derzhavnoyi agrarnoyi akademiyi* [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy], no. 1–2, pp. 12–18.

Производительность и удобрительная ценность послезимней горчицы белой на зеленое удобрение в зависимости от предшественников, систем основной обработки и удобрения

Примак И.Д., Панченко А.Б., Панченко И.А., Федорук Ю.В., Ображий С.В., Войтовик М.В., Присяжнюк Н.М.

Трехлетние (2019–2021 гг.) исследования в стационарном полевом зернопропашном пятипольном севообороте на черноземе типичном малогумусном среднесуглиновом опытного поля Белоцерковского НАУ указывают на высокую продуктивность горчицы белой на зеленое удобрение при посеве после пшеницы озимой, чем ячменя ярового.

При безотвальной и систематической мелкой обработке в севообороте она существенно снижает урожай

и сухую массу корней. После ярового предшественника масса сидерата существенно выше, а после озимого – несущественно ниже при дифференцированной, чем отвальной обработке в севообороте. При чизельной и особенно постоянной мелкой обработке в севообороте эффективность удобрений с повышением норм их внесения снижается.

С повышением норм удобрений темпы нарастания надземной массы выше, чем корневой системы. Они, как правило, ниже при посеве капустного растения после ячменя ярового, чем пшеницы озимой. Сухая масса корневых остатков горчицы белой после озимой культуры практически на одном уровне при отвальной и отвально-безотвальной обработке, а после яровой – существенно выше при дифференцированной обработке, чем на контроле. При указанных предшественниках сухая масса корневых остатков пожнивного растения в пахотном слое почвы составляла соответственно 3,03 и 2,59 т/га.

Прирост содержания гумуса в пахотном слое при отвальной, безотвальной, дифференцированной и дисковой обработках в севообороте составил соответственно 532, 503, 525 и 474 кг/га при посеве исследуемой культуры после пшеницы озимой и 453, 403, 488 и 393 кг/га – после ячменя ярового.

На дату сева капустного растения после озимой пшеницы запасы доступной влаги в верхнем слое почвы при безотвальной обработке существенно ниже, а при дифференцированной – существенно выше, чем на контроле. При севе горчицы белой после яркого ячменя этот показатель самый низкий при отвальной, а самый высокий – при отвально-безотвальной обработке в севообороте.

Ключевые слова: почва, севооборот, горчица белая, обработка, удобрения, предшественники, урожай, корневые остатки.

Productivity and fertilizer value of white mustard on green fertilizer depending on preparators, main processing systems and processing

Prymak I., Panchenko O., Panchenko I., Fedoruk Y., Obrazhyi S., Voytovyk M., Prisyazhnyuk N.

Three-year (2019–2021) studies in a stationary field grain-planted five-field crop rotation on typical low-humus medium-loam chernozem of the experimental field of the Bila Tserkva NAU indicate a higher productivity of white mustard for green fertilizer when sown after winter wheat than spring barley.

On no-till and systematic shallow tillage in the rotation, it significantly reduces the yield and dry weight of the roots. After the spring precursor sideratu mass is significantly higher after the winter one – not significantly lower on differentiated than the shallow tillage in the rotation. On chisel and especially permanent shallow tillage in the rotation the effectiveness of fertilizers with increasing rates of their application decreases.

With increasing fertilizer rates, the rate of growth of above-ground mass is higher than that of the root system. They tend to be lower when cabbage plants are sown after spring barley than winter wheat. Dry mass of root residues of white mustard after winter crops is practically at the same level on ploughed and ploughed-free tillage, and after spring – significantly higher on differentiated tillage than on the

control. The dry mass of root residues of a crop plant in the arable soil layer was 3.03 and 2.59 t/ha, respectively, under the above precursors.

The gain of humus content in arable layer by sowing the investigated crop after the winter wheat and after rotation without plowing, differentiated and disk tillage was respectively 532, 503, 525 and 474 kg/ha and after sowing the investigated crop after the spring barley – 453, 403, 488 and 393 kg/ha.

At the date of sowing of cabbage plants after winter wheat, the reserves of available moisture in the upper layer of the soil under tillage are significantly lower, and under differentiated – significantly higher than in the control. When sowing white mustard after spring barley, this figure is the lowest for shelf cultivation, and the highest – for shelf-shelfless cultivation in crop rotation.

Key words: soil, crop rotation, white mustard, treatment, fertilizers, predecessors, yield, root residues.



Copyright: Примак І.Д. та ін. © 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:

Примак І.Д.

Федорук Ю.В.

Образій С.В.

<https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>

<https://orcid.org/0000-0003-3921-7955>

<https://orcid.org/0000-0002-3532-6655>