

УДК 631.582.5:631.811.98:631.573:633.11/.844

Запаси доступної ґрунтової вологи, урожайність і маса кореневих решток пшениці озимої та післяжнивної гірчиці білої залежно від систем обробітку, попередників і удобрення в п'ятипільній сівозміні

Примак І.Д. , Глеваський В.І. , Войтовик М.В., Павліченко А.А. ,Качан Л.М. , Панченко О.Б., Ображій С.В. *Білоцерківський національний аграрний університет*

Примак І.Д., Глеваський В.І., Войтовик М.В., Павліченко А.А., Качан Л.М., Панченко О.Б., Ображій С.В. Запаси доступної ґрунтової вологи, урожайність і маса кореневих решток пшениці озимої та післяжнивної гірчиці білої залежно від систем обробітку, попередників і удобрення в п'ятипільній сівозміні. «Агробіологія», 2023. № 1. С. 98–113.

Prymak I., Hlevaskiy V., Voitovyk M., Pavlichenko A., Kachan L., Pancenko O., Obrazhyu S. Reserves of available soil moisture, productivity and mass of root residues of winter wheat and post-harvest white mustard depending on cultivation, precursors and fertilizer. «Agrobiologia», 2023. no. 1, pp. 98–113.

Рукопис отримано: 20.03.2023 р.

Прийнято: 03.04.2023 р.

Затверджено до друку: 25.05.2023 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2023-179-1-98-113

Трирічні (2020–2022) дослідження на дослідному полі Білоцерківського НАУ дають підставу рекомендувати на чорноземах типових глибоких малогумусних середньосуглинкових Правобережного Лісостепу України в п'ятипільній спеціалізованій (зерновій) сівозміні диференційовану систему основного обробітку ґрунту, що передбачає глибоку оранку лише під просапну культуру, а під пшеницю озиму після обох попередників (гороху і гречки) та післяжнивну гірчицю білу на зелене добриво – обробіток важкими дисковими боролами відповідно на глибину 8–10 і 10–12 см із внесенням $N_{140}P_{60}K_{100}$ під хлібну рослину після гречки та $N_{120}P_{60}K_{90}$ – після гороху, а під капустиану – $N_{80}P_{60}K_{80}$ після обох попередників.

Запаси доступної ґрунтової вологи під пшеницею озимою вищі в ланці з горохом, ніж гречкою. Найвищі запаси її у фазу сходів культури після обох попередників за диференційованого обробітку у сівозміні.

На дату сівби гірчиці білої в ланці з горохом запаси доступної ґрунтової вологи у верхньому шарі неістотно відрізнялися по варіантах обробітку, а в орному вони найвищі за полицево-дискового обробітку.

За передпопередника гречки вміст ґрунтової вологи в досліджуваних шарах (0–10, 0–30 і 0–100 см) на дату сівби гірчиці білої істотно підвищувався за диференційованого та істотно зменшувався за дискового обробітків.

Урожайність пшениці озимої на 0,59 т/га вища в ланці з горохом, ніж з гречкою. Після обох попередників вона найбільша за диференційованого обробітку. За чизельно-дискового і дискового обробітків цей показник істотно знижується.

Лише на неудобрених ділянках за полицево-дискового і дискового обробітків урожай зеленої маси гірчиці білої вищий у ланці з горохом, ніж з гречкою, на решті варіантів досліду перевага за круп'яним попередником. У ланці з гречкою істотне зниження урожаю спостерігається за дискового обробітку та істотне підвищення за диференційованого обробітку удобрених ділянок.

Маса кореневих решток пшениці озимої істотно нижча за чизельно-дискового і дискового, ніж полицево-дискового, обробітків по обох попередниках. За диференційованого обробітку цей показник підвищувався порівняно з контролем, проте неістотно.

Маса кореневих решток гірчиці білої за обох передпопередників істотно менша лише за дискового обробітку.

Із підвищенням норм внесення добрив маса кореневих решток зростає повільніше, ніж урожайність, особливо за розміщення культур після бобового попередника.

Ключові слова: ґрунт, обробіток, урожайність, удобрення, попередники, культури, кореневі рештки, сівозміна.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. За останню чверть століття площа України з надмірним і достатнім зволоженням скоротилась на 10 % і становить 22,5 % її території, зокрема 7,6 млн га ріллі [1]. Вперше теоретично обґрунтував причини виникнення посух і дефляції ґрунту, вказавши на їх взаємозв'язок, в останній чверті 19 ст. О.О. Ізмаїльський. Науковець розробив комплекс заходів підвищення вмісту ґрунтової вологи, вказавши, що вона залежить від умов, «що утруднюють стік атмосферної води з поверхні ґрунту» і «сприяють проникненню цієї вологи всередину ґрунту...» та «захищають поверхню ґрунту від висихання» [2]. Основоположник класифікації типів водного режиму ґрунтів Г.М. Висоцький неодноразово наголошував, що «вода в ґрунті – однаково, що кров в організмі людини» [3]. Саме цей чинник життя рослин найбільш часто виявляється в мінімумі, визначаючи екологічну межу продуктивності рілльничих культур і сівозмін [4].

Слід зазначити, що на сьогодні найбільш дискусійним питанням у рілльництві залишається обробіток ґрунту в сівозмінах: способи, глибина, заходи і засоби його проведення [5].

Наприкінці 19 ст. головним засобом інтенсифікації вітчизняного рілльництва вважали плуг – символ знаряддя мирної праці, що замінив рало й соху. Пануючий на той час погляд на дефляцію ґрунтів, як на наслідок його висушування, перешкодило, очевидно, П.А. Костичеву – основоположнику агрономічного ґрунтознавства – закласти теоретичні основи ґрунтозахисного обробітку. Це згодом зробив І.Є. Овсінський – українець, якого вважають основоположником поверхневого обробітку ґрунту. Саме він вперше в світі встановив, що захищають ґрунт від руйнування і зберігають воду в ньому залишені на поверхні і перемішані разом з верхнім (0–8 см) шаром ґрунту рослинні рештки [6].

На сьогодні дискусія щодо агротехнічної, ґрунтозахисної, екологічної, економічної і енергетичної ефективності механічного обробітку ґрунту набула особливої гостроти у зв'язку з дорожчею енергоресурсів і деградацією земель, особливо орних [7, 8]. Частка вітчизняних вчених і виробників, які повністю відмовляються від полицевого обробітку і пропонують лише поверхневий, або ж і нульовий обробіток, з кожним роком зростає [9–11].

Окремі українські дослідники з метою поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту, підвищення вологозабезпеченості рілльничих культур і ефективності механічного заходу регулювання рясності бур'янового компонента

в агрофітоценозах рекомендують двофазний основний обробіток ґрунту. Його проводять у два етапи (фази): перший передбачає підготовку насінневого ложа на мінімальну глибину і сівбу, другий – власне основний безполицевий обробіток на глибину орного шару в період формування в ґрунті проростків або незабаром після появи сходів на ранніх етапах органогенезу культурних рослин [12].

Проте, на сьогодні найбільший загальновітчизняних вчених пропонує диференційований основний обробіток ґрунту, за якого чергуються способи і заходи його виконання на різну глибину залежно від біологічних особливостей сільськогосподарських культур, ґрунтово-кліматичних і ландшафтних умов, ресурсно-енергетичного потенціалу господарства тощо [13–15].

У сучасних системах землеробства наукові основи обробітку ґрунту базуються на наступних принципах: 1) ґрунтозахисної спрямованості та екологічної адаптації способів, заходів і засобів обробітку; 2) ресурсозбереження за допомогою мінімізації; 3) різноглибинності обробітку в сівозмінах; 4) чергування безполицевих і полицевих способів обробітку [16].

На чорноземі типовому глибокому польового стаціонарного дослідження Харківського НАУ ім. В.В. Докучаєва вміст доступної ґрунтової вологи в кореневмісному шарі ґрунту на 6 мм вищий за обробітку чизелем (ПЧ-2,5), ніж плугом (ПЛН-4-35). За обробітку ґрунту іншими безполицевими знаряддями (СибІМЕ, ПРН31000) спостерігалася протилежна залежність. Нульовий обробіток, порівняно з оранкою, забезпечував більший вміст доступної вологи в посівному і орному шарах. Під озимі зернові культури рекомендується поверхневий або мілкий обробітки комбінованими або дисковими знаряддями. Глибоку (не менше 25–27 см) оранку пропонують проводити один раз на три-чотири роки під просапні культури, а прямий сівбу – періодично під зернові колосові за розміщення їх після пізніх попередників на порівняно чистих від бур'янів полях [17].

На чорноземі типовому глибокому середньосуглинковому стаціонарного польового дослідження НУБіП України у фазу весняного відновлення вегетації рослин пшениці озимої запаси доступної ґрунтової вологи в орному (0–30 см) шарі істотно не відрізнялися по досліджуваних варіантах обробітку (32–37 мм). У метровому шарі ґрунту на початку вегетації культури цей показник вищий на 16 % за мілкого безполицевого та на 8 % за полицево-безполицевого, ніж диференційованого, обробітків у польовій зернопросапній десятипільній сівозміні. Упро-

довж ротаційного періоду рекомендується проводити дві глибокі оранки (під буряки цукрові і сояшник), мілкий безполицевий обробіток під пшеницю озиму після кукурудзи на силос та сої, а під решту культур сівозміни – різноглибинне чизелювання [18].

У досліді Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника найбільше доступної ґрунтової вологи у фазу сходів пшениці ярої за полицевого обробітку на глибину 14–16, ніж 20–22 см як за органічної, так і органо-мінеральної систем удобрення дерново-підзолистого ґрунту [19].

У стаціонарному польовому досліді Кіровоградського інституту агропромислового виробництва весняні запаси доступної вологи в півтораметровому шарі чорнозему звичайного важкосуглинкового практично однакові (205–212 мм) за оранки, фрезерування, плоскорізного розпушення і дискування. Нагромадження ґрунтової вологи в осінньо-зимовий період, як і витрати її впродовж вегетаційного періоду, в шарах ґрунту 0–10 і 0–40 см істотно не відрізнялися за різних систем його обробітку. Під пшеницю озиму рекомендується безполицевий обробіток на 18–22 см за розміщення її після чорного пару і дискування на 10–12 см – після кукурудзи на силос. У десятипільній сівозміні пропонується полицево-безполицевий обробіток, за якого оранка під просапні культури поєднується з нульовим обробітком під сільськогосподарські рослини звичайного рядкового способу сівби [20].

За морозних і снігових зимових періодів, повільного і тривалого сніготанення перевага в додатковому накопиченні ґрунтової вологи за полицевим обробітком, а за недостатньої суми атмосферних опадів впродовж зимових місяців та підвищеної вітрової активності – за мілкого чизельного і плоскорізного обробітків чорнозему звичайного в стаціонарних польових дослідях Дніпровського державного аграрно-економічного університету [21].

В окремих господарствах України добре зарекомендували себе No-till і Strip-till технології, однак сприймати їх як єдине правильне рішення або панацею не варто [22].

У стаціонарному десятирічному (2002–2011 рр.) досліді НУБіП України в типовій польовій зернопросапній десятипільній сівозміні найкращі умови для збереження і накопичення доступної вологи в чорноземі типовому малогумусному середньосуглинковому забезпечує полицево-безполицева система основного обробітку, яка передбачає поєднання оранки один раз на 4–5 років ротаційного періоду ярусним плугом під буряки цукрові і плоскорізного та

дискового обробітку під решту сільськогосподарських культур [23].

На чорноземі типовому малогумусному середньосуглинковому в короткоротаційній зернопросапній сівозміні Правобережного Лісостепу України у фазах сходів, колосіння та повної стиглості зерна пшениці озимої запаси продуктивної ґрунтової вологи істотно не відрізнялися за полицевого, диференційованого і дискового обробітків, а за безполицевого – на 9–12 % більші, ніж за полицевого; на дату відновлення весняної вегетації хлібної рослини цей показник практично на одному рівні за всіх систем обробітку ґрунту [24].

Під післяжнивні культури, здебільшого, рекомендують проводити поверхневий або мілкий обробітки ґрунту дисковими знаряддями [5, 25]. Лише на дерново-підзолистих супіщаних зв'язних ґрунтах перевага була за оранкою [5]. Оскільки ці культури висівають слідом за збиранням попередника, то першочергове значення для них набуває не глибина, а якість обробітку ґрунту: верхній шар має бути ретельно розпушеним, а нижній прошарок його (насінове ложе) – ущільненим. Уманський національний університет садівництва пропонує пряму сівбу післяжнивних сільськогосподарських рослин відразу після збирання основних культур, проте не виключає можливості підготовки ґрунту під проміжні посіви лемішними і дисковими лушильниками, дисковими боронами, плоскорізними знаряддями в агрегаті з голчастими боронами, чизельними культиваторами, а за особливих випадків і фрезерними знаряддями [26].

За умов достатнього зволоження Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН України» рекомендує пряму сівбу післяжнивних сидератів з наступним дискуванням ґрунту на 6–8 см [27].

Мета дослідження – встановити вплив систем основного обробітку ґрунту і попередників п'ятипільної польової спеціалізованої сівозміни та удобрення на зміни запасів доступної ґрунтової вологи, урожайності та маси кореневих решток пшениці озимої і післяжнивної гірчиці білої; виявити найбільш оптимальне поєднання досліджуваних агрозаходів, що забезпечує отримання з гектара ріллі 6 т зерна хлібної рослини і понад 17 т зеленої маси сидеральної культури за високої економічної й енергетичної ефективності.

Матеріал і методи дослідження. Досліді проводили впродовж 2020–2022 рр. на дослідному полі Білоцерківського НАУ, де ґрунтовою відміною слугував чорнозем типовий глибокий малогумусний середньосуглинковий. У стаці-

онарній короткоротаційній сівозміні вивчали чотири системи основного обробітку (табл. 1) і чотири системи (рівні) удобрення (табл. 2): нульова – не передбачала внесення добрив, перша – 6 т гною + N₆₄ P₅₄ K₅₈, друга – 6 т гною + N₉₈ P₆₆ K₉₂, третя – 6 т гною + N₁₂₆ P₈₂ K₁₁₆ на гектар ріллі.

У досліді повторність триразова, варіанти розміщені послідовно і систематично, причому ділянки обробітку ґрунту в один ярус, а удобрення – в чотири яруси. Площа елементарних ділянок – 171, облікових – 112 м². Площа під сівозміною, всі поля якої повністю розгорнуті у просторі й часі, становить 3,7 га.

Таблиця 1 – Досліджувані системи обробітку чорнозему типового в сівозміні

№ поля	Культура сівозміни	Варіанти основного обробітку чорнозему типового			
		1 Полицево- дисковий (контроль)	2 Чизельно (безполицево)- дисковий	3 Диференційований (полицево- чизельно-дисковий)	4 Дисковий (мілкий)
		Глибина (см) і засоби проведення основного обробітку ґрунту*			
1	Горох	18–20(п)	18–20(г)	18–20(г)	10–12(д.б.)
2	Пшениця озима	8–10(д.б.)	8–10(д.б.)	8–10(д.б.)	8–10(д.б.)
	Гірчиця біла на сидерат	10–12(д.б.)	10–12(д.б.)	10–12(д.б.)	10–12(д.б.)
3	Кукурудза	25–27(п)	25–27(г)	25–27(п)	10–12(д.б.)
4	Гречка	10–12(д.б.)	10–12(г)	10–12(г)	10–12(д.б.)
5	Пшениця озима	6–8(д.б.)	6–8(д.б.)	6–8(д.б.)	6–8(д.б.)
	Гірчиця біла на сидерат	10–12(д.б.)	10–12(д.б.)	10–12(д.б.)	1012(д.б.)

*Примітка: п-плуг ПЛН-3-35, д.б. – дискова борона БДВ-3,0, глибозорозпушувач (чизель) ГР-3,4.

Таблиця 2 – Системи удобрення під культури першої сівозміни

№ поля	Культура сівозміни	Рівень удобрення	Гній, т/га	Мінеральні добрива, кг/га д.р.										
				Всього			Основне удобрення		Під перед- посівну культивува- цію	Рядкове удобрення			Піджив- лення (2–3 рази)	
				N	P	K	P	K		N	P	K		N
1	Горох	0												
		1		30					30					
		2		30	30	30	30	30	30					
		3		30	30	50	30	50	30					
2	Пшениця озима	0												
		1		60	60	60	60	60					60	
		2		90	60	90	60	90					90	
		3		120	60	90	60	90					120	
	Гірчиця біла на сидерат	0												
		1		30	30	30	30	30	30					
		2		60	30	60	30	60	60					
3	Кукурудза	0												
		1	30	60	60	60	50	50	50	10	10	10		
		2	30	90	90	90	75	75	75	15	15	15		
		3	30	110	110	110	90	90	90	20	20	20		
4	Гречка	0												
		1		30	30	30	30	30	30					
		2		50	30	50	30	50	50					
		3		70	30	70	30	70	70					
5	Пшениця озима	0												
		1		80	60	80	60	80					80	
		2		110	60	80	60	80					110	
		3		140	60	100	60	100					140	
	Гірчиця біла на сидерат	0		30	30	30	30	30	30					
		1		60	30	60	30	60	60					
		2		80	60	80	60	80	80					
		3												

Як добрива використовували гній напів-перепрілий великої рогатої худоби, аміачну селітру, простий гранульований суперфосфат і калійну сіль. Вологість чорнозему типового визначали термостатно – ваговим методом, а масу кореневих решток пшениці озимої і гірчиці білої – методом Н.З. Станкова [28].

Результати дослідження та обговорення. Досліджувані агрозаходи впливали на вологозабезпеченість культур, тобто ступінь відповідності їх у ґрунтовій волозі для формування запланованої рілником продуктивності наявним запасам доступної води в ґрунті. Оптимальна для рілничих культур вологість ґрунту знаходиться в інтервалі 70–100 польової (найменшої) вологоємності [29, 30]. Для глинистих чорноземних ґрунтів ця величина становить 170–190 мм, для піщаних – близько 110 мм продуктивної вологи в метровому шарі [31]. Вчені констатують, що за вмісту доступної ґрунтової вологи в орному (0–20 см) шарі менше 10 мм впродовж періоду кушення до виходу в трубку зернових культур різко погіршується стан посівів: вузлові корені розвиваються слабко, кількість стебел і колосків у колосі зменшується. У фазу виходу в трубку запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту 140–180 мм оцінюють як добрі, 100–140 мм – задовільні, 80–100 мм – недостатні і менше 80 мм як погані [32].

Оптимальні запаси продуктивної вологи для зернових культур становлять 10 мм у шарі 0–10 см впродовж періоду сімба–сходи, 25–30 мм у шарі 0–20 см у фазах сходи–кушіння, а у метровому шарі 160–180 мм і 120 мм відповідно до з’явлення сходів та впродовж виходу в трубку до цвітіння [31]. Максимально можливі запаси доступної вологи в метровому шарі чорноземних ґрунтів Лісостепу коливаються в межах від 180 до 200 мм [32].

Слід враховувати до уваги, що в перші фази росту і розвитку рілничих культур вирішального значення набувають запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–20 см, а в подальшому, зокрема, для зернових колосових від виходу в трубку до цвітіння, – у метровому шарі ґрунту. Від цвітіння до воскової стиглості зерна потреба у воді дещо зменшується за оптимальних запасів у цей період 80–100 мм. Якщо запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–20 см опускаються нижче 18, 12 і 6 см, то настає відповідно помірна, сильна і дуже сильна посухи [31, 33].

В агрофітоценозі пшениці озимої запаси доступної вологи в шарах ґрунту 0–10, 0–30 і 0–100 см вищі відповідно на 1,3; 3,4 і 6,5 мм у ланці з горохом, ніж з гречкою у фазу сходів та 0,2; 2,4 і 5,8 мм – виходу в трубку (табл. 3, 4).

Таблиця 3 – Запаси доступної ґрунтової вологи під пшеницею озимою залежно від обробітку і удобрення у ланці з горохом, мм

Системи обробітку ґрунту	Системи (рівні) удобрення	Сходи			Вихід у трубку		
		Шар ґрунту, см					
		0–10	0–30	0–100	0–10	0–30	0–100
1–полицево-дисковий	0	11,3	33,8	144,8	7,3	24,5	120,4
	1	11,8	33,1	135,1	6,9	22,1	110,1
	2	10,9	33,6	131,0	6,5	19,8	100,6
	3	11,1	34,2	126,3	6,2	19,2	96,4
2–чизельно-дисковий	0	10,7	31,7	139,4	7,1	27,3	114,8
	1	11,1	30,7	129,3	6,5	25,3	103,7
	2	10,2	31,1	124,9	6,2	23,1	93,5
	3	10,5	31,6	120,8	6,0	23,0	88,8
3–диференційований	0	11,7	35,3	147,4	7,0	22,9	123,5
	1	12,1	34,5	137,9	6,7	20,4	114,2
	2	11,6	35,2	134,3	6,2	18,3	105,0
	3	11,6	35,8	129,4	5,8	17,4	100,9
4–дисковий	0	10,8	31,5	138,5	7,0	27,6	112,6
	1	11,1	30,6	128,5	6,5	25,4	103,3
	2	10,7	31,0	123,9	6,1	23,3	93,1
	3	10,5	31,8	119,1	5,9	22,9	89,1
НІР _{0,05}		0,8	2,0	4,8	1,0	2,4	5,3

Таблиця 4 – Запаси доступної ґрунтової вологи під пшеницею озимою залежно від обробітку і удобрення у ланці з гречкою, мм

Системи обробітку ґрунту	Системи (рівні) удобрення	Сходи			Вихід у трубку		
		Шар ґрунту, см					
		0–10	0–30	0–100	0–10	0–30	0–100
1–полицево-дисковий	0	10,1	31,6	137,7	6,6	22,2	111,0
	1	10,4	30,1	128,3	6,1	19,7	101,8
	2	10,0	29,5	123,5	5,8	18,0	94,1
	3	9,8	29,7	119,0	5,6	18,0	90,8
2–чизельно-дисковий	0	9,0	29,4	133,0	6,9	24,1	106,5
	1	9,5	27,8	123,8	6,5	22,0	97,5
	2	9,0	27,5	119,4	6,2	20,0	90,0
	3	8,7	27,2	114,8	6,1	20,4	86,4
3–диференційований	0	11,1	32,9	140,7	7,0	20,6	113,3
	1	11,4	31,6	131,4	6,6	18,4	104,6
	2	11,1	31,1	126,3	6,4	16,9	97,1
	3	10,9	31,1	122,5	6,0	17,1	94,1
4–дисковий	0	9,2	29,2	132,5	7,1	24,6	105,6
	1	9,5	27,6	122,7	6,7	21,9	97,1
	2	8,9	26,7	117,7	6,2	20,3	89,7
	3	8,6	27,1	113,0	5,9	20,0	86,4
НІР _{0,05}		0,9	1,8	3,9	0,8	1,8	4,0

У фазу сходів культури після гороху цей показник у зазначених вище шарах чорнозему типового відповідно на 0,2–0,7; 2,1–2,6 і 5,4–7,2 мм менший за чизельно-дискового і дискового обробітків, а за диференційованого відповідно на 0,3–0,7; 1,4–1,6 і 2,6–3,1 мм більший проти контролю. У фазу виходу в трубку озимої рослини зниження цього показника у верхньому (0–10 см) шарі ґрунту по всіх трьох експериментальних варіантах обробітку не досягло статистично істотного значення. В орному (0–30 см) шарі запаси доступної ґрунтової вологи неістотно нижчі (на 1,6–1,8 мм) по диференційованому та істотно вищі (на 2,8–3,8 мм) по чизельно-дисковому і дисковому обробітках, ніж на контролі. У метровому шарі ґрунту істотне зменшення цього показника (на 5,6–7,8 мм) зафіксоване на другому і четвертому варіантах обробітку та неістотне збільшення (на 3,1–4,5 мм) на третьому варіанті.

У ланці з гречкою доступної ґрунтової вологи (шар 0–10 см) у фазу сходів хлібної рослини істотно менше (на 0,9–1,2 мм) по чизельно-дисковому і дисковому та істотно більше (на 1,0–1,1 мм) по диференційованому, ніж полицево-дисковому, обробітках.

В орному і метровому шарах ґрунту перевага третього варіанта обробітку над першим також неістотна: відповідно 1,3–1,6 і 2,8–3,5 мм.

Чизельно-дисковий і дисковий обробітки за цим показником у шарах ґрунту 0–30 і 0–100 см істотно поступалися контролю (відповідно по шарах на 2,0–2,8 і 4,1–6,0 мм). У фазу виходу в трубку на всіх ділянках досліду зафіксована перевага полицево-дискового обробітку у верхньому шарі ґрунту на 0,3–0,6 мм, проте ці значення не перевищили НІР_{0,05}. В орному шарі за чизельно-дискового і дискового обробітків доступної ґрунтової вологи на 1,9–2,4 мм більше, а за диференційованого – на 0,9–1,6 мм менше, ніж на контролі. У метровому шарі чорнозему типового спостерігалася зворотня закономірність: на другому і четвертому варіантах обробітку цей показник відповідно на 4,1–5,4 мм нижчий, а на третьому – на 2,3–3,3 вищий, ніж на контролі.

Необхідно зазначити, що зволоження ґрунтів Лісостепу найбільшою мірою залежить від осінньо-зимових і весняних атмосферних опадів, оскільки літні, здебільшого, зливового прояву і погано вбираються ґрунтом.

Помітного впливу систем удобрення на зміну запасів доступної ґрунтової вологи в шарах ґрунту 0–10 і 0–30 см у фазу сходів пшениці озимої після гороху не зафіксовано. Проте, в метровому шарі ґрунту у фазу виходу рослин у трубку у всіх досліджуваних шарах чорнозему типового спостерігається зменшення цього по-

казника за збільшення рівня внесення добрив. Зокрема, у фазу виходу в трубку хлібної культури запаси доступної вологи в шарах ґрунту 0–10, 0–30 і 0–100 см становили відповідно 7,1; 25,6 і 117,8 мм за нульової системи удобрення, 6,7; 23,3 і 107,8 – першої, 6,3; 21,1 і 98,1 – другої та 6,0; 20,6 і 93,8 мм за третьої системи удобрення.

У ланці з гречкою спостерігалася аналогічна, проте менш виражена, закономірність. Зменшення запасів доступної ґрунтової вологи в метровому шарі чорнозему типового з підвищенням норм добрив у фазу сходів пов'язане, очевидно, зі збільшенням урожайності попередників (гороху і гречки), а у фазу виходу в трубку – надземної і кореневої маси рослин пшениці озимої.

За сівби гірчиці білої в ланці з горохом цей показник у верхньому шарі ґрунту не зазнав істотних змін на різних варіантах обробітку чорнозему типового. В орному шарі істотно нижчі запаси доступної ґрунтової вологи (на 2,4–2,6 мм) зафіксовані за дискового обробітку та неістотно менші за чизельно-дискового і диференційованого обробітків, порівняно з контролем.

У метровому шарі чорнозему типового спостерігалася неістотне підвищення цього показника за другого, третього і четвертого варіантів обробітку.

Перед заробкою в ґрунт зеленої маси гірчиці білої цей показник у всіх досліджуваних шарах чорнозему типового зростає, порівняно з контролем, проте істотно лише за дискового обробітку. Запаси доступної ґрунтової вологи у верхньому, орному і метровому шарах становили відповідно 5,2; 17,4 і 66,6 мм за полицево-дискового обробітку, 6,0; 19,0 і 68,9 – чизельно-дискового, 5,6; 18,6 і 68,4 – диференційованого та 6,5; 19,6 і 69,7 мм за мілкого обробітку. Отже, цей показник у зазначених шарах ґрунту перевищував контроль відповідно на 0,8; 1,6 і 2,3 мм на другому варіанті обробітку, 0,4; 1,2 і 1,8 – третьому та 1,3; 2,2 і 3,1 мм на четвертому варіанті обробітку (табл. 5, 6).

На дату сівби капустиної рослини в ланці з гречкою доступної ґрунтової вологи у верхньому шарі ґрунту більше на 0,4–0,7 мм по чизельно-дисковому і 0,9–1,2 мм – диференційованому та менше на 0,9–1,2 мм по дисковому обробітку, ніж на контролі. В орному шарі вміст доступної води на другому варіанті обробітку неістотно вищий (на 1,6–2,2 мм), третьому – істотно більший (на 2,5–2,8 мм), четвертому – істотно менший (на 2,6–3,1 мм). У метровому шарі цей показник вищий на 1,5–1,8 мм за чизельно-дискового, 4,7–5,3 – диференційованого та нижчий на 3,3–4,2 мм за дискового, ніж полицево-дискового, обробітків.

Таблиця 5 – Запаси доступної ґрунтової вологи в полі гірчиці білої залежно від обробітку і удобрення у ланці з горохом, мм

Системи обробітку ґрунту	Системи (рівні) удобрення	Сходи			Заробка в ґрунт сидерату		
		Шар ґрунту, см					
		0–10	0–30	0–100	0–10	0–30	0–100
1–полицево-дисковий	0	11,2	35,0	124,3	6,0	20,1	70,4
	1	10,4	33,3	118,8	5,4	18,2	68,1
	2	9,7	31,6	116,4	5,0	16,3	65,3
	3	9,4	31,4	115,1	4,5	14,9	62,4
2–чизельно-дисковий	0	11,5	33,2	125,8	6,7	21,5	72,3
	1	10,8	31,2	121,0	6,0	20,0	70,4
	2	10,2	29,5	118,8	5,8	18,1	67,8
	3	9,9	29,5	117,6	5,3	16,5	65,0
3–диференційований	0	11,3	33,9	125,5	6,3	20,9	71,8
	1	10,6	32,5	120,3	5,8	19,3	69,9
	2	10,0	30,6	118,1	5,4	17,6	67,3
	3	9,3	30,2	117,1	5,0	16,5	64,6
4–дисковий	0	11,6	32,6	125,7	7,1	22,0	73,3
	1	10,7	30,8	120,4	6,7	20,3	71,3
	2	10,1	29,0	118,1	6,2	18,6	68,4
	3	9,9	28,9	117,0	5,9	17,3	65,7
НІР _{0,05}		0,8	2,3	4,9	1,1	1,9	2,8

Таблиця 6 – Запаси доступної ґрунтової вологи в полі гірчиці білої залежно від обробітку і удобрення у ланці з гречкою, мм

Системи обробітку ґрунту	Системи (рівні) удобрення	Сходи			Заробка в ґрунт сидерату		
		Шар ґрунту, см					
		0–10	0–30	0–100	0–10	0–30	0–100
1–полицево-дисковий	0	10,8	34,0	120,9	6,4	21,6	72,7
	1	9,9	34,5	122,8	5,0	16,7	65,9
	2	9,4	33,1	120,8	4,6	15,0	63,3
	3	9,1	32,8	119,5	4,0	13,8	60,6
2–чизельно-дисковий	0	11,2	35,6	122,7	5,9	20,7	70,9
	1	10,4	36,3	124,3	4,4	15,6	63,8
	2	10,0	35,2	122,4	3,9	13,8	61,2
	3	9,8	35,0	121,2	3,2	12,4	58,3
3–диференційований	0	11,6	36,5	125,6	5,5	20,3	70,4
	1	11,0	37,1	127,8	3,9	14,9	63,1
	2	10,4	35,9	125,7	3,3	12,9	60,3
	3	10,3	35,6	124,8	2,5	11,4	57,5
4–дисковий	0	9,9	31,4	117,6	7,6	23,4	75,6
	1	8,8	31,7	119,1	6,3	18,7	68,9
	2	8,2	30,1	116,8	5,9	17,2	66,6
	3	7,9	29,7	115,3	5,5	16,3	64,1
НІР _{0,05}		0,8	2,4	4,6	1,0	1,7	2,8

У ланці з гречкою на дату заробки в ґрунт сидеральної культури у всіх шарах ґрунту доступної вологи істотно більше за дискового та істотно менше на удобрених ділянках за диференційованого обробітків, ніж на контролі. За чизельно-дискового обробітку вміст її зменшувалася по всіх шарах, проте не істотно.

На дату сівби капустиної культури запаси доступної ґрунтової вологи у верхньому шарі ґрунту дещо вищі в ланці з горохом (на 0,5 мм), в орному – з гречкою (на 2,6 мм), а в метровому – майже однакові по обох передпопередниках. На дату заробки в ґрунт сидеральної рослини цей показник у шарах ґрунту 0–10, 0–30 і 0–100 см становив відповідно 5,8; 18,7 і 68,4 мм у ланці з горохом та 4,9; 16,6 і 65,2 мм – з гречкою. Останнє, очевидно, пояснюється більшою масою сидерату в ланці з круп'яною, ніж бобовою, культурами.

Запаси доступної ґрунтової вологи у всіх досліджуваних шарах ґрунту під агроценозом гірчиці білої в ланці з горохом зменшувалися з підвищенням норм добрив за обох строків визначення вологості ґрунту. У ланці з гречкою ця закономірність простежувалася на дату заробки сидерату в ґрунт, а на дату сівби – лише у верхньому шарі чорнозему типового. Зокрема, на неудобрених, удобрених першою, дру-

гою і третьою нормаами добрив ділянках цей показник становив відповідно 11,4; 10,6; 10,0 і 9,6 мм у верхньому шарі ґрунту, 33,7; 32,0; 30,2 і 30,0 – орному, 125,3; 120,1; 117,9 і 116,7 мм в метровому шарі ґрунту на дату сівби капустиної культури в ланці з горохом та 6,5; 6,0; 5,6 і 5,2 мм в шарі 0–10 см, 21,1; 19,5; 17,7 і 16,3 мм – 0–30 см, 72,0; 69,9; 67,2 і 64,4 мм – 0–100 см перед заробкою зеленої маси в ґрунт.

За передпопередника гречки цей показник становив відповідно 10,9; 10,0; 9,5 і 9,3 мм у верхньому шарі, 34,4; 34,9; 33,6 і 33,3 – орному, 121,7; 123,5; 121,4 і 120,2 мм у метровому шарі чорнозему типового на дату сівби та 6,4; 4,9; 4,4 і 3,8 мм у верхньому шарі, 21,1; 19,5; 17,7 і 16,3 – орному, 72,0; 69,9; 67,2 і 64,4 мм в метровому шарі перед заробкою сидерату.

Найвищу урожайність пшениці озимої після обох попередників отримано за диференційованого обробітку як на удобрених, так і неудобрених ділянках, порівняно з контролем, проте приріст зерна виявився неістотним. За чизельно-дискового і дискового обробітків цей показник істотно нижчий (табл. 7).

Середній показник урожайності хлібної рослини за полицево-дискового, чизельно-дискового, диференційованого і дискового обробітків становив відповідно 5,16; 4,74; 5,32

і 4,63 т/га в ланці з горохом та 4,61; 4,10; 4,78 і 3,97 т/га – гречкою. За останніх двох обробітків цей показник зменшувався відповідно на 0,33–0,50 і 0,45–0,63 т/га в ланці з бобовою культурою та 0,41–0,58 і 0,53–0,75 т/га – з круп'яною рослиною.

Урожайність озимої рослини в середньому по варіантах досліду на 0,59 т/га вища за сівби після гороху, ніж гречки (відповідно 4,96 і 4,37 т/га).

Слід зазначити, що з підвищенням норм внесення добрив різниця в урожайності між другим, четвертим варіантами обробітку та контролем підвищувалася після обох попередників. Зокрема, за внесення нульової, першої, другої і третьої норм удобрення зменшення урожайності за безполіцево-дискового обробітку становило відповідно 0,33; 0,39; 0,45 і 0,50 т/га в ланці з бобовою та 0,41; 0,50; 0,55 і 0,58 т/га з круп'яною культурами. За постій-

ного дискового обробітку ці показники набувають вищих значень: відповідно 0,45; 0,48, 0,56 і 0,63 т/га в ланці з горохом та 0,53; 0,61; 0,68 і 0,75 т/га – з гречкою.

За нульової, першої, другої і третьої систем удобрення приріст урожаю зерна за диференційованого обробітку, порівняно з контролем, зменшувався і становив відповідно 0,21; 0,17; 0,15 і 0,11 т/га за сівби пшениці озимої після гороху. За розміщення її після гречки спостерігалася зворотня закономірність: ці показники підвищувалися і становили відповідно 0,12; 0,15; 0,18 і 0,20 т/га.

У ланці з горохом співвідношення основної до побічної продукції найбільш широке за диференційованого обробітку (1,311), найбільш вузьке за безполіцево-дискового обробітку (1,248); у ланці з гречкою цей показник найвищий за дискового (1,309), найнижчий за поліцево-дискового (1,271) обробітків.

Таблиця 7 – Урожайність зерна пшениці озимої і зеленої маси післяживної гірчиці білої та суха маса їх кореневих решток залежно від обробітку ґрунту і удобрення, т/га

Системи обробітку ґрунту	Системи (рівні) удобрення	Урожайність				Маса кореневих решток			
		пшениця озима в ланці з:		гірчиця біла в ланці з:		пшениця озима в ланці з:		гірчиця біла в ланці з:	
		горохом	гречкою	горохом	гречкою	горохом	гречкою	горохом	гречкою
1–поліцево-дисковий (контроль)	0	2,66	2,24	10,45	9,78	1,98	1,66	2,18	2,06
	1	4,84	4,26	15,16	15,61	2,99	2,65	3,01	3,11
	2	6,25	5,66	17,78	18,36	3,78	3,30	3,40	3,50
	3	6,87	6,29	18,89	19,61	4,26	3,68	3,64	3,75
2–чизельно-дисковий	0	2,33	1,83	9,92	10,21	1,74	1,38	2,07	2,13
	1	4,45	3,76	14,55	16,18	2,68	2,32	2,92	3,20
	2	5,80	5,11	17,04	18,93	3,41	2,90	3,31	3,61
	3	6,37	5,71	18,07	20,36	3,88	3,26	3,52	3,89
3–диференційований	0	2,87	2,36	10,10	10,42	2,13	1,77	2,11	2,19
	1	5,01	4,41	14,72	16,49	3,13	2,71	2,95	3,31
	2	6,40	5,84	17,22	19,32	3,88	3,36	3,35	3,77
	3	6,98	6,49	18,30	20,72	4,37	3,75	3,59	4,02
4–дисковий	0	2,21	1,71	9,47	8,89	1,65	1,32	1,99	1,86
	1	4,36	3,65	14,07	14,57	2,62	2,27	2,79	2,90
	2	5,69	4,98	16,58	17,20	3,37	2,84	3,16	3,26
	3	6,24	5,54	17,62	18,38	3,78	3,19	3,39	3,50
НІР _{0,05}		0,31	0,36	0,91	0,82	0,23	0,24	0,18	0,19

На всіх варіантах дослід з підвищенням норм добрив співвідношення зерна до соломи зростає. Зокрема, на неудобрених, удобрених першою, другою і третьою нормами добрив ділянках цей показник становив відповідно 1,212; 1,226; 1,251 і 1,272 за полицево-дискового обробітку, 1,248; 1,268; 1,288 і 1,308 – безполицево-дискового, 1,222; 1,247; 1,267 і 1,285 – диференційованого, 1,264; 1,283; 1,295 і 1,318 – за дискового обробітку в ланці з горохом. За сівби пшениці озимої після гречки цей показник становив відповідно 1,255; 1,265; 1,278 і 1,287 на першому варіанті обробітку ґрунту, 1,276; 1,288; 1,299 і 1,306 – другому, 1,267; 1,278; 1,290 і 1,299 – третьому та 1,295; 1,308; 1,312 і 1,319 на четвертому варіанті обробітку.

Лише на неудобрених ділянках за полицево-дискового і дискового обробітків урожайність гірчиці білої на зелене добриво вища в ланці з горохом, ніж гречкою (відповідно на 0,67 і 0,58 т/га); на решті варіантів дослід переважа за круп'яними передпопередниками.

У ланці з бобовою культурою на всіх варіантах обробітку спостерігається зменшення урожайності капустиної рослини, порівняно з контролем, проте істотно лише за дискового обробітку. Із збільшенням норм внесення добрив ця різниця зростає. Зокрема, на неудобрених ділянках, удобрених першою, другою і третьою нормами добрив зароблено сидерату в ґрунт менше відповідно на 0,53; 0,61; 0,74 і 0,82 т/га по безполицево-дисковому обробітку, 0,35; 0,44; 0,56 і 0,59 – диференційованому та 0,98; 1,09; 1,20 і 1,27 т/га – по дисковому обробітку, ніж на контролі.

У ланці з круп'яною культурою на другому і третьому варіантах обробітку маса заробленого сидерату зростає, а на четвертому – істотно знижується, порівняно з контролем. З підвищенням норм добрив різниця між варіантами обробітку посилюється. Зокрема, за нульової, першої, другої і третьої систем удобрення приріст зеленої маси гірчиці білої становив відповідно 0,43; 0,57; 0,68 і 0,75 т/га по безполицево-дисковому обробітку, 0,64; 0,88; 0,96 і 1,11 т/га – по диференційованому обробітку, порівняно з контролем. А дисковий обробіток поступався останньому відповідно на 0,89; 1,04; 1,16 і 1,23 т/га.

Підвищення вмісту гумусу в ґрунті – основного показника його родючості – за внесення добрив відбувається не лише завдяки їхній органічній речовині, а також в результаті кращого росту і розвитку кореневих систем удобрених агрофітоценозів. Це забезпечує більше надходження до ґрунту рослинних решток –

вагомого джерела гумусових речовин. Крім того, кореневі і надземні рештки містять достатньо багато елементів азотного і зольного живлення рослин, що необхідно враховувати за проєктування систем сівозмін, удобрення агрофітоценозів тощо [4, 13, 14].

Незважаючи на те, що рослинні рештки на орних землях є головною складовою надходження органічних речовин до ґрунту, обліку їх маси і вивчення хімічного складу приділяється недостатньо уваги, очевидно, через трудомісткість цих робіт. Для окремих видів культур цих даних обмаль або ж вони взагалі відсутні (для баштанних, зокрема). А по найбільш розповсюджених рільничих рослинах ці дані настільки суперечливі, що ними важко користуватися, або й навіть неможливо. Тимчасом, в сучасному адаптивному рільництві від точності визначення рослинних решток залежить багато практичних висновків і пропозицій виробництву, насамперед, з питань удобрення, гумусового балансу, попередників, оптимальної густоти окремих культур у сівозмінах тощо. Слід зазначити, що з рослинними рештками агрофітоценозів у типових сівозмінах надходить до ґрунту органічної речовини більше, ніж з органічними добривами [29, 30].

Суша маса кореневих решток пшениці озимої істотно нижча за чизельно-дискового і дискового, ніж полицево-дискового, обробітків по обох попередниках. За диференційованого обробітку цей показник підвищувався, порівняно з контролем, проте неістотно.

З підвищенням норм добрив спостерігалось зростання різниці між масою кореневих решток на другому і четвертому варіантах обробітку та контролем. Зокрема, за нульової, першої, другої і третьої систем удобрення вона становила у ланці з горохом відповідно 0,24; 0,31; 0,37 і 0,38 т/га за чизельно-дискового і 0,33; 0,37; 0,41 і 0,48 т/га за дискового обробітків. У ланці з гречкою ці показники дещо зростили і становили відповідно 0,28; 0,33; 0,40 і 0,42 та 0,34; 0,38; 0,46 і 0,49 т/га.

Маса кореневих решток гірчиці білої в ланці з бобовою культурою менша за всіх варіантів обробітку, порівняно з контролем, проте істотно (на 0,19–0,25 т/га) лише за дискування ґрунту.

У ланці з круп'яною культурою цей показник істотно знижувався лише на четвертому варіанті обробітку, а на другому і третьому, порівняно з першим, він зростає, причому істотно лише на удобрених ділянках за диференційованого обробітку. На всіх ділянках дослід з підвищенням норм добрив різниця між експериментальними і контрольними варіантами

обробітків зростає: на неудобрених, удобрених першою, другою і третьою нормами добрив вона становила відповідно 0,07; 0,09; 0,11 і 0,14 т/га за чизельно-дискового, 0,13; 0,20; 0,22 і 0,27 – полицево-чизельно-дискового та 0,20; 0,21; 0,24 і 0,25 т/га за дискового обробітків.

З підвищенням норм внесення добрив суха маса кореневих решток досліджуваних культур зростає повільніше, ніж урожайність. При цьому встановлено більш повільне наростання як надземної, так і підземної маси обох агрофітоценозів за розміщення їх після бобового, ніж круп'яного, попередника.

Темпи приросту урожайності зерна пшениці озимої після обох попередників зі збільшенням норм добрив найвищі за дискового, найнижчі – за диференційованого обробітку.

Зокрема, за першої, другої і третьої систем удобрення, порівняно з нульовою, приріст зерна пшениці озимої в ланці з горохом становив відповідно 82, 135 і 158 % за полицево-дискового обробітку, 91, 149 і 173 – чизельно-дискового, 75, 123 і 143 – диференційованого та 97, 157 і 182 % за дискового обробітку, а приріст кореневої маси – 45, 70 і 81 % на першому варіанті обробітку, 47, 72 і 82 – другому, 46, 70 і 81 – третьому та 49, 75 і 86 % на четвертому варіанті обробітку. Приріст маси коріння, за наведеними даними, практично на одному рівні за полицево-дискового, чизельно-дискового і диференційованого обробітків і лише за дискового він зростає з підвищенням рівня удобрення. Це вказує на доцільність у подальших дослідженнях визначати кореневі рештки в різних частинах орного шару ґрунту (0–10, 10–20, 20–30 см), а також в підорних шарах ґрунту, хоча б на глибині до 50 см.

У ланці з гречкою простежується аналогічна закономірність: за внесення першої, другої і третьої норм добрив, порівняно з нульовою, приріст зерна становив відповідно 90, 153 і 181 % за полицево-дискового обробітку, 105, 179 і 212 – чизельно-дискового, 87, 147 і 175 – диференційованого та 113, 191 і 224 % за дискового обробітку, а приріст кореневої маси – 60, 88 і 101 % на першому варіанті обробітку, 58, 85 і 99 – другому і третьому та 64, 93, і 107 % на четвертому варіантах обробітку.

За нульової, першої, другої і третьої систем удобрення урожайність зерна пшениці озимої становила відповідно 2,52; 4,67; 6,04 і 6,62 т/га за сівби її після гороху та 2,04; 4,02; 5,40 і 6,01 т/га – після гречки, а маса коріння відповідно 1,88; 2,86; 3,61 і 4,07 т/га у ланці із зернобобовою та 1,53; 2,49; 3,10 і 3,47 т/га – з круп'яною культурою.

За внесення першої, другої і третьої норм добрив приріст зерна, порівняно з неудобреними ділянками, підвищився на 85, 140 і 163 %, а кореневої маси – 52,92 і 116 % у ланці з горохом, а з гречкою відповідно на 97, 165 і 195 та 63, 103 і 127 %.

Темпи наростання надземної і підземної маси гірчиці білої з підвищенням норм добрив значно нижчі, ніж пшениці озимої, і практично на одному рівні за першого, другого і третього та вищі за четвертого варіантів обробітку ґрунту. Зокрема, за першої, другої і третьої систем удобрення, порівняно з нульовою, приріст зеленої маси гірчиці білої в ланці з горохом становив відповідно 45, 70 і 81 % за полицево-дискового обробітку, 47, 72 і 82 – чизельно-дискового, 46, 70 і 81 – диференційованого та 49, 75 і 86 % за дискового обробітків, а приріст кореневої маси відповідно 38, 56 і 67 % на першому варіанті обробітку, 41, 60 і 70 – другому, 40, 59 і 70 % на третьому та четвертому варіантах обробітку. Аналогічна закономірність простежується і за передпопередника гречки, за виключенням вищих на 5–6 % темпів наростання кореневої маси на ділянках дискового обробітку.

За нульової, першої, другої і третьої систем удобрення зароблено в ґрунт відповідно 9,99; 14,63; 17,16 і 18,22 т/га зеленої маси капустиної культури за передпопередника гороху та 9,83; 15,71; 18,45 і 19,77 т/га – гречки. При цьому до орного шару ґрунту надійшло відповідно 2,09; 2,92; 3,31; і 3,54 т/га сухої маси кореневих решток гірчиці білої в ланці з бобовою та відповідно 2,06; 3,13; 3,54 і 3,79 т/га – круп'яною культурою.

На удобрених першою, другою і третьою нормами добрив ділянках, порівняно з неудобреними, приріст зеленої маси капустиної рослини становив відповідно 46, 72 і 88 % за бобового та 60, 88 і 101 % – круп'яного передпопередника, а приріст сухої маси коріння відповідно 40, 58 і 69 % в ланці з горохом та 52, 72 і 84 % – з гречкою.

Розрахунки економічної й енергетичної ефективності дають підставу рекомендувати на чорноземі типових глибоких малогумусних середньосуглинкових Правобережного Лісостепу України в п'ятипільній спеціалізованій (зерновій) сівозміні диференційовану систему основного обробітку ґрунту, що передбачає глибоку оранку лише під просапну культуру, а під пшеницю озиму після обох попередників (гороху і гречки) та післяживниву гірчицю білу на зелене добриво обробіток важкими дисковими боронами відповідно на глибини 8–10 і 10–12 см з внесенням $N_{140}P_{60}K_{100}$ під хлібну рослину

після гречки та $N_{120}P_{60}K_{90}$ – після гороху, а під капустиану – $N_{80}P_{60}K_{80}$ після обох передпопередників. За розміщення пшениці озимої після бобової і круп'яної культур та рекомендованих агрозаходів собівартість однієї тонни зерна становила відповідно 3,82 і 4,06 тис. грн, умовно чистий прибуток – 18,11 і 16,06 тис. грн/га, рентабельність – 44,4 і 37,1 %, коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,4 і 1,9.

Висновки. Запаси доступної ґрунтової вологи під пшеницею озимою вищі в ланці з горохом, ніж гречкою. Найвищі запаси її у верхньому, орному і метровому шарах у фазу сходів культури після обох попередників за диференційованого обробітку у сівозміні. У фазу виходу в трубку цей показник найнижчий в орному шарі за диференційованого, а в метровому – за дискового обробітку у сівозміні.

На дату сівби гірчиці білої в ланці з горохом запаси доступної ґрунтової вологи у верхньому шарі неістотно відрізнялися по варіантах обробітку, а в орному вони найвищі за полицево-дискового обробітку. У метровому шарі цей показник не зазнавав істотних відхилень від контролю.

За передпопередника гречки вміст ґрунтової вологи в досліджуваних шарах (0–10, 0–30 і 0–100 см) на дату сівби гірчиці білої істотно підвищувався за диференційованого та істотно зменшувався за дискового обробітків. У верхньому шарі ґрунту цей показник дещо вищий в ланці з горохом (на 0,5 мм), в орному – з гречкою (на 2,6 мм), а в метровому – практично однаковий по обох передпопередниках.

Урожайність пшениці озимої на 0,59 т/га вища в ланці з горохом, ніж з гречкою. Після обох попередників вона найбільша за диференційованого обробітку. За чизельно-дискового і дискового обробітків цей показник істотно знижується.

Лише на неудобрених ділянках за полицево-дискового і дискового обробітків урожай зеленої маси гірчиці білої вищий в ланці з горохом, ніж з гречкою, на решті варіантів досліду перевага за круп'яним передпопередником.

Істотно знижувалася урожайність гірчиці білої лише за дискового обробітку. У ланці з гречкою істотне підвищення її спостерігалось за диференційованого обробітку удобрених ділянок.

Суша маса кореневих решток пшениці озимої істотно нижча за чизельно-дискового і дискового обробітків по обох попередниках. За диференційованого обробітку цей показник підвищувався неістотно.

Маса сухого коріння гірчиці білої істотно менша за дискування ґрунту. У ланці з круп'я-

ною культурою цей показник істотно зростає за диференційованого обробітку.

З підвищенням норм внесення добрив суша маса кореневих решток досліджуваних культур зростає повільніше, ніж урожайність.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Воропай Г.В. Сільськогосподарське використання осушуваних земель гумідної зони України в умовах реформування аграрного сектору та змін клімату. Вісник аграрної науки, 2020. № 11. 68 с.
2. Маловідомі факти наукової спадщини О.О. Ізмайльського (до 170-річчя з дня народження) / І.Д. Примак та ін. Агробіологія, 2022. №1. С. 53–62.
3. Г.М. Висоцький – лісівник, ботанік, ґрунтознавець, еколог і географ (до 80-річчя з дня смерті) / І.Д. Примак та ін. Сучасні виклики і актуальні проблеми лісівничої освіти, науки та виробництва: матеріали Першої Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Біла Церква, 15 квітня 2021 р.). Біла Церква: БНАУ, 2021. С. 10–14.
4. Танчик С.П., Примак І.Д., Літвінов Д.В., Центило Л.В. Сівозміни: підручник. Київ: ЦП Компринт, 2019. С. 84–92, С. 123–132.
5. Механічний обробіток ґрунту: історія, теорія, практика / І.Д. Примак та ін. Вінниця: ТОВ ТВОРИ, 2019. С. 128–164, С. 246–249.
6. Еволюція теоретичних і практичних основ переходу від полицевого до безполицевого і поверхневого обробітку ґрунту в Україні до середини першої половини 20 ст. / І.Д. Примак та ін. Агробіологія, 2018. № 1 (138). С. 17–24.
7. Кузін Н.В. Реабілітація деградованих і малопродуктивних земель сільськогосподарського призначення: монографія. Суми: видавничо-виробниче підприємство «Мрія – 1», 2016. 380 с.
8. Землеробство на еродованих ґрунтах: навчальний посібник / І.Д. Примак та ін. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2018. 400 с.
9. Еволюція теоретичних і практичних основ переходу від полицевого до безполицевого і поверхневого та нульового обробітків ґрунту в Україні з середини першої половини 20 ст. до сьогодення / І.Д. Примак та ін. Агробіологія, 2018. № 2. С. 6–17.
10. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система землеробства No-till: навчальний посібник. Київ: Логос, 2011. 352 с.
11. Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області: практичні рекомендації / С.С. Антоненко та ін. Полтава: РВВ ПДАА, 2010. 200 с.
12. Технологія двухфазной обработки почвы: вопросы теории и практики / А.М. Малиенко и др. Киев: Аграрна наука, 2018. 104 с.
13. Сівозміни та родючість чорнозему Лівобережного Лісостепу: монографія / О.В. Демиденко та ін. Сміла, 2019. 483 с.
14. Землеробство: підручник / І.Д. Примак та ін. Вінниця: ТОВ ТВОРИ, 2020. С. 302–315, С. 339–358, С. 561–571.

15. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в умовах нестійкого та недостатнього зволоження: монографія. Харків: ХНАУ, Майдан, 2019. 210 с.

16. Наукові основи сучасних систем вітчизняного землеробства / І.Д. Примак та ін. Вінниця: ТОВ ТВОРИ, 2022. С. 243–248.

17. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в польових сівозмінах Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2015. 41 с.

18. Центилю Л.В. Агроекологічні основи відтворення родючості чорнозему типового та підвищення продуктивності агроценозів Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2020. 41 с.

19. Гриник С.І. Оптимізація способу обробітку ґрунту і системи удобрення в короткоротаційній сівозміні Передкарпаття України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2021. 22 с.

20. Черячукін М.І. Наукове обґрунтування та розроблення заходів основного обробітку ґрунту в зональних системах землеробства Правобережного Степу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2016. 51 с.

21. Циліорик О.І. Наукове обґрунтування ефективності систем основного обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах Північного Степу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2014. 41 с.

22. Еволюція систем землеробства: монографія / І.Д. Примак та ін. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. С. 298–313.

23. Танчик С.П., Цюк О.А., Центилю Л.В. Наукові основи систем землеробства: монографія. Вінниця: ТОВ Нілан-ЛТД, 2015. С. 58–60.

24. Зміна запасів продуктивної ґрунтової вологи під агрофітоценозами залежно від систем основного обробітку в короткоротаційній сівозміні / І.Д. Примак та ін. Агробіологія, 2021. № 1. С. 131–144.

25. Технологія вирощування сільськогосподарських культур у проміжних посівах Лісостепу України (рекомендації) / В.І. Сорока та ін. Біла Церква, 2000. С. 20–21.

26. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Бутило А.П., Опришко В.П. Землеробство: підручник. Київ: Лазурит-Поліграф, 2013. С. 261–263.

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

28. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вінниця: ПП ТД Едельвейс і К, 2014. С. 175–176, 227 с.

29. Теоретичні основи сучасного землеробства / І.Д. Примак та ін. Київ: Центр учбової літератури, 2012. С. 316–317.

30. Агрономічне ґрунтознавство / І.Д. Примак та ін. Вінниця: ТОВ Нілан-ЛТД, 2017. С. 291–292, 307 с.

31. Метеорологічні небезпечні явища і несприятливі умови в землеробстві України / І.Д. Примак та ін. Вінниця: ТОВ Нілан-ЛТД, 2018. С. 37–40.

32. Гордієнко В.П. Ґрунтова волога: монографія. Сімферополь: ЧП Предприятие Феникс, 2008. С. 181–182, С. 352–353.

33. Агрометеорологія / І.Д. Примак та ін. Вінниця: ТОВ Нілан-ЛТД, 2016. С. 463–465.

REFERENCES

1. Voropaj, G.V. (2020). Sil's'kogospodars'ke vykorystannja osushuvanyh zemel' gumidnoi' zony Ukrainy v umovah reformuvannja agrarnogo sektoru ta zmin klimatu [Agricultural use of drained lands of the humid zone of Ukraine under the conditions of reforming the agrarian sector and climate change]. *Visnyk agrarnoi' nauky [Herald of Agrarian Science]*. no. 11, 68 p.

2. Prymak, I.D., Prysazhnyuk, N.M., Fedoruk, Ju.V., Vojtovyk, M.V., Obrazhij, S.V. (2022). Malovidomi fakty naukovoї spadshhyny O.O. Izmai'l'skogo (do 170-richchja z dnja narodzhennja) [Little-known facts of the scientific heritage of O.O. Izmail'skyi (to the 170th anniversary of his birth)]. *Agrobiologija [Agrobiology]*. no. 1, pp. 53–62.

3. Prymak, I.D., Prysazhnyuk, N.M., Vojtovyk, M.V. (2021). G.M. Vysoc'kyj – lisivnyk, botanik, g'runtoznavec', ekolog i geograf (do 80-richchja z dnja smerti) [Vysotsky – a forester, botanist, soil scientist, ecologist and geographer (until the 80th anniversary of his death)]. *Suchasni vyklyky i aktual'ni problemy lisivnoi' osvity, nauky ta vyrobnyctva: materialy Pershoi' Mizhnarodnoi' nauково-praktychnoi' internet – konferencii' (Bila Cerkva, 15 kvitnja 2021 r.) [Modern challenges and current problems of forestry education, science and production: materials of the First International Scientific and Practical Internet Conference (Bila Tserkva, April 15, 2021)]*. Bila Tserkva, BNAU, pp. 10–14.

4. Tanchyk, S.P., Prymak, I.D., Litvinov, D.V., Centylo, L.V. (2019). Sivozminy: pidruchnyk [Crop rotation]. Kyiv, CP Comprint, pp. 84–92.

5. Prymak, I.D., Kosolap, M.P., Panchenko, O.B. (2019). Mehanichnyj obrobitok ґрунту: istorija, teorija, praktyka [Mechanical tillage: history, theory, practice]. Vinnytsia, TOV TVORY, pp. 128–164, pp. 246–249.

6. Prymak, I.D., Vojtovyk, M.V., Panchenko, O.B. (2018). Evoljucija teoretichnyh i praktychnykh osnov perehodu vid polycevo do bezpolycevoho i poverhnevoho obrobitku ґрунту v Ukraini do seredyny pershoi' polovyny 20 st [The evolution of the theoretical and practical foundations of the transition from shelf to shelfless and surface tillage in Ukraine until the middle of the first half of the 20th century]. *Agrobiologija [Agrobiology]*. no. 1 (138), pp. 17–24.

7. Kuzin, N.V. (2016). Reabilitacija degradovanyh i maloproduktyvnyh zemel' sil's'kogospodars'kogo pryznachennja: monografija [Rehabilitation of degraded and unproductive agricultural lands]. Sumy, publishing and production enterprise "Dream – 1", 380 p.

8. Prymak, I.D., Kosolap, M.P., Kovalenko, V.P. (2018). Zemlerobstvo na erodovanyh ґрунтаh:

navchal'nyj posibnyk [Agriculture on eroded soils]. Vinnytsia, TOV TVORY, 400 p.

9. Prymak, I.D., Panchenko, O.B., Vojtovyk, M.V. (2018). Evoljucija teoretychnyh i praktychnyh osnov perehodu vid polyneвого do bezpolyceвого i pov-erhneвого ta nul'ovого obrobittiv gruntu v Ukraї'ni z seredyny pershoї polovyny 20 st do s'ogodennja [The evolution of the theoretical and practical foundations of the transition from no-till and surface and zero tillage in Ukraine from the middle of the first half of the 20th century to the present day]. *Agrobiologija* [Agrobiology]. no. 2, pp. 6–17.

10. Kosolap, M.P., Krotinov, O.P. (2011). Systema zemlerobstva No-till: navchal'nyj posibnyk [No-till farming system]. Kyiv, Logos, 352 p.

11. Antonec', S.S., Antonec', A.S., Pysarenko, V.M. (2010). Organichne zemlerobstvo: z dosvidu PP «Agroekologija» Shyshac'kogo rajonu Poltav's'koї oblasti: praktychni rekomendacii' [Organic farming: From the experience of PP "Agroekologija" Shishatsky District, Poltava Region. Practical recommendations]. Poltava, RVV PDAA, 200 p.

12. Malyenko, A.M., Golodnyj, Y.M., Vorona, L.Y., Kyryljuk, V.P., Kunychak, G.Y. (2018). Tehnologija dvuhfaznoj obrabotky pochvy: voprosy teoryy y praktyky [Technology of two-phase soil processing: theory and practice issues]. Kyiv, Agrarian Science, 104 p.

13. Demydenko, O.V., Bojko, P.I., Blashhuk, M.I., Shapoval, I.S., Kovalenko, N.P. (2019). Sivozminy ta rodjuchist' chornozemu Livoberezhnogo Lisostepu: monografija [Crop rotations and fertility of chernozem of the Left Bank Forest Steppe]. Smila, 483 p.

14. Prymak, I.D., Jezerkovs'ka, L.V., Fedoruk, Ju.V. (2020). Zemlerobstvo: pidruchnyk [Agriculture]. Vinnytsia, TOV TVORY, pp. 302–315, pp. 339–358, pp. 561–571.

15. Shyuchenko, M.V. (2019). Naukovi osnovy system obrobittu gruntu v umovah nestijkogo ta nedostatn'ogo zvolozhennja: monografija [Scientific basis of tillage systems in conditions of unstable and insufficient moisture]. Kharkiv, KHNAU, Maidan, 210 p.

16. Prymak, I.D., Martynjuk, I.V., Fedoruk, Ju.V. (2022). Naukovi osnovy suchasnyh system vitchyznjanogo zemlerobstva [Scientific foundations of modern systems of domestic agriculture]. Vinnytsia, TOV TVORY, pp. 243–248.

17. Shevchenko, A.P. (2015). Naukovi systemy obrobittu gruntu v pol'ovyh sivozminah Livoberezhnogo Lisostepu Ukraї'ny: avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Scientific systems of tillage in field crop rotations of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine: abstract of the thesis to obtain the scientific degree of Dr. of Agricultural Sciences: 06.01.01]. Dnipropetrovsk, 41 p.

18. Centylo, L.V. (2020). Agroekologichni osnovy vidtvorennja rodjuchosti chornozemu typovogo ta pidvyshhennja produktyvnosti agrocenoziv Pravoberezhnogo Lisostepu Ukraї'ny: avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Agro-ecological bases of reproduction of typical black soil fertility and productivity improvement of agrocenoses of the Right Bank Forest Steppe

of Ukraine: Abstract of the thesis to obtain the scientific degree of Dr. of Agricultural Sciences: 06.01.01]. Kyiv, 41 p.

19. Grynyk, S.I. (2021). Optyimizacija sposobu obrobittu gruntu i system udobrennja v korotko rotacijnij sivozmini Peredkarpattja Ukraї'ny: avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Optimization of soil tillage and fertilization systems in the short-rotational crop rotation of the Subcarpathian region of Ukraine: Abstract of the thesis to obtain the scientific degree of Dr. of Agricultural Sciences: 06.01.01]. Kyiv, 22 p.

20. Cherjachukin, M.I. (2016). Naukove obgruntuvannja ta rozroblennja zahodiv osnovnogo obrobittu gruntu v zonal'nyh systemah zemlerobstva Pravoberezhnogo Stepu Ukraї'ny: avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Scientific substantiation and development of basic tillage measures in zonal farming systems of the Right Bank Steppe of Ukraine: Abstract of the thesis to obtain the scientific degree of Dr. of Agricultural Sciences: 06.01.01]. Kyiv, 51 p.

21. Cyljuryk, O.I. (2014). Naukove obgruntuvannja efektyvnosti system osnovnogo obrobittu gruntu v korotkorotacijnyh sivozminah Pivnichnogo Stepu Ukraї'ny: avtoreferat dys. na zdobuttja naukovogo stupenja d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Scientific substantiation of the effectiveness of the main tillage systems in short-rotational crop rotations of the Northern Steppe of Ukraine: Abstract of the thesis. to obtain the scientific degree of Dr. of Agricultural Sciences: 06.01.01]. Dnipropetrovsk, 41 p.

22. Prymak, I.D., Cjuk, O.A., Martynjuk, I.V. (2022). Evoljucija system zemlerobstva: monografija [Evolution of farming systems]. Vinnytsia, TOV TVORY, pp. 298–313.

23. Tanchyk, S.P., Cjuk, O.A., Centylo, L.V. (2015). Nakovi osnovy system zemlerobstva: monografija [Basic principles of farming systems: a monograph]. Vinnytsia, Nilan-LTD LLC, pp. 58–60.

24. Prymak, I.D., Jermolajev, M.M., Panchenko, O.B. (2021). Zmina zapasiv produktyvnoi' gruntovoi' vology pid agrofocenozy zalezho vid system osnovnogo obrobittu v korotko rotacijnij sivozmini [Changes in the reserves of productive soil moisture under agrophytocenoses depending on the main cultivation systems in short-rotational crop rotation]. *Agrobiologija* [Agrobiology]. no. 1, pp. 131–144.

25. Soroka, V.I., Martynjuk, I.V., Prymak, I.D. (2000). Tehnologija vyroshhuvannja sil's'kogospodars'kyh kul'tur u promizhnyh posivah Lisostepu Ukraї'ny (rekomendacii') [Technology of cultivation of agricultural crops in intermediate crops of the Forest Steppe of Ukraine (recommendations)]. Bila Tserkva, pp. 20–21.

26. Jeshhenko, V.O., Kopytko, P.G., Butylko, A.P., Opryshko, V.P. (2013). Zemlerobstvo: pidruchnyk [Agriculture]. Kyiv, Lazurite-Polygraph, pp. 261–263.

27. Naukovi osnovy vyrobnytva organichnoi' produkcii' v Ukraї'ni: monografija / za red. Ja.M. Gadzala, V.F. Kamins'kogo [Scientific basis of production of organic products in Ukraine: monograph / by re. Y.M. Gadzala, V.F. Kaminsky]. Kyiv, Agrarian science, 2016, pp. 158–159.

28. Jeshhenko, V.O., Kopytko, P.G., Kostogryz, P.V., Opryshko, V.P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen' v agronomii: pidruchnyk* [Basics of scientific research in agronomy]. Vinnytsia, PE TD Edelweiss and K, pp. 175–176, 227 p.

29. Prymak, I.D., Rjaba, O.I., Kupchyk, V.I., Demydas', G.I., Jeshhenko, V.O. (2012). *Teoretychni osnovy suchasnoho zemlerobstva* [Theoretical foundations of modern agriculture]. Kyiv, Center for Educational Literature, pp. 316–317.

30. Prymak, I.D., Kupchyk, V.I. (2017). *Agronomichne gruntoznavstvo* [Agronomic soil science]. Vinnytsia, Nilan-LTD LLC, pp. 291–292.

31. Prymak, I.D., Gamalij, I.P., Panchenko, O.B. (2018). *Metereologichni nebezpechni javyshha i nespryjatlyvi umovy v zemlerobstvi Ukrainy* [Meteorological dangerous phenomena and unfavorable conditions in agriculture of Ukraine]. Vinnytsia, Nilan-LTD LLC, pp. 37–40.

32. Gordijenko, V.P. (2008). *Gruntova vologa: monografija* [Soil moisture]. Simferopol, State Enterprise Feniks Enterprise, pp. 181–182, pp. 352–353.

33. Prymak, I.D., Gamalij, I.P., Demydas', G.I. (2016). *Agrometereologija* [Agrometeorology]. Vinnytsia, Nilan-LTD LLC, pp. 463–465.

Reserves of available soil moisture, productivity and mass of root residues of winter wheat and post-harvest white mustard depending on cultivation, precursors and fertilizer

Prymak I., Hlevaskiy V., Voitovyk M., Pavlichenko A., Kachan L., Pancenko O., Obrazhyy S.

Three-year (2020–2022) research at the experimental field of Bilotserk National University, make it possible to calculate the economic and energy efficiency and to recommend a differentiated system of the main tillage on typical deep, low-humus medium-loamy chernozems of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine in a five-field specialized (cereal) crop rotation, which involves deep plowing only for row crops, and for winter wheat after both predecessors (peas and buckwheat) and post-harvest mustard for green manure cultivation with heavy disc harrows, respectively, to a depth of 8–10 and 10–12 cm with the introduction of $N_{140}P_{60}K_{100}$ under the bread plant and $N_{120}P_{60}K_{90}$ – after peas, and under cabbage – $N_{80}P_{60}K_{80}$ after both predecessors. For the placement of winter wheat after legume and cereal crops and recommended agricultural measures, the cost of one ton of grain was 3.82 and 4.06 thousand hryvnias respectively, conditional net profit was 18.11 and 16.06 thousand hryvnias/ha, profitability 44.4 and 37.1 %, energy efficiency ratio 2.4 and 1.9.

Reserves of available soil moisture under winter wheat are higher in the link with peas than buckwheat. The highest reserves of it in the upper, arable and meter layers in the seedling phase of the culture after both predecessors under differentiated cultivation in crop rotation. In the phase of entering the tube, this indicator is the lowest in the arable layer under differentiated, and in the meter layer - under disk cultivation in crop rotation.

On the date of sowing white mustard in the row with peas, the reserves of available soil moisture in the upper layer differed insignificantly according to tillage options, and in arable land they are the highest under shelf-disc tillage. In the meter layer, this indicator did not undergo significant deviations from the control, although it increased compared to it by 1.2–2.5 mm.

For the predecessor of buckwheat, the content of soil moisture in the investigated layers (0–10, 0–30 and 0–100 cm) on the date of sowing white mustard increased significantly under differentiated and decreased significantly under disk tillage. In the upper layer of the soil, this indicator is slightly higher in the link with peas (by 0.5 mm), in the arable one with buckwheat (by 2.6 mm), and in the meter layer – it is almost the same for both predecessors.

The yield of winter wheat is 0.59 t/ha higher in the link with peas than with buckwheat. After both predecessors, it is the largest under differentiated cultivation of fertilized and unfertilized plots. With chisel-disk and disk processing, this indicator is significantly reduced.

Only on unfertilized plots under shelf-disk and disk tillage, the yield of green mass of white mustard is higher in the link with peas than with buckwheat, in the remaining variants of the experiment, the preference is for the grain predecessor.

This indicator in the link with peas decreased, for all tillage options, compared to the control, but significantly only for disc tillage. In the link with buckwheat, its significant decrease is observed under disc cultivation and a significant increase under differentiated cultivation of fertilized areas.

The dry mass of root residues of winter wheat is significantly lower for chisel-disk and disc than for shelf-disk treatments in both predecessors. Under differentiated processing, this indicator increased, compared to the control, but insignificantly.

The mass of the dry root of white mustard in the link with leguminous crop is less for all tillage options, compared to the control, but it is significantly (by 0.19–0.25 t/ha) less for discing the soil.

With an increase in fertilizer application rates, the dry weight of the root residues of the studied crops grows more slowly than the yield. At the same time, a slower growth of both above-ground and underground mass of both agrophytocenoses was established for placing them after the leguminous than for the cereal predecessor.

Calculations of economic and energy efficiency give reason to recommend a differentiated system of the main soil cultivation on typical deep, low-humus, medium-loam chernozems of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine in a five-field specialized (cereal) crop rotation, which involves deep plowing only for row crops, and for winter wheat after both predecessors (peas and buckwheat) and post-harvest mustard for green manure tillage with heavy disc harrows, respectively, to a depth of 8–10 and 10–12 cm with application of $N_{140}P_{60}K_{100}$ under the bread plant after

buckwheat and $N_{120}P_{60}K_{90}$ – after peas, and under cabbage – $N_{80}P_{60}K_{80}$ after both predecessors.

For placing winter wheat after leguminous and cereal crops and recommended agromeasures, the cost price of one ton of grain was UAH 3.82 and 4.06

thousand respectively, conditional net profit was UAH 18.11 and 16.06 thousand/ha, profitability 44.4 and 37.1 %, energy efficiency ratio 2.4 and 1.9.

Key words: soil, cultivation, productivity, fertilizers, predecessors, cultures, root residues, crop rotation.



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.

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

Глеваський В.І.

<https://orcid.org/0000-0002-3939-7215>

Павліченко А.А.

<https://orcid.org/0000-0002-4795-5643>

Качан Л.М.

<https://orcid.org/0000-0001-5374-3252>

Ображій С.В.

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