

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-10

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.55:631.41:631.582:631.81

**ПРОДУКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР
І ПОЛЬОВИХ СІВОЗМІН
ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ
І УДОБРЕННЯ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО****І. Д. Примак, М. В. Войтовик, С. В. Горновська, О. Б. Панченко, С. В. Ображій**

Білоцерківський національний
аграрний університет
*Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква,
Київська обл., 09117*

Про авторів:

Іван ПРИМАК,
доктор сільськогосподарських наук,
професор
ORCID: 0000-0002-0094-3469

Михайло ВОЙТОВИК,
доктор сільськогосподарських наук,
доцент
ORCID: 0009-0008-8420-3222

Світлана ГОРНОВСЬКА,
кандидат сільськогосподарських
наук, доцент
ORCID: 0000-0001-8244-3523

Олександр ПАНЧЕНКО,
кандидат сільськогосподарських
наук, доцент
ORCID: 0000-0002-6694-9142

Сергій ОБРАЖІЙ,
кандидат сільськогосподарських
наук, доцент
ORCID: 0000-0002-0773-6382

Для листування:

Світлана ГОРНОВСЬКА
e-mail: gornovskaya@ukr.net

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки України

Отримано:
30 травня 2025 р.
Погоджено до друку:
18 вересня 2025 р.
Опубліковано:
30 вересня 2025 р.

П'ятирічними (2020–2024 рр.) дослідженнями на чорноземі типовому глибокому дослідного поля Білоцерківського НАУ встановлено, що продуктивність п'ятипільних польових сівозмін (перша: 1 – горох; 2 – пшениця озима, гірчиця біла та сидерат; 3 – кукурудза; 4 – гречка; 5 – пшениця озима, гірчиця біла на сидерат; друга: 1 – соя; 2 – пшениця озима, гірчиця біла на сидерат; 3 – кукурудза; 4 – ячмінь ярий, гірчиця біла на сидерат; 5 – соняшник), урожайність основних культур істотно нижча за безполіцево-дискового і дискового, ніж поліцево-дискового обробітку. Зеленої маси післяжнивної гірчиці білої зароблено в ґрунт за дискового обробітку істотно менше після обох передпопередників. За диференційованого обробітку в другій сівозміні урожайність кукурудзи і ячменю ярого істотно підвищувалася. За виходом сухої речовини й кормових одиниць товарної та нетоварної продукції рільництва диференційований обробіток удобрених ділянок другої сівозміни істотно переважає поліцево-дисковий обробіток. За виходом сухої речовини основної продукції досліджувані сівозміни з часткою просапних культур 20 і 40 % майже рівноцінні, а за збором перетравного протеїну з товарної продукції друга сівозміна переважала першу на 19 %. Найбільш ефективна система основного обробітку ґрунту в обох сівозмінах – диференційована, що передбачає глибоку (на 25–27 см) оранку під одну просапну культуру – кукурудзу (з внесенням 30 т/га гною), а під решту сільськогосподарських рослин – безполіцевий і дисковий різноглибинні обробітки з внесенням на гектар ріллі 6 т гною + $N_{98}P_{66}K_{92}$ в першій і 6 т гною + $N_{92}P_{66}K_{90}$ в другій сівозміні.

Ключові слова: сівозміна, обробіток, удобрення, культури, урожайність, продуктивність, суха речовина, кормові одиниці, перетравний протеїн, нетоварна продукція.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Примак І. Д., Войтовик М. В., Горновська С. В., Панченко О. Б., Ображій С. В., 2025

Productivity of agricultural crops and field crop rotations under different primary tillage and fertilization systems on typical chernozem

Bila Tserkva National Agrarian University
8/1 Soborna Square, Bila Tserkva,
Kyiv region, 09117

About authors:

Ivan PRYMAK
ORCID: 0000-0002-0094-3469

Mykhailo VOITOVYK
ORCID: 0009-0008-8420-3222

Svitlana HORNOVSKA
ORCID: 0000-0001-8244-3523

Oleksandr PANCHENKO
ORCID: 0000-0002-6694-9142

Serhii OBRAZHII
ORCID: 0000-0002-0773-6382

For corresponding:
Svitlana HORNOVSKA
e-mail: gornovskayasvetlana@ukr.net

Funding information:
Ministry of Education and Science
of Ukraine

Received:
May 30, 2025
Accepted:
September 18, 2025
Published:
September 30, 2025

Five-year (2020–2024) studies conducted on typical deep chernozem at the experimental field of Bila Tserkva National Agrarian University established that the productivity of five-field crop rotations (first rotation: 1 – pea; 2 – winter wheat, white mustard as green manure; 3 – maize; 4 – buckwheat; 5 – winter wheat, white mustard as green manure; second rotation: 1 – soybean; 2 – winter wheat, white mustard as green manure; 3 – maize; 4 – spring barley, white mustard as green manure; 5 – sunflower) and yield of main crops were significantly lower under moldboard-free disk and disk tillage compared to moldboard-disk tillage. Green mass of post-harvest white mustard incorporated into soil was significantly lower under disk tillage after both preceding crops. Under differentiated tillage in the second crop rotation, maize and spring barley yields increased significantly. In terms of dry matter and feed unit output from marketable and non-marketable agricultural products, differentiated tillage of fertilized plots in the second crop rotation significantly exceeded moldboard-disk tillage. Regarding dry matter output of main products, the studied crop rotations with 20 % and 40 % share of row crops were nearly equivalent, while digestible protein collection from marketable products showed the second rotation exceeding the first by 19 %. The most effective primary soil tillage system in both rotations was differentiated tillage, involving deep plowing (25–27 cm) for one row crop – maize (with 30 t/ha manure application), and moldboard-free and disk tillage of varying depths for other agricultural crops with application of 6 t manure + $N_{92}P_{66}K_{92}$ per hectare of arable land in the first rotation and 6 t manure + $N_{92}P_{66}K_{92}$ in the second rotation.

Keywords: crop rotation, tillage, fertilization, crops, yield, productivity, dry matter, feed units, digestible protein, non-marketable products.

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

Вступ. Система основного обробітку ґрунту істотно впливає на решту складників будь-якої системи рільництва – систему удобрення, меліорації, захисту рослин, технології вирощування сільськогосподарських рослин тощо. Домінантною (провідною) ланкою системи землеробства є система організації землевпорядкування і сівозмін [10].

Механічний обробіток ґрунту, особливо основний, справляє істотний вплив майже на всі показники його родючості. Хоча він не додає ґрунту ні речовини, ні енергії, проте, змінюючи в першу чергу його фізичну будову, а отже

фізичні, хімічні, біологічні та фізико-хімічні властивості, прискорює або уповільнює темпи синтезу і мінералізації органічної речовини. Остання є головним показником родючості, енергетичним ресурсом ґрунту. Так само як температура тіла є показником стану хворої людини, так і вміст та якість органічної речовини в ґрунтовому середовищі характеризує його стан, фізичні та інші властивості [11].

На сьогодні обробіток ґрунту має бути енергоощадним, ґрунтозахисним, волозберігаючим, структуровідновлюючим, протиерозійним.

Майже до кінця XIX ст. причиною вітроерозійних процесів вважали висушування ґрунту. Саме ця думка на ерозію і висунула першочергове завдання нагромадження вологи, вирішення якого покладали в першу чергу на глибоку оранку. І це зрозуміло, оскільки плуг вважався основним знаряддям в рільництві, мав тисячолітню історію, пережив всі суспільні формації, забезпечив підвищення продуктивності землеробської праці порівняно з обробіткою мотикою у 50 разів. Плуг був символом знаряддя мирної праці, колос – народного блага, сніп – згуртованості та єдності, серп – праці на землі. Та й мрія всіх людей на Землі – перекувати мечі в плуги [9].

Заклав основи ґрунтозахисного обробітку ґрунту І. Є. Овсінський, який виконував його ножовими культиваторами не глибше 5 см власної конструкції. На його думку, більш родючий верхній шар ґрунту має залишатися зверху, а гній забезпечує кращі результати за заробки дводюймовою оранкою. Праця українського фермера, фундатора ґрунтозахисного рільництва «Нова система землеробства» вперше опублікована в 1898 р. польською мовою в журналі «Rolnic i Hodowka» («Селянин і підприємець»), в 1899 р. – в Києві, Вільнюсі та Харкові. Пізніше вона неодноразово перевидавалася.

У «Досягненнях сільськогосподарських дослідних станцій України» за редакцією В. Румянцева (1928 р.) рекомендовані такі глибини (см) основного обробітку: Сумська – під буряки цукрові – 18–22, Маріупольська – під пшеницю яру й озиму – 11, Харківська – під коренеплоди – 18–22, зернові – 9–13, Носівська – під ярі й озимі – 13, Аджамська – під чорні та травневі (ранні весняні) пари – 11 см. На початку XX ст. навіть під найбільш вибагливі до розпушення рільничі рослини глибину оранки пропонували в межах 18–22 см і лише в окремих випадках 25–27 см [10].

У 30-ті рр. проти поверхневого і мілкового обробітків різко виступили В. Р. Вільямс і М. С. Соколов. «Головний

агроном країни», консультант Держплану, вчений сталінської епохи В. Р. Вільямс, користуючись беззаперечним авторитетом партійних і державних органів, заявив, що мілка оранка є «агротехнічним і виробничим безглуздом», рекомендуючи повсюдно культурну оранку на глибину не менше 20 см [9]. До 50-х рр. протилежні думки в рільництві майже відсутні.

Академік М. М. Тулайков (1875–1938 рр.), який рішуче виступив проти догматів В. Р. Вільямса, рекомендуючи в посушливих районах мілку оранку, поплатився життям за свої експерименти [22].

У другій половині XX ст. першим в радянській імперії категорично відмовився від оранки Т. С. Мальцев, назвавши її «вивертанням ґрунту навиворіт». У чотирипільній сівозміні він рекомендує глибокий обробіток безполицевим плугом, виготовленим власноруч в 1952 р., тільки під чистий пар, а на решті полів – поверхневий обробіток дисковими луцильниками. У 60–70-х рр. колективом Всесоюзного НДІ зернового господарства, створеного в 1957 р., на чолі з О. І. Бараєвим була розроблена і впроваджена ґрунтозахисна система землеробства, фундаментом якої слугував різноглибинний безполицевий обробіток в польових зернопарових короткоротаційних сівозмінах [11].

Найбільш активно ідеї І. Є. Овсінського у другій половині XX ст. в Україні розвивали М. К. Шикун і Ф. Т. Моргун, які керували впродовж 1973–1988 рр. значно масштабнішим експериментом щодо впровадження безполицевого (плоскорізного) обробітку на всій площі орних земель Полтавської області. Ці вчені мають порівняно невеликий загальний послідовників-однодумців, які виступають за заборону використання плугів, вбачаючи їх причиною інтенсивного розвитку в Україні дефляційних і ерозійних процесів, дегуміфікації, знеструктурення, переущільнення, кіркоутворення, опустелювання тощо [9, 24].

В Україні є поодинокі господарства, які повністю перейшли на нульовий обробіток ґрунту – систему No-till [16, 19, 21]. Але цей процес переходу набирає обертів [5, 16, 26, 27]. Окремі господарства освоїли Strip-till (смуговий обробіток), Verti-till (вертикальний обробіток) [6, 12, 13].

Strip-till є альтернативою No-till, яка використовує переваги та мінімізує недоліки останньої. За смугового обробітку краще і раніше весною прогривається ґрунт, з'являється можливість глибоко і «адресно» вносити добрива тощо. У комплексі агрегатів для технології Strip-till пропонується мати знаряддя для поверхневого обробітку, краще штригельні пружинні борони [12].

Характерною особливістю технології Verti-till є мінімізація: переміщення прошарків ґрунту у вертикальному і горизонтальному напрямках, винесення на поверхню поля насінневих і вегетативних органів розмноження бур'янів, руйнування капілярних пор. За вертикального обробітку рослинні рештки рівномірно розподілені у верхньому шарі ґрунту. Вітчизняний комплекс засобів механізації технологічних процесів системи Verti-till налічує 8 найменувань і 30 марок знарядь. Робочими органами машин є зблоковані у підресорені батареї хвилясті диски, кут атаки яких регулюється від 0 до 25 °С, а глибина обробітку до 16 см. Завдяки невеликій ввігнутості хвилясті диски можуть застосовуватися як для вертикального обробітку (за нульового кута атаки), так і для поєднання його з підрізанням (обробітком) смуг ґрунту і перемішуванням з органічними рештками (мульчуванням) за кута атаки дисків більше нуля. Для підвищення ефективності мульчування за батареями хвилястих дисків встановлюють ротаційні борони та котки [6]. А поодинокі вітчизняні рільники навіть впроваджують «органічний No-till» [17].

Хліборобів України спонукають до мінімізації обробітку ґрунту в першу чергу погіршення клімату (опустелювання,

аридизація), дорожнеча енергоносіїв, вітрова і водна ерозія та інші деградаційні процеси. 20 % сільськогосподарських земель держави зазнали істотної деградації, за останні 130 років ґрунти втратили близько 30 % гумусу [6].

До початку ХХІ ст. консерватизм агрономів, керівників господарств і особливо науковців, вихованих на непохитних канолах оранки, виявився сильнішим пилових бур. За останню четверть століття на високому теоретичному і методичному рівні добре вивчені механізми ерозії і дефляції, встановлені критерії вітростійкості поверхні ґрунтів, нормативи охорони ґрунтової структури, моделі оптимального кореневмісного шару, всебічно обґрунтовано питання диференціації родючості ґрунту за різних способів, заходів і глибини його обробітку.

Дослідження абсолютної більшості вітчизняних науковців і практичний досвід рільників переконливо свідчить про високу ефективність диференційованого обробітку в сівозмінах, за якого оранку проводять один раз у 3–5 років, в першу чергу під просапні культури, а в решту періоду часу мілкі, поверхневі чи навіть нульові обробітки залежно від біологічних особливостей культур, показників і умов родючості ґрунту [10, 11, 27]. Тому плугобудівні заводи удосконалюють плуги і нарощують їх виробництво [2].

Інститут гідротехніки та меліорації НААН України рекомендує основний обробіток під озимі на глибину не більше 10–12 см; ярі зернові та зернобобові культури – безполицеве розпушення на 12–14 см, або 18–22 см, а також оранку на 20–22 см; кукурудзу на зерно і силос, соняшник – оранку на 25–27 см у ранні строки, або ж плоскорізне розпушування на таку ж глибину [28].

На чорноземі типовому глибокому середньосуглинковому Правобережного Лісостепу України рекомендовано в зернопросапній і плодозмінній п'ятипільних сівозмінах поєднувати оранку один раз за ротацію відповідно під

соняшник і буряки цукрові з чизелюванням і дискуванням під решту культур [4].

У десятипільній зернопаропросапній сівозміні північної частини Правобережного Степу України найбільш ефективним виявився полицево-безполицевий обробіток чорнозему звичайного, що передбачав поєднання оранки під просапні культури з нульовим обробітком під сільськогосподарські рослини звичайного рядкового способу сівби. Під буряки цукрові пропонується глибока (28–30 см) оранка за умови безполицевого обробітку на 18–22 см під їх попередник – пшеницю озиму. За розміщення ячменю ярого після буряків цукрових основний обробіток під нього плоскорізний – на 20–22 см. Під кукурудзу доцільна оранка на 25–27 см, а під соняшник, залежно від погодних умов року: у посушливі роки оранка на 22–25 см, зволожені – мінімальний обробіток [30].

У десятипільній стаціонарній сівозміні рекомендує і Л. В. Центило полицево-безполицевий обробіток чорнозему типового, за якого глибоку оранку проводять два рази під соняшник та буряки цукрові, а під решту культур – безполицевий мілкий і чизельний різноглибинні обробітки [29].

Аналогічні рекомендації висвітлені у багатьох працях [20, 31, 32]. Певний загальний висновок науковців необхідність проведення культурної оранки в сівозміні пов'язує з визначенням коефіцієнта оструктуреності ґрунту. За його величини нижче 0,67 такий захід обов'язковий. Вчені, як і В. Р. Вільямс, вважають, що структура верхнього (0–10 см) шару ґрунту під впливом атмосферних опадів, повітря і обробітку неминує погіршуватися. Лише культурна оранка або двоярусний плуг забезпечують взаємне переміщення без перемішування нижньої структурної й верхньої знеструктуреної частин орного шару, створюючи гетерогенний [1, 26].

В Інституті сільського господарства Західного Полісся НААН України найвищу урожайність сої у чотиріпільній зернопаропросапній сівозміні отримано за

обробітку плугом на 20–22 см і дисковою бороною АГ-2,4-20 на 15–17 см за досліджуваних трьох систем удобрення темно-сірого опідзоленого ґрунту [33].

У семипільній зернопаропросапній сівозміні Лівобережного Степу України рекомендована під просапні культури (кукурудзу, соняшник) оранка на 22–24 см, зернові колосові і бобові – дискування на 10–12 см [14].

На темно-каштановому середньо суглинковому ґрунті з глибоким заляганням ґрунтових вод у Південному Степу України найвищу урожайність соняшнику після пшениці озимої забезпечила оранка на 22–24 см. За чизелювання на 18–22 см і дискування на 10–14 см цей показник істотно знижувався [3]. А в досліді Прикарпатської державної сільськогосподарської станції найкращі результати отримано за мілкого обробітку на 10–12 см під ріпак озимий [15].

Мета дослідження – вивчити вплив чотирьох систем механічного обробітку і чотирьох систем удобрення чорнозему типового на продуктивність агрофітоценозів і двох польових спеціалізованих зернопаропросапних сівозмін з часткою зернових культур відповідно 100 і 80 %; запропонувати виробництву оптимальне поєднання систем обробітку й удобрення, що забезпечує отримання з кожного гектара ріллі 4 т сухої речовини, понад 5 т кормових одиниць і 0,40–0,45 т перетравного протеїну з основної продукції та відповідно 9,0–9,5; 7,0–7,5 і 0,50–0,55 т з товарної й нетоварної продукції сільськогосподарських рослин за високої агротехнічної та енергетичної ефективності досліджуваних агротехнічних заходів.

Матеріали і методи. Робота виконувалася на чорноземі типовому глибокому середньосуглинковому дослідного поля Білоцерківського НАУ впродовж 2020–2024 рр. у двох стаціонарних польових зернопаропросапних спеціалізованих сівозмінах, повністю розгорнутих в просторі часі.

На дослідній ділянці в гранулометричному складі орного шару

домінує фракція великого пилю – близько 53 %, через що цей ґрунт зазнає ерозійних процесів. Сума обмінних катіонів – до 37 мг-екв./100 г ґрунту, ступінь насичення ґрунту основами – 98 %, а співвідношення катіонів кальцію до магнію – 5,3. Вміст гумусу – 3,6–3,8 % (за методом Тюріна та Кононової), легкогідролізованого азоту – 110 мг/кг (за методом Корнфілда), рухомих сполук фосфору й обмінного калію – 120 і 110 мг/кг (за методом Чирикова). Щільність будови орного шару (0–30 см) – 1,18 г/см³, загальна пористість – 52 %, максимальна молекулярна вологомісткість – 13,8 %, вологість стійкого в'янення – 11,0 %, повна вологомісткість – 41,5 %, найменша (польова) вологомісткість – 28,3 %.

Облік урожайності проводили за технічної стиглості культур методом суцільного (прямого) збирання рослин з облікових ділянок з наступним

перерахунком на стандартні чистоту і вологість окремо з кожного варіанту. Енергетичну оцінку досліджуваним агрозаходам проводили за рекомендаціями О. К. Медведовського і П. І. Іваненка [16].

За математично-статистичної обробки результатів досліджень використовували програмні засоби Microsoft Excel STATISTIKA 10.0.

Вивчали чотири системи основного обробітку ґрунту (табл. 1) і чотири системи удобрення агрофітоценозів сівозмін (табл. 3). За нульової системи (нульового рівня) добрива не вносили в обох сівозмінах. За першої, другої й третьої (першого, другого і третього рівня) відповідно 6 т гною + N₆₄P₅₄K₅₈; 6 т гною + N₉₈P₆₆K₉₂ і 6 т гною + N₁₂₆P₈₂K₁₁₆ – у першій сівозміні та 6 т гною + N₅₄P₄₈K₄₈; 6 т гною + N₉₂P₆₆K₉₀ і 6 т гною + N₁₂₀P₉₂K₁₁₀ – у другій сівозміні на гектар ріллі.

1. Системи основного обробітку чорнозему типового у сівозмінах

№ поля	Культура сівозміни	Варіанти основного обробітку ґрунту			
		I	II	III	IV
		полицево-дисковий (контроль)	чизельно (безполицево)-дисковий	диференційований (полицево-чизельно-дисковий)	дисковий (мілкий)
		Глибина (см) і знаряддя обробітку			
Перша сівозміна					
1	Горох	18–20 (п.)	18–20 (ч.)	18–20 (ч.)	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 (ч.)	25–27 (п.)	10–12 (д.б.)
4	Гречка	10–12 (д.б.)	10–12 (ч.)	10–12 (ч.)	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.)	10–12 (д.б.)
Друга сівозміна					
1	Соя	10–12 (д.б.)	20–22 (ч.)	10-12 (д.б.)	10–12 (д.б.)
2	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.)	10–12 (д.б.)
3	Кукурудза	25–27 (п.)	25–27 (ч.)	25-27 (п.)	10–12 (д.б.)
4	Ячмінь ярий	10–12 (д.б.)			10–12 (д.б.)
	Гірчиця біла на сидерат	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)
5	Соняшник	25–27 (п.)	25–27 (ч.)	25–27 (ч.)	10–12 (д.б.)

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

У досліді триразова повторність, послідовне і систематичне розміщення варіантів і повторень. Ділянки першого порядку (варіанти обробітку) розташовані в один ярус, а другого (варіанти удобрення) – у чотири яруси. Площа посівних і облікових ділянок відповідно – 171 і 112 м². Кожне поле сівозмін займає площу 7835,6 м². Як добриво вносилися: аміачна селітра, простий гранульований суперфосфат, калійна сіль і напівперепрілий гній великої рогатої худоби.

Кормові одиниці та перетравний протеїн розраховували за «Довідником

поживності кормів» в Лісостепу України [7].

Результати та обговорення. У першій сівозміні урожайність гороху за безполицево-дискового і дискового обробітків істотно, а за диференційованого – неістотно нижча, ніж на контролі. Встановлено, що зі збільшенням норм внесених добрив ця різниця зростає. На неудобрених ділянках другого, третього і четвертого варіантів обробітку вона становила відповідно 0,24; 0,11 і 0,31 т/га, а удобрених найвищою нормою – 0,33; 0,16 і 0,43 т/га (табл. 2).

2. Урожайність сільськогосподарських культур першої сівозміни за різних систем обробітку й удобрення ґрунту, т/га

Варіанти обробітку		Системи (рівні) удобрення на гектар ріллі	Номер полів першої сівозміни						
			1	2	3	4	5		
№	Назва		Рільничі рослини першої сівозміни						
			Горох	Пшениця озима	Гірчиця біла	Кукурудза	Гречка	Пшениця озима	Гірчиця біла
1	Полицево-дисковий (контроль)	Без добрив	2,19	2,69	10,81	3,21	1,26	2,27	10,11
		6 т гною + N ₆₄ P ₅₄ K ₅₈	2,97	4,87	15,52	5,80	2,00	4,29	15,92
		6т гною + N ₉₈ P ₆₆ K ₉₂	3,44	6,28	18,12	7,67	2,48	5,69	18,71
		6 т гною + N ₁₂₆ P ₈₂ K ₁₁₆	3,72	6,90	19,21	8,42	2,73	6,32	19,90
2	Безполицево (чизельно) – дисковий	Без добрив	1,95	2,36	10,23	2,67	1,01	1,86	10,52
		6 т гною + N ₆₄ P ₅₄ K ₅₈	2,69	4,48	14,91	5,12	1,72	3,79	16,50
		6т гною + N ₉₈ P ₆₆ K ₉₂	3,14	5,83	17,31	6,88	2,17	5,14	19,23
		6 т гною + N ₁₂₆ P ₈₂ K ₁₁₆	3,39	6,40	18,42	7,57	2,38	5,74	20,71
3	Диференційований	Без добрив	2,08	2,90	10,40	2,93	1,34	2,39	10,71
		6 т гною + N ₆₄ P ₅₄ K ₅₈	2,84	5,04	15,01	5,58	2,12	4,44	16,81
		6т гною + N ₉₈ P ₆₆ K ₉₂	3,29	6,43	17,53	7,49	2,63	5,87	19,60
		6 т гною + N ₁₂₆ P ₈₂ K ₁₁₆	3,56	7,01	18,61	8,26	2,90	6,52	21,01
4	Дисковий (мілкий)	Без добрив	1,88	2,24	9,80	2,16	0,88	1,74	9,20
		6 т гною + N ₆₄ P ₅₄ K ₅₈	2,62	4,39	14,40	4,92	1,65	3,68	14,91
		6т гною + N ₉₈ P ₆₆ K ₉₂	3,04	5,72	16,93	6,92	2,18	5,01	17,52
		6 т гною + N ₁₂₆ P ₈₂ K ₁₁₆	3,29	6,27	17,92	7,77	2,45	5,57	18,72
НР _{0,05}			0,23	0,33	0,76	0,50	0,21	0,38	0,71

Урожайність пшениці озимої істотно зменшувалася за безполицево-дискового і дискового обробітків, ніж на контролі, причому зростання норм внесення добрив посилювало цю різницю. За нульового – першого, другого і третього рівнів

удобрення вона становила відповідно 0,33; 0,39; 0,46 і 0,51 т/га по безполицево-дисковому обробітку та 0,44; 0,49; 0,56 і 0,64 т/га – по дисковому. За диференційованого обробітку урожайність

неістотно вища (на 0,11–0,22 т/га), ніж на контролі.

Найвища урожайність кукурудзи зафіксована за полицево-дискового обробітку. За безполицево-дискового і дискового обробітків вона істотно, а за диференційованого – неістотно нижча. З підвищенням рівня внесених добрив різниця в урожайності за другого обробітку, порівняно з першим, зростала, а за третього й четвертого – зменшувалися. Так, за нульового, першого, другого і третього рівнів удобрення вона становила відповідно 0,54; 0,68; 0,78 і 0,86 т/га по безполицево-дисковому обробітку (порівняно з полицево-дисковим) та 1,04; 0,87; 0,76 і 0,64 т/га по дисковому обробітку.

Урожайність гречки неістотно вища за диференційованого обробітку та істотно нижча за безполицево-дискового і дискового обробітків, ніж на контролі. За підвищення рівня внесених добрив ця різниця між першим, другим та третім варіантами обробітку зростає, а між першим (контролем) і четвертим – знижується. Так, на неудобрених і удобрених найвищою нормою добрив ділянках вона становила відповідно 0,25 і 0,36 т/га за безполицево-дискового обробітку (порівняно з контролем), 0,08 і 0,17 – диференційованого та 0,38 і 0,27 т/га за дискового обробітку.

Урожайність пшениці озимої неістотно вища (на 0,12–0,20 т/га) за диференційованого та істотно нижча за чизельно-дискового (на 0,40–0,57 т/га) і дискового (на 0,53–0,74 т/га) обробітків. За підвищення норм внесених добрив різниця в урожайності між контрольним і експериментальними варіантами обробітку зростає. Урожайність на 0,58 т/га більша за розміщення озимої рослини після бобової, ніж круп'яної культури.

За бобового передпопередника урожайність гірчиці білої нижча на всіх експериментальних варіантах обробітку, проте істотно лише на четвертому. За підвищення норм внесення добрив ця різниця зростає, особливо за дискового

обробітку, де вона становила 0,97; 1,08; 1,19 і 1,26 т/га відповідно за нульової, першої, другої й третьої систем удобрення.

За круп'яного передпопередника і безполицево-дискового та диференційованого обробітків урожайність капустиної рослини підвищується, а за дискового – істотно знижується. За збільшення норми добрив різниця між експериментальними варіантами обробітку і контролем зростає. Так, на неудобрених ділянках безполицево-дискового, диференційованого і дискового обробітків вона становила відповідно 0,42; 0,63 і 0,88 т/га, а на удобрених найвищою нормою – 0,76; 1,11 і 1,22 т/га.

Лише на неудобрених ділянках полицево-дискового обробітку перевага в урожайності сидеральної рослини (на 0,65 т/га) на боці бобового, а на решті варіантів – круп'яного передпопередника.

У другій сівозміні урожайність сої найвища за полицево-дискового обробітку, на решті варіантів вона нижча, проте за диференційованого неістотно. Збільшення норм внесення добрив посилює різницю між варіантами обробітку. За нульової, першої, другої й третьої систем удобрення вона становила відповідно 0,26; 0,33; 0,38 і 0,41 т/га за безполицево-дискового обробітку, 0,12; 0,15; 0,17 і 0,19 – диференційованого, 0,29; 0,35; 0,41 і 0,44 т/га за дискового обробітку (табл. 3).

Середня по досліді урожайність сої становила 2,43 т/га зерна з вмістом 2,97 т/га кормових одиниць і 0,66 т/га перетравного протеїну. У полі гороху першої сівозміни ці показники становили відповідно 2,85; 3,32 і 0,468 т/га. Таким чином, попри те, що соя поступилася гороху за урожайністю зерна на 14,7 %, збором кормових одиниць на 10,5 %, проте перевищила його за виходом перетравного протеїну на 41,2 %.

Урожайність пшениці озимої істотно нижча за безполицево-дискового і дискового та неістотно вища за диференційованих обробітків, порівняно з контролем. За підвищення норм внесення добрив різниця в урожайності між експериментальними варіантами обробітку

і контролем зростала. На неудобрених ділянках і добрених найвищою нормою вона становила відповідно 0,36 і 0,48 т/га на

другому варіанті обробітку, 0,14 і 0,25 – третьому, 0,38 і 0,49 т/га на четвертому варіанті.

3. Урожайність сільськогосподарських культур другої сівозміни за різних систем обробітку і удобрення ґрунту, т/га

Варіанти обробітку		Системи (рівні) удобрення на гектар ріллі	Номер полів другої сівозміни						
			1	2		3	4		5
№	Назва		Рільничі рослини другої сівозміни						
			Соя	Пшениця озима	Гірчиця біла	Кукурудза	Ячмінь ярий	Гірчиця біла	Соняшник
1	Полицево-дисковий (контроль)	Без добрив	1,91	2,75	11,29	3,36	2,46	12,47	1,51
		6 т гною + N ₅₄ P ₄₈ K ₄₈ ;	2,59	4,76	17,10	5,85	4,33	18,72	2,54
		6т гною + N ₉₂ P ₆₆ K ₉₀	3,01	6,14	20,13	7,53	5,29	22,14	3,19
2	Безполицево (чизельно) – дисковий	6 т гною + N ₁₂₀ P ₉₂ K ₁₁₀	3,21	6,64	21,47	8,24	5,76	23,65	3,52
		Без добрив	1,65	2,39	11,68	2,78	2,15	13,33	1,25
		6 т гною + N ₅₄ P ₄₈ K ₄₈ ;	2,27	4,37	17,64	5,16	3,95	19,65	2,28
		6т гною + N ₉₂ P ₆₆ K ₉₀	2,63	5,70	20,74	6,81	4,96	23,12	2,92
		6 т гною + N ₁₂₀ P ₉₂ K ₁₁₀	2,80	6,16	22,20	7,40	5,37	24,52	3,21
3	Диференційований	Без добрив	1,79	2,89	11,75	4,02	2,74	13,43	1,62
		6 т гною + N ₅₄ P ₄₈ K ₄₈ ;	2,44	4,94	17,72	6,64	4,67	19,79	2,68
		6т гною + N ₉₂ P ₆₆ K ₉₀	2,84	6,36	20,80	8,41	5,65	23,31	3,37
		6 т гною + N ₁₂₀ P ₉₂ K ₁₁₀	3,02	6,89	22,20	9,05	6,18	24,94	3,73
4	Дисковий (мілкий)	Без добрив	1,62	2,37	10,39	2,67	2,11	11,61	1,18
		6 т гною + N ₅₄ P ₄₈ K ₄₈ ;	2,25	4,31	15,97	5,10	3,92	17,79	2,22
		6т гною + N ₉₂ P ₆₆ K ₉₀	2,60	5,65	19,08	6,71	4,86	21,13	2,89
		6 т гною + N ₁₂₀ P ₉₂ K ₁₁₀	2,77	6,15	20,28	7,31	5,31	22,51	3,16
НІР _{0,05}			0,25	0,36	0,89	0,56	0,26	0,84	0,24

Урожайність гірчиці білої істотно нижча за дискового обробітку: на ділянках нульової, першої, другої й третьої систем удобрення відповідно на 0,91; 1,14; 1,05 і 1,22 т/га. За безполицево-дискового і диференційованого обробітку цей показник неістотно підвищувався, відповідно на 0,57 і 0,62 т/га.

Середня урожайність по досліді капустиної рослини у ланках з горохом і гречкою в першій сівозміні (попередник – пшениця озима) та соєю і кукурудзою в другій (попередники відповідно пшениця озима і ячмінь ярий) становила відповідно 15,00 і 15,94 та 17,23 і 19,20 т/га. Таким чином, в першій сівозміні цей показник вищий на 6,3 % за розміщення гірчиці білої після круп'яного, ніж бобового

передпопередника. У другій сівозміні він значно вищий, ніж в першій, при цьому сидеральної маси отримано на 11,4 % більше після ярої, ніж озимої рослини.

Урожайність кукурудзи і ячменю ярого істотно нижча за безполицево-дискового і дискового обробітків та істотно вища за диференційованого. За підвищення норм добрив різниця між контрольним і експериментальними варіантами обробітку зростала. За нульової, першої, другої й третьої систем удобрення кукурудзи вона становить 0,58; 0,69; 0,72 і 0,84 т/га на другому варіанті обробітку, 0,66; 0,79; 0,88 і 0,81 – третьому, 0,69; 0,75; 0,82 і 0,93 т/га на четвертому.

Зеленої маси гірчиці білої отримано істотно більше за безполицево-дискового і

диференційованого обробітків та істотно менше за дискового. Насіння соняшнику зібрано істотно менше на другому і четвертому варіанті та неістотно більше (на 0,11–0,21 т/га) на третьому варіанті обробітку, порівняно з контролем.

У першій сівоzmіні вихід нетоварної продукції гороху і пшениці озимої істотно нижчий за безполицево-дискового і дискового обробітків. За диференційованого обробітку цей показник

у бобової рослини неістотно знижується, а у зернової колосової – підвищується. У гречки й кукурудзи він істотно знижується за безполицево-дискового обробітку на всіх ділянках досліду, за дискового – лише за нульової та першої систем удобрення. За диференційованого обробітку він змінюється неістотно у кукурудзи, а у гречки – зростає, причому істотно на удобрених ділянках (табл. 4).

4. Вихід нетоварної частини урожаю культур сівоzmін за різних систем обробітку і удобрення ґрунту, т/га

Варіанти обробітку		Системи (рівні)	Перша сівозмiна					Друга сівозмiна				
№	Назва		Горох	Пшениця озима	Кукурудза	Гречка	Пшениця озима	Соя	Пшениця озима	Кукурудза	Ярий ячмiнь	Соняшник
1	Полицево-дисковий (контроль)	0	2,64	3,33	4,50	3,03	2,92	2,76	3,40	4,68	2,81	2,40
		1	3,85	6,04	8,46	4,93	5,50	3,78	5,90	8,47	5,39	4,10
		2	4,60	7,93	11,50	6,40	7,34	4,52	7,68	11,21	6,74	5,25
		3	5,36	8,85	13,01	7,32	8,21	4,89	8,38	12,52	7,50	6,00
2	Безполицево (чизельно)-дисковий	0	2,28	3,02	4,04	2,54	2,45	2,44	3,00	4,16	2,51	2,03
		1	3,39	5,75	7,95	4,38	4,95	3,37	5,47	7,94	4,97	3,76
		2	4,06	7,58	10,92	5,99	6,75	4,02	7,20	10,73	6,41	4,97
		3	4,68	8,44	12,24	6,90	7,57	4,32	7,85	11,88	7,06	5,55
3	Диференційований	0	2,54	3,62	4,20	3,26	3,10	2,62	3,59	5,65	3,15	2,58
		1	3,73	6,36	8,31	5,33	5,75	3,59	6,15	9,80	5,84	4,33
		2	4,45	8,22	11,31	6,88	7,64	4,30	7,98	12,75	7,25	5,61
		3	5,20	9,07	13,11	8,00	8,54	4,62	8,73	13,96	8,07	6,39
4	Дисковий (мiлкий)	0	2,17	2,90	3,34	2,29	2,32	2,41	3,00	4,04	2,49	1,90
		1	3,31	5,70	7,79	4,38	4,88	3,39	5,46	7,96	4,98	3,70
		2	4,07	7,48	11,14	6,25	6,64	4,02	7,22	10,68	6,33	4,98
		3	4,78	8,33	12,83	7,34	7,42	4,33	7,91	11,90	7,05	5,53
HP _{0,05}			0,30	0,28	0,43	0,38	0,33	0,28	0,38	0,51	0,41	0,36

У другій сівоzmіні вихід соломи сої й пшениці озимої істотно нижчий на другому і четвертому варіантах обробітку, ніж на першому. За диференційованого обробітку цей показник у сої неістотно нижчий, а у пшениці озимої – неістотно вищий. У решти культур другої сівоzmіни він зменшується за безполицево-дискового і дискового обробітків та підвищується за диференційованого.

У першій сівоzmіні співвідношення товарної до нетоварної продукції в рослин гречки, кукурудзи й пшениці озимої найширше – за дискового, найвужче – за полицево-дискового обробітку. За цих варіантів обробітку воно становило відповідно 2,76 і 2,52 у круп'яної культури; 1,58 і 1,46 – просапної; 1,29 і 1,24 в озимої за розміщення після гороху та 1,31 і 1,27 – після гречки. У гороху співвідношення зерна до соломи найвище за

диференційованого обробітку (1,31), найнижче – за безполицево-дискового (1,25). З підвищенням норм внесення добрив цей показник зростає за всіх варіантів обробітку. Так, на неудообрених ділянках гречки, кукурудзи, гороху, пшениці озимої в ланках з круп'яною і бобовою культурами за полицево-дискового обробітку він становив відповідно 2,38; 1,38; 1,17; 1,25 і 1,21, а за щорічного внесення на гектар ріллі сівозміни 6 т гною + N₁₂₆P₈₂K₁₁₆ – 2,52; 1,54; 1,42; 1,29 і 1,27.

У другій сівозміні співвідношення основної до побічної продукції у всіх культур найвужче на першому варіанті обробітку, найширше – на четвертому. З підвищенням норм добрив воно зростає. Так, на неудообрених ділянках сої, пшениці озимої, кукурудзи, ячменю ярого і

соняшнику цей показник становив відповідно 1,41; 1,21; 1,37; 1,11 і 1,54 за полицево-дискового обробітку; 1,44; 1,22; 1,47; 1,13 і 1,58 – безполицево-дискового; 1,43; 1,22; 1,39; 1,12 і 1,54 – диференційованого; 1,45; 1,24; 1,49; 1,15 і 1,59 за дискового обробітку. На удообрених найвищою нормою добрив ділянках перерахованих вище культур другої сівозміни співвідношення товарної до нетоварної продукції становило відповідно 1,50; 1,25; 1,51; 1,29 і 1,69 за полицево-дискового обробітку; 1,52; 1,26; 1,60; 1,30 і 1,71 – безполицево-дискового; 1,51; 1,26; 1,54; 1,29 і 1,70 – диференційованого; 1,54; 1,28; 1,62; 1,32 і 1,73 – за дискового обробітку. Продуктивність обох сівозмін істотно нижча за безполицево-дискового і дискового обробітків (табл. 5).

5. Продуктивність сівозмін за різних систем обробітку і удобрення ґрунту, т/га

Обробіток ґрунту	Системи (рівні) удобрення	Вихід зерна	Товарна продукція основних культур			Товарна і нетоварна продукція основних культур разом			Суша речовина основної і побічної продукції та сидератів	Вміст перетравного протейну в кормовій одиниці основної продукції, г
			суха речовина	кормові одиниці	перетравний протейн	суха речовина	кормові одиниці	перетравний протейн		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Полицево-дисковий (контроль)	0	<u>2,29</u> 2,07	<u>1,98</u> 2,05	<u>2,67</u> 2,81	<u>0,215</u> 0,268	<u>4,48</u> 4,55	<u>3,60</u> 3,69	<u>0,256</u> 0,299	<u>5,31</u> 5,49	<u>80,5</u> 95,4
	1	<u>3,96</u> 3,48	<u>3,42</u> 3,45	<u>4,63</u> 4,74	<u>0,357</u> 0,427	<u>7,84</u> 7,80	<u>6,29</u> 6,29	<u>0,427</u> 0,479	<u>9,09</u> 9,24	<u>77,1</u> 90,1
	2	<u>5,08</u> 4,37	<u>4,40</u> 4,32	<u>5,97</u> 5,95	<u>0,452</u> 0,527	<u>10,22</u> 9,90	<u>8,17</u> 7,94	<u>0,542</u> 0,594	<u>11,70</u> 11,60	<u>75,7</u> 88,6
	3	<u>5,59</u> 4,75	<u>4,83</u> 4,71	<u>6,56</u> 6,48	<u>0,496</u> 0,571	<u>11,43</u> 10,91	<u>9,05</u> 8,68	<u>0,599</u> 0,645	<u>13,00</u> 12,73	<u>75,6</u> 88,1
Безполицево (чизельно)-дисковий	0	<u>1,94</u> 1,77	<u>1,68</u> 1,74	<u>2,27</u> 2,40	<u>0,183</u> 0,229	<u>3,84</u> 3,93	<u>3,08</u> 3,18	<u>0,219</u> 0,257	<u>4,66</u> 4,93	<u>80,6</u> 95,4
	1	<u>3,53</u> 3,13	<u>3,05</u> 3,09	<u>4,14</u> 4,25	<u>0,319</u> 0,381	<u>7,10</u> 7,09	<u>5,67</u> 5,68	<u>0,382</u> 0,429	<u>8,35</u> 8,59	<u>77,1</u> 89,6
	2	<u>4,60</u> 4,04	<u>3,98</u> 3,95	<u>5,41</u> 5,44	<u>0,410</u> 0,477	<u>9,41</u> 9,18	<u>7,47</u> 7,31	<u>0,493</u> 0,539	<u>10,88</u> 10,94	<u>75,8</u> 87,7
	3	<u>5,07</u> 4,32	<u>4,38</u> 4,28	<u>5,95</u> 5,90	<u>0,450</u> 0,516	<u>10,52</u> 10,04	<u>8,27</u> 7,95	<u>0,545</u> 0,584	<u>12,09</u> 11,92	<u>75,6</u> 87,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Диференційований	0	<u>2,30</u> 2,26	<u>1,98</u> 2,23	<u>2,66</u> 3,08	<u>0,215</u> 0,279	<u>4,54</u> 4,95	<u>3,60</u> 4,05	<u>0,257</u> 0,313	<u>5,38</u> 5,95	<u>80,8</u> 90,6
	1	<u>3,97</u> 3,71	<u>3,44</u> 3,67	<u>4,63</u> 5,06	<u>0,358</u> 0,440	<u>7,99</u> 8,32	<u>6,33</u> 6,73	<u>0,429</u> 0,496	<u>9,26</u> 9,82	<u>77,3</u> 87,0
	2	<u>5,11</u> 4,63	<u>4,42</u> 4,58	<u>5,98</u> 6,32	<u>0,453</u> 0,543	<u>10,37</u> 10,52	<u>8,22</u> 8,45	<u>0,544</u> 0,613	<u>11,86</u> 12,29	<u>75,8</u> 85,9
	3	<u>5,62</u> 5,00	<u>4,86</u> 4,96	<u>6,57</u> 6,84	<u>0,497</u> 0,587	<u>11,65</u> 11,52	<u>9,13</u> 9,18	<u>0,603</u> 0,664	<u>13,24</u> 13,42	<u>75,6</u> 85,8
Дисковий (мілкий)	0	<u>1,75</u> 1,73	<u>1,51</u> 1,69	<u>1,98</u> 2,33	<u>0,168</u> 0,222	<u>3,50</u> 3,83	<u>2,71</u> 3,10	<u>0,201</u> 0,249	<u>4,25</u> 4,70	<u>84,5</u> 95,3
	1	<u>3,42</u> 3,09	<u>2,96</u> 3,05	<u>4,01</u> 4,20	<u>0,310</u> 0,376	<u>6,95</u> 7,04	<u>5,52</u> 5,63	<u>0,372</u> 0,424	<u>8,12</u> 8,39	<u>77,3</u> 89,5
	2	<u>4,54</u> 3,94	<u>3,93</u> 3,89	<u>5,34</u> 5,37	<u>0,403</u> 0,471	<u>9,39</u> 9,11	<u>7,41</u> 7,23	<u>0,487</u> 0,533	<u>10,77</u> 10,73	<u>75,5</u> 87,7
	3	<u>5,04</u> 4,28	<u>4,36</u> 4,24	<u>5,92</u> 5,84	<u>0,445</u> 0,511	<u>10,62</u> 10,01	<u>8,30</u> 7,90	<u>0,543</u> 0,579	<u>12,09</u> 11,73	<u>75,2</u> 87,5
НІР _{0,05}		<u>0,31</u> 0,28	<u>0,27</u> 0,30	<u>0,35</u> 0,32	<u>0,028</u> 0,034	<u>0,44</u> 0,44	<u>0,38</u> 0,39	<u>0,028</u> 0,028	<u>0,44</u> 0,48	

Примітка: в чисельнику дробу наведені дані по першій сівоzmіні, в знаменнику – по другій.

У першій сівоzmіні продуктивність гектара ріллі за виходом зерна, сухої речовини, кормових одиниць і перетравного протеїну однакова за полицево-дискового і диференційованого обробітків неудоbrених і удоbrених ділянок. Продуктивність сівоzmіни у сухої речовини, кормових одиницях і перетравному протеїні основної й побічної продукції разом неістотно вища за диференційованого обробітку, ніж на контролі. За виходом сухої речовини основної та побічної продукції й заробленої в ґрунт зеленої маси гірчиці білої перевага диференційованого обробітку над полицево-дисковим більш виражена, особливо на удоbrених варіантах, досягаючи 0,16–0,24 т/га, що нижче НІР_{0,05}.

У другій сівоzmіні ці показники вищі за диференційованого обробітку. Вихід зерна сухої речовини, кормових одиниць і перетравного протеїну основної продукції відповідно на 0,23–0,26; 0,22–0,26; 0,32–0,37 і 0,013–0,016 т/га вищий, ніж на контролі. На неудоbrених ділянках ці показники дещо нижчі: 0,19; 0,18; 0,27 і 0,011 т/га. Продуктивність сівоzmіни за виходом сухої речовини, кормових одиниць і перетравного протеїну основної й

побічної продукції на удоbrених ділянках відповідно на 0,52–0,62, 0,44–0,51 і 0,017–0,019 т/га більша за диференційованого, ніж полицево-дискового обробітку. На неудоbrених ділянках ця різниця між варіантами обробітку нижча: 0,40; 0,36 і 0,014 т/га. За обрахунку продуктивності другої сівоzmіни в сухої речовини товарної й нетоварної продукції та сидеральної маси диференційований обробіток мав істотну перевагу над полицево-дисковим, проте лише на удоbrених ділянках, де приріст становив 0,58–0,69 т/га. На неудоbrених ділянках цей показник становив 0,46 т/га за НІР_{0,05} 0,48 т/га.

У першій і другій сівоzmінах з одного гектара ріллі отримано відповідно 3,99 і 3,54 т зерна, 3,45 і 3,49 т сухої речовини основної продукції з вмістом 4,67 і 4,81 т кормових одиниць, 0,358 і 0,427 т перетравного протеїну. Сухої речовини товарної й нетоварної продукції зібрано відповідно 8,12 і 8,04 т/га з вмістом 6,43 і 6,44/га кормових одиниць, 0,431 і 0,481 т перетравного протеїну. Сухої речовини основної та побічної продукції та сидеральної маси отримано 9,37 т/га в першій і 9,53 т/га в другій сівоzmіні. Вміст

перетравного протеїну в кожній кормовій одиниці основної продукції становив відповідно 77,5 і 89,5 г.

Забезпеченість кормової одиниці перетравним протеїном за підвищення норм внесення добрив зменшується в обох сівозмінах. У першій сівозміні цей показник практично не залежав від досліджуваних систем обробітку, а у другій він нижчий на 3,6 % за диференційованого, ніж полицево-дискового обробітку.

Таким чином, друга сівозміна поступалася першій лише за виходом зерна (на 0,45 т/га у зв'язку з наявністю одного поля соняшнику). За виходом кормових одиниць і перетравного протеїну основної продукції вона переважала першу сівозміну відповідно на 3,0 і 19,3 %. Перетравного протеїну з основної та побічної продукції отримано на 11,6 % більше у другій сівозміні, а забезпеченість кормової одиниці перетравним протеїном в ній на 15,5 % вища, ніж в першій сівозміні. За сухою масою товарної й нетоварної продукції та зеленого добрива перевага другої сівозміни над першою незначна – 1,7 %.

Найнижчі показники собівартості 1 т кормових одиниць, високі – умовно чистого прибутку і рентабельності в обох сівозмінах отримані за другої системи удобрення (6 т/га ріллі гною + N₉₂₋₉₈P₆₆K₉₀₋₉₂) і диференційованого обробітку ґрунту. Вони становили відповідно 4,89; 15,60 тис. грн/га і 33,6 % за полицево-дискового обробітку; 5,45; 12,45 і 24,6 – безполіцево-дискового; 4,76; 17,67 і 41,0 – диференційованого; 5,10; 12,23 тис. грн/га і 26,9 % за дискового обробітку в першій сівозміні. У другій сівозміні ці показники економічної ефективності відповідно на 7–9,10–12 і 3–5 % вищі.

Вихід енергії з урожаєм товарної й нетоварної продукції рільництва та коефіцієнти їх енергетичної ефективності становили відповідно 127,1 і 255,5 ГДж/га та 2,3 і 4,7 за полицево-дискового обробітку; 98,6 і 197,1 та 2,1 і 4,4 – безполіцево-дискового; 128,3 і 255,9 та 2,4 і 4,9 – диференційованого; 95,7 і

191,3 ГДж/га та 2,1 і 4,3 – за дискового обробітку ґрунту першої сівозміни. У другій сівозміні завдяки наявності високоенергетичних культур (сої та соняшнику) ці показники на 8–15 % вищі, проте закономірні зміни ефективності обробітку аналогічні першій сівозміні.

Висновки. У першій польовій п'ятипільній сівозміні урожайність основних культур істотно нижча за полицево-дискового і дискового, ніж полицево-дискового обробітку. Зеленої маси післяжнивної гірчиці білої зароблено в ґрунт неістотно менше в ланці з горохом та неістотно більше в ланці з гречкою по безполіцево-дисковому обробітку, а за дискового обробітку істотно менше після обох передпопередників. За диференційованого обробітку урожайність основних культур, а також післяжнивної гірчиці білої в ланці з горохом не зазнали істотних змін. Гірчиця біла в ланці з гречкою позитивно реагувала на такий обробіток ґрунту.

Продуктивність першої сівозміни за виходом зерна, сухої речовини, кормових одиниць і перетравного протеїну істотно не відрізняється за полицево-дискового і диференційованого обробітків та істотно нижча за безполіцево-дискового і дискового обробітків.

У другій польовій п'ятипільній сівозміні урожайність основних культур і продуктивність сівозміни, виражена товарною продукцією, істотно нижчі за безполіцево-дискового і дискового обробітків. Гірчиця біла після пшениці озимої неістотно, а після ячменю ярого істотно підвищувала урожайність за безполіцево-дискового і диференційованого обробітків та істотно знижувала її за дискового обробітку. За диференційованого обробітку урожайність сої, пшениці озимої й соняшнику істотно не змінювалася, а кукурудзи і ячменю ярого – істотно підвищувалася. Продуктивність сівозміни, виражена товарною продукцією, істотно нижча за безполіцево-дискового і дискового обробітків та неістотно вища за диференційованого обробітку. За виходом

сухої речовини й, кормових одиниць товарної та нетоварної продукції рільництва безполицево-дисковий і дисковий обробітки істотно поступаються, а диференційований істотно переважає (на удобрених ділянках) полицево-дисковий обробіток.

У першій сівозміні забезпеченість кормової одиниці перетравним протеїном не залежить від систем обробітку, у другій – на 3,6 % вища за диференційованого, ніж полицево-дискового обробітку.

За виходом сухої речовини основної продукції досліджувані сівозміни майже рівноцінні, а за виходом кормових одиниць і перетравного протеїну з товарної

продукції друга сівозміна переважала першу відповідно на 3 і 19 %. Перетравного протеїну з основної та побічної продукції отриманого майже на 12 % більше в другій, ніж в першій, сівозміні.

Найбільш ефективна система основного обробітку ґрунту в обох сівозмінах-диференційована, що передбачає глибоку (на 25–27 см) оранку під одну просапну культуру – кукурудзу (з внесенням 30 т/га гною), а під решту сільськогосподарських рослин – безполицевий і дисковий різноглибинні обробітки з внесенням на гектар ріллі 6 т гною + $N_{98}P_{66}K_{92}$ в першій і 6 т гною + $N_{92}P_{66}K_{90}$ в другій сівозміні.

Список використаної літератури

1. Агроінженерні підходи щодо збереження родючості ґрунтів / В. Ф. Камінський та ін. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 11. С. 5–16.
2. Вічна класика. Аграрії віддають перевагу плугам JUWEL за якості роботи та легкість. *Агроном*. 2023. № 3 (81). С. 94–97. <https://agrotimes.ua/article/agrariyi-viddayut-perevagu-plugam-lemken-juwel-za-yakist-roboty-ta-legkist/>.
3. Вожегова Р., Влашчук А., Дробіт О. Особливості агротехніки соняшнику в Південному Степу України: як удосконалити основний обробіток ґрунту і ширину міжрядь, щоб покращити урожайність. *Farmer*. 2021. № 1 (133). С. 24–25.
4. Войтовик М. В. Наукове обґрунтування продуктивності короткоротаційних сівозмін і відтворення родючості чорнозему типового Правобережного Лісостепу України : автореф. дис... д-ра с.-г. наук : 06.01.01. Дніпро, 2024. 43 с.
5. Гончаренко Ю. І. No-till цього року, ймовірно, рятує хліборобів від пекельної посухи. *Зерно*. 2024. № 9 (218). С. 22–26. <https://www.zerno-ua.com/journals/2024/veresen-2024/anatolij-shumko-pp-myhajlivskyj-lan-vperto-jdemo-vpered/>.
6. Грицишин М. І., Перепелиця Н. М. Збереження родючості ґрунтів в умовах зміни клімату: техніко-технологічний аспект. *Пропозиція*. 2024. № 8. С. 87–91.
7. Ґрунтозахисне та ресурсоощадне землеробство в Україні : навч. посібник / Х. А. Мумінджанов та ін. Київ : НУБіП України, 2023. 120 с.
8. Довідник поживності кормів / М. М. Карпусь та ін. Київ : Урожай. 1988. С. 70–178.
9. Еволюція систем землеробства в Україні : монографія / І. Д. Примаць та ін. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2022. 524 с.
10. Еволюція теоретичних і практичних основ переходу від полицевого до безполицевого і

References

1. Agroengineering approaches to soil fertility conservation / V. F. Kaminskyi et al. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2021. No. 11. P. 5–16.
2. A timeless classic. Farmers prefer JUWEL plows for their quality and lightness. *Agronom*. 2023. No. 3 (81). P. 94–97. <https://agrotimes.ua/article/agrariyi-viddayut-perevagu-plugam-lemken-juwel-za-yakist-roboty-ta-legkist/>.
3. Vozhegova R., Vlashchuk A., Drobit O. Features of sunflower agrotechnics in the Southern Steppe of Ukraine: how to improve basic tillage and row spacing to improve yields. *Farmer*. 2021. No. 1 (133). P. 24–25.
4. Vojtovyk M. V. Scientific substantiation of the productivity of short-rotation crop rotations and reproduction of fertility of chernozem of the typical Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine : avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk : 06.01.01. Dnipro, 2024. 43 p.
5. Goncharenko Yu. Stubbornly moving forward. No-till this year is likely to save farmers from a hellish drought. *Zerno*. 2024. No. 9 (218). P. 22–26. <https://www.zerno-ua.com/journals/2024/veresen-2024/anatolij-shumko-pp-myhajlivskyj-lan-vperto-jdemo-vpered/>.
6. Grytsyshyn M. I., Perepelytsia N. M. Preservation of soil fertility in the context of climate change: technical and technological aspect. *Propozytsia*. 2024. No. 8. P. 87–91.
7. Soil conservation and resource-saving agriculture in Ukraine: a textbook / Kh. A. Mumindzhanov et al. Kyiv : NUBiP Ukraini, 2023. 120 p.
8. Handbook of feed nutritional value / M. M. Karpus et al. Kyiv : Urozhaj. 1988. P. 70–178.
9. Evolution of farming systems in Ukraine : monograph / I. D. Prymak et al. Vinnytsia : TOV «TVORY», 2022. 524 p.
10. Evolution of theoretical and practical

поверхневого обробітку ґрунту в Україні до середини першої половини 20 ст. / І. Д. Примак та ін. *Агробіологія*. 2018. № 1 (138). С. 7–27. <https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/uk/content/evolyuciya-teoretychnyh-i-praktychnyh-osnov-perehodu-vid-polycevog-do-bezpolycevog-i-0>.

11. 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 (139). С. 6–17.

12. Карпенко О. Смугастий рейс, або дещо про сучасні інструменти технології Strip-till. *Зерно*. 2024. № 8. С. 96–99.

13. Крохмаль Ю. Коригуємо сівозміну щосезону, адже йдеться про виживання. *Агроном*. 2024. № 3. С. 34–35. <https://www.agronom.com.ua/yurij-krohmal-koryguemo-sivozminu-shhosezonu-adzhe-jdetsya-pro-vyzhyvannya/>.

14. Курдюкова О. М. Ботаніко-біологічна характеристика бур'янових синузій агрофітоценозів Лівобережного Степу України та заходи їх контролю : автореф. дис... д-ра с.-г наук : 06.01.13. Київ. 47 с.

15. Лис Н. Вплив способів основного обробітку ґрунту та мінерального живлення на ріст і розвиток рослин ріпаку озимого. *Farmer*. 2021. № 1 (133). С. 80–82.

16. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 203 с.

17. Наружна Ю. Готові практичні рішення для сої за no-till. *Пропозиція*. 2024. № 7. С. 22–23. <https://propozitsiya.com/articles/dosvid-hospodarstv/hotovi-praktychni-rishennya-dlya-soyi-za-no-till>.

18. Наружна Ю. Технологія no-till для посушливого Півдня / *Пропозиція*. 2024. № 6. С. 22–25. <https://propozitsiya.com/articles/intervyu/tekhnohiya-no-till-dlya-posushlyvoho-pivdnya>.

19. Осінній І. Удосконалюється все. Навіть No-till. *Зерно*. 2024. № 5 (214). С. 38–41. <https://www.zerno-ua.com/journals/2024/traven-2024/udoskonalyuyetsya-vse-navit-no-till/>.

20. Павліченко А. А. Продуктивність плодозмінної сівозміни залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення у Правобережному Лісостепу України : автореф. дис... канд. с.-г. наук : 06.01.01. Умань, 2019. 23 с.

21. Рижов О. Гречка відповідає на чимало запитань. *Зерно*. 2024. № 1 (210). С. 29–31.

22. Рижук С. А., Примак І. Д. Шукач істин, засновник школи, сухе землеробство» (до 130-річчя з дня народження академіка М. М. Тулайкова). Історичні записки : Збірник наукових праць. Вип. 7. Луганськ : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2005. С. 245–251.

foundations of the transition from moldboard to moldboard-free and surface tillage in Ukraine until the middle of the first half of the 20th century / I. D. Prymak et al. *Agrobiologiya*. 2018. No. 1 (138). P. 7–27. <https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/uk/content/evolyuciya-teoretychnyh-i-praktychnyh-osnov-perehodu-vid-polycevog-do-bezpolycevog-i-0>.

11. Evolution of theoretical and practical foundations of the transition from moldboard to moldboard-free and surface and zero tillage in Ukraine from the middle of the first half of the 20th century to the present / I. D. Prymak et al. *Agrobiologiya*. 2018. No. 2 (139). P. 6–17.

12. Karpenko O. Strip-till, or something about modern tools of Strip-till technology. *Zerno*. 2024. No. 8. P. 96–99.

13. Krokhmal Yu. We adjust crop rotation every season, because it is about survival. *Agronom*. 2024. No. 3. P. 34–35. <https://www.agronom.com.ua/yurij-krohmal-koryguemo-sivozminu-shhosezonu-adzhe-jdetsya-pro-vyzhyvannya/>.

14. Kurdiukova O. M. Botanical and biological characteristics of weed synusia of agrophytocenoses of the Left Bank Steppe of Ukraine and measures of their control : avtoref. dys. d-ra s.-g nauk : 06.01.13. Kyiv. 47 p.

15. Lys N. Influence of methods of basic tillage and mineral nutrition on the growth and development of winter rape plants. *Farmer*. 2021. No. 1 (133). P. 80–82.

16. Medvedovskii O. K., Ivanenko P. I. Energy analysis of intensive technologies in agricultural production. Kyiv : Urozhai, 1988. 203 p.

17. Naruzhna Yu. Ready-made practical solutions for soybeans under no-till. *Propozytsia*. 2024. No. 7. P. 22–23. <https://propozitsiya.com/articles/dosvid-hospodarstv/hotovi-praktychni-rishennya-dlya-soyi-za-no-till>.

18. Naruzhna Yu. No-till technology for the arid South. *Propozytsia*. 2024. No. 6. P. 22–25. <https://propozitsiya.com/articles/intervyu/tekhnohiya-no-till-dlya-posushlyvoho-pivdnya>.

19. Osinnij I. Everything is being improved. Even No-till. *Zerno*. 2024. No. 5 (214). P. 38–41. <https://www.zerno-ua.com/journals/2024/traven-2024/udoskonalyuyetsya-vse-navit-no-till/>.

20. Pavlichenko A. A. Productivity of fruit rotation crop rotation depending on the systems of basic tillage and fertilization in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine : avtoref. dys... kand. s.-g. nauk : 06.01.01. Uman, 2019. 23 c.

21. Ryzhov O. Buckwheat answers many questions. *Zerno*. 2024. No. 1 (210). P. 29–31.

22. Ryzhuk S. A., Prymak I. D. Seeker of truth, founder of the school, dry farming (to the 130th anniversary of the birth of Academician M. M. Tulaykov). *Istorychni zapysky : Zbirnyk naukovykh prats*. Issue 7. Lugansk : Vyd-vo SNU im. V. Dalia, 2005. P. 245–251.

23. Rudchenko V. Undoubtedly, no-till technology

23. Рудченко В. Беззаперечно, технологія no-till працює та показує відчутні результати. *Пропозиція*. 2024. № 7. С. 8–13. <https://propozitsiya.com/articles/dosvid-hospodarstv/vitaliy-rudchenko-bezzaperechno-tekhnohiya-no-till-pratsyuye-ta>.

24. Системи зберігаючого землеробства: No-till і Strip-till / М. П. Косолап та ін. Київ : НУБіП України, 2023. 379 с.

25. Сівозміни : навчальний підручник / С. П. Танчик та ін. Київ : ЦП Компринт. 2019. С. 114–116.

26. Сучасні проблеми оранки як особливого прийому обробітку ґрунту / В. В. Адамчук та ін. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 1. С. 5–10.

27. Танчик С. П., Цюк О. А., Центило Л. В. Наукові основи систем землеробства : монографія. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. С. 175–190, 271–274.

28. Тараріко Ю. О. Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України (Рекомендації на прикладі Степу і Лісостепу). Київ : ДІА. 2011. 576 с.

29. Центило Л. В. Агроєкологічні 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.

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

31. 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.

32. Шевченко М. В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в умовах нестійкого та недостатнього зволоження : монографія. Харків : ХНАУ, Майдан, 2019. С. 43–62, 165.

33. Фурманець М., Фурманець Ю. Забур'янення посівів сої під впливом систем обробітку ґрунту та удобрення. *Агроном*. 2023. № 3 (81). С. 72–74. <https://www.agronom.com.ua/zabur-yanennya-posiviv-soyi-pid-vplyvom-system-obrobitku-gruntu-ta-udobrennya/>.

works and shows tangible results. *Propozitsiya*. 2024. No. 7. P. 8–13. <https://propozitsiya.com/articles/dosvid-hospodarstv/vitaliy-rudchenko-bezzaperechno-tekhnohiya-no-till-pratsyuye-ta>.

24. Conservation agriculture systems: No-till and Strip-till / M. P. Kosolap et al. Kyiv : NUBiP Ukraine, 2023. 379 p.

25. Crop rotations : textbook / S. P. Tanchyk et al. Kyiv : TsP Komprynt. 2019. P. 114–116.

26. Modern problems of plowing as a special method of soil cultivation / V. V. Adamchuk et al. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2016. No. 1. P. 5–10.

27. Tanchyk S. P., Tsiuk O. A., Tsentylo L. V. Scientific foundations of farming systems: monografiia. Vinnytsia : TOV «Nilan-LTD», 2015. P. 175–190, 271–274.

28. Tarariko Yu. O. Energy-saving agroecosystems. Assessment and rational use of Ukraine's agro-resource potential (Recommendations on the example of the Steppe and Forest-Steppe). Kyiv : DIA. 2011. 576 p.

29. Tsentylo L. V. Agroecological foundations of reproduction of typical chernozem fertility and increase of agrocenoses productivity of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine : avtoref. dys... d-ra s.-g. nauk : 06.01.01. Kyiv, 2020. 41 p.

30. Cheriachukin M. I. Scientific substantiation and development of measures of basic soil cultivation in zonal farming systems of the Right-Bank Steppe of Ukraine : avtoref. dys... d-ra s.-g. nauk : 06.01.01. 2016. 51 p.

31. Shevchenko M. V. Scientific foundations of soil cultivation systems in field crop rotations of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine : avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk : 06.01.01. Dnipropetrovsk, 2015. 41 p.

32. Shevchenko M. V. Scientific foundations of soil cultivation systems under conditions of unstable and insufficient moisture : monograph. Kharkiv : KhNAU, Majdan, 2019. P. 43–62, 165.

33. Furmanets M., Furmanets Yu. Weed infestation of soybean crops under the influence of tillage and fertilization systems. *Agronom*. 2023. No. 3 (81). P. 72–74. <https://www.agronom.com.ua/zabur-yanennya-posiviv-soyi-pid-vplyvom-system-obrobitku-gruntu-ta-udobrennya/>.