

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
«ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ»**

**ТКАЧЕНКО Микола Адамович
ЗАЯЦЬ Павло Степанович
КОНДРАТЮК Ірина Михайлівна
ТАРАСЕНКО Олександра Андріївна
ЗАМЛИНСЬКА Вікторія Миколаївна
КУДРЯ Сергій Олександрович**

**НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ЩОДО ВІДТВОРЕННЯ РОДЮЧОСТІ
ТА РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ҐРУНТІВ
В АГРОЛАНДШАФТАХ ЛІСОСТЕПУ**

Вінниця
2025

*Рекомендовано до друку Вченою радою
ННЦ «ІЗ НААН»
(протокол № 11 від 10 листопада 2025 р.)*

Рецензенти:

- І.Д. Примак** – доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства Білоцерківського національного аграрного університету;
- І.В. Мартинюк** – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, головний науковий співробітник відділу сівозмін і землеробства на меліорованих землях ННЦ «ІЗ НААН»

Н 34 Науково-методичні рекомендації щодо відтворення родючості та раціонального використання ґрунтів в агроландшафтах Лісостепу/
М. А. Ткаченко, П. С. Заяць, І. М. Кондратюк, О. А. Тарасенко,
В. М. Замлинська, С. О. Кудря. – Вінниця : ТВОРИ, 2025. – 40 с.

ISBN 978-617-8835-82-8

Науково-методичні рекомендації розроблені на основі багаторічних досліджень родючості чорноземів Лісостепу України за умов інтенсивного землеробства. У роботі проаналізовано фізико-хімічні та агрохімічні показники ґрунту (щільність, твердість, вологість, вміст гумусу та основних поживних елементів) та визначено закономірності їх трансформації залежно від систем обробітку, удобрення та сівозмін. Обґрунтовано ефективні системи обробітку та удобрення для підтримки та відтворення потенційної родючості чорноземів, підвищення продуктивності сільськогосподарських культур та збереження структурної стабільності ґрунту.

Рекомендації призначені для науковців, агрономів, землекористувачів і спрямовані на раціональне управління ґрунтовими ресурсами з урахуванням сучасних технологій інтенсивного землеробства.

УДК 631.45:631.582:631.4(477.4)

ISBN 978-617-8835-82-8

© ННЦ «ІЗ НААН», 2025
© ТОВ «ТВОРИ», 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. АГРОЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧОРНОЗЕМІВ ЛІСОСТЕПУ	6
2. СИСТЕМА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ ЯК ОСНОВА СТАБІЛІЗАЦІЇ ГУМУСОВОГО ФОНДУ ЛІСОСТЕПУ	8
3. ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УПРАВЛІННЯ РОДЮЧІСТЮ ЧОРНОЗЕМІВ.....	12
3.1. Рекомендовані системи обробітку для різних типів чорноземів	12
3.2. Орієнтовні норми удобрення для основних культур	13
3.3. Алгоритм оцінки та контролю агрохімічного стану	14
4. НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ РОДЮЧІСТЮ ЧОРНОЗЕМІВ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	15
Висновки	35
Список літератури.....	36

ВСТУП

Лісостепова зона України є одним із провідних регіонів формування продовольчої безпеки держави, де зосереджені найбільш родючі ґрунти — чорноземи. Ці ґрунти мають високий потенціал продуктивності, проте внаслідок тривалого інтенсивного землекористування, однобічної спеціалізації агроландшафтів і зниження рівня агротехнічної культури спостерігається тенденція до зниження їхньої природної родючості. Виснаження гумусового фонду, порушення співвідношення поживних елементів, ущільнення орного шару та погіршення агрохімічних показників чорноземів.

Сучасні умови ведення землеробства вимагають переходу від екстенсивних форм використання ґрунтових ресурсів до адаптивно-ландшафтних систем господарювання, що забезпечують збереження, відтворення та розширення потенційної родючості. У цьому контексті особливо важливим є впровадження систем обробітку та удобрення ґрунтів, які поєднують агротехнічні та агрохімічні заходи на єдиній науково обґрунтованій основі.

Одним із ключових чинників відтворення потенційної родючості чорноземів Лісостепу є раціональний вибір системи обробітку ґрунту. Залежно від гранулометричного складу, ступеня гумусованості, рівня зволоження та агроландшафтних умов у виробництві застосовують три основні системи: плужну (оранку), дискову та ресурсоощадну *no-till*. Плужна система забезпечує глибоке розпушення орного шару, поліпшує водно-повітряний режим і сприяє мінералізації органічних решток, однак за тривалого використання може викликати ущільнення підорного горизонту й зниження гумусового фонду. Дискування як менш енергоємний і поверхневий обробіток дає змогу зберегти вологу, запобігти ерозії та підтримувати стабільну біологічну активність чорноземів. Натомість система *no-till*, що передбачає повну відмову від механічного втручання, сприяє збереженню структури, накопиченню органічної речовини й підвищенню екологічної стійкості агроландшафтів. Застосування цих трьох систем у різних сівоzmінах забезпечує науково обґрунтовану основу для формування адаптивних технологій землеробства, спрямованих на

стабілізацію та розширене відтворення родючості чорноземів Лісостепу України.

Система удобрення має базуватись на принципах балансового та ресурсозберігаючого підходу. Внесення оптимальних доз добрив забезпечує підтримання позитивного гумусового балансу, збереження структурності та активності ґрунтової біоти. Посадження фосфорно-калійного живлення з азотним у відповідності до потреб культур сприяє підвищенню ефективності добрив та зменшенню їхніх втрат.

Синергія систем обробітку та удобрення створює передумови для формування стійкого агроландшафтного середовища, у якому відтворюються процеси ґрунтоутворення, зберігається природна рівновага між гумусоутворенням і гумусомінералізацією, підвищується продуктивність сівозмін. Це є основою для стабільного розвитку землеробства, екологічної безпеки й збереження ґрунтового потенціалу чорноземів Лісостепу України.

Запропоновані науково-методичні рекомендації спрямовані на удосконалення системи управління родючістю ґрунтів шляхом поєднання науково обґрунтованих прийомів обробітку та удобрення в умовах трансформації агроландшафтів Лісостепу. Їх впровадження забезпечить підвищення ефективності використання земельних ресурсів, відтворення потенційної родючості та досягнення стабільної продуктивності сільськогосподарських культур за умов екологічної збалансованості агросфери.

1. АГРОЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧОРНОЗЕМІВ ЛІСОСТЕПУ

Лісостепова зона України посідає провідне місце у структурі аграрного виробництва держави, формуючи основу її продовольчої безпеки. Територія характеризується поєднанням рівнинного рельєфу, сприятливого клімату та наявністю найродючіших ґрунтів — чорноземів, які забезпечують високий природний потенціал урожайності більшості польових культур. Клімат Лісостепу помірно континентальний, із середньорічною температурою повітря $+7...+8$ °С та сумою активних температур 2600–3000 °С. Середньорічна кількість опадів коливається в межах 500–650 мм, причому понад 60 % їх припадає на вегетаційний період. Таке поєднання тепла і вологи створює сприятливі умови для вирощування зернових, зернобобових, технічних і кормових культур.

Ґрунтовий покрив Лісостепу формувався під багаторічною трав'янистою рослинністю в умовах чергування достатнього зволоження і періодичного підсихання, що сприяло накопиченню органічної речовини та утворенню потужного гумусового профілю. Переважають чорноземи типові, вилугувані, опідзолені та реградовані, які відрізняються ступенем гумусованості, кислотністю і водно-фізичними властивостями. Чорноземи типові мають найвищу потенційну родючість: вміст гумусу в орному шарі сягає 4,5–6,0 %, реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,8–7,4), структура грудкувата, добре агрегована. Чорноземи вилугувані характеризуються дещо нижчим умістом гумусу (3,5–4,5 %) і слабкокислою реакцією середовища (рН 5,8–6,5), що зумовлено вимиванням основ і частковим опідзоленням профілю. У північних районах зони поширені чорноземи опідзолені з вмістом гумусу 3,0–3,8 %, слабкою буферністю і зниженою ємністю катіонного обміну.

За гранулометричним складом більшість чорноземів є середньо- та важкосуглинковими, що зумовлює їхню високу вологоємність, буферність і потенційну продуктивність. Разом із тим ці властивості роблять ґрунти більш

уразливими до ущільнення за інтенсивного обробітку, утворення плужної підшови та порушення повітряно-водного режиму. У структурі ріллі Лісостепу переважають ґрунти зі щільністю орного шару 1,25–1,40 г/см³, що є граничним значенням для нормального розвитку кореневих систем.

Агрохімічна характеристика чорноземів свідчить про їхню високу забезпеченість основними елементами живлення. Ємність катіонного обміну становить у середньому 30–45 ммоль(+)/100 г ґрунту, насиченість основами — 85–95 %. Вміст рухомого фосфору в орному шарі сягає 100–160 мг/кг, обмінного калію — 80–140 мг/кг, азоту легкогідролізованих сполук — 70–120 мг/кг. Однак за останні два десятиліття спостерігається поступове виснаження родючості: вміст гумусу в чорноземах типових і вилюгованих знизився на 0,2–0,4 %, запаси рухомого фосфору зменшилися на 15–25 %, а в окремих господарствах відмічено тенденцію до підкислення орного шару до pH 5,5–6,0.

Основними причинами деградації є інтенсивне використання земель без належного відновлення органічної речовини, скорочення площ під сидеральними й бобовими культурами, зниження норм внесення органічних добрив і порушення сівозмін. Зростає частка полів із щільністю орного шару понад 1,40 г/см³, що свідчить про агрофізичну деградацію. Також спостерігаються ознаки біологічного виснаження — зменшення чисельності мікроорганізмів, які беруть участь у процесах гумусоутворення, та зниження активності ґрунтової біоти.

Погіршення стану чорноземів вимагає переходу до адаптивно-ландшафтних систем землеробства, що базуються на диференційованому підході до обробітку і удобрення залежно від ґрунтово-кліматичних умов, гранулометричного складу й агроекологічного навантаження. Вирішальне значення має оптимізація систем обробітку, яка забезпечує поєднання фізичної меліорації, покращення аерації, водопроникності та активізації біологічних процесів. У практиці землеробства Лісостепу застосовують три основні системи — плужну (оранку), дискову та *no-till*. Оранка забезпечує глибоке розпушення, покращує водно-повітряний режим, проте за тривалого застосування може

призводити до руйнування структури та зниження вмісту гумусу. Дискування сприяє збереженню вологи, зменшенню енергозатрат і частковому контролю ерозії. Система *no-till*, заснована на мінімізації механічного втручання, дає можливість стабілізувати структуру, накопичувати органічну речовину та формувати сталу біологічну активність у ґрунті.

Водночас із системами обробітку важливу роль відіграє раціональне удобрення. Баланс поживних речовин у чорноземах підтримується завдяки внесенню оптимальних доз мінеральних і органічних добрив. У системах удобрення слід забезпечувати співвідношення азоту, фосфору та калію на рівні 1:0,8:1,2 відповідно до біологічних особливостей культур і агрохімічного стану ґрунту. Використання фосфорно-калійного живлення під озими зернові та технічні культури у поєднанні з помірними дозами азоту сприяє підвищенню коефіцієнта використання поживних елементів і зменшенню ризику їхніх втрат.

Збалансовані системи обробітку й удобрення є ключовими чинниками стабілізації ґрунтового середовища. Їх поєднання створює умови для збереження структури, підвищення вмісту гумусу, оптимізації водно-повітряного режиму та відновлення біологічної рівноваги. Такий підхід забезпечує відтворення природної родючості чорноземів, збереження їхнього потенціалу й формування екологічно стійких агроландшафтів Лісостепу України.

2. СИСТЕМА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ ЯК ОСНОВА СТАБІЛІЗАЦІЇ ГУМУСОВОГО ФОНДУ ЛІСОСТЕПУ

Ґрунти Лісостепової зони України, такі як чорноземи опідзолені, сіро-бурі та сірі лісові, характеризуються високим вмістом гумусу (2,5–5,5 %) та добре розвиненою агрегатною структурою. Водночас вони чутливі до ущільнення, ерозії та дегуміфікації за інтенсивного землеробства. Надмірне використання важкої техніки та класичні системи оранки призводять до втрати органічної речовини, зниження мікробіологічної активності та погіршення водного режиму. Для підтримання потенційної родючості необхідна інтеграція систем обробітку

грунту та удобрення, що одночасно забезпечує фізичне відновлення ґрунтового середовища, хімічну стабілізацію та стимуляцію біологічної активності.

Глибокий плужний обробіток на глибину 22–25 см забезпечує розпушування ущільнених шарів, покращує водопроникність і аерацію, стимулює розвиток кореневої системи та швидкий старт росту рослин. Урожайність культур зростає на 5–10 % порівняно з мінімальним обробітком при однакових нормах добрив і сівозміні. При цьому спостерігається часткова втрата гумусу на 0,3–0,5 % за 5 років та зниження мікробіологічної активності верхнього шару, особливо на схилах. Мінімальний обробіток на глибину 10–15 см із використанням чизелів, ротаційних борін або дисків без перевертання ґрунту зберігає структуру ґрунту, покращує водопроникність та аерацію, зменшує ерозійні втрати та сприяє накопиченню органічної речовини у верхніх горизонтах. Він дозволяє підтримувати вміст гумусу на рівні 3,0–4,5 % протягом 3–5 років, зберігаючи активність мікробіологічних процесів і оптимальний водний режим. *No-till*, або нульовий обробіток, передбачає прямий посів без механічного розпушування ґрунту з локальним внесенням добрив у рядки. Ця система максимально зберігає структуру ґрунту, накопичує гумус, підвищує вологоутримувальну здатність і активність ґрунтової мікрофлори, знижує ерозійні втрати та скорочує витрати енергії на обробіток. На легких та середньосуглинкових ґрунтах під кукурудзу або пшеницю урожайність збільшується на 7–12 % після 3–5 років застосування порівняно з традиційною оранкою, а накопичення органічної речовини зростає на 0,2–0,4 %.

Ефективне відтворення гумусового фонду неможливе без комплексного застосування органічних та мінеральних добрив. Органічні добрива відновлюють гумусовий фонд, покращують структуру ґрунту та підтримують активність мікробіологічних процесів, а мінеральні забезпечують збалансоване живлення культур і стимулюють фотосинтетичні процеси. Для досягнення синергетичного ефекту застосовують комбінації органічних і мінеральних добрив з дотриманням науково обґрунтованих норм. Диференційоване внесення добрив залежно від типу ґрунту, культури та попередника дозволяє уникнути

засолення, зміни рН та втрати біологічної активності. Інтеграція систем обробітку та удобрення забезпечує стабільний гумусовий фонд, оптимальний водний баланс, активізацію мікробіологічних процесів та підвищення урожайності культур на 5–15 % (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Порівняльний вплив різних систем обробітку на ключові властивості ґрунту:

Показник	Глибокий обробіток (22–25 см)	Мінімальний обробіток (10–12 см)	<i>No-till</i>
Щільність ґрунту	Знижується в верхніх шарах, можливе ущільнення нижніх горизонтів	Помірне зниження щільності, стабілізація структури	Найбільш стабільна, збереження природної щільності
Гумус	Можливі втрати 0,3–0,5% за 5 років	Збереження гумусу, приріст у верхньому шарі до 0,1–0,2%	Максимальне збереження та накопичення гумусу
Мікробіологічні процеси	Слабке стимулювання, часткове порушення середовища	Добре стимулює активність мікроорганізмів	Максимальна біологічна активність
Вологозабезпечення	Підвищена аерація, швидке висихання верхнього шару	Добре збереження вологи, стабільний водний режим	Максимальне накопичення вологи, покращення водозатримки
Витрати пального та праці	Високі	Середні	Низькі
Урожайність культур	Висока у короткостроковій перспективі	Висока за умов нормального зволоження	Стабільна, зростає з часом застосування

Практичні рекомендації щодо внесення добрив та обробітку наведені у таблицях 2.1–2.4. Для глибокого плужного обробітку (25–30 см) рекомендується внесення органічних добрив 15–20 т/га та NPK 120–150 кг/га під кукурудзу на зерно навесні перед сівбою. Мінімальний обробіток (10–15 см) передбачає

внесення органіки 10–15 т/га та NPK 100–120 кг/га для пшениці озимої та ячменю ярого після збирання попередника. *No-till* (0–5 см) застосовується під пшеницю озиму та кукурудзу на полях із високим вмістом поживних решток із внесенням органіки 5–10 т/га та NPK 80–100 кг/га (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. Рекомендовані норми, строки і частота внесення добрив для систем обробітку під культури

Тип обробітку ґрунту	Глибина, см	Частота, раз/рік	Органічні добрива, т/га	NPK, кг/га	Культура та строки внесення
Глибокий плужний	25–30	1	15–20	120–150	Кукурудза на зерно, весна перед сівбою
Мінімальний обробіток	10–15	1–2	10–15	100–120	Пшениця озима, ячмінь ярий, після збирання попередника
<i>No-till</i>	0–5	0–1	5–10	80–100	Пшениця озима та кукурудза на полях із високим вмістом поживних решток

Системи обробітку та удобрення суттєво впливають на фізико-хімічні та біологічні властивості ґрунту. Найбільшу стабільність структури ґрунту та гумусового горизонту забезпечує *no-till*, а мінімальний обробіток підтримує середні показники активності мікрофлори та водозатримуючої здатності. Глибокий обробіток забезпечує високу продуктивність у короткостроковій перспективі, проте потребує регулярного контролю втрат гумусу та організації мульчування. Вплив систем обробітку та удобрення на фізико-хімічні властивості ґрунту та гумус наведено у таблицях 2.1–2.4.

Інтегровані системи обробітку та удобрення забезпечують стабільний гумусовий фонд, оптимальний водний баланс, активізацію мікробіологічних процесів та підвищення урожайності культур на 5–15 %. Використання комплексного підходу сприяє економії енергетичних ресурсів, збереженню структури ґрунту та стійкості агроєкосистем Лісостепу, що особливо важливо за умов частих посух, інтенсивного використання техніки та ризику ерозії.

Таблиця 2.3. Вплив систем обробітку і удобрення на фізико-хімічні властивості ґрунту та гумус

Система обробітку/удобрення	Вміст гумусу, %	Щільність ґрунту, г/см ³	Вологозатримка, %	Мікробіологічна активність	Урожайність культур, т/га
Глибокий обробіток + мінеральне удобрення	2,8–3,0	1,35–1,40	18–20	Середня	4,5–5,0
Мінімальний обробіток + органічне удобрення	3,2–3,5	1,30–1,35	20–22	Висока	5,0–5,5
<i>No-till</i> + органо-мінеральне удобрення	3,5–3,7	1,28–1,32	22–25	Дуже висока	5,5–6,0

Таблиця 2.4. Енергетичні та економічні витрати інтегрованих систем

Система	Витрати пального, л/га	Витрати добрив, кг/га	Вартість робіт, грн/га	Енергоефективність, кг продукції/л пального
Глибокий обробіток + мінеральне удобрення	70	250	3500	64
Мінімальний обробіток + органічне удобрення	40	200	2800	110
<i>No-till</i> + органо-мінеральне удобрення	25	220	2600	160

3. ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УПРАВЛІННЯ РОДЮЧІСТЮ ЧОРНОЗЕМІВ

3.1. Рекомендовані системи обробітку для різних типів чорноземів

Чорноземи України відзначаються високою природною родючістю, але їх механічний склад, вологозабезпечення та ступінь ущільнення визначають необхідність диференційованого підходу до обробітку ґрунту. Ефективна система обробітку зберігає структуру ґрунту, підвищує водоутримувальну

здатність та забезпечує оптимальні умови для розвитку кореневої системи.

Для легких чорноземів (пісчаних і супіщаних) рекомендовано глибоку оранку на 22–25 см для покращення водопроникності та запобігання ущільненню. За достатньої вологості можливий мінімальний обробіток на 8–12 см, що сприяє збереженню гумусу на рівні 3,0–3,5 % та органічної речовини у верхньому горизонті. Використання технології *no-till* дає можливість мульчувати стерню, зменшуючи втрати вологи на 15–20 %, особливо для озимих культур.

Середні чорноземи (суглинкові) потребують стандартної оранки на 20–22 см перед основною сівбою. Полицевий або стрічковий обробіток забезпечує локальне розпушування міжрядь, що допомагає зберігати щільність ґрунту 1,30–1,35 г/см³ та гумус 3,2–3,5 %. Для багаторічних парів застосовується мінімальний обробіток на 6–10 см, що підтримує водний баланс і зберігає органічну речовину.

Тяжкі чорноземи (глинисті) потребують глибокої оранки на 25–28 см із внесенням органічних добрив 10–15 т/га для покращання агрегатного стану ґрунту та створення сприятливих умов для розвитку коренів. Гребневий обробіток і розпушування міжрядь запобігають утворенню кірки. Важливо уникати руху важкої техніки при вологості понад 25 %, щоб не допустити ущільнення ґрунту.

Для всіх типів чорноземів доцільно використовувати сучасні агрегати з регульованим робочим органом. Чередування глибокої оранки та мінімального обробітку у сівозміні дає змогу підтримувати гумусовий горизонт на рівні 3,5–4,5 % та підвищувати стійкість ґрунту до ерозії. Використання покривних культур збільшує біологічну активність на 15–25 % і утримує вологу 20–25 %.

3.2. Орієнтовні норми удобрення для основних культур

Для пшениці озимої рекомендовано внесення 90–120 кг N, 60–80 кг P₂O₅ та 60–80 кг K₂O/га. Азот поділяють на два внесення: під передпосівну культивуацію та у фазі кущення.

Кукурудза потребує 120–160 кг N, 80–120 кг P₂O₅ та 80–100 кг K₂O/га; азот вносять у 2–3 прийоми, фосфор і калій — під основний обробіток.

Соняшник — 70–100 кг N, 60–80 кг P₂O₅, 50–70 кг K₂O/га; азот вносять у фазі 4–6 листків.

Бобові культури (соя) — 40–60 кг N/га, з обов'язковим фосфорно-калійним підживленням 60–80 кг P₂O₅ і 50–70 кг K₂O/га.

Ячмінь ярий — 70–100 кг N, 50–70 кг P₂O₅, 50–70 кг K₂O/га; азот поділяють на два внесення: перед посівом та під кушіння.

Органічні добрива: коров'як 20–25 т/га, компост/перегній 10–15 т/га. Використання мікродобрив: бор 1–1,5 кг/га, цинк 0,8–1,0 кг/га.

3.3. Алгоритм оцінки та контролю агрохімічного стану

Систематичну оцінку агрохімічного стану чорноземів проводять один раз на 4–5 років, на інтенсивно оброблюваних землях — кожні 2–3 роки. Це дозволяє своєчасно коригувати систему удобрення та запобігати зниженню гумусу більш ніж на 0,02–0,04 % на рік.

Перший етап: визначення базових показників:

- гумус 4,0–5,5 %,
- рН (Н₂O та KCl) 6,0–7,2,
- доступність N 80–120 мг/кг, P₂O₅ 150–200 мг/кг, K₂O 120–160 мг/кг,
- насиченість основами (V) ≥85–90 %.

Методи: титриметричні, фотометричні, потенціометричні або автоматизовані системи (точність ±3–5 %).

Другий етап: корекція системи удобрення.

• За дефіциту елементів: N_{60–120}, P_{40–80}, K_{40–80} кг/га, диференційовано за типом ґрунту та культурою.

• За рН_{KCl} <5,5: вапнування CaCO₃ 0,5–2,0 т/га (підвищує рН на 0,5–1,0 одиниці, доступність P на 20–30 %).

• Органічні добрива: 6–10 т/га або сидерати з накопиченням 20–30 т/га

зеленої маси, приріст гумусу 0,1–0,2 % за ротацію.

Третій етап: контроль ефективності.

Повторні агрохімічні аналізи через 10–12 міс. оцінюють зміни:

- гумус, pH, рухомі форми N, P, K;
- стабілізація агрохімічного стану;
- коефіцієнт використання добрив 60–70 %;
- зростання врожайності 10–20 % у середньостроковій перспективі.

4. НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ РОДЮЧІСТЮ ЧОРНОЗЕМІВ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Чорноземи Лісостепу України є базовим компонентом агроландшафтів і ключовим чинником формування продуктивності агроєкосистем. Високий уміст гумусу (3,0–5,5 %), значна ємність катіонного обміну (30–45 ммоль(+)/100 г ґрунту), добре розвинена грудкувато-зерниста структура та оптимальний гранулометричний склад зумовлюють їхню високу природну родючість. Водночас інтенсивне сільськогосподарське використання, кліматичні коливання та дисбаланс між винесенням і поверненням органічної речовини призвели до поступового зниження агрофізичних і агрохімічних показників родючості, що актуалізує необхідність системного агроґрунтознавчого підходу до їхнього управління.

Однією з провідних проблем сучасного стану чорноземів є дегуміфікація орного шару. За результатами довготривалих спостережень, середньорічні втрати гумусу становлять 0,03–0,05 %, що еквівалентно 0,6–1,0 т/га органічного вуглецю. Це супроводжується зменшенням частки водотривких агрегатів, погіршенням структурного стану та зниженням біологічної активності ґрунту на 20–30 %. З агроґрунтознавчої точки зору саме гумус виконує роль інтегратора фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунту, тому стабілізація гумусового стану є базовою умовою збереження родючості чорноземів.

Важливим чинником функціональної деградації є ущільнення орного та

підорного горизонтів. За досягнення щільності складення 1,35–1,40 г/см³ відбувається істотне обмеження росту корневих систем, зниження загальної пористості та порушення співвідношення макро- і мікропор. Це призводить до зменшення водопроникності на 15–25 %, погіршення аераційного режиму та формування періодів фізіологічної посухи навіть за достатнього зволоження. В агрогрунтознавчому аспекті ущільнення розглядається як одна з головних причин зниження ефективності використання ґрунтової вологи та елементів живлення.

Рационалізація механічного впливу на ґрунт є обов'язковою складовою управління його фізичним станом. Обмеження кількості проходів техніки, використання агрегатів із питомим тиском не більше 0,08–0,10 МПа та оптимізація технологічних операцій дозволяють зменшити вторинне ущільнення на 15–20 %. За наявності плужної підшови або ущільнених горизонтів ефективним є глибоке розпушування на 20–25 см, а в окремих випадках — до 30–35 см, що сприяє відновленню вертикальної водної міграції, покращенню аерації та підвищенню водоутримуючої здатності ґрунту на 10–20 %. Стабілізація ефекту досягається лише за поєднання цього заходу з мінімізацією подальших механічних навантажень і збагаченням ґрунту органічною речовиною.

Значну роль у функціонуванні чорноземів відіграє режим ґрунтової вологи, який у Лісостепу характеризується високою міжрічною та сезонною мінливістю. Непродуктивні втрати води через випаровування з поверхні ґрунту можуть досягати 30–40 % атмосферних опадів. Залишення та рівномірний розподіл поживних решток у кількості 3–5 т/га сприяє зниженню випаровування на 20–35 %, зменшенню амплітуди добових температурних коливань орного шару на 4–7 °С та створенню більш сприятливих умов для розвитку ґрунтової мікробіоти. В агрогрунтознавчому контексті мульчувальний шар розглядається як важливий регулятор енергетичного й водного балансу ґрунту.

Агрохімічний стан чорноземів Лісостепу за останні десятиліття зазнав істотних змін. Зниження вмісту рухомих форм фосфору до 80–120 мг/кг і калію

до 70–110 мг/кг наближає їх до нижньої межі оптимального забезпечення та обмежує реалізацію потенціалу високої природної родючості. З агрогрунтознавчих позицій важливим є не лише абсолютний уміст елементів живлення, а й їхній взаємозв'язок із гумусовим станом, реакцією ґрунтового розчину та ємністю катіонного обміну. Оптимізація системи удобрення на основі агрохімічного моніторингу дозволяє підтримувати вміст рухомого фосфору на рівні 150–200 мг/кг, калію — 120–160 мг/кг і забезпечувати збалансоване живлення рослин без порушення ґрунтових біогеохімічних циклів.

Інтегроване управління родючістю чорноземів передбачає систематичне внесення органічних добрив у дозі 6–8 т/га в сівозміні, повернення більшої частини рослинних решток у ґрунт та раціональне поєднання органічного й мінерального живлення. Це сприяє стабілізації гумусового балансу, підвищенню частки агрономічно цінних агрегатів на 10–15 % і формуванню сприятливого середовища для розвитку корневих систем культурних рослин.

Таким чином, підхід до управління родючістю чорноземів Лісостепу базується на глибокому розумінні взаємозв'язку гумусового стану, структури, щільності, водного та поживного режимів ґрунту. Реалізація комплексу фізичних, хімічних і біологічних заходів допомагає не лише компенсувати деградаційні процеси, а й забезпечити стабільне відтворення родючості, підвищення продуктивності агроєкосистем на 15–30 % та довготривале збереження унікального потенціалу чорноземів.

Дослідження показали, що за класичної оранки ґрунт є пухким і непереуцільненим, з найбільшим умістом ґрунтових агрегатів агрономічно цінної структури у шарі 0–30 см – до 76 %. За систематичного застосування однакових способів обробітку ґрунту на чорноземі типовому з різним мінеральним навантаженням встановлено, що оранка забезпечує більш однорідний структурно-агрегатний склад шару 0–30 см, із менш вираженою строкатістю прошарків, порівняно з технологією *no-till* та дискуванням на глибину 10–12 см.

Дослідження на чорноземі типовому підтверджують тісний взаємозв'язок

між агрофізичними показниками ґрунту (щільністю складення, твердістю), формуванням кислотно-лужного та поживного режимів, а також оптимізацією агрохімічних і фізико-хімічних властивостей.

Таблиця 4.1 демонструє вплив способу обробітку ґрунту на щільність будови чорнозему типового за період 2021–2025 рр. На ділянках із попередником соя щільність ґрунту за технологією *no-till* у верхньому шарі 0–10 см становила 1,35 г/см³, тоді як дискування забезпечувало меншу щільність — 1,22 г/см³, а класична оранка — найменшу щільність, 1,17 г/см³. У шарі 10–20 см щільність *no-till* становила 1,36 г/см³, дискування — 1,33 г/см³, а оранка — 1,28 г/см³. У глибині 20–30 см розбіжності зберігались: *no-till* 1,37 г/см³, дискування 1,35 г/см³, оранка 1,30 г/см³.

Таблиця 4.1. Вплив обробітків ґрунту на щільність будови чорнозему типового, г/см³, 2025 р та 2021–2025 рр.

Шар ґрунту, см	No-till		Дискування		Оранка		НІР ₀₅
	2025 р.	2021–2025 рр.	2025 р.	2021–2025 рр.	2025 р.	2021–2025 рр.	
Попередник соя*							
0–10	1,31	1,31	1,18	1,19	1,14	1,15	0,03/0,04/0,03
10–20	1,33	1,33	1,32	1,31	1,26	1,27	0,04/0,04/0,04
20–30	1,35	1,35	1,35	1,35	1,28	1,29	0,05/0,04/0,04
Попередник ріпак озимий**							
0–10	1,33	1,32	1,19	1,20	1,16	1,16	0,03/0,04/0,03
10–20	1,35	1,34	1,33	1,32	1,27	1,28	0,04/0,04/0,04
20–30	1,37	1,36	1,37	1,36	1,29	1,30	0,05/0,04/0,04

Примітка. * – соя–пшениця озима–сосяшник–ячмінь ярий, ** – ріпак озимий–пшениця озима–кукурудза на зерно–ячмінь ярий.

Для попередника ріпак озимий щільність у шарі 0–10 см за *no-till* становила 1,32 г/см³, дискування — 1,20 г/см³, оранка — 1,16 г/см³; у шарі 10–20 см — 1,34, 1,32 та 1,28 г/см³ відповідно; у шарі 20–30 см — 1,36, 1,36 та 1,30 г/см³ відповідно.

Значення НІР₀₅ показують, що різниця між способами обробітку статистично достовірна. Так, у верхньому шарі 0–10 см щільність ґрунту за *no-*

till перевищувала показники оранки на 0,18–0,21 г/см³. У шарі 10–20 см різниця становила 0,08–0,10 г/см³, а в глибині 20–30 см — 0,06–0,09 г/см³.

Таким чином, оранка забезпечує найменшу щільність орного шару, що сприяє формуванню пухкого та структурованого ґрунту, оптимальному розвитку кореневої системи та кращому використанню вологи і поживних речовин. Технологія *no-till* зберігає рослинні рештки на поверхні та забезпечує більшу щільність ґрунту, що може потребувати додаткових агротехнічних заходів для поліпшення фізичних властивостей орного шару.

Аналіз даних, наведений у табл. 4.2, свідчить, що спосіб обробітку ґрунту істотно впливає на його твердість у шарі 0–30 см. Незалежно від попередника, найвищі значення твердості спостерігаються за *no-till*, середні – за дискування, а найнижчі – за оранки.

Таблиця 4.2. Вплив обробіток ґрунту на твердість чорнозему типового, кгс/см², 2025 р та 2021–2025 рр.

Шар ґрунту, см	No-till		Дискування		Оранка		НІР ₀₅
	2025 р.	2021–2025 рр.	2025 р.	2021–2025 рр.	2025 р.	2021–2025 рр.	
Попередник соя *							
0–10	7,2	7,1	6,5	6,4	5,8	5,7	0,4
10–20	10,6	10,5	9,4	9,3	8,7	8,6	0,5
20–30	14,9	14,8	13,7	13,6	12,8	12,7	0,6
Попередник ріпак озимий**							
0–10	7,1	7,0	6,3	6,2	5,7	5,6	0,4
10–20	10,3	10,2	9,2	9,1	8,6	8,5	0,5
20–30	14,6	14,5	13,5	13,4	12,7	12,6	0,6

Примітка: * – соя–пшениця озима–соняшник–ячмінь ярий, ** – ріпак озимий–пшениця озима–кукурудза на зерно–ячмінь ярий.

Для попередника соя твердість у верхньому шарі 0–10 см за *no-till* становила 7,1 кгс/см², за дискування — 6,4 кгс/см², а за оранки — 5,7 кгс/см². У шарах 10–20 та 20–30 см твердість зростала з глибиною: *no-till* 10,5–14,8 кгс/см², дискування 9,3–13,6 кгс/см², оранка 8,6–12,7 кгс/см².

Для попередника ріпак озимий структура зміни твердості була подібною:

верхній шар 0–10 см мав твердість 7,0–5,6 кгс/см² залежно від способу обробітку, а нижчі горизонти (20–30 см) демонстрували відповідно більші значення – 14,5–12,6 кгс/см². Середнє стандартне відхилення (HP_{05}) для всіх шарів і обробітків коливалося від 0,4 до 0,6 кгс/см², що вказує на статистично достовірні відмінності між варіантами.

Тому, результати досліджень підтверджують, що вибір способу обробітку ґрунту має суттєвий вплив на його механічну щільність. Глибока оранка забезпечує розпушування ґрунту і зниження його твердості, що може покращувати водопроникність та розвиток кореневої системи культур, тоді як мінімальний обробіток (*no-till*) призводить до ущільнення верхніх шарів, що слід враховувати при плануванні систем удобрення та вирощування посівів.

Грудочкуватозерниста (макроструктура) – це ґрунтові агрегати, які знаходяться в діапазоні від 10 до 0,25 мм, відповідно вони належать до цінної структури, яка тривалий час не руйнується у воді, є стійкою та забезпечує оптимальні умови водного і повітряного режимів ґрунту. Найбільший уміст ґрунтових агрегатів грудочкуватозернистої структури визначено за оранки – у шарі 0–30 см вміст агрегатів становив 75 % (у 0–10 см – 73 %, у 20–30 см – 78 %), що за шкалою класифікації ґрунтових агрегатів запропонованої С. І. Долговим, П. У. Бахтіним, відповідає добрій структурі.

Аналіз даних структурно-агрегатного складу чорнозему типового свідчить про суттєвий вплив способу обробітку ґрунту на розподіл агрегатів за розміром у шарі 0–30 см. Незалежно від глибини, за *no-till* у верхньому шарі 0–10 см спостерігалася найвища частка великих агрегатів (>5 мм), яка становила сумарно 40 % (12 % >10 мм та 28 % 5–10 мм). Це свідчить про стабільну агрегатну структуру ґрунту та збереження його фізичних властивостей, що обумовлено відсутністю або мінімальним порушенням структури верхнього горизонту (табл. 4.3).

Таблиця 4.3. Вплив обробітків ґрунту на структурно агрегатний стан чорнозему типового, 2021–2025 рр.

Шар ґрунту, см	Обробіток	>10 мм, %	5–10 мм, %	1–5 мм, %	<1 мм, %	Сума, %
0–10	<i>No-till</i>	12	28	40	20	100
0–10	Дискування	10	25	42	23	100
0–10	Оранка	8	22	45	25	100
10–20	<i>No-till</i>	10	26	42	22	100
10–20	Дискування	8	24	43	25	100
10–20	Оранка	6	20	46	28	100
20–30	<i>No-till</i>	8	24	44	24	100
20–30	Дискування	6	22	45	27	100
20–30	Оранка	5	18	47	30	100

За дискування частка великих агрегатів зменшувалася до 35 %, а за оранки – до 30 %. Одночасно зростала частка дрібних агрегатів (<1 мм) – за оранки вона досягала 25 % у верхньому шарі. Це свідчить про механічне руйнування агрегатів унаслідок глибокого обробітку ґрунту та формування більш дрібнозернистої структури.

У шарах 10–20 та 20–30 см також спостерігалася тенденція до зменшення частки великих агрегатів і збільшення дрібних фракцій із глибиною. За *no-till* великі агрегати (>5 мм) становили 36–34 %, а дрібні (<1 мм) – 22–24 %, тоді як при оранці частка дрібних фракцій у глибині 20–30 см досягала 30 %. Це вказує на поступове ущільнення нижніх горизонтів ґрунту та зниження його структурної стійкості при глибокому обробітку.

Отримані дані підтверджують, що мінімальний обробіток ґрунту сприяє збереженню стабільної агрегатної структури та великих агрегатів, що позитивно впливає на водо- та повітропроникність ґрунту, розвиток кореневої системи рослин та утримання органічної речовини. У той самий час глибока оранка порушує агрегатну систему, збільшуючи частку дрібних фракцій, що може призводити до зниження водо- та повітропроникності ґрунту, підвищення його ерозійної схильності та зменшення природної родючості.

Отже, результати досліджень підтверджують необхідність врахування

способу обробітку ґрунту за планування технологічних заходів у системах землеробства, особливо щодо збереження структурно-агрегатної стабільності чорноземів Лісостепу.

Аналіз гранулометричного складу чорнозему типового за період 2021–2025 рр. (табл. 4.4) показує, що ґрунт характеризується переважанням піщано-суглинкової текстури у всіх горизонтах 0–30 см. У верхньому шарі 0–10 см частка крупного піску (0,5–2 мм) становила 18 %, середнього піску (0,25–0,5 мм) – 25 %, дрібного піску (0,05–0,25 мм) – 20 %, пилу (0,01–0,05 мм) – 20 %, глини (<0,01 мм) – 15 %, гравію (>2 мм) – 2 %.

Таблиця 4.4. Вплив обробітків ґрунту на гранулометричний склад чорнозему типового, 2021–2025 рр.

Шар ґрунту, см	Гравій >2 мм, %	Крупний пісок 0,5–2 мм, %	Середній пісок 0,25–0,5 мм, %	Дрібний пісок 0,05–0,25 мм, %	Пил 0,01–0,05 мм, %	Глина <0,01 мм, %	Сума, %
0–10	2	18	25	20	20	15	100
10–20	2	17	24	21	20	16	100
20–30	2	16	23	22	20	17	100

У шарах 10–20 см і 20–30 см спостерігається поступова тенденція до зменшення частки крупного та середнього піску (до 16–17 % та 23–24 % відповідно) і одночасного збільшення частки дрібного піску та глини (до 22 % дрібного піску і 17 % глини у глибині 20–30 см). Частка пилу залишається стабільною на рівні 20 % у всіх горизонтах.

Отримані дані свідчать про поступове ущільнення нижніх горизонтів ґрунту та зростання глинистих фракцій із глибиною, що характерно для чорноземів типових Лісостепу. Такий гранулометричний склад визначає фізичні властивості ґрунту, зокрема його водо- та повітропроникність, здатність утримувати вологу та поживні речовини, а також впливає на родючість та розвиток кореневої системи сільськогосподарських культур.

Тому, гранулометричний склад ґрунту, що спостерігається, є стабільним і

закономірним для даного типу чорноземів, а зміни у верхніх та нижніх шарах відображають природні процеси диференціації текстури за глибиною та вплив агротехнічних заходів, включно з різними способами обробітку ґрунту.

Аналіз даних табл. 4.5 показує, що спосіб обробітку ґрунту суттєво впливає на загальну біологічну активність чорнозему типового у верхньому шарі 0–10 см за період 2021–2025 рр. Найвищі показники виділення CO₂ спостерігалися за *no-till*, де для сівозміни 1 вони становили 6,5 мг CO₂/100 г ґрунту/24 год, а для сівозміни 2 – 6,9 мг CO₂/100 г/24 год. Це свідчить про збереження органічної речовини та високу мікробну активність у ґрунті при мінімальному порушенні його структури.

Таблиця 4.5. Вплив обробітків ґрунту на загальну біологічну активність чорнозему типового, 2021–2025 рр.

Обробіток ґрунту	Сівозміна 1*, мг CO ₂ /100 г/24 год	Сівозміна 2**, мг CO ₂ /100 г/24 год	НІР ₀₅
<i>No-till</i>	6,5	6,9	0,3
Дискування	5,8	6,2	0,3
Оранка	5,2	5,6	0,3

Примітка. * – соя–пшениця озима–сояшник–ячмінь ярий, ** – ріпак озимий–пшениця озима–кукурудза на зерно–ячмінь ярий.

Дискування забезпечувало дещо нижчу активність мікроорганізмів: 5,8 і 6,2 мг CO₂/100 г/24 год для сівозмін 1 та 2 відповідно. Глибока оранка призводила до найнижчих значень біологічної активності – 5,2 і 5,6 мг CO₂/100 г/24 год, що пояснюється механічним руйнуванням структури ґрунту та прискореним мінералізаційним розпадом органічної речовини.

Незначне збільшення показників у сівозміні 2 порівняно з сівозміною 1 відображає вплив попередника або системи удобрення на мікробну активність. Значення НІР₀₅ (0,3 мг CO₂/100 г/24 год) свідчать про статистично достовірні відмінності між способами обробітку ґрунту.

Отже, результати досліджень підтверджують, що мінімальний обробіток (*no-till*) сприяє підтриманню високої біологічної активності ґрунту, що є

важливим чинником для підтримання родючості чорноземів та оптимального розвитку сільськогосподарських культур.

Аналіз даних табл. 4.6 показує, що спосіб обробітку ґрунту істотно впливає на рівень вологи у верхньому шарі ґрунту (0–30 см) у різні періоди року для обох сівозмін.

Таблиця 4.6. Вплив обробітків ґрунту на запаси вологи в 0–30 см шарі чорнозему типового, мм 2021–2025 рр.

Обробіток ґрунту	Період	Сівозміна 1*	Сівозміна 2**	НІР ₀₅
<i>No-till</i>	Осінньо-зимовий	22,5	23,0	0,35
<i>No-till</i>	Ранньовесняний	24,8	25,3	0,35
<i>No-till</i>	Вегетаційний	32,7	33,7	0,71
Дискування	Осінньо-зимовий	21,0	21,5	0,35
Дискування	Ранньовесняний	23,3	23,8	0,35
Дискування	Вегетаційний	30,8	31,7	0,64
Оранка	Осінньо-зимовий	20,0	20,5	0,35
Оранка	Ранньовесняний	22,2	22,7	0,35
Оранка	Вегетаційний	29,3	30,2	0,64

Примітка. * – соя–пшениця озима–соняшник–ячмінь ярий, ** – ріпак озимий–пшениця озима–кукурудза на зерно–ячмінь ярий.

Найвища вологість спостерігається за *no-till*, що пояснюється мінімальним порушенням структури ґрунту та збереженням органічного покриву. Так, у вегетаційний період вміст вологи досягає 32,7 мм у сівозміні 1 та 33,7 мм у сівозміні 2, тоді як за оранки ці значення становлять 29,3 і 30,2 мм відповідно. Дискування демонструє проміжні показники (30,8–31,7 мм у вегетаційний період).

В осінньо-зимовий період вологість ґрунту найменша: 22,5–23,0 мм для *no-till*, 20,0–20,5 мм для оранки, що відображає накопичення вологи після дощів та снігопадів. Ранньовесняний період характеризується помірними значеннями: 24,8–25,3 мм для *no-till* і 22,2–22,7 мм для оранки, що свідчить про поступове відновлення водного балансу перед активним ростом рослин.

Розраховане значення $НР_{05}$ показує статистично достовірну різницю між сівозмінами: у більшості випадків $НР_{05} \approx 0,35$ мм, а у вегетаційний період для *no-till* та оранки трохи більша варіативність (0,64–0,71 мм), що вказує на більший вплив погодних умов і водоспоживання рослин на рівень ґрунтової вологи.

Отже, результати досліджень свідчать, що мінімальний обробіток ґрунту (*no-till*) сприяє більш ефективному накопиченню та збереженню вологи у верхньому шарі ґрунту, що важливо для підтримання продуктивності сільськогосподарських культур у різні періоди року.

Обробіток ґрунту є однією із основних складових агротехнології вирощування сільськогосподарських культур, регулює агрофізичні, біологічні й агрохімічні процеси, які відбуваються у ґрунті, інтенсивність розкладання та нагромадження органічної речовини, вміст і розподіл вологи у оброблювальному шарі, а також ефективність використання мінеральних добрив. У комплексі ці процеси забезпечують сприятливі умови росту та розвитку, які складаються в агроценозі за певних погодних і ґрунтових умов.

Досліджено, що фізико-хімічні властивості чорнозему типового мають істотні зміни за систематичного застосування системи обробітку ґрунту. На суттєве підвищення кислотності орного шару ґрунту (порівняно з вихідними показниками на час закладання досліду, 2009 р.) має вплив також інтенсивна мінеральна система удобрення. Слід відмітити, що показники кислотно-лужного та поживного режимів за вирощування пшениці озимої після сої більш оптимізованіші та збалансовані (табл. 4.7), порівняно з показниками за вирощування пшениці озимої після ріпаку (табл. 4.8).

Слід зазначити, що вихідні та щорічні показники ґрунту дослідної ділянки характеризуються підвищеною гідролітичною кислотністю ($Нг \geq 3,0$ м-екв/100 г ґрунту), що є типовим для чорнозему типового за тривалого інтенсивного сільськогосподарського використання. За технології *no-till* у шарі 0–20 см кислотність ґрунту за показником $pH_{\text{сол}}$ становила 5,3–5,6, що відповідає слабкокислій реакції ґрунтового розчину за значної гідролітичної кислотності ($Нг - 3,1-3,2$ м-екв/100 г ґрунту). За даного способу обробітку відмічено нижчий

уміст обмінного кальцію у ґрунтово-вбирному комплексі (67–71 %), а також знижений уміст гумусу (2,9–3,5 %) порівняно з іншими способами обробітку ґрунту (табл. 4.7).

Таблиця 4.7. Показники родючості чорнозему типового за вирощування пшениці озимої у сівозміні 1, попередник соя, шар ґрунту 0-20 см, 2025 р.

Обробіток	Удобрення	Вміст гумусу, %	pH _{сол}	Ca ²⁺ , %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
					мг/кг ґрунту		
Технологія <i>no-till</i>	Контроль (без добрив)	2,9	5,4	68	114	315	118
	ресурсозберігаюча мінімізована N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	3,5	5,6	70	124	328	120
	інтенсивна N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,5	5,5	71	130	346	128
Дискування на 10-12 см	Контроль (без добрив)	3,2	5,3	71	118	326	116
	ресурсозберігаюча мінімізована N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	3,3	5,7	73	130	334	128
	інтенсивна N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,5	5,6	74	128	332	130
Оранка на 25-27 см	Контроль (без добрив)	3,1	5,5	70	122	318	126
	ресурсозберігаюча мінімізована N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	3,6	5,9	74	134	338	144
	інтенсивна N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,8	6,0	77	138	340	148

Примітка. Вихідні показники (2009 р.): вміст гумусу 3,2 %; N – 72,8 мг/кг, P₂O₅ – 300 мг/кг, K₂O – 96 мг/кг.

За мілкого дискового обробітку ґрунту (10–12 см) на фоні мінерального удобрення формувався більш збалансований кислотно-основний стан: pH_{сол} коливався в межах 5,6–5,7, за вмісту гумусу 3,2–3,5 %. Вміст обмінного кальцію за цього обробітку зростав до 71–74 %, що свідчить про покращення насиченості ґрунту основами та стабілізацію фізико-хімічних властивостей.

Дослідженнями встановлено, що застосування оранки на глибину 25–27 см сприяло формуванню більш оптимальних фізико-хімічних властивостей чорнозему типового. За цього способу обробітку ґрунт характеризувався

слабокислою реакцією ґрунтового розчину ($\text{pH}_{\text{сол}} 5,5\text{--}6,0$), підвищеним умістом гумусу ($3,6\text{--}3,8\%$) та високим умістом обмінного кальцію у ґрунтово-вбирному комплексі ($74\text{--}77\%$) на фоні мінерального удобрення, що свідчить про кращу буферність і стабільність ґрунтової системи.

Результати досліджень показали, що вміст поживних елементів у чорноземі типовому істотно змінювався залежно від способу основного обробітку ґрунту, однак визначальним фактором підвищення вмісту легкодоступних форм азоту, фосфору і калію була мінеральна система удобрення. Порівняно з вихідними показниками на час закладання досліду (2009 р.: вміст гумусу – $3,2\%$, N – $72,8\text{ мг/кг}$, P_2O_5 – 300 мг/кг , K_2O – 96 мг/кг), у 2025 р. відмічено істотне зростання забезпеченості ґрунту поживними елементами, особливо за варіантів з ресурсоощадним та інтенсивним удобренням.

Найбільш збалансовані показники поживного режиму чорнозему типового за вирощування сої у короткоротаційній сівозміні сформувалися за проведення оранки на фоні ресурсоощадної мінімізованої системи удобрення ($\text{N}_{16}\text{P}_{16}\text{K}_{16}$) та інтенсивної ($\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$). За цих варіантів уміст легкогідролізованого азоту становив $132\text{--}138\text{ мг/кг}$ ґрунту (низький рівень забезпеченості), рухомих сполук фосфору – $335\text{--}340\text{ мг/кг}$ (дуже високий), калію – $142\text{--}148\text{ мг/кг}$ ґрунту (підвищений) за вмісту гумусу $3,6\text{--}3,8\%$.

За технології *no-till*, порівняно з іншими способами обробітку ґрунту, відмічено нижчі показники вмісту легкогідролізованого азоту ($114\text{--}130\text{ мг/кг}$), рухомих форм фосфору ($315\text{--}346\text{ мг/кг}$) та калію ($118\text{--}128\text{ мг/кг}$), що свідчить про повільніше накопичення поживних елементів у верхньому шарі ґрунту за відсутності механічного перемішування.

За проведення дискового обробітку сформувалися проміжні, але більш оптимальні агрохімічні показники порівняно з технологією *no-till*: уміст азоту становив у середньому $126\text{--}130\text{ мг/кг}$, рухомих форм фосфору – $330\text{--}334\text{ мг/кг}$, калію – $126\text{--}130\text{ мг/кг}$ ґрунту при вмісті гумусу близько $3,4\%$.

Отже, порівняльний аналіз показників родючості чорнозему типового за фізико-хімічними та агрохімічними властивостями при тривалому застосуванні

різних способів основного обробітку ґрунту та систем удобрення за вирощування пшениці озимої після сої у короткоротаційній сівозміні свідчить, що найбільш збалансовані й оптимізовані показники кислотно-лужного та поживного режимів ґрунту сформувалися за проведення оранки на фоні ресурсозберігаючого мінімізованого ($N_{16}P_{16}K_{16}$) та інтенсивного ($N_{90}P_{90}K_{90}$) мінерального удобрення.

Дані табл. 4.8 свідчать про істотний вплив способів основного обробітку ґрунту та системи удобрення на агрохімічні показники родючості чорнозему типового за вирощування пшениці озимої у сівозміні 2 після ріпаку в умовах 2025 р.

Вміст гумусу змінювався залежно від інтенсивності обробітку ґрунту і рівня мінерального живлення. Найнижчі його значення відмічено за технології *no-till* — 2,7 % на контролі та 3,1 % за інтенсивного удобрення, що зумовлено обмеженим перемішуванням рослинних решток і повільнішими процесами гуміфікації. За мілкого дискового обробітку вміст гумусу зростав до 2,9–3,4 %, тоді як найвищі показники зафіксовано за класичної оранки — 3,2–3,6 %, що свідчить про кращі умови мінералізації та нагромадження органічної речовини у шарі ґрунту 0–20 см.

Реакція ґрунтового розчину залишалася слабокислою та коливалася в межах $pH_{\text{сол}}$ 5,3–5,6. Підвищення рівня удобрення супроводжувалося незначною стабілізацією кислотно-лужного режиму та зростанням частки обмінного кальцію у ґрунтово-вбирному комплексі. Вміст Ca^{2+} зростав від 63–65 % за *no-till* до 70–73 % за оранки, що свідчить про кращу насиченість основами за більш інтенсивного обробітку.

Забезпеченість ґрунту легкогідролізованим азотом характеризувалася низьким та середнім рівнем — від 110–115 мг/кг на контролі до 145 мг/кг за інтенсивної системи удобрення. Найвищі значення азоту відмічено за оранки у поєднанні зі внесенням $N_{90}P_{90}K_{90}$, що зумовлено активнішими мікробіологічними процесами та кращими умовами мінералізації органічної речовини.

Таблиця 4.8. Показники родючості чорнозему типового за вирощування пшениці озимої у сівозміні 2, попередник ріпак, шар ґрунту 0-20 см, 2025 р.

Обробіток	Удобрення	Вміст гумусу, %	pH _{сол}	Ca ²⁺ , %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
					мг/кг ґрунту		
Технологія <i>no-till</i>	Контроль (без добрив)	2,7	5,3	63	110	305	112
	ресурсозберігаюча мінімізована N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	2,9	5,4	65	120	330	122
	інтенсивна N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,1	5,4	68	130	350	132
Дискування на 10-12 см	Контроль (без добрив)	2,9	5,3	65	115	310	118
	ресурсозберігаюча мінімізована N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	3,2	5,5	68	125	340	135
	інтенсивна N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,4	5,6	72	135	370	165
Оранка на 25-27 см	Контроль (без добрив)	3,2	5,5	66	115	305	115
	ресурсозберігаюча мінімізована N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	3,4	5,6	70	130	330	140
	інтенсивна N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,6	5,6	73	145	355	150

Примітка. Вихідні показники (2009 р.): вміст гумусу 3,2 %; N – 72,8 мг/кг, P₂O₅ – 300 мг/кг, K₂O – 96 мг/кг.

Вміст рухомих сполук фосфору у ґрунті був дуже високим у всіх варіантах дослідів і становив 305–370 мг/кг, з максимальними значеннями за дискового обробітку та інтенсивного удобрення. Забезпеченість калієм відповідала підвищеному та високому рівням — 112–165 мг/кг, при цьому найбільші показники також зафіксовано за дискування і оранки на фоні інтенсивного мінерального удобрення.

Загалом результати табл. 4.8 підтверджують, що найбільш оптимізований кислотно-лужний і поживний режими чорнозему типового формуються за проведення класичної оранки у поєднанні з ресурсозберігаючою або інтенсивною системами мінерального удобрення, тоді як застосування технології *no-till* у короткоротаційній сівозміні потребує додаткового коригування системи живлення для стабілізації показників родючості ґрунту.

Поряд з агрохімічними, фізико-хімічні властивості чорнозему типового

мають істотні зміни за систематичного застосування способів обробітку ґрунту та агрохімічного навантаження. На істотне підвищення кислотності орного шару ґрунту (порівняно з вихідними показниками на час закладання досліду, 2009 р.) має вплив також інтенсивна мінеральна система удобрення. Слід відмітити, що показники кислотності за $pH_{\text{сол}}$ за вирощування у сівозміні сої більш оптимізовані, на відміну від вирощування ріпаку ярого. Цей факт пояснюється тим, що у 1 короткоротаційній сівозміні вирощувалася бобова культура, а 2 короткоротаційна сівозміна насичена переважно зерновими культурами і вирощували ріпак озимий, який, як відомо, здатний підкислювати ґрунт.

Слід відмітити, що дослідній ділянці 16 років, при цьому результатами досліджень визначено, що на динаміку кислотності та формування структури обмінних катіонів у ГВК істотний вплив мала не лише мінеральна система удобрення культур, але і способи обробітку ґрунту чорнозему типового, адже показник $pH_{\text{сол}}$ вихідного значення становив 6,2. Слід відмітити, що шар ґрунту 0–20 см ділянки досліду характеризувався досить високим вихідним показником гідролітичної кислотності – $Hg \geq 3,0$ м-екв/100 г ґрунту.

За результатами досліджень, у 2025 році структура обмінних катіонів ґрунтово-вбирного комплексу (ГВК) чорнозему типового за вирощування пшениці озимої після сої в шарі ґрунту 0–20 см характеризувалася чіткою залежністю від системи основного обробітку ґрунту та рівня мінерального удобрення. Вихідні агрохімічні показники ґрунту ($pH_{\text{сол}}$ – 6,2; гідролітична кислотність – 3,2 моль-екв/100 г ґрунту зумовлювали відносно стабільний кислотно-основний стан, однак інтенсивність агротехнічного впливу суттєво коригувала співвідношення катіонів.

У варіантах без внесення добрив незалежно від способу обробітку ґрунту в ГВК переважали катіони кальцію, частка яких становила 66–70 %. Водночас за технологією *no-till* відмічено дещо підвищену частку обмінного водню (23 %), що зумовлено локалізацією післяжнивних решток у верхньому шарі ґрунту, уповільненим мінералізаційним процесом та обмеженим перемішуванням ґрунтової маси. За дискування і оранки частка H^+ знижувалася

до 18–19 %, що свідчить про більш ефективне вирівнювання кислотності орного шару (табл. 4.9).

Таблиця 4.9. Структура обмінних катіонів ГВК чорнозему типового за вирощування пшениці озимої після сої, шар ґрунту 0–20 см

Обробіток	Удобрення	Ca ²⁺ , %	Mg ²⁺ , %	H ⁺ , %	$\frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}}$
Технологія <i>no-till</i>	Контроль (без добрив)	66	11	23	6,0
	ресурсозберігаюча мінімізована N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	68	11	21	6,2
	інтенсивна N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	70	12	18	5,8
Дискування на 10-12 см	Контроль (без добрив)	70	11	19	6,4
	ресурсозберігаюча мінімізована N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	72	11	17	6,5
	інтенсивна N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	73	11	16	6,6
Оранка на 25-27 см	Контроль (без добрив)	69	12	19	5,8
	ресурсозберігаюча мінімізована N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	73	13	14	5,6
	інтенсивна N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	76	12	12	6,3

Примітка. Вихідні показники: рНсол 6,2; Нг 3,2.

Застосування ресурсоощадної мінімізованої системи удобрення (N₁₆P₁₆K₁₆) сприяло стабілізації катіонного складу ГВК, що проявлялося у зростанні частки кальцію до 68–73 % та зменшенні вмісту обмінного водню до 14–21 %. Найбільш виражений ефект відмічено за глибокого обробітку ґрунту (оранка 25–27 см), де одночасно підвищувалася частка магнію (до 13 %), що позитивно впливало на структурно-агрегатний стан ґрунту та його буферність.

Інтенсивна система удобрення (N₉₀P₉₀K₉₀) забезпечувала найбільш оптимальне співвідношення обмінних катіонів, особливо за дискування і оранки. У цих варіантах частка Ca²⁺ зростала до 73–76 %, тоді як вміст H⁺ знижувався до 12–16 %, що свідчить про послаблення потенційної кислотності ґрунту та підвищення його насиченості основами. За технологією *no-till* інтенсивне удобрення також сприяло зменшенню частки обмінного водню (до 18 %), однак

ефект був менш вираженим порівняно з традиційними системами обробітку.

Співвідношення $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ у ГВК коливалося в межах 5,6–6,6, що відповідає оптимальним значенням для чорноземів типових та створює сприятливі умови для формування агрономічно цінної структури ґрунту, активізації мікробіологічних процесів і підвищення доступності поживних елементів. Найбільш збалансоване співвідношення катіонів формувалося за поєднання інтенсивного удобрення з дискуванням або оранкою.

Таким чином, результати досліджень свідчать, що у 2025 р. система обробітку ґрунту в поєднанні з рівнем мінерального удобрення є визначальним чинником регулювання структури ГВК чорнозему типового, що безпосередньо впливає на кислотно-основний стан ґрунту, його буферні властивості та агроекологічну стійкість посівів пшениці озимої.

Результати досліджень свідчать, що у 2025 р. формування структури ґрунтово-вбирного комплексу (ГВК) чорнозему типового за вирощування пшениці озимої після ріпаку озимого істотно відрізнялося від аналогічних показників, отриманих за розміщення культури після сої. Виявлені відмінності зумовлені як біологічними особливостями ріпаку озимого, так і несприятливими погодними умовами зимово-весняного періоду, які посилили прояви ґрунтової кислотності та знизили ефективність природної буферності чорнозему.

За всіма варіантами обробітку ґрунту у структурі ГВК після ріпаку домінували катіони кальцію, однак їх частка була нижчою, ніж за вирощування сої, і коливалася в межах 61–73 %, тоді як після сої цей показник становив 66–76 %. Зменшення вмісту Ca^{2+} супроводжувалося зростанням частки обмінного водню, що є характерною ознакою підкислювальної дії ріпаку озимого. Вміст H^+ у ГВК після ріпаку досягав 16–28 %, тоді як за післядії сої не перевищував 12–23 %.

Найбільш виражені ознаки підкислення ґрунту виявлено за технології *no-till*, де частка H^+ була максимальною (22–28 %), а ступінь насичення основами — найнижчою (73–79 %). Це пов'язано з поєднанням підкислювального ефекту ріпаку, накопиченням органічних решток на поверхні ґрунту та обмеженням перемішуванням орного шару. У порівнянні з аналогічними варіантами після сої,

за *no-till* відмічено зменшення насиченості ГВК кальцієм у середньому на 4–6 % (табл. 4.10).

Застосування мілкого дискового обробітку (10–12 см) забезпечувало більш сприятливі умови формування катіонного складу ГВК після ріпаку. У цих варіантах частка Ca^{2+} зростала до 64–72 %, а вміст обмінного водню зменшувався до 17–25 %, що зумовило підвищення ступеня насичення основами до 75–83 %. У порівнянні з технологією *no-till*, дискування сприяло кращій нейтралізації кислотності та вирівнюванню кислотного-лужного режиму ґрунту, хоча за абсолютними значеннями ці показники все-таки поступалися варіантам після сої.

Найбільш збалансовану структуру ГВК за вирощування пшениці після ріпаку озимого сформовано за класичної оранки (25–27 см). У цих умовах частка кальцію досягала 71–73 %, частка обмінного водню знижувалася до 16–23 %, а ступінь насичення основами стабілізувалася на рівні 76–83 %. Порівняно з *no-till*, оранка забезпечувала зменшення кислотності ґрунту на 4–6 % за часткою H^+ , що свідчить про підвищення буферної здатності ґрунтового середовища.

Таблиця 4.10. Структура обмінних катіонів ГВК чорнозему типового за вирощування пшениці озимої після ріпаку, шар ґрунту 0–20 см

Обробіток	Удобрєння	Ca^{2+} , %	Mg^{2+} , %	H^+ , %	$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Mg}^{2+}}$
Технологія <i>No-till</i>	Контроль (без добрив)	61	11	28	5,5
	ресурсозберігаюча мінімізована $\text{N}_{16}\text{P}_{16}\text{K}_{16}$	63	12	25	5,3
	інтенсивна $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$	67	11	22	6,1
Дискування на 10-12 см	Контроль (без добрив)	64	11	25	5,8
	ресурсозберігаюча мінімізована $\text{N}_{16}\text{P}_{16}\text{K}_{16}$	68	11	21	6,2
	інтенсивна $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$	72	11	17	6,5
Оранка на 25-27 см	Контроль (без добрив)	65	12	23	5,4
	ресурсозберігаюча мінімізована $\text{N}_{16}\text{P}_{16}\text{K}_{16}$	71	12	17	5,9
	інтенсивна $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$	73	11	16	6,6

Примітка. Вихідні показники: рНсол 6,2; Нг 3,2.

Вміст обмінного магнію після ріпаку озимого змінювався у відносно вузьких межах (11–12 %) і був співставним із показниками після сої. Водночас співвідношення $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ за вирощування ріпаку частіше наближалось до нижньої межі оптимуму (5,3–6,6), тоді як після сої воно характеризувалося більш стабільними та агрономічно сприятливими значеннями.

Узагальнюючи отримані результати, можна констатувати, що вирощування сої як попередника забезпечувало більш оптимізований і збалансований катіонний склад ГВК чорнозему типового, незалежно від системи обробітку ґрунту та рівня мінерального удобрення. Натомість ріпак озимий проявляв виражену підкислювальну дію, що призводило до зростання частки обмінного водню, зниження насиченості кальцієм і певного погіршення кислотно-лужного режиму ґрунту, особливо за ресурсозберігаючих технологій.

Отримані дані свідчать про необхідність посиленого контролю кислотно-основного стану ґрунтів у сівозмінах із високою часткою ріпаку озимого, а також доцільність поєднання інтенсивного удобрення з ґрунтозахисними, але водночас достатньо ефективними системами обробітку ґрунту з метою збереження родючості чорноземів типових.

Висновки

1. У системі вирощування пшениці озимої доцільно надавати перевагу зернобобовим попередникам, зокрема сої, оскільки її післядія забезпечує підвищення урожайності до 4,0–5,5 т/га, що на 0,3–0,5 т/га перевищує показники після ріпаку ярого. Це зумовлено кращим балансом поживних елементів у ґрунті та нижчими витратами на мінеральне живлення.

2. Оптимальним способом основного обробітку чорнозему типового Лісостепу для підтримання структурно-гумусового стану є глибока оранка на 25–27 см. Вона забезпечує найвищий вміст гумусу (3,6–3,8 %) і оптимальне насичення ґрунтового вбирного комплексу кальцієм (до 76 %) та магнієм (14 %). Мілкий дисковий обробіток може застосовуватися як ресурсозберігаючий варіант, тоді як технологія *no-till* потребує додаткових заходів для стабілізації гумусового та кальцієвого режимів.

3. Для оптимізації кислотно-лужного режиму ґрунту рекомендується застосовувати глибокий або комбінований обробіток, оскільки оранка формує найсприятливіші значення рН (5,8–5,9) та вищу буферність ґрунту. За мінімального обробітку та *no-till* необхідно передбачати систематичний контроль кислотності та використання кальцієвмісних добрив або локального вапнування.

4. Збалансоване мінеральне удобрення є ключовим фактором реалізації потенціалу родючості чорноземів. Інтенсивні дози добрив ($N_{120}P_{90}K_{90}$) забезпечують максимальне насичення ґрунту доступними формами азоту, фосфору і калію, однак у технології *no-till* їх ефективність знижується через уповільнену мінералізацію органічної речовини, що потребує адаптації системи живлення.

5. За рівнем урожайності пшениці озимої найбільш продуктивною є система глибокого обробітку ґрунту, тоді як дискування формує проміжні показники, а *no-till* — найнижчі, навіть за високих доз мінерального удобрення. Це свідчить, що глибина і інтенсивність обробітку залишаються визначальними

чинниками ефективного використання елементів живлення.

6. Найбільш економічно доцільною технологією вирощування пшениці озимої є поєднання глибокої оранки (25–27 см) з помірним удобренням $N_{16}P_{16}K_{16}$, що забезпечує максимальний чистий прибуток (до 22,8 тис. грн/га) та рівень рентабельності до 199 %. Підвищення доз добрив до інтенсивного рівня доцільне лише за високих цін на зерно, оскільки супроводжується зростанням собівартості продукції.

7. У довгостроковій перспективі оптимальне поєднання попередника (соя), глибокого обробітку ґрунту та збалансованого мінерального живлення слід розглядати як базову модель управління родючістю чорноземів Лісостепу, що забезпечує стабілізацію агрохімічних показників, підвищення урожайності та економічно обґрунтовану ефективність виробництва.

Список літератури

1. Балаєв А. Д., Гаврилюк М. В., Стопа В. П. Родючість чорноземів Лісостепу за використання мінімізації обробітку ґрунту і елементів біологізації землеробства. *Вісн. Харків. НАУ. Сер.: «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство»*. 2013. № 1. С. 8–11.
2. Балюк С. А і ін, Українські чорноземи – 140 років після В.В. Докучаєва: сучасний стан, еволюція та управління. *Монографія*. Харків. 2021 192 с.
3. Будьонний Ю. В., Шевченко М. В. Ґрунтозахисна ресурсозберігаюча система основного обробітку ґрунту під культури в польових сівозмінах для умов лівобережного Лісостепу України. *Вісн. Львів. ДАУ. «Агрономія»*. 2004. № 8. С. 67–72.
4. Волков М. В. Родючість чорнозему опідзоленого при систематичному застосуванні добрив за різних систем основного обробітку в сівозміні на Лівобережжі Лісостепу України. *ВАН*. 1994. № 3. С. 29–31.
5. Гавриш В. І. Заходи щодо зниження витрат на паливо в рослинництві

з урахуванням закордонного досвіду. *Вісн. аграр. науки Причорномор'я*. 2007. Вип. 1 (39). С. 50–55. 61.

6. Гангур, В. В., Лень, О. І., & Гангур, М. В. Вплив різних систем обробітку на поживний режим ґрунту під пшеницею озимою та ячменем ярим в зоні лівобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*, 2022. (1), С. 38–44. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.04>.

7. Гордієнко В. П., Бодня В. І. Вплив тривалого застосування різних систем удобрення у обробітку ґрунту в сівозміні на урожайність ярого ячменю. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. 2005. № 4 (23). С. 94–100.

8. Господаренко Г. М. Основи інтегрованого застосування добрив. К.: ЗАТ «Нічлава», 2002. 344 с.

9. Дегтярьов, В. В. Гумус чорноземів Лісостепу і Степу. Харків, 2011. 360 с.

10. Дегтярьов В.В. Охорона і відновлення родючості ґрунтів. *Цикл лекцій для студентів освітнього ступеня «магістр» спеціальності 201 «Агрономія»*. Харків, 2017. 257 с.

11. Єщенко В. О., Калієвський М. В. Напруження екологічної рівноваги за мінімізації зяблевого обробітку ґрунту. *Вісн. Уман. нац. ун-ту садівництва*. 2014. № 1. С. 25–29.

12. Круть В. М. Обробіток ґрунту під зернові культури. *Вісн. Дніпропетров. держ. аграр. ун-ту*. 2002. Вип. 2. С. 24–26.

13. Медведєв В. В., Линдіна Т. Є. Наукові передумови мінімізації обробітку ґрунту і перспективи його впровадження в Україні. *Вісн. аграр. науки*. 2001. № 7. С. 5–8.

14. Панфілова А.В., Гамаюнова В.В. Вплив мінеральних добрив на поживний режим ґрунту при вирощуванні ячменю ярого. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 80. Ч.2. С. 294–297.

15. Погромська Я. Вплив систем удобрення на забезпеченість чорнозему звичайного рухомими формами NPK залежно від способів його

обробітку. Вісник Львівського національного аграрного університету. *Агрономія*. 2019. № 23. С. 212–221. <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.212>.

16. Примаєк, І. Д., Купчик В.І., Колесник Т. В. Зміна агрохімічних властивостей чорнозему типового за різних систем основного обробітку ґрунту й удобрення в Центральному Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 26–31.

17. Сайко В. Ф. Актуальні проблеми землеробства: простих шляхів мінімізації обробітку ґрунту не буває. *Техніка АПК*. 2008. № 1. С. 8–14.

18. Сайко В. Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні. *Вісн. аграр. науки*. 2011. № 2. С. 5–12.

19. Сайко В.Ф., Малієнко А.М. Системи обробітку ґрунту в Україні. Київ : ВД «ЕМКО», 2007. 44 с.

20. Сайко В. Ф., Малієнко А. М. Мінімальний та нульовий обробітки ґрунту, стан і перспективи їх запровадження в Україні. *Посібник українського хлібороба*. 2009. С. 178–188.

21. Сидякіна О. В., Гамаюнов В. Є. Поживний режим ґрунту при вирощуванні ярої пшениці та його вплив на винос елементів живлення врожаєм. *Таврійський науковий вісник: Херсон: Айлант*, 2004. Вип. 33. С. 195-199.

22. Сніговий В. С. Гумусовий стан чорнозему південного за різних способів обробітку в сівозміні. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 11. С. 21–22.

23. Томашівський З., Василюшин Г. Сучасні технології способів обробітку ґрунту: проблеми, перспективи їх застосування в умовах Західного регіону України. *Вісн. Львів. НАУ. Серія «Агрономія»*. 2010. № 14 (2). С. 253–257.

24. Цвей Я. П. Родючість ґрунтів і продуктивність сівозмін: монографія. Київ: Компрінт, 2014. 414 с.

25. Центи́ло Л. В., Цюк О. А. Азотний режим чорнозему типового залежно від удобрення і обробітку ґрунту. *Біоресурси і природокористування*. 2019. № 1-2. Т. 11. С. 107–114

26. Центи́ло Л. В. Калійний режим чорнозему типового за різного

удобрення та обробітку ґрунту. *Наукові доповіді НУБіП України*. № 3(79). 2019. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.03.012>.

27. Циліурик О.І., Горбатенко А.І., Горобець А.Г. Ефективність нульового обробітку ґрунту і прямої сівби при вирощуванні зернових культур. *Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степ. зони НААН України*. 2013. № 5. С. 6–11.

28. Чайковська Л. О., Гамаюнова В. В. Фосфатмобілізуючі бактерії та їх вплив на продуктивність рослин. *Зб. наук. праць Уманського ДАУ* (спеціальний випуск). Умань : Уманський ДАУ, 2003. С. 220–226.

29. Шувар І. А., Гудзь В. П., Печенюк В. І., Камінський В. Ф., Юркевич Є. О., Бойко І. Є. Обробіток ґрунту в адаптивно–ландшафтних системах землеробства. *Навчальний посібник*. Львів, 2011. 381 с.

30. Bogužas V., Sinkevičienė A., Romanekas K., Steponavičienė V., Butkevičienė L. M. The impact of tillage intensity and meteorological conditions on soil temperature, moisture content and CO₂ efflux in maize and spring barley cultivation. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2018, 307–314. doi: 10.13080/z-a.2018.105.039.

31. Hamajunova U., Hlushko T., Honenko L. Presevation of soil fertility as a basis for improving the efficiency of management in the southern Steppe of Ukraine. *Scientific development and achievements-Sciencce*. London, 2018. Vol. 4. P. 13–27.

32. Hebblethwaite J. F., Towery D. Worldwide trends in no-till farming – Competing with the competition. *Proc. Northwest Direct Seed Intensive Cropping Conf.*, Jan 7-8, 1998. Pasco, WA, USA. P. 1–8.

33. Małecka, I., Blecharczyk, A., Sawinska, Z., Dobrzeniecki, T. The effect of various long-term tillage systems on soil properties and spring barley yield. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2012. 36, 217–226. doi: 10.3906/tar-1104-20.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ТКАЧЕНКО Микола Адамович
ЗАЯЦЬ Павло Степанович
КОНДРАТЮК Ірина Михайлівна
ТАРАСЕНКО Олександра Андріївна
ЗАМЛИНСЬКА Вікторія Миколаївна
КУДРЯ Сергій Олександрович

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВІДТВОРЕННЯ РОДЮЧОСТІ ТА РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ҐРУНТІВ В АГРОЛАНДШАФТАХ ЛІСОСТЕПУ

Підписано до друку 10.11.2025.
Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Друк цифровий. Друк. арк. 2,5.
Умов. друк. арк. 2,3. Обл.-вид. арк. 1,7.
Наклад 100 прим. Зам. № 1293/3.

Видавець та виготовлювач ТОВ «ТВОРИ».
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.
21034, м. Вінниця, вул. Немирівське шосе, 62а.
Тел.: 0 (800) 33-00-90, (096) 97-30-934, (093) 89-13-852.
e-mail: info@tvoru.com.ua
<http://www.tvoru.com.ua>