

УДК 631.51:631.582

DOI <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.36>

Теслюк Г. В.

кандидат технічних наук,

доцент кафедри тракторів і сільськогосподарських машин

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Дніпро, Україна

E-mail: tesliuk_h@ukr.net

ORCID: 0000-0003-4541-5720

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ҐРУНТООБРОБКИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ВРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Анотація

Сучасне землеробство перебуває в умовах, коли необхідно поєднувати високу продуктивність із раціональним використанням природних ресурсів. Одним із ключових чинників, що визначає рівень урожайності та стабільність аграрного виробництва, є технологія обробітку ґрунту. Вибір системи обробітку – традиційної, мінімальної чи нульової (no-till) – безпосередньо впливає на структуру ґрунту, його вологозабезпечення, повітряний режим і біологічну активність. Саме тому питання оцінки ефективності різних технологій ґрунтообробки в забезпеченні врожайності сільськогосподарських культур набуває особливої актуальності.

Метою даної роботи є дослідження впливу різних систем обробітку ґрунту на врожайність основних сільськогосподарських культур та визначення найбільш раціонального підходу до ведення землеробства в сучасних умовах. Для досягнення мети були поставлені такі завдання: проаналізувати агротехнічні особливості різних технологій обробітку ґрунту; визначити їх вплив на фізико-хімічні властивості ґрунту; дослідити залежність урожайності від рівня обробітку; оцінити економічну ефективність та екологічні наслідки кожного з підходів.

У роботі використано методи порівняльного аналізу, узагальнення та системного підходу. Розглянуто три основні технології: традиційну (плужну), мінімальну та нульову (no-till). Для кожної системи наведено її переваги, недоліки та вплив на стан агроєкосистем.

Традиційна технологія передбачає інтенсивне механічне розпушення ґрунту з оборотом пласта, що забезпечує боротьбу з бур'янами та швидке нагрівання поверхні навесні. Проте надмірне механічне втручання спричинює руйнування структури ґрунту, зменшення вмісту гумусу, активізацію ерозійних процесів і значні енергетичні витрати.

Мінімальний обробіток ґрунту полягає у зменшенні кількості обробних операцій і глибини розпушення. Це сприяє збереженню структури ґрунту, економії пального та робочого часу. За умов дотримання технологічних вимог урожайність сільськогосподарських культур залишається стабільною, а у посушливих регіонах навіть підвищується завдяки кращому збереженню вологи.

Система no-till, або нульового обробітку, передбачає повну відмову від механічного розпушення. Посів здійснюється безпосередньо у стерню, що забезпечує максимальне збереження вологи, зменшує ерозію, сприяє накопиченню органічної речовини і покращує біологічну активність ґрунту. Водночас no-till вимагає ретельного підбору сівозмін, спеціалізованої техніки та ефективного контролю бур'янів, що потребує певних фінансових витрат на початкових етапах впровадження.

Результати аналізу показали, що при тривалому застосуванні мінімального та нульового обробітку спостерігається тенденція до покращення фізичних властивостей ґрунту, зростання вмісту гумусу та мікробіологічної активності. Урожайність сільськогосподарських культур у таких системах, хоча спочатку може бути децю нижчою, з часом стабілізується та навіть перевищує показники традиційного землеробства завдяки покращенню екологічної рівноваги ґрунтового середовища.

Таким чином, оптимальною стратегією є поєднання елементів різних систем з урахуванням конкретних умов виробництва. Раціональне використання технологій обробітку ґрунту сприяє підвищенню урожайності, економії ресурсів, збереженню родючості земель та забезпеченню сталого розвитку аграрного сектору.

Ключові слова: ефективність ґрунтообробки, мінімальний обробіток, нульовий обробіток, аналіз ефективності технологій, механізація, автоматизація.

Вступ. Раціональний обробіток ґрунту є одним із ключових чинників формування високої продуктивності аграрних культур. У сучасних умовах інтенсивного землеробства постає необхідність пошуку таких технологій ґрунтообробки, які забезпечують оптимальний водно-повітряний режим, сприяють накопиченню вологи, збереженню структури ґрунту та підвищенню його родючості. Питання ефективності систем обробітку ґрунту набуває особливої актуальності у зв'язку з кліматичними змінами, зростанням цін на паливо й технічні ресурси, а також необхідністю екологізації виробництва.

Наукові дослідження у цій сфері спрямовані на виявлення оптимального співвідношення між глибиною, інтенсивністю та способом обробітку ґрунту, що дозволить забезпечити високу врожайність без порушення природного балансу агроєкосистем. З практичної точки зору, вдосконалення технологій ґрунтообробки має важливе значення для підвищення ефективності використання земельних ресурсів, скорочення витрат на виробництво та поліпшення екологічного стану сільськогосподарських угідь.

Таким чином, дослідження впливу технологій ґрунтообробки на продуктивність аграрних культур є важливим завданням сучасного аграрного виробництва, що поєднує наукову й практичну значущість та сприяє забезпеченню сталого розвитку сільського господарства [1].

Проблема вибору оптимальної технології ґрунтообробки вже тривалий час перебуває у центрі уваги науковців і практиків аграрної галузі. У працях багатьох українських та зарубіжних дослідників наголошується, що ефективність вирощування сільськогосподарських культур значною мірою визначається системою обробітку ґрунту, яка впливає на фізико-хімічні властивості орного шару, водний баланс і мікробіологічну активність [3].

Так, у роботах О. М. Гур'єва, В. Ф. Камінського, М. П. Мосійчука та інших вчених зазначається, що традиційний (плужний) обробіток забезпечує глибоке розпушення ґрунту, проте водночас сприяє втраті вологи, зниженню гумусового шару та ерозійним процесам. У відповідь на ці проблеми з'явилися нові системи, зокрема мінімальний і нульовий (no-till) обробіток, які спрямовані на збереження природної структури ґрунту та підвищення його біологічної активності.

Дослідження Інституту землеробства НААН України підтверджують, що застосування мінімального обробітку сприяє покращенню водоутримувальної здатності ґрунту та зменшенню втрат поживних речовин. Водночас у північних та західних регіонах, де вологозабезпечення достатнє, ефективним залишається комбінований або традиційний спосіб обробітку. Це свідчить про необхідність регіонального підходу до вибору технологій ґрунтообробки з урахуванням природно-кліматичних умов.

У працях зарубіжних учених, таких як Р. Лал, Дж. Дерпш, Д. Тріплетт, простежується акцент на екологічній складовій проблеми. Автори доводять, що мінімізація механічного впливу на ґрунт не лише зберігає його родючість, а й знижує викиди вуглецю в атмосферу, сприяючи боротьбі зі змінами клімату.

Разом із тим, аналіз літератури показує, що єдиної думки щодо оптимальної системи обробітку ґрунту для різних сільськогосподарських культур і регіонів не існує. Результати досліджень часто відрізняються через різні ґрунтово-кліматичні умови, структуру посівів, рівень технічного забезпечення та агротехнічну культуру господарств. Тому питання визначення найбільш ефективних технологій ґрунтообробки для забезпечення стабільної продуктивності сільськогосподарських культур залишається відкритим і потребує подальшого наукового обґрунтування [6].

Мета роботи. Метою даної статті є наукове обґрунтування впливу різних технологій обробітку ґрунту на продуктивність аграрних культур з урахуванням агроекологічних, технологічних і економічних факторів. Здійснення цієї мети передбачає системний підхід до аналізу взаємозв'язку між способом обробітку ґрунту, його агрофізичними властивостями та кінцевими показниками урожайності.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні завдання:

- дослідити науково-теоретичні засади впливу технологій ґрунтообробки на ріст і розвиток сільськогосподарських культур;
- провести аналіз сучасних систем обробітку ґрунту – традиційної, мінімальної та нульової (no-till) – з точки зору їх ефективності у різних природно-кліматичних зонах;
- визначити зміни фізико-хімічних та біологічних властивостей ґрунту під впливом різних технологічних прийомів;
- встановити залежність урожайності основних сільськогосподарських культур від застосованої системи обробітку;
- оцінити економічну доцільність упровадження сучасних технологій ґрунтообробки у виробничу практику;
- узагальнити результати досліджень і сформулювати практичні рекомендації щодо вибору оптимальної технології обробітку для забезпечення сталого виробництва продукції рослинництва.

Реалізація поставленої мети дає змогу отримати комплексне уявлення про механізми впливу різних систем обробітку на стан ґрунту та врожайність, а також сприятиме формуванню науково обґрунтованих підходів до підвищення ефективності аграрного виробництва. Отримані результати можуть бути використані як у наукових дослідженнях, так і в практиці господарств різних форм власності для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур і раціонального використання ґрунтових ресурсів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Раціональне використання земельних ресурсів і вдосконалення системи обробітку ґрунту є визначальними чинниками ефективного функціонування аграрного сектору. В умовах зміни клімату, зростання вартості енергоресурсів та деградації орних земель особливої актуальності набуває вибір оптимальної технології обробітку ґрунту, яка забезпечує збереження родючості, підвищення урожайності сільськогосподарських культур та економічну стабільність господарства.

Технології ґрунтообробки – це сукупність агротехнічних операцій, спрямованих на підготовку ґрунту до сівби, створення сприятливих умов для росту й розвитку рослин, збереження вологи та контролю бур'янів. Основні системи ґрунтообробки, що використовуються в сучасному землеробстві наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Характеристика основних технологій обробітку ґрунту

Тип технології обробітку ґрунту	Характеристика	Переваги	Недоліки
Традиційна (оранка)	Глибоке перевертання пласта (25–30 см)	Знищення бур'янів, рівномірне розподілення добрив, підвищення аерації	Високі енерговитрати, ризик ерозії, зниження вмісту гумусу
Мінімальна (mini-till)	Поверхнєве розпушення без перевертання пласта (10–15 см)	Зменшення витрат пального, збереження структури ґрунту, менше руйнування капілярів	Підвищення кількості бур'янів, потреба у гербіцидах
Нульова (no-till)	Відсутність механічного обробітку; посів у необроблений ґрунт	Збереження вологи, запобігання ерозії, накопичення органічних решток	Повільне прогрівання ґрунту, складність контролю шкідників
Комбінована (strip-till, mulch-till)	Локальне розпушення або обробіток смуг	Зниження витрат, локальне покращення структури ґрунту, збереження мульчі	Висока вартість техніки, складність технологічного процесу

Джерело: сформовано автором на основі [7, 10].

Таким чином, вибір системи обробітку залежить від типу ґрунту, кліматичних умов, культури та матеріально-технічних ресурсів господарства.

Для оцінки впливу різних технологій обробітку ґрунту було проведено трирічне дослідження (2022–2024 рр.) у фермерському господарстві умовного типу на чорноземі середньогумусному. Вивчалися показники щільності ґрунту, вмісту вологи та гумусу на полі під вирощуванням озимої пшениці (табл. 2).

Таблиця 2. Показники фізико-хімічного стану ґрунту залежно від технології обробітку (середнє за 2022–2024 рр.)

Показник	Традиційна система	Мінімальна система	No-till система
Щільність ґрунту, г/см ³	1,38	1,32	1,28
Вміст вологи, %	17,4	19,2	21,0
Вміст гумусу, %	3,2	3,4	3,6
Енергозатрати, л пального/га	52	33	17

Джерело: сформовано автором на основі [9].

Аналіз даних показує, що зі зменшенням інтенсивності механічного обробітку зростає вологозабезпечення та зберігається структура ґрунту (рис. 1). Водночас традиційна система супроводжується найбільшими енергетичними витратами.

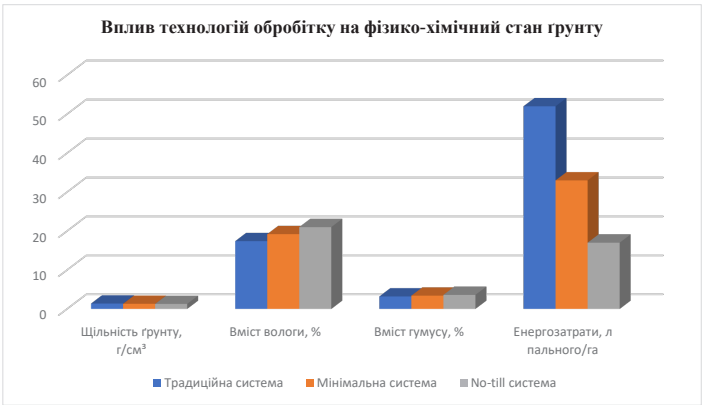


Рис. 1. Вплив технологій обробітку на фізико-хімічний стан ґрунту

Джерело: сформовано автором на основі [2; 9].

Дослідження продуктивності основних сільськогосподарських культур показали різний рівень реагування культур на технологію ґрунтообробки (табл. 3).

Таблиця 3. Урожайність основних сільськогосподарських культур залежно від технології обробітку ґрунту (середнє за 2022–2024 рр.)

Культура	Урожайність, ц/га (2022–2024 рр. середнє) залежно від технології обробітку ґрунту:			Зміна до традиційної системи, %
	традиційна	мінімальна	no-till	
Озима пшениця	52,4	54,7	56,1	+3,8 / +7,1
Кукурудза на зерно	82,1	84,3	85,8	+2,7 / +4,5
Соя	27,6	29,3	30,5	+6,2 / +10,5
Соняшник	28,4	29,6	30,1	+4,2 / +6,0
Ячмінь ярий	43,7	45,1	46,3	+3,2 / +5,9
Озимий ріпак	31,5	33,0	34,2	+4,8 / +8,6
Горox	24,1	25,3	26,0	+5,0 / +7,9

Джерело: сформовано автором на основі [2; 10].

Аналіз даних свідчить, що з переходом від традиційної до мінімальної та no-till технологій спостерігається стабільне зростання урожайності основних сільськогосподарських культур. Найбільший приріст урожайності відзначається при застосуванні системи no-till, де підвищення становить у середньому від 5 до 10% порівняно з традиційним обробітком. Це пояснюється поліпшенням структури ґрунту, збереженням вологи, зменшенням ущільнення орного шару та підвищенням біологічної активності ґрунту.

Отже, мінімальний та безполицевий (no-till) обробіток сприяють підвищенню ефективності виробництва і стабільності урожайності в умовах зміни клімату.

Для порівняльної оцінки економічної результативності технологій було розраховано умовні показники собівартості виробництва зернових культур (табл. 4).

Таблиця 4. Економічні показники ефективності різних систем ґрунтообробки (середнє за 2022–2024 рр.)

Показник	Традиційна система	Мінімальна система	No-till система
Витрати на обробіток ґрунту, грн/га	5200	3600	2100
Собівартість виробництва, грн/ц	78,0	69,4	64,8
Рівень рентабельності, %	18,5	24,7	27,9

Джерело: сформовано автором на основі [8; 9].

Впровадження технологій із меншим обсягом механічного впливу дозволяє зменшити витрати на обробіток у 1,5–2,5 рази та підвищити рентабельність виробництва (рис. 2).

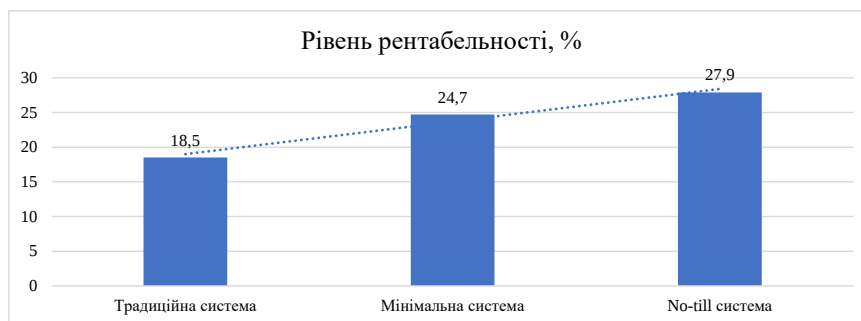


Рис. 2. Рівень рентабельності різних систем ґрунтообробки

Джерело: сформовано автором на основі [8; 9].

З наведеного графіка видно чітку позитивну тенденцію зростання рівня рентабельності залежно від удосконалення технології обробітку ґрунту.

Лінія тренду, що має висхідний характер, свідчить про поступове підвищення ефективності виробництва від традиційної до no-till системи. При переході на мінімальний обробіток рівень рентабельності зростає з 18,5% до 24,7%, а при no-till системі – до 27,9%, що є найвищим показником.

Це підтверджує, що зменшення інтенсивності механічного впливу на ґрунт, зниження витрат пального та трудових ресурсів, а також збереження родючості ґрунту забезпечують підвищення прибутковості господарства.

Отже, впровадження енергозберігаючих технологій обробітку ґрунту є економічно доцільним напрямом розвитку агровиробництва [7; 8].

Вибір машинно-тракторних агрегатів для обробітку ґрунту визначається технологічною системою, яку застосовує господарство. Кожен вид обробітку передбачає використання специфічних машин, що забезпечують оптимальні умови для росту сільськогосподарських культур, збереження вологи та родючості ґрунту. У таблиці 5 наведено основні агрегати, які застосовуються в традиційній, мінімальній, безполицевій (no-till) та комбінованій системах обробітку, а також коротко охарактеризовано їхнє функціональне призначення.

Таблиця 5. Основні машини та агрегати, що застосовуються при різних системах обробітку ґрунту

Вид обробітку ґрунту	Основні машини та агрегати	Характеристика виконуваних операцій
Традиційна система	Плуг, дискова борона, культиватор, котки, сіялка	Повний обробіток із оборотом пласта; розпушення, вирівнювання поверхні, підготовка насіннєвого ложа
Мінімальна система (Mini-till)	Дискатор, глибокорозпушувач, комбінований агрегат, стерньова сіялка	Поверхнєве розпушення без обороту пласта, часткове збереження рослинних решток, зменшення кількості проходів техніки
Безполицева система (No-till)	Стерньова сіялка прямого висіву, обприскувач, подрібнювач рослинних решток	Відсутність механічного обробітку; сіялка безпосередньо у необроблений ґрунт; збереження мульчі на поверхні
Комбінована система	Плуг або глибокорозпушувач (через рік), дискатор, сіялка прямого висіву	Поєднання окремих елементів традиційного та мінімального обробітку для підтримання структури ґрунту та зменшення витрат

Джерело: сформовано автором на основі [4; 7].

Світовий досвід свідчить, що вибір технології обробітку ґрунту суттєво впливає не лише на рівень урожайності, а й на стан ґрунтового середовища. У різних країнах впровадження мінімального та безполіцевого (no-till) обробітку дало змогу підвищити продуктивність сільськогосподарських культур, зменшити витрати ресурсів і поліпшити фізико-хімічні властивості ґрунту. У таблиці 6 наведено узагальнені дані щодо зміни урожайності та властивостей ґрунту в різних країнах світу залежно від застосованої технології.

Таблиця 6. Зміна урожайності та властивостей ґрунту залежно від технології обробітку в різних країнах світу

Країна	Технологія обробітку ґрунту	Зміна урожайності, % (до традиційної)	Вплив на властивості ґрунту
США	No-till	+8–12	Поліпшення структури ґрунту, зростання вмісту органічної речовини, зменшення ерозії
Канада	No-till / Strip-till	+6–10	Підвищення вологостримуючої здатності, зменшення ущільнення, стабілізація рН
Бразилія	No-till	+10–15	Відновлення гумусного шару, зниження втрат вологи, зменшення деградації ґрунтів
Німеччина	Мінімальний обробіток	+4–7	Зменшення розпорошення, покращення біологічної активності, економія пального
Україна	Мінімальний / No-till	+5–10	Збереження вологості, підвищення родючості, скорочення витрат праці
Австралія	No-till	+7–9	Зниження ерозії, поліпшення структури орного шару, підвищення біологічної активності
Аргентина	No-till	+10–13	Стабілізація гумусного балансу, зменшення ущільнення, підвищення мікробіологічної активності

Джерело: сформовано автором на основі [3; 7].

З аналізу видно, що у більшості країн перехід на ресурсозберігаючі системи обробітку ґрунту (зокрема no-till) забезпечує зростання урожайності на 5–15% порівняно з традиційною системою. Позитивний вплив спостерігається і на екологічному рівні – ґрунт зберігає більше вологи, покращується його структура, зменшуються процеси ерозії та деградації. Це підтверджує ефективність сучасних технологій обробітку, спрямованих на сталий розвиток аграрного виробництва [2].

Переваги технологій мінімального обробітку:

- Покращення водопроникності та утримання вологи в ґрунті, особливо в шарах 10–30 см.
- Зниження ущільнення ґрунту, зменшення штифу (plow pan) при оптимальній глибині.
- Підвищення стабільності врожайності у стресових умовах (посух, нерівномірні опади).
- Зменшення використання пального, зниження ерозії та інших негативних екологічних наслідків традиційного обробітку.

Обмеження і ризики:

- Перехідний період: в перші 1–2 роки після впровадження no-till або змін у технології можуть бути зниження врожаю.
- Небезпека захворювань і шкідників через залишки рослинності, якщо не застосовувати відповідні заходи.
- Вологий клімат: у регіонах з високою вологістю і відсутністю добре спланованої системи чергування сільськогосподарських культур чи утримання поживних залишків, no-till може давати нижчу врожайність.
- Необхідність додаткових заходів: правильне удобрення, повернення залишків, системи зрошення чи водозбереження, адаптація під ґрунтові умови і попередники.

Отже, системний аналіз показує, що перехід до мінімального або нульового обробітку ґрунту є доцільним з погляду довгострокової продуктивності, економічної ефективності та екологічної збалансованості. Проте такі технології потребують адаптації машинно-тракторного парку, вдосконалення системи удобрення та контролю бур'янів.

Висновки. Проведене дослідження підтвердило, що вибір технології обробітку ґрунту є одним із ключових чинників, що визначають рівень урожайності та ефективність аграрного виробництва. Оптимізація системи ґрунтообробки безпосередньо впливає на фізико-хімічні властивості ґрунту, водно-повітряний режим, біологічну активність, енерговитрати та економічну результативність сільськогосподарських культур.

Результати досліджень свідчать, що традиційний обробіток (оранка) забезпечує високу аерацію та знищення бур'янів, однак супроводжується значними енергетичними витратами й ризиком деградації ґрунтового покриву. Натомість мінімальні та нульові (no-till) системи зберігають структуру ґрунту, зменшують ерозійні процеси, покращують накопичення органічної речовини й вологи, але вимагають адаптованих сортів сільськогосподарських культур, технологічних засобів та більш гнучкого управління поживними рештками.

Експериментальні та статистичні дані засвідчили, що при впровадженні мінімального або комбінованого обробітку можливе зростання урожайності зернових і технічних культур на 5–15% у середньостроковій перспективі за рахунок покращення водного режиму й родючості ґрунту. Водночас короткострокове зниження урожайності при переході до no-till пояснюється змінами у структурі ґрунтової мікрофлори та потребою у стабілізації екосистемних процесів [5; 6].

Аналіз витрат і прибутків підтвердив, що скорочення кількості механічних операцій, зменшення витрат пального та трудових ресурсів роблять консерваційні технології ґрунтообробки економічно вигідними у середньо- та довгостроковій перспективі. Крім того, впровадження таких систем сприяє формуванню сталого типу господарювання, що відповідає принципам «розумного землеробства» (smart farming) і європейської екологічної політики.

Технології збереження ґрунту сприяють підвищенню його біологічної активності, накопиченню гумусу, зменшенню викидів CO₂ у результаті обмеження механічного впливу, а також стабілізації балансу органічної речовини. Зменшення антропогенного навантаження є важливим елементом адаптації агросистем до змін клімату, що особливо актуально для південних і центральних регіонів України, де спостерігається зниження природної вологості.

Для підвищення ефективності ґрунтообробки доцільно впроваджувати диференційовані системи, що враховують тип ґрунту, культуру, погодні умови, наявність технічних ресурсів і стан агрофітоценозу. Важливо поєднувати механічний, хімічний та біологічний методи регулювання родючості з використанням цифрових технологій моніторингу (GPS, GIS, дрони, сенсори вологості тощо).

Подальші наукові дослідження доцільно спрямувати на:

- Кількісну оцінку довготривалого впливу різних систем ґрунтообробки на вміст гумусу, агрофізичні показники та мікробіологічну активність у різних зонах України.
- Розроблення адаптивних моделей вибору технології обробітку ґрунту з урахуванням кліматичних ризиків, типу ґрунту та економічних можливостей господарства.
- Інтеграцію елементів точного землеробства (Precision Agriculture) для оптимізації ресурсів – пального, добрив, засобів захисту рослин – і підвищення екологічної стійкості агроландшафтів.
- Оцінку вуглецевого балансу різних технологій ґрунтообробки з метою визначення їхнього внеску в зменшення викидів парникових газів та формування «вуглецево-нейтрального» сільського господарства.
- Дослідження економічної ефективності комбінованих систем (strip-till, mini-till) для конкретних сільськогосподарських культур у різних регіонах, з урахуванням зміни кліматичних умов і коливань ринку.
- Удосконалення науково-практичних рекомендацій для агровиробників щодо вибору технологій ґрунтообробки на основі результатів польових експериментів, цифрового моніторингу та аналітичного моделювання.

Таким чином, сучасні технології обробітку ґрунту є не лише інструментом підвищення урожайності, а й стратегічним напрямом розвитку сталого аграрного виробництва. Їхнє впровадження потребує системного підходу, міждисциплінарних досліджень і державної підтримки інновацій у сфері землеробства.

Список використаних джерел

1. Алієв Е., Теслюк Г., Золотовська О., Пугач А., Бойко В., Кобець О. Підвищення ефективності робочого процесу ґрунтообробного модуля для передпосівного обробітку. Східно-Європейський Журнал Корпоративних Технологій. 2023. Т. 4. № 1(124). С. 60–71. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284597>.
2. Возегова Р. А., Белов Я. В. Водоспоживання гібридів кукурудзи залежно від елементів технології в зрошуваних умовах Південного Степу України. Таврійський науковий вісник. 2019. № 108. С. 12–18. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.2>.
3. Гангур В. В., Лень О. І., Гангур Н. В. Вплив мінімізації обробітку ґрунту на вологозабезпечення та продуктивність ярого ячменю в зоні лівобережного лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 1. С. 128–134. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.15>.
4. Гангур В. В., Лень О. І., Гангур Н. В. Вплив різних систем обробітку ґрунту на режим живлення ґрунту під озимою пшеницею та ярим ячменем у Лівобережному Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2022. № 1. С. 38–44. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.04>.
5. Поспелов С. В., Левченко Л. М., Чайка Т. О., Перепелиця А. А., Шандиба В. О., Попова К. М. Урожайність сільськогосподарських культур у короткоротаційних сівознах залежно від систем обробітку ґрунту та удобрення в умовах лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. № 4. С. 69–79. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.08>.
6. Цилюрик О. І., Ткалич Ю. І., Колесникова К. В., Рудаков Ю. М., Ткалич Ю. Ю. Сучасні тенденції та напрями розвитку систем обробітку ґрунту у світі та в Україні. Agrology. 2025. Т. 8. № 1. С. 48–54. <https://doi.org/10.32819/202507>.
7. Чайка Т., Логвиненко В., Пшенишний А. Вплив систем обробітку ґрунту на урожайність сої. Науковий прогрес та інновації. 2023. Т. 26. № 4. С. 54–59. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.10>.
8. Hunag Q. The effects of tillage systems and cover crops on soil and crop yield. Agriculture. 2024. Vol. 14(12). P. 2119. <https://doi.org/10.3390/agriculture14122119>.
9. Modiba M. M., Ocansey C. M., Ibrahim H. T. M., Birkás M., Dekemati I., Simon B. Assessing the impact of tillage methods on soil moisture content and crop yield in Hungary. Agronomy. 2024. Vol. 14(8). P. 1606. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081606>.
10. Vignati M., Cheli F., Biraghi F., Pezzola M. E., Maroni C. Energy consumption evaluation of soil tillage operation using non-linear multibody tractor and plough models implemented in real-time simulator for different soils and speeds. Journal of Agricultural Engineering. 2025. Vol. 4. <https://doi.org/10.4081/jae.2025.1722>.

Tesliuk H. V.

Candidate of Technical Sciences,

Associate Professor at the Department of Tractors and Agricultural Machinery,

Dnipro State University of Agrarian and Economics

Dnipro, Ukraine

E-mail: tesliuk_h@ukr.net

ORCID: 0000-0003-4541-5720

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF VARIOUS SOIL TILLAGE TECHNOLOGIES FOR ENSURING AGRICULTURAL CROP YIELDS

Abstract

Modern agriculture operates under conditions that require combining high productivity with the rational use of natural resources. One of the key factors determining crop yield and the stability of agricultural production is the method of soil cultivation. The choice of a cultivation system-traditional, minimum, or no-till-directly affects soil structure, moisture retention, aeration, and biological activity. Therefore, assessing the effectiveness of different soil cultivation technologies in ensuring agricultural crop yield is especially relevant.

The aim of this study is to investigate the impact of different soil cultivation systems on the yield of major agricultural crops and to determine the most rational approach to farming under modern conditions. To achieve this aim, the following tasks were set: to analyze the agrotechnical features of different soil cultivation technologies; to determine their impact on the physicochemical properties of soil; to study the dependence of crop yield on the level of cultivation; and to assess the economic efficiency and environmental consequences of each approach.

The study employs methods of comparative analysis, generalization, and a systematic approach. Three main technologies are considered: traditional (plow-based), minimum, and no-till. For each system, its advantages, disadvantages, and effects on agroecosystem health are presented.

The traditional technology involves intensive mechanical soil loosening with plow inversion, which helps control weeds and accelerates soil warming in spring. However, excessive mechanical intervention leads to soil structure degradation, reduced humus content, accelerated erosion processes, and high energy costs.

Minimum tillage involves reducing the number of soil operations and the depth of loosening. This helps preserve soil structure, save fuel and labor. Provided that technological requirements are met, crop yields remain stable, and in arid regions even increase due to better moisture retention.

The no-till system involves complete refusal of mechanical soil loosening. Seeds are sown directly into crop residues, maximizing moisture retention, reducing erosion, promoting organic matter accumulation, and enhancing soil biological activity. At the same time, no-till requires careful crop rotation planning, specialized machinery, and effective weed control, which involves certain financial costs at the initial implementation stage.

Analysis results show that long-term application of minimum and no-till systems tends to improve soil physical properties, increase humus content, and boost microbiological activity. Crop agricultural yields in these systems, although initially slightly lower, stabilize over time and may even exceed traditional farming yields due to improved ecological balance of the soil environment.

Thus, the optimal strategy is a combination of elements from different systems, considering specific production conditions. Rational use of soil cultivation technologies contributes to increased crop yields, resource savings, soil fertility preservation, and sustainable development of the agricultural sector.

Key words: tillage efficiency, mini-till, no-till, analysis of technology efficiency, mechanization, automation.

References

1. Aliiev, E., Tesliuk, H., Zolotovska, O., Puhach, A., Boiko, V., & Kobets, O. (2023). Pidvyshchennia efektyvnosti robochoho protsesu gruntorobnoho modulia dlia peredposivnoho obrobittu. *Skhidno-Yevropeyskyi Zhurnal Korporatyvnykh Tekhnolohii – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(1(124)), 60–71. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284597> [in Ukrainian].
2. Vozhehova, R. A., & Bielov, Ya. V. (2019). Vodospozhyvannia hibrydiv kukurudzy zalezno vid elementiv tekhnolohii v zroshuvanykh umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Tavriyskyi naukovyi visnyk – Tavria Scientific Bulletin*, 108, 12–18. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.2> [in Ukrainian].
3. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, N. V. (2021). Vplyv minimizatsii obrobittu igruntu na volohozabezpechennia ta produktyvnist yarocho yachmeniu v zoni Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Poltav's'koi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 128–134. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.15> [in Ukrainian].
4. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, N. V. (2022). Vplyv riznykh system obrobittu hruntu na rezhym zhyvlennia hruntu pid ozymoiu pshenyueiu ta yarym yachmenem u Livoberezhnomu Lisostepi Ukrainy. *Visnyk Poltav's'koi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 38–44. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.04> [in Ukrainian].
5. Pospelov, S. V., Levchenko, L. M., Chaika, T. O., Perepelytsia, A. A., Shandyba, V. O., & Popova, K. M. (2020). Urozhainist silskohospodarskykh kultur u korotkorotatsiinykh sivozminakh zalezno vid system obrobittu igruntu ta udobrennia v umovakh Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Poltav's'koi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 69–79. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.08> [in Ukrainian].
6. Tsyliuryk, O. I., Tkalych, Y. I., Kolesnykova, K. V., Rudakov, Y. M., & Tkalych, Y. Y. (2025). Suchasni tendentsii ta napriamy rozvytku system obrobittu hruntu u sviti ta v Ukraini. *Agrology*, 8(1), 48–54. <https://doi.org/10.32819/202507> [in Ukrainian].
7. Chaika, T., Lohvynenko, V., & Pshenyshnyi, A. (2023). Vplyv system obrobittu hruntu na urozhainist' soi. *Naukovyi progres ta innovatsii – Scientific Progress & Innovations*, 26(4), 54–59. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.10> [in Ukrainian].

8. Hunag, Q. (2024). The effects of tillage systems and cover crops on soil and crop yield. *Agriculture*, 14(12), 2119. <https://doi.org/10.3390/agriculture14122119> [in English].
9. Modiba, M. M., Ocansey, C. M., Ibrahim, H. T. M., Birkás, M., Dekemati, I., & Simon, B. (2024). Assessing the impact of tillage methods on soil moisture content and crop yield in Hungary. *Agronomy*, 14(8), 1606. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081606> [in English].
10. Vignati, M., Cheli, F., Biraghi, F., Pezzola, M. E., & Maroni, C. (2025). Energy consumption evaluation of soil tillage operation using non-linear multibody tractor and plough models implemented in real-time simulator for different soils and speeds. *Journal of Agricultural Engineering*, 56(4). <https://doi.org/10.4081/jae.2025.1722> [in English].

Отримано: 03.10.2025

Рекомендовано: 17.11.2025

Опубліковано: 16.12.2025