

Strip-Till and Verti-Till Technologies in the context of soil tillage minimization

V. Doroshenko✉ | V. Onipko

Article info

Correspondence Author

V. Doroshenko

E-mail:

viktor.doroshenko@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine**Citation:** Doroshenko, V., & Onipko, V. (2025). Strip-Till and Verti-Till Technologies in the context of soil tillage minimization. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 51–55. doi: 10.31210/spi2025.28.03.08

This study explores the relevance of implementing Strip-Till and Verti-Till technologies as integral components of modern soil conservation systems and sustainable agricultural production in the context of global challenges, including soil degradation, moisture deficits, climate change, and rising energy costs. The research methodology relied on a comprehensive synthesis of peer-reviewed publications, long-term field experiments, and statistical datasets. Findings indicate that Strip-Till successfully integrates the benefits of conventional and no-till systems by enabling precision strip tillage and localized fertilizer placement, thereby improving root system development, enhancing soil moisture retention, and reducing fuel consumption by up to 40–50 %. Verti-Till focuses on alleviating surface compaction, stimulating vertical root growth, improving water infiltration, and accelerating crop residue decomposition while maintaining soil cover. Comparative assessment demonstrates that both technologies significantly reduce erosion risks and CO₂ emissions, enhance soil biological activity, and stabilize crop yields under climate-induced stress conditions. Evidence from Ukrainian case studies confirms the feasibility of these approaches, particularly in moisture-limited regions, where Strip-Till improves corn and sunflower yields, whereas Verti-Till ensures high-quality seedbed preparation for winter crops. The results underscore the necessity of tailoring these technologies to specific farm conditions, integrating them with precision agriculture tools, and advancing technical innovations to maximize productivity gains and sustain soil fertility. The findings also provide a knowledge base for the development of region-specific recommendations on tillage minimization and fertilizer optimization strategies. Moreover, this research enriches the global discourse on conservation agriculture by offering actionable insights for policymakers, researchers, and practitioners seeking to reconcile high productivity with environmental stewardship. The practical significance of the study lies in demonstrating the potential of Strip-Till and Verti-Till to enhance agroecosystem resilience to climate change and contribute to long-term food security.

Keywords: Strip-Till, Verti-Till, conservation tillage, soil management, Ukraine, sustainable agriculture.

Технології Strip-till і Verti-till у контексті мінімізації обробітку ґрунту

В. П. Дорошенко | В. В. Оніпко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

У статті розглянуто актуальність впровадження технологій Strip-till і Verti-till як важливих складових сучасних систем збереження ґрунтів і сталого агровиробництва в умовах глобальних викликів, зокрема деградації ґрунтів, дефіциту вологи, зміни клімату та зростання вартості енергоресурсів. Методологія дослідження ґрунтувалася на узагальненні наукових публікацій, даних польових експериментів і статистичних звітів. Встановлено, що Strip-till поєднує переваги традиційного та нульового обробітку, забезпечуючи смугове розпушування та локальне внесення добрив, що сприяє кращому розвитку кореневої системи, збереженню вологи та економії пального до 40–50 %. Verti-till спрямований на руйнування поверхневого ущільнення, стимулює вертикальний ріст коренів, покращує інфільтрацію води й пришвидшує мінералізацію поживних решток, зберігаючи при цьому ґрунтовий покрив. Порівняльний аналіз переконує, що обидві технології знижують ризики ерозії та викиди CO₂, підвищують біологічну активність ґрунту та сприяють стабілізації врожайності в умовах кліматичних стресів. Український досвід свідчить про доцільність їх використання насамперед у регіонах із дефіцитом вологи, де Strip-till забезпечує прирост врожайності кукурудзи та соняшнику, а Verti-till ефективно готує поле під озими культури. У висновках підкреслено важливість адаптації цих технологій до конкретних умов господарства, інтеграції з елементами точного землеробства, удосконалення технічного забезпечення й розвитку сервісних послуг, що дозволить максимізувати економічний ефект і довготривало зберегти родючість ґрунтів. Отримані результати можуть бути використані для розроблення регіональних рекомендацій із мінімізації обробітку ґрунту та оптимізації систем удобрення. Практичне значення роботи полягає в обґрунтуванні ефективності впровадження Strip-till і Verti-till для підвищення стійкості агроландшафтів до змін клімату та забезпечення продовольчої безпеки.

Ключові слова: Strip-till, Verti-till, мінімальний обробіток ґрунту, збереження родючості, Україна, сталий розвиток.**Бібліографічний опис для цитування:** Дорошенко В. П., Оніпко В. В. Технології Strip-till і Verti-till у контексті мінімізації обробітку ґрунту. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 51–55.

Сучасне аграрне виробництво перебуває під впливом комплексу глобальних викликів, серед яких найбільш значущими є деградація ґрунтів, дефіцит вологи, зміни клімату, зростання цін на енергоресурси та мінеральні добрива [16, 17, 21, 23]. Ці фактори зумовлюють необхідність пошуку технологій, здатних забезпечити оптимальний баланс між продуктивністю агроєкосистем і збереженням природних ресурсів [5, 6, 18]. Одним із перспективних напрямів у цьому контексті є технології мінімізації обробітку ґрунту, що інтегрують елементи традиційних і нульових систем обробітку [14, 22].

Серед сучасних технологій обробітку ґрунту, що набули поширення в Україні, можна виокремити Full-till, No-till, Mini-till, Strip-till та Verti-till. Full-till (повна інверсійна оранка) передбачає перевертання та подрібнення скиби з перемішуванням післяжнивних решток, органічних і мінеральних добрив, внесених розкидним способом, а також формування щільної плужної підшви на глибині обробітку. На думку дослідників, такий підхід призводить до деградації ґрунту та погіршення його природних функцій. Недоліки охоплюють утворення плужної підшви, накопичення насіння бур'янів у ґрунті, ризик вітрової та водної ерозії, погіршення умов для ґрунтової біоти, прискорену мінералізацію гумусу, весняне пересушування та ущільнення ґрунту, а також високі витрати пального. Серед переваг цієї технології – швидке весняне прогрівання орного шару, очищення поля від бур'янів і доступність технічних засобів у господарствах [20, 31].

No-till (нульовий обробіток) характеризується відсутністю механічного розпушення на глибині 30–35 см, що робить її ефективною у запобіганні ерозійним процесам. Висів здійснюють у необроблений ґрунт шляхом створення вузької та контрольованої борозни, достатньої для заглиблення насіння. Переваги включають мінімізацію ерозії, сприятливі умови для мікроорганізмів, зменшення ущільнення ґрунту та зниження витрат пального. Недоліками є підвищення засміченості поля бур'янами та шкідниками, зростання пестицидного навантаження, значні інвестиції у спеціалізовану техніку та обмежена ефективність на ґрунтах із низьким вмістом гумусу [5, 7, 30].

Mini-till передбачає обмеження механічного впливу на ґрунт із метою підвищення економічної ефективності та екологічної збалансованості виробництва. Це сприяє зниженню витрат пального, добрив і засобів захисту рослин, оптимізації сівозмін, зменшенню техногенного навантаження та підвищенню врожайності. Перевагами є швидке весняне просихання ґрунту та можливість застосування наявної техніки, тоді як недоліки включають ризик ерозії та відносно високі витрати енергоносіїв [31].

Strip-till (смуговий обробіток) поєднує переваги традиційного обробітку та технологій збереження ґрунту. Обробці піддається лише смуга, призначена для висіву, що забезпечує локальне прогрівання та просушування, а також можливість внесення добрив безпосередньо в кореневу зону. Основними перевагами є ефективне смугове внесення поживних речовин, зменшення ущільнення ґрунту та економія

палива. До недоліків належать збільшення чисельності гризунів, потреба у високоточному водінні агрегатів та значні початкові капіталоукладення [3, 7, 10, 12, 26].

Verti-till (вертикальний обробіток) спрямований на усунення ущільнення верхніх шарів ґрунту, стимулювання вертикального розвитку кореневої системи, поліпшення водного режиму та підвищення родючості. Суть технології полягає у поверхневому (5–6 см) загортанні рослинних решток, що прискорює їх мінералізацію, зберігаючи при цьому залишки на поверхні для захисту ґрунту. Перевагами є розпушення верхнього шару без утворення плужної підшви, попередження формування надмірно ущільнених прошарків і збереження поживних решток. До обмежень належать потреба у відповідному технічному забезпеченні та адаптації технології до місцевих умов [3, 20].

Аналіз світової наукової літератури свідчить про значний інтерес до Strip-till та Verti-till як ефективних інструментів у збереженні ґрунтової родючості та адаптації землеробства до кліматичних змін [2, 3, 10, 15].

Так, дослідження F. Fernández, B. Sorensen, M. Villamil [7] продемонстрували, що Strip-till дозволяє поєднати переваги no-till і традиційного обробітку, забезпечуючи ефективне використання добрив і вологи. E. Adee та співавт. [1] довели, що смуговий обробіток підвищує врожайність кукурудзи та знижує енергетичні витрати.

Незважаючи на значний обсяг публікацій, питання адаптації Strip-till та Verti-till до ґрунтово-кліматичних умов України залишаються недостатньо висвітленими. Вітчизняні дослідження переважно зосереджені на окремих аспектах економічної та технологічної ефективності, тоді як інтегральна оцінка агрофізичних, хімічних і біологічних параметрів ґрунту в умовах застосування цих технологій потребує додаткового вивчення [4, 24, 27, 30].

З огляду на зазначене, актуальним є узагальнення світового та вітчизняного досвіду впровадження технологій Strip-till і Verti-till, їх адаптації до умов України та визначення перспектив розвитку з урахуванням сучасних викликів.

Мета роботи – охарактеризувати світові та вітчизняні підходи до впровадження технологій Strip-till і Verti-till та виявити їх агроєкологічні й економічні переваги у контексті мінімізації обробітку ґрунту.

Концепція Conservation Agriculture (CA) як система сталого ведення сільського господарства, спрямована на довготривале збереження і підвищення продуктивності ґрунтів, водних та біологічних ресурсів, одночасно з мінімізацією негативного впливу на довкілля. Її основою є три ключові принципи, які рекомендують ФАО та інші міжнародні організації [14]:

1. Мінімальне механічне втручання у ґрунт. Виключення або значне зменшення інтенсивності оранки та інших глибоких механічних операцій. Використання технологій No-till, Strip-till та інших методів, що зменшують розпушування ґрунту.

2. Постійний ґрунтовий покрив, що включає залишок поживних решток на полі або використання

покровних культур (cover crops), що сприяє захисту ґрунту від ерозії, збереження вологи та живлення мікроорганізмів.

3. Різноманітна і збалансована сівозміна. Чергування культур для поліпшення біологічної активності ґрунту, зменшення поширення шкідників і хвороб. Зниження ризику деградації ґрунтів та збереження родючості.

Мета СА – забезпечити стабільну і довготривалу продуктивність агроландшафтів, підвищити стійкість агросистем до змін клімату, знизити витрати ресурсів (пального, води, добрив) та мінімізувати негативний екологічний вплив [24, 32]. Впровадження таких практик, включно з Strip-till, дозволяє зменшити викиди CO₂, покращити біологічну активність і довгостроково підвищити врожайність [25].

Дослідження М. Войтовик та ін., які проводилися протягом 13 років після впровадження технології No-till у 2007 році, свідчать, що агрофізичні параметри, зокрема щільність будови ґрунту, залишалися відносно стабільними протягом досліджуваного періоду. Натомість агрохімічні показники, які є більш динамічними, зазнали суттєвіших змін. Зокрема, вміст гумусу зріс на 1,4 % у порівнянні з початковим рівнем, що супроводжувалося стійкою тенденцією до підвищення концентрації легкогідролізованого азоту, ймовірно, унаслідок тісної кореляції між цими показниками [30].

Застосування рідких фосфорних стартових добрив під час сівби сприяло зростанню запасів рухомого фосфору в орному шарі, тоді як вміст рухомого калію демонстрував поступове зниження. Забезпеченість ґрунту мікроелементами загалом залишалася високою, при цьому відзначено зростання вмісту бору та зменшення концентрацій інших мікроелементів. Така динаміка є закономірною, оскільки за технології No-till пожнивні рештки виступають ключовим джерелом повернення мікроелементів у ґрунт [30].

І. Шувар, Р. Кропивницький, М. Кравчук [25] розглядають технологію strip-till як сучасну систему обробітку ґрунту, що поєднує переваги традиційного та нульового обробітків, та передбачає смугове розпушування ґрунту з одночасним внесенням добрив у прикореневу зону, що сприяє збереженню вологи, поліпшенню структури ґрунту та підвищенню його родючості. Автори описують технічні рішення, зокрема агрегати SLY Stripcat II та Mzuri, а також два варіанти застосування – роздільний та комбінований. Підкреслюється, що strip-till дозволяє обробляти лише близько 33% поля, зберігаючи решту під мульчею з післяжнивних решток, що зменшує ерозійні процеси та втрати вологи. Технологія є перспективною для вирощування культур з розвинутою кореневою системою (кукурудза, ріпак, буряк цукровий, соняшник тощо) і вже адаптована до умов України, особливо в посушливих регіонах.

У той же час в Північній Америці активно набирає популярності Verti-till як інструмент для зняття поверхневого ущільнення, підвищення інфільтрації води та прискорення мінералізації поживних решток [13]. У США, Канаді, країнах ЄС та Австралії Strip-till став стандартом для вирощування кукурудзи, ріпаку та інших просапних культур [1, 8, 9, 11].

І. Jaskulska та ін. [12] довели вплив смугового обробітку ґрунту з одним проходом на його властивості та врожайність. На їхню думку обробіток ґрунту є важливим агротехнічним заходом, який визначає стан ґрунтового середовища та його продуктивний потенціал. Ефект від його застосування залежить від системи та інтенсивності обробки, зокрема від глибини розпушування та ступеня інверсії орного шару. Модифікація цієї технології, смуговий обробіток з одним проходом (ST-OP), поєднує підготовку ґрунту, внесення добрив та сівбу в межах одного технологічного процесу. Автори проводили польовий стаціонарний експеримент тривалістю вісім років на супіщаному ґрунті (Luvisol) для порівняння ST-OP із традиційною оранкою відвальним плугом (CT) та скороченим обробітком (RT), виконаними на глибину 20 см. Аналіз охоплював 44 показники, що характеризували фізичні, хімічні, біологічні та біохімічні параметри верхнього шару ґрунту (0–20 см), а також об'ємну щільність, опір проникненню та вологість у шарі 25–30 см. Результати показали, що ST-OP суттєво відрізнявся від CT і RT за комплексом ґрунтових показників. У ґрунті після ST-OP виявлено у 2–4 рази більше дощових черв'яків, з біомасою у 2–5 разів вищою, а також підвищений вміст доступного фосфору та калію, загальної кількості бактерій, целюлозолітичних мікроорганізмів і грибів. Активність фосфатаз також була вищою порівняно з іншими методами. Концентрація органічного вуглецю та його вміст у більшості фракцій органічної речовини перевищували показники при CT, за винятком гумінів. Врожайність озимого ріпаку та пшениці в умовах ST-OP була дещо вищою, ніж при використанні CT та RT, що свідчить про перспективність цієї технології для підвищення біологічної активності та покращення родючості ґрунту [12].

Дослідження І. Husti та ін. [9] підтвердили переваги цієї технології в умовах Центральної Європи, зокрема зниження ущільнення та ерозії. Щодо Verti-till, К. Jones [13] у своїй роботі наголосив на його ефективності в боротьбі з поверхневим ущільненням та управлінні поживними рештками, особливо в умовах Північної Америки.

Дослідження F. Fernández, B. Sorensen, M. Villamil в штаті Іллінойс свідчать, що підвищення врожайності кукурудзи (*Zea mays* L.) та сої (*Glycine max* (L.) Merr.) при застосуванні смугового обробітку (ST) порівняно з безорним (NT) пов'язане не лише з особливостями розвитку кореневої системи, а й з покращеним засвоєнням поживних речовин. Разом із тим вплив цих технологій на фізичні та хімічні властивості ґрунту досліджений недостатньо. Вони оцінили зміни вмісту органічної речовини (SOM), опору проникненню (PR), об'ємної щільності (BD), стабільності водних агрегатів (WAS) та швидкості інфільтрації (INF) за умов NT та ST у польових умовах кукурудзяно-соєвої сівозміни, де з 2007 року впроваджували різні системи обробітку, з урахуванням положення відносно рядків культури та глибини відбору зразків. У середньому ST забезпечив на 8,6 % вищий вміст SOM (3,8 % проти 3,5 % при NT), зменшив об'ємну щільність ґрунту на 4 % (до 1,35 г/см³) та знизив опір проникненню на 18 %

(до 0,94 МПа). Для WAS та INF чітких відмінностей не зафіксовано, що вказує на необхідність триваліших спостережень для виявлення потенційних ефектів. Результати підтверджують, що переваги ST у врожайності частково зумовлені поліпшенням фізичних властивостей ґрунту [7].

Подібні результати отримані в Польщі, де за 8 років використання Strip-till One-Pass Technology (ST-OP) зафіксовано вищий вміст доступного фосфору та калію, збільшення чисельності дощових черв'яків у 2–5 разів, зростання активності ґрунтових ферментів та мікробіоти [12]. Польові дослідження в ЄС та Північній Америці підтвердили економічні переваги: економія пального до 50 %, зменшення трудовитрат, стабільна врожайність кукурудзи та ріпаку [9, 12].

В **таблиці 1** наведена порівняльна характеристика двох видів обробітку ґрунту за даними дослідників [13, 31].

Головними перевагами Verti-till можна вважати:

- покращення інфільтрації та накопичення вологи;
- відсутність глибоких ущільнень;
- пришвидшене розкладання рослинних решток;
- збереження структури ґрунту та запобігання ерозії.

Водночас Verti-till менш ефективний для боротьби з бур'янами та не забезпечує настільки високої концентрації добрив у прикореневій зоні, як Strip-till [29].

Таблиця 1

Порівняльний вплив технологій на властивості ґрунту

Показники	Strip-till	Verti-till
глибина обробітку	15–25 см у смугі	5–6 см поверхнево
збереження поживних решток	60–80 %	50–70 %
вплив на вологозбереження	високий	середній – високий
зниження ерозії	значне	значне
концентрація добрив у зоні коренів	висока	низька
борьба з ущільненням	частково	висока (у верхньому шарі)

Джерело: [13, 31].

Серед них технологія strip-till поєднує переваги традиційного та нульового обробітків, забезпечуючи смугове розпушування ґрунту з одночасним внесенням добрив у прикореневу зону [25]. Це сприяє збереженню вологи, покращанню структури та підвищенню родючості ґрунту. В Україні Strip-till впроваджується з початку 2010-х років, спершу у південних областях із посушливим кліматом.

Господарства відзначають економію пального до 40 л/га, підвищення врожайності кукурудзи та соняшнику, особливо в умовах дефіциту вологи [25, 28]. Verti-till в Україні використовується переважно для підготовки ґрунту під озими та ярі культури, а також для управління поживними рештками. Фермери відзначають поліпшення рівномірності сходів, швидший весняний прогрів ґрунту та ефективне вологозбереження [20].

Досвід США, Канади та ЄС показує, що Strip-till і Verti-till зменшують витрати пального на 30–50 %, трудові витрати – на 20–40 %, а викиди CO₂ – до 125 кг/га на рік (Jaskulska et al., 2020). При цьому зберігається або зростає врожайність, особливо в умовах стресових факторів (посухи, ерозії). В Україні економічний ефект залежить від культури, ґрунтово-кліматичних умов і рівня технічної оснащеності господарства. У господарствах, що впровадили Strip-till, відзначено зниження собівартості виробництва кукурудзи на 8–15 % [26].

Висновки

Метою проведеного огляду було здійснення аналізу принципів, переваг і обмежень технологій Strip-till і Verti-till – як технологій мінімізації обробітку ґрунту, а також визначення їх агро-екологічної та економічної ефективності. Встановлено, що Strip-till і Verti-till є ефективними технологіями мінімізації обробітку ґрунту, що поєднують переваги збереження родючості з економічною вигодою. Strip-till забезпечує високий рівень вологозбереження та ефективне використання добрив, тоді як Verti-till більш орієнтований на боротьбу з ущільненням і управління поживними рештками. Українська практика підтверджує доцільність їхнього впровадження в умовах змін клімату та зростання вартості ресурсів. Для максимального ефекту потрібна адаптація технологій до конкретних умов господарства, удосконалення технічних засобів та інтеграція з елементами точного землеробства.

Перспективи подальших досліджень полягають у поглибленому вивченні впливу новітніх технологій на ефективність обробітку ґрунту та врожайність сільськогосподарських культур. Також важливо розробити адаптивні моделі сівозміни з урахуванням кліматичних змін і регіональних особливостей. Крім того, варто дослідити економічну доцільність впровадження інноваційних агротехнологій у різних типах господарств.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Adee, E., Hansel, F. D., Ruiz Diaz, D. A., & Janssen, K. (2016). Corn response as affected by planting distance from the Center of Strip-Till fertilized rows. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01232>
2. Blagoev, A. (2024). Effects of Strip-till technology on agricultural systems. *Economic Thought Journal*, 69 (3), 388–400. <https://doi.org/10.56497/etj2469306>
3. Chaikovskiy, V. (2021). No-till та verty-till – як в Агрофорті тестувати свої політичні обидви технології. *SuperAgronom.com*. Retrived from: <https://superagronom.com/blog/849-no-till-ta-verty-till-yak-v-agrofort-testuyut-na-svoyih-polyah-obidvi-tehnologiyi> [in Ukrainian]
4. Domushchi, D., Osadchuk, P., & Enakiev, Y. (2024). Research of innovative resource-saving technologies for soil tillage in crop production. *Aktualni aspekty rozvytku nauky i osvity: zbirnyk materialiv IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii nauково-pedahohichnykh pratsivnykiv ta molodykh naukovtsiv, (24-25 zhovtnia 2024 r.)*. (199–201). Odesa : ODAU [in Ukrainian]

5. Doroshenko, V., & Onipko, V. (2025). Vplyv obrobky nasinnia na prorostannia ta vrozhaist zerna kukurudzy. *Chetverti Sazanovski chytannia: Ahrarna nauka i osvita: postati, zdobutky, perspektivy : materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii prysviachenoj 105-richchii zasnuvannia Poltavskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu ta Navchalno-naukovoho instytutu ahrotekhnologii, selektsii ta ekologii*, (25 bereznia 2025 r.). (57–61) Poltava : RVV PDAU [in Ukrainian]
6. Dosvid vprovadzhennia strip-till v Ukraini: perevahy ta niuansy. (2021). *SuperAgronom.com*. Retrived from: <https://superagronom.com/articles/480-dosvid-vprovadjennya-strip-till-v-ukrayini-perevagi-ta-nyuansi> [in Ukrainian]
7. Fernández, F. G., Sorensen, B. A., & Villamil, M. B. (2015). A comparison of soil properties after five years of No-till and Strip-till. *Agronomy Journal*, 107 (4), 1339–1346. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0549>
8. Gałęzowski, L., Jaskulska, I., Kotwica, K., & Lewandowski, L. (2022). The dynamics of soil moisture and temperature-Strip-till vs. plowing–A case study. *Agronomy*, 13 (1), 83. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010083>
9. Husti, I., Daróczy, M., Kovács, I., & Béres, K. (2016). Strip till: an economic alternative for the Hungarian agriculture. *Hungarian Agricultural Engineering*, 29, 21–23. <https://doi.org/10.17676/hae.2016.29.21>
10. Jaskulska, I., & Jaskulski, D. (2020). Strip-Till One-pass technology in Central and Eastern Europe: A MZURI Pro-Til hybrid machine Case Study. *Agronomy*, 10 (7), 925. <https://doi.org/10.3390/agronomy10070925>
11. Jaskulska, I., Romanekas, K., Jaskulski, D., & Wojewódzki, P. (2020). A Strip-Till One-pass system as a component of conservation agriculture. *Agronomy*, 10 (12), 2015. <https://doi.org/10.3390/agronomy10122015>
12. Jaskulska, I., Romanekas, K., Jaskulski, D., Gałęzowski, L., Breza-Boruta, B., Dębska, B., & Lemanowicz, J. (2020). Soil properties after eight years of the use of Strip-Till One-pass technology. *Agronomy*, 10 (10), 1596. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101596>
13. Jones, K. (2025). Vertical Tillage Climbs in Popularity. *Successful Farming*. Retrieved from: <https://www.agriculture.com/vertical-tillage-climbs-in-popularity-11693170>
14. Kassam, A., Friedrich, T., Derpsch, R., & Kienzie, J. (2015). Overview of the worldwide spread of conservation agriculture. *OpenEdition Journals*, 8. Retrieved from: <https://journals.openedition.org/factsreports/3966>
15. Kosolap, M. P. (2023). *Systemy zberihaiuchoho zemlerobstva: No-till i Strip-till*. Kyiv: NUBiP Ukrainy [in Ukrainian]
16. Kovács, G. P., Simon, B., Balla, I., Bozók, B., Dekemati, I., Gyuricza, C., Percze, A., & Birkás, M. (2023). Conservation tillage improves soil quality and crop yield in Hungary. *Agronomy*, 13 (3), 894. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030894>
17. Mitchell, J. P., Carter, L. M., Reicosky, D. C., Shrestha, A., Pettygrove, G. S., Klonsky, K. M., Marcum, D. B., Chessman, D., Roy, R., Hogan, P., & Dunning, L. (2016). A history of tillage in California's Central Valley. *Soil and Tillage Research*, 157, 52–64. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.10.015>
18. Mushynskiy, A., & Onipko, V. (2025). Porivnialna otsinka gruntovykh ta lystovykh protyzlakovykh herbitydiv u posivakh kukurudzy. *Chetverti Sazanovski chytannia: Ahrarna nauka i osvita: postati, zdobutky, perspektivy : materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii prysviachenoj 105-richchii zasnuvannia Poltavskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu ta Navchalno-naukovoho instytutu ahrotekhnologii, selektsii ta ekologii*, (25 bereznia 2025 r.). (76–79) Poltava : RVV PDAU [in Ukrainian]
19. Polova, O. (2025). Strip Till: tekhnolohiia tochnoho smuhovoho obrobittu gruntu dlia pidvyshchennia prybutkovosti. *Zdorova zemlia Ukrainy*. Retrived from: <https://healthysoil.in.ua/strip-till-tekhnolohiya-tochnoho-smuhovoho-obrobittu-gruntu-dlya-pidvyshchennya-prybutkovosti/> [in Ukrainian]
20. Poloviy, P. (2021). Perevahy perekhodu na tekhnolohiiu obrobittu hruntu Verti-till ta osoblyvosti yoho vprovadzhennia na vlasnykh zemliakh. *Zdorova zemlia Ukrainy*. Retrived from: <https://healthysoil.in.ua/technology-to-increase-yields-and-profitability/> [in Ukrainian]
21. Różewicz, M. (2022). Review of current knowledge on strip-till cultivation and possibilities of its popularization in Poland. *Polish Journal of Agronomy*, 49, 20–30. <https://doi.org/10.26114/pja.iung.488.2022.49.03>
22. Rozhkov, A. O., Marenych, M. M., Kulyk, M. I., Kuts, O. V., & Svyrydova, L. A. (2024). *Ekolohichne rosllynnytstvo: navchalnyi posibnyk*. Kharkiv: DBTU [in Ukrainian]
23. Sahachko, Y., Smihunova, O., & Podolska, O. (2023). Prospects for the formation of investment support for the technological growth of the agricultural sector of the Ukrainian economy in the post-war period. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 27(3), 62–70. <https://doi.org/10.56407/bs.agrarian/3.2023.62>
24. Semperovych, I. V., & Antoshchenkova, V. V. (2024). Tekhnolohii ta praktyky staloho silskoho hospodarstva. *Tekhnichniy prohres v APV: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. (458–456). Kharkiv [in Ukrainian]
25. Shuvar, I. A., Kropyvnytskyi, R. B., & Kravchuk, M. M. (2020). Suchasni systemy obrobittu gruntu, yak faktor polipshennia yoho rodiuchosti u adaptivno-landshaftnomu zemlerobstvi. *Integración de las ciencias fundamentales y aplicadas en el paradigma de la sociedad postindustrial*, 1, 106–110. <https://doi.org/10.36074/24.04.2020.v1.38>
26. Tekhnolohiia Strip-Till: kroky Ukrainy do innovatsii. (2024). *Ekipagro*. Retrived from <https://ekipagro.com/uk/tehnologiya-strip-till-kroki-ukrayini-do-innovatsij/> [in Ukrainian]
27. Tomashivskiy, Z. M., & Ivaniuk, V. Ya. (2014). Systemy obrobittu gruntu v Ukraini ta svi. *Aktualni problemy gruntoznavstva, zemlerobstva ta ahrokhimii: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii*. (154–160). Lviv [in Ukrainian]
28. Tomchuk, V. V. (2020). Perspektyvy zastosuvannia tekhnolohii strip-till u konteksti zmenshennia antropohennoho navantazhennia na grunt. *Slovak International Scientific Journal*, 1 (3), 11–20.
29. Tomnytskyi, A., Hranovska, L., Lykhovyd, P., Reznichenko, N., & Kozyriev, V. (2024). Tillage influence on agrophysical soil properties and crop productivity in the irrigated conditions of the steppe zone of Ukraine. *Scientific Horizons*, 27 (10), 70–78. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.70>
30. Voitovsky, M. V., Barannyk, A. V., Harbar, V. V., & Lisovskyi, A. C. (2024). Practical monitoring of soil fertility with the implementation of soil-conserving farming systems (based on No-till technology). *Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics*, 45, 7–15. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-4.1>
31. Vyshnevetska, O. V. (2022). Perevahy i nedolikiy resursozberihaiuchykh tekhnolohii obrobittu gruntu. *Vdoskonalennia finansovo-kredytnoho mekhanizmu zabezpechennia innovatsiinoho rozvytku ahrarnoho sektoru ekonomiky, silskykh terytorii ta krain V-4: mizhnarodna naukovo-praktychna internet-konferentsiia*. (Chastyna 2., 235–237). Dubliany [in Ukrainian]
32. Yang, Y., Fielke, J., Ding, Q., & He, R. (2018). Field experimental study on optimal design of the rotary Strip-till tools applied in rice-wheat rotation cropping system. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11 (2), 88–94. <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20181102.3347>

ORCID

V. Doroshenko 

<https://orcid.org/0009-0004-7897-1277>

V. Onipko 

<https://orcid.org/0000-0002-2260-971X>



2025 by the author(s). This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.