



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)

<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>



review article | UDC 631.95:631.5:631.452 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.12

ECO-BALANCE OF SOIL TILLAGE SYSTEMS TO RESTORE AND INCREASE SOIL FERTILITY

T. O. Chaika,

ORCID ID: [0000-0002-5980-7517](https://orcid.org/0000-0002-5980-7517), E-mail: chayka_ta@ukr.net,

I. O. Yasnolob,

ORCID ID: [0000-0002-3826-8745](https://orcid.org/0000-0002-3826-8745), E-mail: ilona.yasnolob@pdaa.edu.ua,

O. O. Gorb,

ORCID ID: [0000-0002-3141-8114](https://orcid.org/0000-0002-3141-8114), E-mail: gorb@pdaa.edu.ua,

I. I. Lotysh,

ORCID ID: [0000-0003-0373-6630](https://orcid.org/0000-0003-0373-6630), E-mail: il.acad2010@gmail.com,

Yev. V. Bereznytskyi,

E-mail: ievgenii.bereznytskyi@pdaa.edu.ua,

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, H. Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

The article highlights the current state of farm lands in Ukraine, which are affected by erosion, degradation, loss of fertility and moisture. As a result of irresponsible attitude of owners and leaseholders, drying up and desertification of territories, soil dying takes place. The expediency of conducting urgent measures to prevent and eliminate erosion processes, increase their deflation stability, reduce acidity and restore humus is substantiated. It is mentioned that the effectiveness of these measures depends first and foremost on the responsible attitude of landowners and land users, since in the pursuit of super profits the exploitation of farm lands is devastating. The priority measure to restore and improve soil fertility in Ukraine is the using of appropriate systems of farm land tillage. Foreign and Ukrainian experience of using basic soil tillage systems (plow, minimal and zero) was investigated and their peculiarities were determined. This enabled to characterize the advantages and disadvantages of each soil tillage method, which allow assess their impact on the condition and composition of soils, the quality of farm products and influence on the natural environment, which determines their urgency and the necessity for agricultural producers, the impact on soil fertility. The criteria of estimating soil tillage systems on the principles of sustainable development according to agronomic, economic, social and ecological directions were suggested. The necessity of introducing such soil tillage systems, the using of which enables to increase the productivity of farm machinery and used resources, reduce the incurred production expenses and ecological loading on the environment, and ensure long-term development of agricultural production without losing product quality, was proved.

Keywords: soil fertility, soil tillage systems, eco-balance, sustainable development.

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ЗАДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

Т. О. Чайка, І. О. Яснолоб, О. О. Горб, І. І. Лотиш, Є. В. Березницький,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

У статті висвітлено сучасний стан сільськогосподарських угідь в Україні, які зазнають ерозійних процесів, деградації, втрачають ґрунт і воду. У результаті безвідповідального ставлення власників та орендарів має місце обсихання й опустелювання територій, омертвіння ґрунтів. Обґрунтовано доцільність проведення термінових заходів із попередження та ліквідації ерозійних процесів, підвищення їхньої дефляційної стійкості, зниження кислотності й відновлення гумусу. Зазначено, що

ефективність цих заходів передусім залежить від відповідального ставлення землевласників і землекористувачів, оскільки в гонитві за надприбутками експлуатація сільськогосподарських угідь є нищівною. Першочерговим заходом щодо відновлення та підвищення родючості ґрунтів в Україні визначено використання відповідних систем обробітку сільськогосподарських угідь. Досліджено зарубіжний і вітчизняний досвід щодо використання основних систем обробітку ґрунту (плужного, мінімального та нульового), визначено їхні особливості. Це дало змогу навести переваги та недоліки кожного способу обробітку ґрунту, а також оцінити їхній вплив на стан і склад ґрунтів, їхню родючість, якість сільськогосподарської продукції та вплив на навколишнє природне середовище, що є актуальним і вкрай необхідним для сільськогосподарських виробників. Запропоновано критерії оцінки систем обробітку ґрунту на засадах стійкого розвитку за агрономічними, економічними, соціальними та екологічними напрямками. Доведено необхідність впровадження таких систем обробітку ґрунту, застосування яких дасть змогу збільшити продуктивність сільськогосподарської техніки і залучених ресурсів, зменшити виробничі витрати та екологічне навантаження на довкілля, забезпечити тривалий розвиток сільськогосподарського виробництва без втрати якості продукції.

Ключові слова: родючість ґрунту, системи обробітку ґрунту, екологізація, стійкий розвиток.

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Т. А. Чайка, И. А. Яснолоб, О. А. Горб, И. И. Лотыш, Е. В. Березницкий,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

В статье обоснована необходимость повышения плодородия почв в Украине путем внедрения систем ее обработки. С учетом отечественного и мирового опыта рассмотрены особенности основных способов обработки почвы (плужного, минимального и нулевого). Определены преимущества и недостатки каждой системы обработки почвы, которые позволяют оценить их актуальность и необходимость для сельскохозяйственных производителей. Предложены критерии оценки систем обработки почвы на принципах устойчивого развития по агрономическим, экономическим, социальным и экологическим направлениям. Доказана необходимость внедрения таких систем возделывания почвы, применение которых позволит увеличить производительность сельскохозяйственной техники и задействованных ресурсов, уменьшит производственные затраты и экологическую нагрузку на окружающую среду, обеспечит долгосрочное развитие сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: плодородие почвы, системы обработки почвы, экологизация, устойчивое развитие.

Розвиток аграрного сектора України за останні роки має стабільний і позитивний напрям зростання, відбувається нарощування темпів виробництва сільськогосподарської продукції. Водночас ці позитивні тенденції в обсягах виробництва мають негативний вплив на природне навколишнє середовище, оскільки здійснюються за рахунок інтенсивних технологій, підвищенням навантаження на ґґо, що загрожує існуванню сучасних і майбутніх поколінь.

Результати такого безвідповідального ставлення сільськогосподарських виробників (власників та орендарів сільськогосподарських угідь) призводять до розвитку ерозійних процесів, збільшенню площ деградованих ґрунтів (щороку на 90 тис. га), втратам ґрунту (600 млн т) та води (16 млрд м³). Це призводить до обсихання й опустелювання територій, смертвіння ґрунтів. Майже кожен третій гектар (30,7 %) еродований, а другий – дефляційно небезпечний, кожний четвертий гектар – кислий. Середньорічні втрати гумусу внаслідок незбалансованого внесення та винесення органічної речовини й ерозії становлять більше 1,0 т/га (1228 кг/га) землі в обробітку, втрати в перерахунок лише на азот еквівалентні майже 10,0 млрд м³ газу [21].

Тому в Україні, яка є аграрною країною та має 33 млн га сільськогосподарських угідь (70 % загальної території, з яких 80 % – рілля), питання та заходи щодо якості та родючості ґрунтів повинні бути на першому місці як на рівні держави, так і серед виробників сільськогосподарської продукції і науковців аграрного напрямку. Отже, стан сільськогосподарських угідь потребує термінових заходів із попередження та ліквідації ерозійних процесів, підвищення їхньої дефляційної стійкості, зниження кислотності й відновлення гумусу [6]. Ефективність цих заходів передусім залежить від відповідального ставлення землевласників і землекористувачів, оскільки у гонитві за надприбутками

експлуатація сільськогосподарських угідь є нищівною. Таким чином, разом з подоланням наслідків руйнівного впливу на сільськогосподарські угіддя необхідно впроваджувати заходи щодо їх збереження. І особливої актуальності в цьому набувають системи обробітку ґрунту, міжнародний досвід використання яких можна впровадити і в Україні.

Системи обробітку ґрунту досліджувалися такими провідними вітчизняними вченими, як В. Адамчук, М. Безуглий [2], С. Булигін [3], М. Гаврилюк, Ю. Манько [8–9], В. Медведєв [10], М. Патица [13], В. Паштецький [12], В. Петриченко [13], В. Ситник [24] та ін. Особливості та переваги обробітку ґрунту в умовах органічного землеробства розглядалися С. Антонцем [1], В. Писаренком [14–15], П. Писаренком [16], В. Рекуненко, П. Стецишиним, В. Пиндусом [25], С. Пономаренком [15] та ін. Однак вони містять дослідження окремих систем обробітку ґрунту, що не дозволяє повністю оцінити їхні переваги та недоліки з метою практичного впровадження в умовах України.

Останні 20–30 років в Україні поступово склалася так звана комбінована (диференційована) система обробітку ґрунту, що передбачає використання різних способів і знарядь з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, вимог рослин і попередників. Ця система має чимало позитивних ознак та базується на поверхневому (0–8 см), мілкому (8–16 см), середньому (16–24 см) та глибокому (24–32 см) способах обробітку ґрунту. Однак до її головних недоліків відносять такі [7]: знеструктурення й ерозія ґрунтів, підвищені втрати органічної речовини як наслідок того, що верхній шар ґрунту занадто часто оброблюється і тривалий час перебуває у надмірно аерованому стані; переущільнення підорного і піднасінного (навесні) шару як наслідок використання важких енергонасичених і колісних тракторів тоді, коли названі шари ґрунтів мають вологість, близьку до оптимальної, і тому найбільш уразливі до переущільнення; перевитрати пального через велику кількість окремих технологічних операцій.

Загальновідомо, що територія України має 4 ґрунтово-кліматичних зони, 9 ґрунтово-кліматичних підзон, 23 номенклатури ґрунтів і 1147 їх видів. Спираючись на це, не складно зробити висновок, що жоден з відомих способів обробітку ґрунту не може бути єдиним для всіх сільськогосподарських угідь [2]. Отже, сучасна методологія обробітку ґрунту та подальші наукові пошуки щодо його здешевлення повинні враховувати вплив на природне навколишнє середовище, відповідати концепції стійкого розвитку. За цих умов потрібен пошук парадигми об'єднання економічних інтересів і підвищення життєвого рівня з поліпшенням стану навколишнього середовища. Сучасні способи обробітку ґрунту мають опиратися на альтернативні цінності, методи, переконання, ніж на економічне зростання, оскільки воно не враховує екологічну небезпеку від розвитку за інтенсивними моделями [27].

Обрати відповідний спосіб обробітку ґрунту можна лише за умови, коли відомі його переваги та недоліки з урахуванням практичного досвіду використання. Тому розглянемо більш детально такі способи обробітку ґрунту: плужний, мінімальний і нульовий.

Тисячоліттями для обробітку сільськогосподарських земель використовувався плуг, що забезпечував підготовку оптимального насінневого ложа шляхом обертання ґрунту. Плугом можна переорати пасовище за один прохід, загорнувши у ґрунт бур'яни, пожнивні рештки та гній з власного господарства. Ґрунт буде розпушений і проаерований, що сприятиме його швидшому прогріванню та просушуванню, а також мобілізації поживних речовин [26]. Отже, на перший погляд, використання плуга має лише переваги, однак більш детальне дослідження виявляє його певні недоліки (табл. 1).

Водночас, за даними закордонних дослідників, найкращого необхідного ефекту можна досягти за умов застосування мінімального обробітку ґрунту. Він забезпечує покращення структури ґрунту, зберігає саму структуру та мікроорганізми, які його заселяють, запобігає розпаду гумусу завдяки відмові від глибокого та інтенсивного розпушення. Також покращується пружність і захист від ерозії ґрунту, його водний баланс. Однак незважаючи на зазначені переваги, відмова від обробітку плугом спричиняє певні недоліки. Наприклад, може значно підвищитися шкідливий вплив з боку бур'янів або порушитися забезпечення рослин поживними речовинами [11].

За умови мінімального обробітку перед посівом ґрунт обробляється менш інтенсивно або взагалі не обробляється, що має також певні переваги (табл. 2).

Проте мінімальний обробіток ґрунту в системі без застосування гербіцидів і швидкорозчинних азотних добрив має певні недоліки (табл. 3). Вони потребують певної мобільності та далекоглядності від сільськогосподарських виробників з метою забезпечення високої врожайності, досягнення прибутку та високої ефективності використання ресурсів.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

1. Недоліки плужного обробітку ґрунту

Напрями впливу	Примітки
Родючість ґрунту та врожайність	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сприяє активізації аеробних процесів і розкладу органічної речовини, що знижує родючість. 2. Розпушені та розпилені ґрунти не дають змогу загорнути насіння на потрібну глибину. 3. Нерівномірне загортання насіння через брилисту структуру. 4. Зниження польової схожості насіння і врожайності сільськогосподарських культур через порушення водного балансу, ущільнення, порушення структури ґрунту та пригнічення мікробіологічних процесів.
Ерозія та водний баланс	<ol style="list-style-type: none"> 1. Є головною причиною водної та вітрової ерозії. 2. Сприяє втраті великої кількості води.
Структура та пружність ґрунту	<ol style="list-style-type: none"> 1. Утворення кірки на поверхні у разі опадів. 2. Розпилення ґрунту, порушення балансу поживних речовин і газів. 3. Надмірне ущільнення та деформація сільськогосподарською технікою. 4. Переущільнення ґрунту через значну кількість механічних операцій, що призводить до порушення його структури та пружності. 5. Утворення брилистої структури. 6. Руйнування агрегатної та капілярної структури ґрунту. 7. Після плугу залишається повністю непокритий ґрунт, який стає беззахисним взимку, схильним до замулювання та ерозії.
Гумус і ґрунтові організми	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пригнічення мікробіологічних процесів через ущільнення ґрунту. 2. Сприяє значні втрати популяцій дощових черв'яків. 3. Узимку гинуть мікроорганізми через відкритий ґрунт.
Вирощена сільськогосподарська продукція	<ol style="list-style-type: none"> 1. Забруднення вирощеної продукції через утворення надлишку нітратів у ґрунті у процесі мінералізації органічної речовини. 2. Гірші смакові та споживчі якості через недолік необхідної кількості мікро- та мікроелементів.
Вплив на навколишнє середовище	<ol style="list-style-type: none"> 1. Значні викиди газів в атмосферу через швидкий розпад органічних субстанцій. 2. Збільшення викидів CO₂ від сільськогосподарської техніки. 3. Порушення екобалансу.

Під час мінімального обробітку ґрунту існують різноманітні методи з різною інтенсивністю обробітку аж до прямого посіву, коли повністю відмовляються від обробітку ґрунту. Методи відрізняються за двома принципами: глибиною обробітку та частиною поверхні ґрунту, яка обробляється. Доцільно відзначити, що поширення мінімального обробітку ґрунту серед практиків можливе за умови, якщо вони матимуть приблизно таку ж урожайність, як і при застосуванні плуга, і не спричинять жодних серйозних проблем з бур'янами у довгостроковій перспективі.

У Швейцарії в рамках державної програми ефективного використання енергоресурсів фінансово підтримуються посів по мульчі, стрічковий та прямий посіви. До того ж виробники, що використовують органічне землеробство, отримують додаткову підтримку за умови застосування мінімального обробітку ґрунту та відмови від гербіцидів. Зважаючи на це деякі представники органічного сільськогосподарства частково або повністю відмовилися від застосування плуга у своїх господарствах протягом років (застосовують посів по мульчі). Дослідження з 2012 р. щодо застосування ножових котків свідчать, що успіх цього методу на практиці ще недостатньо прогнозований [25].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

2. Переваги мінімального обробітку ґрунту

Переваги	Примітки
Структура та пружність ґрунту	<ol style="list-style-type: none"> 1. Покращення структури. 2. Покращення пружності та зменшення ущільнення. 3. Відсутня плужна підшва завдяки проходу необробленим ґрунтом, відмові від інтенсивного та глибокого обробітку.
Гумус і ґрунтові організми	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зниження аерації ґрунту, що запобігає розпаду гумусу завдяки зменшенню глибини обробітку. 2. Збереження дощових черв'яків. 3. Створення сприятливих умов для ґрунтових мікроорганізмів. 4. Забезпечення поживними речовинами дощових черв'яків завдяки рослинним решткам на поверхні.
Захист від ерозії та водний баланс	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зменшення заболочування, поверхневого водного стоку та ерозія. 2. Покращення фільтрації води під час рясних дощів. 3. Захист від дощу та вітру завдяки рослинним залишкам на поверхні. 4. Покращення водопостачання з глибших прошарків ґрунту за посушливих умов (капілярності).
Вирощена сільськогосподарська продукція	<ol style="list-style-type: none"> 1. Відносна екологічна безпечність за умов дотримання технологічного процесу. 2. Достатні смакові та споживчі якості через нестачу необхідної кількості мікро- та мікроелементів.
Захист клімату та навколишнього середовища	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зменшення рівня вивільнення вуглекислого газу (CO₂) внаслідок меншої мінералізації органічної субстанції у ґрунті. 2. Зменшення викидів від сільськогосподарської техніки завдяки зменшенню глибини обробітку ґрунту, навіть за умови більшої кількості механічних операцій. 3. Сприяння відновленню родючості ґрунтів та відновленню екобалансу.

3. Недоліки мінімального обробітку ґрунту

Недоліки	Примітки
Різноманітна та гнучка механізація	<ol style="list-style-type: none"> 1. Необхідність інвестицій у сучасну сільськогосподарську техніку. 2. Вибір техніки визначають погодні умови, тому вона має бути потужною, зносостійкою та доступною у будь-який час. 3. Зазвичай наймані працівники та підприємства-підрядники мають недостатній досвід щодо мінімального обробітку ґрунту.
Загортання пожнивних решток	<ol style="list-style-type: none"> 1. Виникають труднощі, якщо є велика кількість пожнивних решток (наприклад, після зернової кукурудзи). 2. Пожнивні рештки можуть забивати сівалки, просапні агрегати чи пружинні борони.
Вплив на врожайність	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повільне прогрівання ґрунту навесні та його просихання у вологих умовах, що спричиняє пізніе або повільне сходження сільськогосподарських культур. 2. Пізня мінералізація поживних речовин.
Бур'яни та їх проростання	<ol style="list-style-type: none"> 1. Складний контроль за бур'янами. 2. Створення сприятливих умов для проростання кореневищних (будяк, пирій, берізка польова, щавель) та стрижнекорневих бур'янів (кульбаба, будяк).
Переорювання пасовищ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Відсутність «чистого поля». 2. Необхідне здійснення більшої кількості технологічних операцій через нерівномірну поверхню ґрунту під час першого обробітку. 3. Зазвичай необхідно більше проходів технікою. 4. Довший період для просихання ґрунту. 5. Пошкодження від випасу тварин і сліди від техніки ускладнюють мінімальний обробіток. 6. Можливе виникнення проблеми з трав'яною вогнівкою.

Точні та практичні дослідження FiBL у 2003–2011 рр. показують, що під час переходу від плуга до мінімального обробітку врожайність сільськогосподарських культур знижується як мінімум на 10 %. Це пов'язано з уповільненням мінералізації азоту у ґрунті навесні та конкуренцією культури з бур'янами. В результаті покращення структури ґрунту, його мінімальний обробіток на дослідних ділянках у м. Фрік демонструє вищу врожайність, починаючи з четвертого року, і в багаторічній перспективі показники врожайності зростають на 11 %. Особливо значні переваги мінімальний обробіток ґрунту має в посушливі роки. У господарствах з досвідченими керівниками, відповідною технікою та відповідним виробничим режимом жодних відмінностей врожайності між плугом і мінімальним обробітком не було. У деяких господарствах спочатку проблеми проростання осипаного насіння культур-попередників можуть призвести до певних втрат врожаю через малий досвід, невідповідну механізацію або через несприятливі погодні умови [19].

Отже, значною перевагою мінімального обробітку ґрунту є те, що відбувається накопичення гумусу та покращується пружність ґрунту. Також ґрунт поглинає вуглець з повітря, сприяючи тим самим скороченню викидів шкідливого для клімату вуглекислого газу (CO₂). Прошарок гумусу у ґрунтах зазвичай зростає на 10 %, і є можливість зберегти приблизно 13 тонн вуглекислого газу на один гектар. Ефект збереження клімату підсилюється, тому що завдяки поверхневому обробітку ґрунту використовується менше палива [19]. Особливої актуальності мінімальний обробіток ґрунту отримав в органічному землеробстві, яке в умовах України має значні перспективи розвитку [21].

Наступним перспективним способом обробітку ґрунту є «нульовий», а технологія сівби – «пряма». Зазвичай ці терміни використовуються як синоніми через те, що обробіток ґрунту і сівба проводяться одночасно. Нульова технологія – висаджування насіння у необроблений ґрунт, зайнятий покривною культурою, шляхом нарізання борозни потрібної ширини та глибини, достатньої для заглиблення насіння. Інші види обробітку не застосовуються. Допускається лише обробіток піднасіневого шару в разі його переущільнення, але такий обробіток проводиться спеціальними знаряддями і постійний надґрунтовий рослинний покрив у цей час не порушується [2].

Нульовий обробіток ґрунту є відносно новим і не отримав заслуженого визнання серед виробників сільськогосподарської продукції. Це пов'язано з тим, що переважають усталені стереотипи обов'язковості обробітку як заходу, без якого не можна обійтися. Тоді як, за наявними даними, у світі під нульовою технологією перебуває майже 100 млн га ріллі. В Україні ж лише Корпорація «Агро-Союз» у Дніпропетровській області має відносно тривалий і успішний досвід із впровадження нульового обробітку [9].

Принципи нульової технології реалізуються наступним чином: відмова від будь-якого обробітку ґрунту; відмова від унесення органічних добрив (замість них використовуються рослинні рештки від основних, пожнивних і покривних культур); заборона спалювання решток; унесення мінеральних добрив і засобів захисту рослин одночасно з сівбою або знаряддями, що не руйнують ґрунт; використання спеціальних сівалок [8].

Нульовий обробіток ґрунту може мати такі форми реалізації: суцільний, коли обробіток ґрунту здійснюється суцільно по всій поверхні поля на глибину зародки насіння; смуговий, який передбачає обробіток ґрунту з утворенням смуги певної ширини, у яку здійснюється висів насіння; щільний, при якому однодисковим робочим органом попередньо на глибину зародки насіння нарізається щілина, у яку після цього здійснюється його висів. Очевидним є залежність можливості способу розміщення насіння за напрямом руху агрегату (тобто рядкового, широкорядкового, стрічкового, суцільного та пунктирного) від варіанта нульового способу обробітку ґрунту. Це узгодження здійснюється на етапі створення технічних засобів з урахуванням їх призначення (для колосових культур чи просапних) та технологій вирощування сільськогосподарських культур. Практика свідчить, що для реалізації технології «прямої» сівби застосовують спеціальні сівалки з додатковими пристроями для обробітку ґрунту або нарізання в ньому вузьких щілин перед проходами сошників. Найбільше розповсюджені сівалки американської фірми «Джон Дір», шведської «Ведерстад» і французької «Кюнх» тощо [2].

Нульова технологія обробітку на сьогодні є фундаментальним і в певній мірі революційним підходом до землеробської технології, який здатний призупинити деградацію ґрунтів і створити передумови для стійкого землекористування. Через 10–15 років ґрунт під постійним рослинним покривом переходить на природний бездеградаційний режим функціонування енергії та речовин і

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

водночас не втрачає своєї продуктивної функції. У світі ця технологія розглядається, насамперед, як ґрунтозахисний захід.

Послідовники нульового обробітку стверджують, що нульова технологія ефективна за будь-яких ґрунтово-кліматичних і господарських умов. Мають місце позитивні приклади з екваторіальних країн (Кенія, Уганда), з країн, що розташовуються на 40° південної широти (Аргентина, Чилі) або на 60° на північ (Фінляндія). Нульовий обробіток ефективний на висоті 3000 м, як це відмічається в Болівії і Колумбії, за умови вмісту у ґрунті 90 % піщаної фракції (Австралія, Парагвай) або 85 % глини (Бразилія), за умови рівня атмосферних опадів у 200 мм (Західна Австралія), 2000 мм (Бразилія) і навіть 3000 мм (Чилі) [5].

Нульова технологія однаково вигідна як на великих, так і на малих фермах. Наприклад, у Бразилії, де у фермера не більше 5–6 га землі. У Парагваї і Гані, де майже виключно домінує така технологія, розмір ферм ще менший. Така сама ситуація в Індо-Гангзькому регіоні.

У Латинській Америці немає жодних дискусій щодо технологій обробітку, оскільки рішення «за» нульовий обробіток ухвалено одностайно, позитивно оцінюється, а негативні моменти майже не згадуються. Постійний і обов'язково значний за товщиною рослинний покрив (мульча) на поверхні ґрунту водночас розглядається як нова стратегія боротьби з бур'янами. Широкого застосування набули знаряддя для підрізання однорічних бур'янів без порушення мульчі [13].

Розглянемо агрономічні, економічні, соціальні й екологічні переваги нульової технології (табл. 4).

4. Переваги нульового обробітку ґрунту

Переваги	Примітки
Агрономічні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зменшення поверхневого стоку сприяє зменшенню ерозії та замуленню доріг. 2. Зменшення машинно-тракторних агрегатів для виконання робіт. 3. Кращий водно-повітряний режим ґрунту. 4. Зростання вмісту органічної речовини та гумусу. 5. Більш сприятливими для нульового обробітку є посушливі й теплі регіони, оскільки мають переважно зливовий характер опадів. Якщо умови дренажу сприятливі для швидкого відведення надлишкової вологи навесні, то це сприяє нульовому обробітку на всіх без винятку ґрунтах. 6. Найбільше сприяють прояву позитивних якостей нульового обробітку добре дренажні ґрунти середнього гранскладу. 7. Найбільш сприйнятливими культурами є озима пшениця, кукурудза і жито.
Економічні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зменшення витрат на паливо-мастильні матеріали, час і машинно-тракторні агрегати для виконання робіт. 2. Зростання врожайності сільськогосподарських культур (особливо у країнах Південної Америки). 3. Підвищення прибутковості діяльності виробників. 4. Зменшення витрат на відновлення доріг після злив завдяки значному зменшенню поверхневого стоку, ерозії та замуленню доріг. 5. Додаткові кошти дають змогу придбати нові технічні знаряддя, добрива, засоби захисту. 6. Чим більша ферма, тим сприятливіші умови для придбання техніки і менш негативні наслідки для продуктивності у перехідному періоді та його тривалість. 7. Сприяння підвищенню культури і ефективності агровиробництва.
Соціальні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зростання доходів фермерів. 2. Покращення умов їхньої праці.
Екологічні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Суттєво знижується ерозія. 2. Зниження секвестрації вуглецю.

Доцільно зазначити, що накопичений світовий досвід з нульового обробітку ґрунту, переконує, що він, незважаючи на деякі ще не вирішені питання та незначні негативні аспекти, має перспективи щодо впровадження у країнах з високоінтенсивним механізованим землеробством, де ґрунти після тривалої оранки переважно виснажені. Аналіз літературних джерел (див. табл. 4) підтверджує, що головні переваги нульового обробітку – в енергозбереженні й ґрунтоохороні.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

Однак, навіть наведені переваги не сприяють поширенню нульового обробітку у країнах Європи, зокрема прогресивними в аграрному секторі – Великою Британією, Німеччиною, Францією. Водночас досвід країн Південної Америки є дуже результативним – за короткий час архаїчно відстале землеробство було переведено на рівень сучасного високотехнологічного та продуктивного сільського господарства [20].

Причинами цього є: невеликий розмір сільськогосподарських ферм; несприятливі (холодні й вологі) ґрунтово-кліматичні умови (переважно в північних країнах); значні субсидії фермерам, що не заохочують їх до інновацій; відсутність ефекту на перших етапах впровадження; значні витрати на техніку і засоби захисту рослин; домінуючі стереотипи мислення та консерватизм. До того ж позначається і перевиробництво сільгосппродукції в західних європейських країнах, що також не стимулює впровадження нових технологій [5]. Існують і певні недоліки нульового обробітку ґрунту (табл. 5), які потребують вирішення на науковому та практичному рівнях.

5. Недоліки нульового обробітку ґрунту

Недоліки	Примітки
Агрономічні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зростання забур'яненості, кількості шкідників і проявів хвороб. 2. Ефективність залежить від особливостей клімату та ґрунту. 3. Відсутність повноцінних карт ґрунтів створює загрозу використання нульового обробітку в непридатних умовах відповідно з негативними результатами. 4. Недостатньо вивчені питання щодо покривних культур, зменшення їхньої конкуренції з основною культурою, синхронізації агротехнологічних заходів сівби і збирання, хімічної обробки основної і покривної культур, коригування структури сівозмін. 5. Важкі глини, піщані або пілуваті ґрунти менш сприятливі для цього обробітку через їхню переущільненість (природну чи антропогенно спричинену). 6. Кількість атмосферних опадів є важливим чинником ефективності нової технології. Підвищений рівень опадів негативно позначається, особливо на важких глинистих і піщаних холодних ґрунтах. 7. Сільгоспкультури по-різному реагують на нульовий обробіток: менш сприйнятливі – ячмінь та інші зернові культури (окрім пшениці, кукурудзи та жита), найменш сприйнятливі – цукровий буряк і картопля.
Економічні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ефективність залежить від соціально-економічних умов. 2. Додаткові витрати на хімічні засоби захисту рослин.
Соціальні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Використання у невласливих умовах може дискредитувати нульовий обробіток (наприклад, в аграрних регіонах з великою чисельністю населення його впровадження сприятиме збільшенню безробіття). 2. Можливе забруднення продукції пестицидами та важкими металами.
Екологічні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Використання більшої кількості хімічних засобів захисту рослин. 2. Забруднення ними підземних вод.

На думку фахівців з європейського континенту, українські чорноземні ґрунти є ідеальними об'єктами для впровадження нульового обробітку. Отже, якщо позитивно сприйняти досвід американського континенту, то землеробство України якнайшвидше, без будь-яких застережень, доцільно орієнтувати на суцільне впровадження нульового обробітку незалежно від ґрунтово-кліматичних і господарських умов. Якщо ж проаналізувати європейський досвід, то діяти треба більш обережно і поступово [2].

Отже, враховуючи наведені дослідження ми пропонуємо оцінювати системи обробітку ґрунту на засадах стійкого розвитку за агрономічними, економічними, соціальними та екологічними критеріями (табл. 6).

Результати аналізу систем обробітку ґрунту, які використовують фермери провідних країн світу, свідчать про те, що переважно використовують технології, які передбачають мінімізацію глибини обробітку і суміщення виконання технологічних операцій, використання новітніх технологій, застосування яких дає змогу зменшити витрати на виробництво без втрати якості продукції та вплив на природне навколишнє середовище [30].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

6. Критерії оцінки систем обробітку ґрунту

Критерії	Примітки
Агрономічні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сприятливість ґрунтово-кліматичних умов. 2. Сприйнятливості сільськогосподарських культур. 3. Заходи щодо контролю за бур'янами, хворобами та шкідниками. 4. Вибір культур для сівозміни. 5. Наявність необхідної сільськогосподарської техніки або можливість її залучення (оренда, фірми-посередники тощо). 6. Націленість на підвищення урожайності зі збереженням якості та безпечності продукції.
Економічні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Розробка та впровадження довгострокової стратегії розвитку виробництва. 2. Націленість на підвищення рентабельності виробництва. 3. Можливість залучення додаткових фінансових ресурсів. 4. Наявність налагоджених ринків збуту продукції.
Соціальні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Здатність керівництва до впровадження інноваційних методів, технологій і техніки в сільськогосподарське виробництво [29]. 2. Кваліфікований персонал, що має позитивне ставлення до новацій керівництва та готовий до співпраці з ним. 3. Мінімальне забруднення продукції пестицидами та важкими металами.
Екологічні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сприяння відновленню ґрунтів та їхньої родючості. 2. Зменшення будь-якого негативного впливу на природне навколишнє середовище.

Висновки

Україна, що прагне стати провідною аграрною країною не лише на рівні сільськогосподарської сировини, але й готової продукції, не може залишатися осторонь прогресивних ґрунтозахисних, екологічних та ефективних напрямів у розвитку землеробства. Це обумовлює необхідність вивчення переваг і недоліків наявних способів обробітку ґрунту з урахуванням сучасних тенденцій щодо збільшення прибутковості діяльності та зменшення екологічного навантаження на довкілля. Доцільно зазначити, що для сучасних умов господарювання є характерним: зменшення обсягів застосування органічних добрив; підвищення цін на паливо-мастильні матеріали, мінеральні добрива та засоби захисту рослин; зменшення чисельності механізаторів, які працюють у сільськогосподарському виробництві; зниження рівня забезпеченості господарств технікою; міжнародний контроль за шкідливими викидами в атмосферу. За таких умов особливо привабливим є застосування енергоощадних способів обробітку ґрунту, що дає змогу збільшити продуктивність сільськогосподарської техніки і залучених ресурсів, зменшити понесені витрати та екологічне навантаження на довкілля, забезпечити тривалий розвиток та можливість виходу на світові ринки.

Перспективи подальших досліджень – вивчення досвіду мінімального та нульового обробітку ґрунту в Україні з метою його практичного використання сільськогосподарськими виробниками.

References

1. Antonets, S. S., Antonets, A. S., & Pysarenko, V. M. (2010). *Orhanichne zemlerobstvo: z dosvidu PP «Ahroekolohiia» Shyshatskoho raionu Poltavskoi oblasti: praktychni rekomendatsii*. Poltava: RVV PDAA [In Ukrainian].
2. Bezuhlyi, M., Havryliuk, M., & Adamchuk, V. (2007). *Poshuk obiektyvnoi otsinky system obrobittku ґрунту v Ukraini. «Ahrarnyi Tyzhden. Ukraina», 39*. Retrieved from: http://a7d.com.ua/501-poshuk_obktivno_ocnki_sistem_obrobttku_ґрунту_v_ukran.html [In Ukrainian].
3. Bulyhin, S. Yu. (2003). *Rehlementatsiia tekhnolohichnoho navantazhennia zemelnykh resursiv. Zemlevporiadkuvannia, 2, 9–12* [In Ukrainian].
4. Shykuly, M. K. (2000). *Gruntozakhysna biolohichna systema zemlerobstva v Ukraini: monohrafiia*. Kyiv [In Ukrainian].
5. Hudz, V. P., Prymak, I. D., & Budonnyi, Yu. V. (2010). *Zemlerobstvo: pidruchnyk*. Kyiv: TsUL [In Ukrainian].

6. Kaminskyi, V. F. Naukovi osnovy optymizatsii suchasnykh system zemlerobstva v umovakh zminy klimatu. Retrieved from: zemlerobstvo.com/?p=5163 [In Ukrainian].
7. Lahutenko, O. T. (2012). *Ahroekolohiia: navchalnyi posibnyk*. Kyiv: NPU imeni M. P. Drahomanova [In Ukrainian].
8. Manko, Yu. P., Tanchyk, S. P., & Prymak, I. D. (2015). Zmist suchasnykh system zemlerobstva v Ukraini ta propozyitsii shchodo yikh klasyfikatsii. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 12, 17–21. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2015_12_6 [In Ukrainian].
9. Manko, Yu. P., Tsiuk, O. A., & Krotinov, O. P. (2008). *Model ekolohichnoho zemlerobstva v Lisostepu Ukrainy: metodychni rekomendatsii dlia vprovadzhennia u vyrobnytstv*. Kyiv: Ahrarna osvita [In Ukrainian].
10. Medvediev, V. (2013) Pluzhnyi, minimalnyi, nulovyi. «*Ahrarnyi Tyzhden. Ukraina*», Retrieved from: <http://a7d.com.ua/machines/10194-pluzhnyi-mnmalnyi-nuloviy.html> [In Ukrainian].
11. Minimalnyi obrobitok gruntu. (2016). Retrieved from: http://www.ukraine.fibl.org/fileadmin/documents-ukraine/publications_presentations/Minimalnyi_obrobitok_gruntu_Minimal_tillage.pdf [In Ukrainian].
12. Pashtetskyi, V. S. (2013). Minimizatsiia obrobitku hruntu v systemi ahroekolohichnoho zakhystu hruntiv. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomia*, 2, 74–81 [In Ukrainian].
13. Petrychenko, V. F., Bomba, M. Ya., Patyka, M. V., Perih, H. T., & Ivashchuk, P. V. (2011). *Zemlerobstvo z osnovamy ekolohii, gruntoznavstva ta ahrokhimii: navch. posibn*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
14. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Horb, O. O., & Chaika, T. O. (2019). Posukhy v konteksti zmin klimatu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1), 134–146. doi: 10.31210/visnyk2019.01.18 [In Ukrainian].
15. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Ponomarenko, S. V., & Shapoval, V. F. (2017). *Orhanichne zemlerobstvo dlia pryvatnoho sektora*. V. M. Pysarenko (Ed.). Poltava: FOP Myron I. A. [In Ukrainian].
16. Pysarenko, P. V., Horb, O. O., Nevmyvako, T. V., & Holik, Yu. S. (2009). *Osnovy biolohichnoho ta adaptivnoho zemlerobstva: navch. posib*. Poltava: Oriiana [In Ukrainian].
17. Pysarenko, P. V., & Chaika, T. O. (2016). Tekhnolohii obrobitku gruntu ta yikh vplyv na yakist gruntiv v orhanichnomu zemlerobstvi. *Rozvytok APK na zasadakh ratsionalnoho pryrodokorystuvannia: ekolohichni, sotsialnyi ta ekonomichni aspekty: materialy III Mizhnarod. nauk.-prakt. konf.* Poltava: PDAA [In Ukrainian].
18. Polupan, M. I., Solovei, V. B., & Velychko, V. A. (2005). *Klasyfikatsiia gruntiv Ukrainy*. M. I. Polupana (Ed.). Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
19. Proekt «Rozvytok orhanichnoho rynku v Ukraini». Retrieved from: <https://ukraine.fibl.org/ua/ua-resources.html> [In Ukrainian].
20. Ratoshniuk, T. M., Ratoshniuk, V. I., & Martyniuk, M. A. (2012). Ekoloho-ekonomichni problemy ratsionalnoho silskohospodarskoho zemlekorystuvannia. *Stratehiia Rozvytku Ukrainy. Ekonomika, Sotsiologia, Pravo*, 1, 211–216. Retrieved from: <http://jrnل.nau.edu.ua/index.php/SR/article/viewFile/6128/6857> [In Ukrainian].
21. Romaniuk, L. (2010). Znyshchennia chornozemiv – katastrofa Ukrainy. Retrieved from: <http://blogger.com.ua/2010/znyshchennia-chornozemiv-katastrofa-ukrai/> [In Ukrainian].
22. Rusan, V. M. (2009). *Ekonomika ratsionalnoho silskohospodarskoho zemlekorystuvannia: monohrafiia*. Kyiv: NNTs IAE [In Ukrainian].
23. Sirenko, N. M., & Chaika, T. O. (2011). Perspektyvy rozvytku orhanichnoho silskohospodarskoho vyrobnytstva v Ukraini. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomia*, 1, 20–27. Retrieved from: <http://217.77.213.157:8080/jspui/bitstream/123456789/419/1/Perspektyvy%20rozvytku%20orhanichnoho.pdf> [In Ukrainian].
24. Sytnyk, K., & Bahniuk, V. (2008). Stan gruntiv i maibutnie liudstva. *Visnyk NAN Ukrainy*, 8, 3–27 [In Ukrainian].
25. Stetsyshyn, P. O., Pyndus, V. V., & Rekenenko, V. V. (2011). *Osnovy orhanichnoho vyrobnytstva: navch. posib: 2-he vyd., zmin i dopovn*. Vinnytsia: Nova Knyha [In Ukrainian].
26. Tanchyk, S. P., Manko, Yu. P., & Babenko, A. I. (2012). Zmist suchasnykh system zemlerobstva ta yikh klasyfikatsiia. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv I Pryrodokorystuvannia Ukrainy. Ser. : Ahronomiia*, 176, 130–138. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_agr_2012_176_24 [In Ukrainian].

27. Chaika, T. O. (2013). *Rozvytok vyrobnytstva orhanichnoi produktsii v ahrarnomu sektori ekonomiky Ukrainy: monohrafiia*. Donetsk: Noulidzh [In Ukrainian].

28. Chaika, T. O. (2018). Rol minimalnogo obrobittu gruntu v orhanichnomu zemlerobstvi. *Inzheneriia pryrodokorystuvannia*, 2 (10), 37–44. Retrieved from: <https://drive.google.com/file/d/1edJXNTAezpYjEp75JKOCHtXFHpbuwfkO/view?usp=sharing> [In Ukrainian].

29. Yasnolob, I. O., Chayka, T. O., Gorb, O. O., Shvedenko, P. Yu., Protas, N. M., & Tereshchenko, I. O. (2017). Intellectual Rent in the Context of the Ecological, Social, and Economic Development of the Agrarian Sector of Economics. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 7 (23), 1442–1450. doi: 10.14505//jemt.v8.7(23).13 [In Ukrainian].

30. Yasnolob, I. O., Pysarenko, V. M., Chayka, T. O., Gorb, O. O., Pestsova-Svitalka, O. S., Kononenko, Zh. A., & Pomaz, O. M. (2018). Ecologization of tillage methods with the aim of soil fertility improvement. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (2), 280–286. doi: 10.15421/2018_339.

Стаття надійшла до редакції 26.08.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Чайка Т. О., Яснолоб І. О., Горб О. О., Лотии І. І., Березницький Є. В. Екологізація систем обробітку ґрунту задля відновлення та підвищення родючості ґрунтів. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 92–102.

© Чайка Тетяна Олександрівна, Яснолоб Ілона Олександрівна, Горб Олег Олександрович, Лотии Ігор Ігорович, Березницький Євген Вікторович, 2019