

КРИВОХИЖА ЄВГЕН

Західноукраїнський національний університет

<https://orcid.org/0000-0001-7270-6529>ye.kryvokhyzha@ukr.net

ЄМЕЦЬ ЗОЯ

Одеський державний аграрний університет

<https://orcid.org/0009-0007-1507-9734>

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ІНТЕНСИВНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ШЛЯХИ СТІЙКОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

У статті аналізується вплив інтенсифікації сільськогосподарського виробництва на екологічний стан. Вказується, що інтенсифікація сільського господарства негативно впливає на довкілля, переважно через негативні зовнішні екологічні впливи. Підкреслюється потреба запровадження більш екологічноорієнтованих агротехнологій та моніторингу довкілля. Виділяється, що з погіршенням екологічного стану потрібно переосмислити стратегію інтенсифікації сільського господарства, звернувши увагу на розвиток інфраструктури та переробної промисловості, які сприятимуть ефективному і ресурсозберігаючому напрямку сталого розвитку.

У статті аргументується, що основою розвитку сільського господарства повинна стати екологічна орієнтація, враховуючи природні характеристики і можливості природних ресурсів. Пропонується екологічний підхід як альтернативне рішення екологічних проблем у аграрному секторі, як компенсація за використання природних ресурсів. Запобігання ерозії ґрунтів, застосування органічних добрив, застосування ґрунтозахисних технологій – це заходи, які покращують якість ґрунтів і забезпечують екологічно м'який вплив. Мінімізація техногенного навантаження на природні ресурси через інтенсифікацію використання сільськогосподарської техніки, зменшення тиску на ґрунт від колісних і гусеничних тракторів, обмеження проходів техніки по полях і введення екологічно безпечних систем обробки землі, дозволять вирішити проблеми порушення гідрологічного режиму ґрунтів. Визначено, що сільськогосподарські землі, які сильно постраждали від людської діяльності та руйнівних природних явищ, слід виключити з активної обробки. Підкреслюється, що збереження біорізноманіття є ключовими аспектами для охорони навколишнього середовища. Роль аграрних систем у забезпеченні високої продуктивності сільського виробництва та їх вплив на видове різноманіття допомагає усвідомити важливість концепції сталого розвитку.

Ключові слова: інтенсивна сільськогосподарська діяльність, біорізноманіття, екологічні проблеми, агроєкосистема, екологізація, природна родючість.

KRYVOKHYZHA YEVHEN

West Ukrainian National University

YEMETS ZOIA

Odessa State Agrarian University

ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF INTENSIVE AGRICULTURAL ACTIVITY AND WAYS OF SUSTAINABLE AGRICULTURE

The article analyzes the impact of intensification of agricultural production on the ecological state. It is indicated that the intensification of agriculture has a negative impact on the environment, mainly due to negative external environmental impacts. The need to introduce more ecologically oriented agricultural technologies and environmental monitoring is emphasized. It is highlighted that with the deterioration of the ecological state, it is necessary to rethink the strategy of agricultural intensification, paying attention to the development of infrastructure and processing industry, which will contribute to an effective and resource-saving direction of sustainable development.

The article argues that the basis of agricultural development should be ecological orientation, taking into account the natural characteristics and possibilities of natural resources. An ecological approach is proposed as an alternative solution to environmental problems in the agricultural sector, as compensation for the use of natural resources. Prevention of soil erosion, application of organic fertilizers, use of soil protection technologies are measures that improve the quality of soils and provide an ecologically mild impact. Minimizing the man-made load on natural resources due to the intensification of the use of agricultural machinery, reducing the pressure on the soil from wheeled and crawler tractors, limiting the passage of machinery through the fields and introducing ecologically safe land cultivation systems will allow solving the problems of soil hydrological regime disturbance. It was determined that agricultural lands, which have been severely affected by human activity and destructive natural phenomena, should be excluded from active cultivation. It is emphasized that preservation of biodiversity is a key aspect for environmental protection. The role of agrarian systems in ensuring high productivity of rural production and their impact on species diversity helps to realize the importance of the concept of sustainable development.

Key words: intensive agricultural activity, biodiversity, environmental problems, agroecosystem, environmentalization, natural fertility.

Постановка проблеми

Інтенсифікація сільського господарства обмежує перетворення природних екосистем і часто призводить до екологічних збитків та негативно впливає на здоров'я людини. Зосередження та збільшення інтенсивності сільськогосподарського виробництва посилює проблеми збереження екологічного балансу, від зменшення біорізноманіття на аграрних землях до неефективного управління водними ресурсами, виснаження підземних вод і агрохімічного забруднення. Виснаження природних ресурсів зменшує

можливості для аграрного виробництва, збільшує ризики, що веде до значних економічних втрат [1]. При використанні цих технологій фокус зосереджується на отриманні високих врожаїв сільськогосподарських культур та продуктивності тварин з мінімізацією витрат для підвищення прибутку від продажу. Тому важливість дослідження взаємодії між аграрним сектором і довкіллям є беззаперечною та вимагає уважного вивчення.

Аналіз останніх джерел

У дослідженнях: Амонс С., Красняк О. [2], Бородіна О., Прокопа І. [3], Гунько Л. [4] зазначено, що основні причини екологічних конфліктів у використанні природних ресурсів пов'язані з розпадом економічного механізму, наслідками неправильного використання землі та екстенсивного ведення господарства. Вчені Педак І. Гунько Л. [5], Хан, К. Й., Алі, Б., Стоффелла, П. Дж., Фен, Ю., Цуй, Х., Го, Ю. Ян, Х. [6], Пінчук А. [7], Кузін Н., Гончаров В., Сверідова Л. [8] вказують на необхідність врахування впливу людської діяльності на довкілля у процесі аграрного виробництва і дотримання екологічного балансу в кожному випадку для забезпечення сталого розвитку сільського господарства в майбутньому. В своїх роботах: Лупенко Ю., Малік М., Булавка О. [9], Рейтар, К. [10], Риковська О. [11], Присяжнюк В., Зубець, М., Саблук П., Месель-Веселяк В. [12] стабільний розвиток розглядається як процес, що передбачає новий тип функціонування сільського господарства, направлений на інтенсифікацію сільськогосподарського виробництва.

Виклад основного матеріалу

Мета дослідження полягає у вивченні впливу інтенсивного сільськогосподарського виробництва на навколишнє середовище, а також у розробці та аналізі можливостей переходу до більш стійких методів сільськогосподарської діяльності.

Задачі дослідження включають: дослідження того, як інтенсивні методи сільськогосподарського виробництва, такі як використання великої кількості хімічних добрив та пестицидів, впливають на ґрунт, водні ресурси, біорізноманіття; вивчити, як інтенсивні аграрні практики впливають на якість ґрунту, води та повітря, а також на здоров'я людей, які живуть у цих регіонах.

Проаналізувати інноваційні та стійкі методи сільського господарства, що зменшують негативний вплив на довкілля, включаючи органічне землеробство; сформулювати рекомендації щодо впровадження більш сталого підходу у сільськогосподарській практиці, включаючи застосування екологічно безпечних технологій та практик.

Земельна класифікація в Україні, визначена Земельним кодексом, включає різні категорії: сільськогосподарські землі, землі для житлової та громадської забудови, території для промисловості, заповідні, оздоровчі, рекреаційні, історико-культурні та лісові ділянки. Загальна площа земель України становить 60,5 млн га, з яких 71% (41,6 млн га) припадає на сільськогосподарські угіддя. Ліси та інші лісові масиви займають 17,2% (10,47 млн га), болота - 1,65%, території без рослинного покриву - 1,79%, водні об'єкти - 4,2%. Окрему категорію становлять особливо цінні землі, що складають близько 12 млн га, або приблизно 21% від усіх земель. Площа сільськогосподарських угідь в Україні зменшується: якщо у 2005 році вона складала 70,9% (42,3 млн га), то у 2022 р. цей показник знизився до 64,03% (41,65 млн га) [13].

Таблиця 1

Показники площ сільськогосподарських земель України у 2005-2022 рр. [13]

Роки	Загальна площа сільськогосподарських угідь, тис. га
2005	42050,3
2010	41852,9
2015	41827,0
2022	41654,0

Рівень інтенсивності використання земельних ресурсів України територіально досить диференційований. Найбільше залучення землі до господарського обігу відбулося у Львівській, Донецькій та Тернопільській областях. Загалом земельні ресурси України характеризуються досить високим біопродуктивним потенціалом, а в його структурі – висока питома вага ґрунтів чорноземного типу, що створює сприятливі умови для продуктивного землеробства (рис. 1.).

Максимальну сільськогосподарську освоєність території мають землі Запорізької (88,4%), Миколаївської (86,7%), Кіровоградської (85,8%), Дніпропетровської (82,9%), Одеської (83,3%) та Херсонської (81,5%) областей [1].

Результати досліджень та їх обговорення. Мета дослідження – аналіз екологічних проблем, які виникають внаслідок сучасних практик у сільському господарстві, та розробка рекомендацій щодо переходу до більш стійких та екологічно безпечних практик в сільськогосподарському виробництві.



Рис. 1. Карта деградації ґрунтів внаслідок інтенсифікації сільськогосподарської діяльності [14]

Сучасне сільське господарство є не тільки головним споживачем водних ресурсів, але й їх основним забруднювачем. Особливо важливим є забруднення річок органічними відходами, водійм – еутрофікуючими поживними речовинами, джерел води – пестицидами та мінеральними добривами, а також забруднення ґрунтових та поверхневих вод відходами й оліями, що залишаються після обслуговування сільськогосподарської техніки. Тваринництво є джерелом забруднення навколишнього середовища небезпечними хімічними та бактеріологічними речовинами, які можуть спричинити сотні різних захворювань рослин, тварин і людей. Великі тваринницькі комплекси, наприклад на 30 тис. голів великої рогатої худоби або свинарські комплекси на 200 тис. голів, забруднюють навколишнє середовище на рівні міста з населенням приблизно 400 тис. чол. [15].

Основним ресурсом аграрного виробництва виступає земля, а точніше – ґрунтовий покрив. Для формування одного дюйму чорнозему природі потрібно 200-300 років. Проте, через неефективне використання земель, таке як нераціональна забудова, затоплення заплавлених лук, неправильне ведення сільського господарства, інтенсивний випас худоби та некоректне орання земель, ґрунти піддаються значному негативному впливу [16]. Основні ресурси для сільськогосподарського виробництва, такі як енергія та хімічні засоби, здебільшого отримуються з невідновлюваних природних джерел, наприклад, нафти та її переробних продуктів [17]. В табл. 1 представлено екологічні проблеми, що виникають через внутрішні та зовнішні фактори в аграрному секторі.

ґрунти, які є основним компонентом всіх наземних екосистем, становлять фундамент виробництва сільськогосподарської продукції, тому їх деградація викликає значне занепокоєння. Протягом сільськогосподарських процесів, таких як підготовка ґрунту, посів, догляд за рослинами, збирання врожаю та обробка рослинних залишків, різноманітна техніка проходить по полю від 5 до 15 разів.

Таблиця 1

Чинники, що загострюють екологічні проблеми у сільському господарстві [18, 19]

Внутрішні фактори	Зовнішні фактори	Глобальні (зовнішні) фактори
ведення інтенсивного сільського господарства (області з високим потенціалом)	виснаження ґрунту (засолення, втрата органічних речовин)	виснаження запасів підземних вод; агрохімічне забруднення; втрата місцевого біологічного розмаїття (у природі та сільському господарстві); викиди парникових газів; зоонозні захворювання; втрата генетичного розмаїття продовольчих культур та тварин.
екстенсивне ведення сільського господарства (менш сприятливі галузі)	виснаження поживних речовин, що проявляються на місцях наслідки ерозії ґрунту	наслідки ерозії ґрунту, що виявляються вниз по течії (замулення водосховищ); гідрологічні зміни (наприклад, припинення затримання води в районах, розташованих вгору за течією); виснаження пасовищ у зонах спільної власності; зниження зв'язування (зберігання) вуглецю внаслідок вирубування лісів та викиди двоокису вуглецю і лісових пожеж; втрата біологічного різноманіття.

Опір ґрунту після проходу тракторів та вантажівок збільшується на 25-60% у порівнянні з непошкодженими ділянками, що веде до збільшення витрати палива при підготовці ґрунту на мільйони тон щорічно [20]. Дамо характеристику наведених в табл. 1 чинників.

1) Вплив на руйнування структури ґрунтів збільшення маси мобільних сільськогосподарських машин. За останні 20 років маса тракторів зросла в 3-4 рази.

2) Ущільнення та перезволоження земель призводить до падіння врожайності. Через ущільнення ґрунтів при поточному рівні механізації польових робіт врожайність пшениці знижується на 10-15%, цукрових буряків – на 15-20%, картоплі – на 40%;

3) Руйнування ґрунтів через дефіцит поживних речовин, і за останні 50 років ґрунти України втратили 20-30% гумусу. За даними середньорічного винесення поживних речовин рослинами, що становить понад 15 млн. тон, у ґрунт повертається лише 3 млн. тон або не більше 20% від загального виносу.

4) Зниження кількості органічних речовин, що надходять у ґрунт через недоліки у плануванні та обліку виходу гною з ферм та комплексів, а також при внесенні органічних добрив. Розрахунки показують, що в господарствах виходить гною занижено на 30-50%, при цьому фізичні втрати гною досягають 5 тон на умовну голову на рік. Неповне використання гною призводить до великих втрат.

5) Зниження поголів'я худоби в період реформ спричинило зменшення виходу гною, однак його використання зменшувалося ще більш інтенсивно, знизившись з 6 т/га до 0,8 т/га, або у 7,5 разів [21, 22].

6) Втрати органічної речовини та біогенних елементів, таких як азот, фосфор та калій, у процесі циклу від тварин до рослин, за даними досліджень, складають: для азоту – 70%, фосфору та калію – 40-50%. Головними факторами забруднення ґрунтів є використання хімічних засобів та методів захисту рослин, застосування різних технологій та технічних засобів. Через порушення технологій та неефективність технічних засобів 50-85% гербіцидів та 65-95% фунгіцидів не досягають цільових об'єктів [23].

В свою чергу, на якість та родючість ґрунту негативно впливають такі чинники:

1) Механізація обробки ґрунту. Сільськогосподарська техніка потужна та важка. Кожен сантиметр орного шару піддається впливу ходових систем машин мінімум двічі на рік, що спричиняє переущільнення орного та підорного шарів. У місцях проходження сільгосптехніки щільність ґрунту зростає на 0,2-0,38 г/см³ і зберігається такою протягом усього вегетаційного періоду. Це порушує водний та повітряний баланс ґрунту, погіршує його структуру, ускладнює механічний склад, знижує водопроникність, що веде до збільшення поверхневого стоку. На зрошуваних землях це призводить до формування водяних пробок на межі орного та підорного шарів, порушує режим ґрунтових вод і створює «мочаки» – перезволожені ділянки, непридатні для землеробства.

2) Хімізація сільськогосподарського виробництва, яка є частиною його інтенсифікації, полягає у застосуванні мінеральних добрив та пестицидів для досягнення високих урожаїв, навіть на тлі достатньо плодючих ґрунтів з великим потенціалом продуктивності, які переважають у країні. Введення великих доз добрив та пестицидів, особливо під овочеві та технічні культури, призводить до зон із високими концентраціями цих речовин у ґрунті. Особливо небезпечним є використання застарілих та високотоксичних, але дешевих препаратів [24]. Негативні екологічні наслідки цього включають накопичення шкідливих речовин у рослинах, які потім потрапляють у продукти харчування та в організм людини; забруднення підземних та поверхневих вод; отруєння та гибель рослин та тварин; загибель мікроорганізмів у ґрунті.

3) Водне поліпшення ґрунтів, яке включає зрошення, веде до погіршення їх водно-фізичних характеристик і зменшення вмісту кисню до 10%. Тривале зрошення у надлишкових кількостях призводить до вторинного засолення ґрунту. Надмірні та часто руйнівні методи землеробства, такі як спалювання стерні на полях, погіршують якість земель, що використовуються. Це виражається у збільшенні окисних процесів у ґрунтах, зниженні їх гумусового вмісту та розвитку на великих площах водної та вітрової ерозії. Виникає деградація ґрунтів, і втрата їхньої родючості робить неможливим продовження землеробства. Розширення міст, розвиток промисловості та інфраструктури веде до вибуття багатьох цінних сільськогосподарських земель з обороту та вимушеного використання менш родючих ґрунтів для збереження земельного балансу [25].

Найбільшу загрозу для поверхневих та підземних вод становлять тваринницькі ферми, комплекси та птахофабрики. Основною проблемою тут є недостатній обсяг гноезберігачів. В багатьох господарствах через інтенсивне розведення гною водою під час його видалення та відсутність обліку рідкої фракції обсяги гною за стійловий період у 1,5-3 рази перевищують обсяги гноезберігачів. Інші проблеми ферм включають: цілорічний вивіз рідкого гною на поля, використання звичайних сховищ для зберігання гною, відсутність захисних споруд проти витоків гнійових і зливових вод з території ферм, скидання стічних вод у гноезберігачі, на місцевість або прямо в меліоративні канали. Окремою проблемою є утилізація концентрованих гнійових стічних вод, які утворюються на доільних площадках та складають до 50% від загального обсягу гною. У вентиляційних викидах м'ясокомбінатів міститься понад 300 видів токсичних речовин, але у нормативній документації розглядається лише 11 з них, у викидах тваринницьких ферм та комплексів - 50 видів, а розглядається лише 3. Зона розсіювання токсичних речовин у повітрі зазвичай у 4-5 разів більша за розрахункову, що погіршує екологічні умови.

Серйозною проблемою для довкілля є втрати мастильних матеріалів, палива та робочих рідин через недостатню надійність гідросистем сільськогосподарської техніки. Через пошкодження рукавів та

трубопроводів цих систем щороку втрачається приблизно 500 тис. т робочих рідин. Це призводить до виведення з обробітку до 2 тис. га орних земель та втрати понад 5 мільйонів тон сільськогосподарської продукції щорічно [26].

Значну загрозу для навколишнього середовища становлять викиди, які виникають внаслідок згоряння палива при роботі сільськогосподарської техніки. Приблизно 23% викидів вуглекислого газу (CO₂) в атмосферу, пов'язані з діяльністю аграрного сектора, відбувається через використання техніки під час її пересування та через теплові установки, які функціонують на традиційних видах палива.

Загальні проблеми, пов'язані з землеробством, включають [27, 28, 29]:

1. Під впливом аграрного виробництва:

- вирубка природної рослинності на великих територіях і її заміна на монокультури сільськогосподарських рослин;
- знищення природних місць існування тварин;
- погіршення якості ґрунтів через їх нераціональне використання, яке включає водну та вітрову ерозію, виснаження ґрунтів, їх засолення та осолонцювання, заболочування та забруднення від надмірного застосування добрив та пестицидів;
- зміни у радіаційному та водному балансах великих територій, що впливають на клімат;
- зміни у гідрологічному режимі територій, включаючи підсилення поверхневого стоку, зниження рівня ґрунтових вод, підвищення їх рівня при зрошенні, посилення седиментації у річках, що призводить до накопичення органічних та мінеральних відкладів у водоймах;
- забруднення поверхневих та ґрунтових вод добривами, пестицидами, водорозчинними солями, відходами виробництва;
- забруднення атмосфери, що відбувається при внесенні добрив та пестицидів з використанням авіації, а також при викиді азотистих сполук з ґрунту в атмосферу;
- утворення непродуктивних земель;
- розвиток процесів опустелювання.

2. Під впливом тваринництва відбуваються такі негативні зміни [28, 30]:

- вирубка природної рослинності на великих територіях та процеси опустелювання через перевантаження пасовищ;
- погіршення стану природної рослинності на пасовищах;
- руйнування рослинного покриву та ерозія ґрунтів біля колодязів, на шляхах переміщення худоби та інших місцях;
- забруднення поверхневих вод відходами тваринництва поблизу місць забою та переробних підприємств, внаслідок утримання худоби в стійлах, при водопої біля природних водойм та річок.

Основним напрямком у вирішенні задачі стійкого розвитку сільського господарства є забезпечення збереження та підвищення природної родючості ґрунтів. Для досягнення цієї мети необхідно зосередитися, в першу чергу, на боротьбі з ерозією ґрунтів, використанні органічних добрив, проведенні агролісомеліоративних заходів, культурно-технічної меліорації, травосіяння, гіпсування, мінімізації техногенного впливу на ґрунти, застосуванні ґрунтозахисних технологій, біологічних методів захисту рослин, оптимальних сівозмін, чистих пар тощо. Ці заходи є «м'якими» методами поліпшення якості ґрунтів, вони не призводять до різких змін у екологічному балансі агроєкосистем, а навпаки – сприяють підвищенню їхньої родючості. Такі заходи повинні мати пріоритет у порівнянні з «глибокими меліораціями» (особливо гідротехнічними), широким застосуванням хімічних засобів захисту, мінеральних добрив, пестицидів та використанням у сільському господарстві потужної техніки, що сприяє ущільненню ґрунту [31].

Аналіз сучасного стану екологічної ситуації в аграрному секторі України представлено у табл. 2, де вказані основні джерела, причини та види впливу на довкілля від технологій та технічних засобів сільськогосподарського виробництва.

Одним з ключових шляхів зменшення ущільнення ґрунту є використання широкозахватних та комбінованих машинно-тракторних агрегатів, раціональне планування їхнього руху та мінімальна обробка ґрунту. Це дозволить скоротити ресурсні витрати на обробіток ґрунту та посів зернових культур на 40-50% в порівнянні з одноопераційними машинами, зменшивши кількість проходів агрегату по полю з 5-6 до 2-3. Важливою є також мінімізація обробітку ґрунту, наприклад, заміною звичайної оранки на ярусну обробку. При цьому верхній шар ґрунту обробляється оранкою на глибину 12-15 см, а нижні шари розпушуються безвідвальним способом на глибину 25-35 см. Такий метод обробки покращує водопроникність глибоких шарів ґрунту, захищає їх від водної та вітрової ерозії, знижує енерговитрати на 27-35% і дозволяє заощадити 5-7 кг/га палива. Зниження впливу ходових частин сільськогосподарських агрегатів на ґрунт досягається за рахунок створення коліс та гусениць різної конструкції, які забезпечують нормативний тиск машин на ґрунт [32].

Дослідження вказують на те, що збільшення вмісту гумусу в ґрунтах можливе за умови їхнього відпочинку під покривом трави протягом 3-4 років. У випадку, коли така перерва в обробітку неможлива, рекомендовано сіяти багаторічні трави з подальшим обережним укосом та заорюванням рослинності через 3-5 років. Також значущим для підвищення вмісту гумусу є ефективне використання потенційних ресурсів відходів з тваринництва та птахівництва.

Основні джерела та види впливів на природне середовище технологій та технічних засобів сільськогосподарського виробництва (сформовано авторами на основі [21, 24, 26])

Фактори впливу	Причини та види впливу
Рослинництво: -самохідні технічні засоби	-викиди в атмосферу CH, CO та CO ₂ ; -буксування; -втрати палива та мастильних матеріалів;
-сільськогосподарська техніка	-ущільнення ґрунтів; -руйнування структури ґрунтів; -втрати поживних речовин, органічних і мінеральних добрив та отрутохімікатів; -низький рівень використання добрив та отрутохімікатів; -вітрова і водна ерозія; -шумове та пилове забруднення.
Тваринництво: техніка видалення гною; транспорт; гноєсховища; територія ферм; засоби забезпечення мікроклімату.	-розведення гною водою; -забруднення доріг; -витоку; -вимивання дощами; -забруднення ґрунтових вод; -виток зливових і стічних вод; -забруднення атмосфери CO ₂ , NH ₃ .
Підприємства переробки продукції: зерноочисні пункти; силосні траншеї; цехи з переробки молока та м'яса; споруди зберігання та переробки гною та посліду.	-запиленість, шум; -виток силосних соків; -виток стічних вод; -втрати поживних речовин групи NPK; -забруднення атмосфери CO ₂ , NH ₃ ; -забруднення водних джерел; -втрати тепла.
Машинні двори: -Майстерні ремонту техніки; -Пункти технічного обслуговування; -майданчики зберігання техніки.	-нафтовмісні стічні води; -продукти згоряння палива; -зливові води.
Енергетика: -котельні; -лінії електропередач.	-забруднення атмосфери CO ₂ , NH ₃ ; -втрати тепла; -Забруднення електромагнітне.
Очисні споруди:	-забруднення водних джерел.

З екологічного погляду слабким місцем у системі переробки гною є сам процес переробки, який допускає втрати фізичної маси та поживних речовин під час зберігання та внесення у ґрунт, а також забезпечує лише часткове засвоєння поживних речовин рослинами. Дослідження й аналіз наукових праць вказують, що в найближчому майбутньому планується використовувати 7 основних існуючих та новорозроблених методів утилізації гною. Для підстилкового та безпідстилкового утримання тварин з виготовленням компостних сумішей застосовуються [10, 33]:

- пасивна ферментація (тривале витримання) на майданчиках;
- активна ферментація (перемішування суміші в літній період) на майданчиках;
- активна ферментація у закритих спорудах (біореакторах);
- переробка підстилкового гною з використанням дощових хробаків.

Для безпідстилкового утримання тварин з обробкою рідкого гною пропонуються [6]:

- термофільна стабілізація у спеціальних спорудах;
- анаеробна обробка гною в метантенках;
- поділ гною на тверду та рідку фракції з біоферментацією твердої та стабілізацією рідкої фракції.

Гній, як органічне добриво, отримане за допомогою зазначених технологій, відповідають головним агротехнічним та санітарно-гігієнічним стандартам і сприяють зростанню врожайності сільськогосподарських культур на 50%. Однак вартість таких добрив високий, і їх розподіл як звичайних органічних добрив не є економічно виправданим.

В цих умовах особливо важливим стає розроблення комплексних органомінеральних добрив, які містять основні компоненти для живлення рослин у співвідношенні, відповідному біологічним особливостям культур та рівню родючості ґрунту. Дози внесення таких добрив можуть бути знижені до 1-3 т/га, і вони вносяться в прикореневу зону за допомогою машин, призначених для внесення мінеральних добрив [34].

Використання нових типів добрив зменшить втрати та підвищить ефективність використання мінеральних добрив. Паралельно це матиме позитивний вплив на охорону навколишнього середовища, значно знижуючи потрапляння нітратів та інших хімічних елементів добрив до ґрунтових вод й водойм [16].

Формування екологічних аспектів використання природних ресурсів, для вирішення проблем сільськогосподарського землекористування (сформовано авторами на основі [19, 30, 35, 36])

Найменування	Соціально-еколого-економічний характер прояву
1. Характеристика земельних ресурсів	<ul style="list-style-type: none"> - Земельні ділянки, що знаходяться в різних регіонах, можуть значно відрізнятися за своєю продуктивністю через природні умови, склад ґрунту, кліматичні особливості, рельєф та наявність водних ресурсів. Ці відмінності створюють можливість для отримання додаткового доходу, диференціальної ренти, яка впливає на результати господарської діяльності у сільському господарстві та вимагає врахування при регулюванні відносин з іншими землекористувачами. - Земельні ресурси обмежені у просторі, і при вичерпанні вільних угідь їх неможливо збільшити, на відміну від інших видів виробництва. - Земельні ділянки мають постійне місце розташування та прив'язані до певного регіону, що вимагає створення спеціалізованих засобів виробництва для землеробства в даному регіоні, а також розвитку системи та інфраструктури для міжрегіонального зв'язку. На відміну від більшості засобів виробництва штучного походження, які є мобільними та можуть переміщатися у просторі, земельні ресурси мають стале місце розташування.
2. Негативні природні процеси	<ul style="list-style-type: none"> - Подальше зменшення загальної площі сільськогосподарських земель; - Зниження площ зрошуваних та осушених земель, погіршення їх меліоративного стану та умов використання; - Зростання негативного балансу гумусу на ріллі (до 1-3 тонн на гектар щороку); - Посилення процесів ерозії та опустелювання; - Забруднення ґрунтів важкими металами, радіонуклідами; - Приріст площ засолених та осолонцеваних ґрунтів, що обмежують аграрне виробництво; - Інтенсивне заболочування та підтоплення земель, заростання їх деревно-чагарниковою рослинністю, погіршення стану природних лук і пасовищ; - Втрата великих площ продуктивних земель, включно з унікальними за родючістю (рілля на чорноземах), через їх відчуження для неаграрних цілей; - Деградація ґрунтів, що включає втрату гумусу, ерозію, змив, розвіювання, через недотримання агротехнічних та екологічних норм; - Промислове та аграрне забруднення довкілля (води, повітря, ґрунтів), особливо в районах з високою щільністю населення.
3. Екологічні проблеми	<ul style="list-style-type: none"> - Велика втрата продуктивних земель, включаючи унікальні за родючістю ділянки (наприклад, рілля на чорноземах), через їх передачу під несільськогосподарське використання; - Деградація ґрунтів, яка охоплює втрату гумусу, ерозію, змивання, розвіювання ґрунтів, викликана недотриманням агротехнічних норм та екологічних вимог; - Забруднення довкілля внаслідок промислової та сільськогосподарської діяльності.
4. Заходи щодо покращення використання земельних ресурсів	<ul style="list-style-type: none"> - Удосконалення стану земельного фонду в рамках аграрного сектора, включаючи заходи проти ерозії, використання органічних добрив, проведення різних видів меліорацій, впровадження біологічних методів; - Обмеження впливу позааграрних галузей, значне зменшення вилучення земель з аграрного використання (наприклад, під час будівництва ГЕС, розвитку гірничодобувної промисловості, розширення міст), компенсація земельних втрат з боку цих галузей, зниження рівня забруднення земельних ресурсів; - Раціональне використання земельного фонду, спрямоване на досягнення оптимальних результатів у аграрному виробництві.
5. Державна фінансово-кредитна політика	<ul style="list-style-type: none"> - Пряма фінансова підтримка меліоративних об'єктів, що належать державі, у формі компенсацій для їх утримання та поточного ремонту; - Інвестиції держави в меліоративні об'єкти через безповоротні капітальні вкладення; - Надання пільгових короткострокових та довгострокових кредитів сільськогосподарським виробникам, які господарюють на раніше покращених землях; - Надання короткострокових (для придбання сільськогосподарських ресурсів, таких як паливо, електроенергія, мінеральні добрива) та довгострокових (через лізингові угоди) кредитів сільськогосподарським виробникам, які господарюють на меліорованих землях; - Ефективне та цільове використання коштів, отриманих від земельного податку, для підвищення родючості земель.

Розвиток сільського господарства шляхом зосередження на ресурсозбереженні, з акцентом на прискорений розвиток інфраструктури та переробної промисловості, вважається найбільш ефективним у

найближчій перспективі [23]. Аналізуючи поточний стан навколишнього середовища та сільськогосподарського виробництва, а також оцінюючи динаміку змін якісних характеристик земель, можна констатувати, що тенденція до зниження родючості ґрунтів та погіршення екологічної ситуації триває (табл. 3).

Покращення екологічного стану в цих районах можливе за рахунок удосконалення технологій (впровадження маловідходних і безвідходних процесів виробництва, використання ґрунтозахисних систем землеробства), а також зменшення загального техногенного навантаження на ці території через трансформацію структури використання земель.

Важливою стратегією є розробка програм, спрямованих на прискорений розвиток виробничо-збутової сфери, які б допомогли покращити використання та зменшити втрати сільськогосподарської сировини. Це можливо шляхом інтеграції сучасних наукових знань та традиційного досвіду, створення інтенсивних технологій, які б враховували місцеві та соціальні умови і були б збалансовані з точки зору екологічних та економічних критеріїв. Наразі втрати, пов'язані з відставанням у розвитку інфраструктури та переробної промисловості, складають 20-30%. Усунення цих втрат дозволить зберегти еквівалентну кількість природних ресурсів.

Висновки

Визначено, що інтенсивний розвиток сільськогосподарського виробництва має суттєвий негативний вплив на довкілля, що виявляється у формі забруднення ґрунтів, водних ресурсів та атмосфери хімічними речовинами і вихлопними газами.

Визначено, що широке використання машинної техніки у сільському господарстві спричиняє деградацію ґрунтів та забруднення вод і повітря, водночас знижуючи економічну ефективність. Для покращення екологічного стану в аграрній сфері необхідно розробити рекомендації для екологічно безпечного ведення аграрного виробництва та швидкі методи контролю за впливом технологій і технічних засобів. Зосередження на засіяних площах як ключових показниках ускладнює інтенсивне використання землі, тому потрібен підхід, що орієнтований на кінцеві результати виробництва.

Доведено, що для поліпшення екологічної обстановки в сфері сільського господарства необхідно: використовувати наявний досвід, розробити та надати сільським товаровиробникам рекомендації для екологічно безпечного ведення аграрного виробництва; розробити доступні швидкі методи та оперативні інструменти контролю за рівнем техногенного впливу технологій та технічних засобів, що використовуються в сільському господарстві. Екстенсивний підхід, що зосереджується на засіяних площах як ключових показниках, перешкоджає інтенсивному використанню землі, орієнтованому на кінцеві результати.

References

1. Lahodiienko, N. V. and Lahodiienko, V. V. (2019). Assessment of the economic component of sustainable development of agricultural production in an open national economy. *Ukrains'kyj zhurnal prykladnoi ekonomiky*, Vol, 4, no. 4, 265-281. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2019-4-31>. [in Ukrainian].
2. Amons, S., & Krasnyak, O. (2023). Ecologization of agricultural production as the basis of the formation of the food security system of Ukraine. *Economy and Society*, (47). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-47-41>. [in Ukrainian].
3. Borodina, O., Prokopa, I. (2023). Socio-economic component of agriculture and rural development on the basis of agroecology: scientific and applied aspects. *Economy of Ukraine*, 5, 82-96. <https://doi.org/10.15407/economyukr.2023.05.082>. [in Ukrainian].
4. Hunko, L. (2022). Formation of sustainable (balanced) land use – basis of economic development of land planning in Ukraine. *Agrosvit*, 9-10, 51-61. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2022.9-10.51> [in Ukrainian].
5. Pedak, I. S. (2016). Ecological-economic mechanism of rational use of land resources", *Derzhava ta rehiony. Serii: Derzhavne upravlinnia*, vol. 1 (53), 112-115. [in Ukrainian].
6. Khan, K. Y., Ali, B., Stoffella, P. J., Feng, Y., Cui, X., Guo, Y. Yang, X., (2020). Bioavailability and bioaccessibility of Cd in low and high Cd uptake affinity cultivars of Brassica rapa ssp. Chinensis L. (Pakchoi) using an In vitro gastrointestinal and physiologically-based extraction test. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(1), 28-37.
7. Pinchuk, A. O. (2020). The strategy of ensuring the sustainable development of agriculture in the conditions of digitization of the economy of Ukraine: autoref. thesis ... Dr. Economics of Sciences: 08.00.03. Chernihiv, 36 p. [in Ukrainian].
8. Kuzin, N. V. Goncharov, V. V. and Sveridova L. A. (2017). Topical issues of use and protection of land resources of Ukraine. *Research: tendencies and prospects: collection of scientific articles*, 25-28. [in Ukrainian].
9. Lupenko, Yu. O. and Malik, M. Y. (2020). Strategichni napryamy stalogo rozvytku silskih teritoriy na period do 2030 roku [Strategic directions of sustainable development of rural areas for the period up to 2030]. NNC, IAE. Ukraine. [in Ukrainian].
10. Reyntar, K. (2013). Indicators of sustainable agriculture: a scoping analysis. Installment 8 of "Creating a sustainable food future", A working paper for the World Resources Report. Retrieved from:

https://www.academia.edu/28309416/Indicators_of_Sustainable_Agriculture_A_Scoping_-_Analysis.

11. Rykovska, O. V. (2023). Agroecological vector of strengthening the social orientation of agriculture. *Ukrainian socium*, 2(85), 207-219. <https://doi.org/10.15407/socium2023.02.207> [in Ukrainian].
12. Prysyzhnyuk, V. M., Zubets, M. V., Sabluk, P. T. and Mesel-Veselyak, V. Ya. (2011). Agrarian sector of economy of Ukraine (state and prospects of development). NNTsIAE, Kyiv, Ukraine. [in Ukrainian].
13. FAO (2022). Ukraine and FAO sustainable food systems for food security and nutrition. Retrieved from: <https://www.fao.org/about/en/>.
14. EarthExplorer. (2023). Retrieved from: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
15. Zhang, X., Yao, G., Vishwakarma, S., Musumba, M., Heyman, A. and Eric A., Davidson (2021). Quantitative assessment of agricultural sustainability reveals divergent priorities among nations. *One Earth*, vol. 4, 1262–1277.
16. Tretiak, A. Tretiak, V. Kuriltsiv, R. Priadka, T. and Tretiak, N. (2021). Management of land resources and land use: basic principles of theory, institutionalization, practice, Belotserkivdruk LL, Bila Tserkva, Ukraine. [in Ukrainian].
17. Veklych, O. (2019). The specifics of the cost measurement of the ecosystem services in determining the damage from environmental pollution. *Economy of Ukraine*, 6, 54-78. <https://doi.org/10.15407/economyukr.2019.06.054> [in Ukrainian]
18. Takahashi, K., Preetz, H., Igel, J., (2011). Soil properties and performance of landmine detection by metal detector and ground-penetrating radar – soil characterisation and its verification by a field test. *The Journal of Applied Geophysics*. 73, 368–377.
19. Zhylyns'ka, O. (2017). Doktryna zbalansovanoho rozvytku [The doctrine of balanced development], 2nd ed, Calvary, Lviv, Ukraine. [in Ukrainian].
20. Chereda, I. S. (2015). Ecological crisis in Ukraine and ways to overcome it. *Ekonomika*, vol. 27, 152-159. [in Ukrainian].
21. Orsini S., Padel S., Lampkin N. (2018). Labour Use on Organic Farms: a Review of Research since 2000. *Organic Farming*, Vol. 4, Iss. 1, 7–15. <https://doi.org/10.12924/of2018.04010007>
22. Poprozman, N. and Korobska, A. (2018). State and trends of use of land resources of agricultural purposes in the context of national security of the state. *Derzhavne upravlinnya: udoskonalennya ta rozvytok*, [Online], vol. 11, Retrieved from: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=1333>. DOI: 10.32702/2307-2156-2018.11.3 [in Ukrainian].
23. Furdychko, O. I. (Ed.). (2022). Ecological and economic principles of balanced agricultural production and use of natural resources of the agrosphere: monograph. Kyiv: DIA [in Ukrainian].
24. Zinovchuk, N. (2023). Justification of environmental and economic mechanisms of adaptation of agricultural production and rural areas to climate changes. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia – Balanced nature management*, 1, 5-11. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2023.278532> [in Ukrainian].
25. Panas, R. M. (2021). Soil ecology: a study guide. Lviv: Novyi svit-2000 [in Ukrainian].
26. Makedon, V., Dzeveluk, A., Khaustova, Y., Bieliakova, O., Nazarenko, I. (2021). Enterprise multi-level energy efficiency management system development. *International Journal of Energy, Environment, and Economics*, Vol. 29. Iss. 1, 73-91.
27. Bahorka, M. O., Serhiyenko, A. A. (2021). Ekolohizatsiya vyrobnytstva ahrarykh pidpryyemstv yak innovatsiyna skladova yikh rozvytku. [Greening of the production of agricultural enterprises as an innovative component of their development]. *Ekonomichni studiyi*. № 3(33), 10-16. [in Ukrainian].
28. Karpenko, L., Serbov, M., Kwilinski, A., Makedon, V. & Drobyazko, S. (2018). Methodological platform of the control mechanism with the energy saving technologies. *Academy of Strategic Management Journal*, Volume 17, Issue 5, Retrieved from: <https://www.abacademies.org/articles/Methodological-platform-of-the-control-mechanism-1939-6104-17-5-271.pdf>
29. Furdychko, O. I. (Ed.). (2022). Ecological and economic principles of balanced agricultural production and use of natural resources of the agrosphere: monograph. Kyiv: DIA [in Ukrainian].
30. Hunko, L. (2022). Formation of sustainable (balanced) land use – basis of economic development of land planning in Ukraine. *Agrosvit*, 9-10, 51-61. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2022.9-10.51> [in Ukrainian].
31. Kolodii, P. and Dub, L. (2015). Theoretical and methodological foundations of rational use of land resources. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu. Seriya: Ekonomika APK*, vol. 22(2), 18-23, [Online]. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_econ_2015_22%282%29__6 [in Ukrainian].
32. Makedon, V. V., Bailova O. O. (2023). Planning and organizing the implementation of digital technologies in the activities of industrial enterprises. *Scientific Bulletin of Kherson State University. Series "Economic Sciences"*, Issue 47, 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3. [in Ukrainian].
33. FiBL & IFOAM – Organics International. The World of Organic Agriculture. Statistics & emerging trends (2022). Retrieved from: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1344-organic-world-2022.pdf>
34. Lassara, C., Orero-Blat, V. and RibeiroNavarrete, S. (2021). The financial performance of listed companies in pursuit of the sustainable development goals (SDG), *Economic Research Ekonomsta Istrazivanja*, vol. 1, 139-145.
35. Borodina, O., Prokopa, I. (2023). Socio-economic component of agriculture and rural development on the basis of agroecology: scientific and applied aspects. *Economy of Ukraine*, 5, 82-96. <https://doi.org/10.15407/economyukr.2023.05.082> [in Ukrainian].