



УДК 502.174:631

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.15.2026.23>

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ АГРАРНОГО ПІДПРИЄМСТВА ЖИТОМИРЩИНИ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗЕЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

О. Ф. Дунаєвська¹, І. М. Сокульський², М. М. Світельський³, О. В. Іщук⁴

Екологізація аграрних підприємств є ключовим напрямом сталого розвитку сільського господарства, що поєднує економічну ефективність із збереженням природних ресурсів та біорізноманіття.

В умовах інтенсифікації виробництва та зростання антропогенного навантаження на довкілля особливо актуально впроваджувати системні підходи до управління ресурсами, енергією та відходами, а також інтегрувати екологічні технології на всіх етапах виробничого циклу. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю мінімізації негативного впливу аграрного виробництва на навколишнє середовище та забезпечення сталого розвитку сільськогосподарських підприємств.

Метою роботи є комплексна оцінка впливу виробничої діяльності ПАФ «Єрчики» (Житомирська область) на довкілля, аналіз стану впровадження сучасних екологічних технологій та формування рекомендацій щодо підвищення екологічної ефективності підприємства.

Дослідження виконано з використанням комплексного системного підходу, що передбачає моніторинг стану довкілля, оцінку впливу продукції на довкілля протягом її життєвого циклу, аналіз потоків речовин, польові та лабораторні дослідження, агрономічні спостереження, екологічний аудит та оцінку систем управління екологічною безпекою. Оцінка охоплювала всі напрями діяльності підприємства: рослинництво, кормовиробництво, тваринництво (молочне скотарство,

¹ доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри екології
(Поліський національний університет, м. Житомир)
e-mail: oksana_fd@ukr.net
ORCID: 0000-0002-8999-8211

² кандидат ветеринарних наук, доцент,
доцент кафедри внутрішньої патології та морфології
(Поліський національний університет, м. Житомир)
e-mail: sokulskiy_1979@ukr.net
ORCID: 0000-0002-6237-0328

³ кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри ботаніки, біоресурсів і збереження біорізноманіття
(Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир)
e-mail: svitmm71@ukr.net
ORCID: 0000-0003-1501-4168

⁴ кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри екології та географії
(Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир)
e-mail: ischuk_o@ukr.net
ORCID: 0000-0002-8993-8366

рибництво). Моніторинг річки Унава у 2024 році показав, що всі гідрохімічні та мікробіологічні показники перебувають у межах нормативних значень. Отримані результати відповідають періоду після впровадження комплексу природоохоронних заходів (2021–2022 рр.), що свідчить про ефективне функціонування діючих технологій екологізації (буферні смуги, анаеробна дигестія, компостування гною тощо).

Досягнення таких показників зумовлене впровадженням на підприємстві комплексу екологічно орієнтованих технологічних та управлінських рішень, спрямованих на зменшення антропогенного навантаження та підвищення ефективності використання природних ресурсів. Використання «зелених» технологій, таких як буферні смуги, системи стабілізації та компостування гною, анаеробна дигестія, енергоефективне обладнання, точне землеробство та оптимізація кормової бази, забезпечує мінімізацію антропогенного навантаження на довкілля. Крім того, інтеграція соціально-економічних заходів, зокрема створення робочих місць та підтримка місцевої громади, сприяє підвищенню ефективності впровадження екологічно безпечних технологій. Отримані дані демонструють доцільність системного підходу до екологізації агровиробництва, який поєднує технологічні, організаційні та природоохоронні рішення, забезпечуючи сталий розвиток підприємства та територіальної громади.

Ключові слова: екологізація виробництва, агроєкосистеми, тваринництво, екологічний менеджмент, аквакультура, охорона довкілля, ветеринарно-санітарна безпека.

ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF AN AGRICULTURAL ENTERPRISE IN ZHYTOMYR REGION AND IMPLEMENTATION OF GREEN TECHNOLOGIES

O. F. Dunaievskia, I. M. Sokulskyi, M. M. Svitelsky, O. V. Ishchuk

The greening of agricultural enterprises is a key area of sustainable agricultural development, combining economic efficiency with the conservation of natural resources and biodiversity. In the context of intensified production and growing anthropogenic pressure on the environment, it is particularly important to implement systematic approaches to resource, energy and waste management, as well as to integrate environmental technologies at all stages of the production cycle. The relevance of the study is determined by the need to minimise the negative impact of agricultural production on the environment and ensure the sustainable development of agricultural enterprises. The aim of the work is to comprehensively assess the impact of the production activities of the Yerchiki Agricultural Production Farm (Zhytomyr region) on the environment, analyse the state of implementation of modern environmental technologies and formulate recommendations for improving the environmental efficiency of the enterprise.

The study was conducted using a comprehensive systematic approach that included monitoring the state of the environment, assessing the environmental impact of products throughout their life cycle, analysing material flows, conducting field and laboratory studies, agronomic observations, environmental audits and assessments of environmental safety management systems. The assessment covered all areas of the enterprise's activities: crop production, fodder production, and animal husbandry (dairy cattle breeding and fish farming). Monitoring of the Unava River in 2024 showed that all hydrochemical and microbiological parameters are within regulatory limits. The results correspond to the period after the implementation of environmental measures (2021–2022), indicating the effective functioning of the applied greening technologies (buffer strips, anaerobic digestion, manure composting, etc.).

These results were achieved thanks to the implementation of a set of environmentally friendly technological and management solutions aimed at reducing anthropogenic impact and improving the efficiency of natural resource use. The use of 'green' technologies, such as buffer strips, manure stabilisation and composting systems, anaerobic digestion, energy-efficient equipment, precision farming and feed optimisation, minimises the anthropogenic impact on the environment. In addition, the integration of socio-economic measures, in particular job creation and support for the local community, contributes to the effective implementation of environmentally friendly technologies. The data obtained demonstrate the feasibility of a systematic approach to the greening of agricultural production, which combines technological, organisational and environmental solutions, ensuring the sustainable development of the enterprise and the local community.

Key words: greening of production, agroecosystems, animal husbandry, environmental management, aquaculture, environmental protection, veterinary and sanitary safety.

Вступ

У сучасному світі розвиток суспільства невіддільно пов'язаний із науково-технічним прогресом, зростанням економічної діяльності та інтенсифікацією виробничих процесів (Anadon et al., 2016; Beer et al., 2020). Протягом своєї історії людство прагнуло покращити умови свого життя, що стимулювало розвиток науки, техніки, мистецтва, архітектури та інших сфер діяльності. Стрімкий прогрес у цих галузях вимагав економічного зростання та збільшення обсягів виробництва, що забезпечувало підвищення рівня життя та продовольчу безпеку, але водночас спричинило виснаження природних ресурсів планети та зростання екологічних ризиків (Гобела, 2021; Світельський та ін., 2025). У зв'язку з цим сучасне суспільство потребує удосконалення технологій, організаційних процесів та управління ресурсами, що дозволяє поєднувати економічну ефективність з охороною навколишнього середовища та збереженням екосистем (Dunaievskia et al., 2025).

Сільське господарство відіграє ключову роль у житті людського суспільства, забезпечуючи продовольчу безпеку, економічну стабільність та розвиток сільських територій (Zhang et al., 2024). Землеробство, як провідна галузь агровиробництва, засноване на раціональному використанні земельних ресурсів для вирощування сільськогосподарських культур, є однією з найдавніших сфер господарської діяльності (Paz et al., 2020). Протягом тисячоліть методи виробництва продукції залишалися відносно стабільними: продукція здебільшого використовувалася для самозабезпечення, а надлишки обмінювалися по бартеру або продавалися за гроші, що формувало перші економічні зв'язки між громадами (Амонс і Красняк, 2023). Водночас історична еволюція аграрного виробництва та ускладнення соціально-економічних процесів зумовили появу нових вимог до функціонування аграрного сектору. Сучасне сільське господарство стикається з комплексними викликами, серед яких ключовими є зростання чисельності населення, підвищення вимог до якості харчових продуктів та необхідність забезпечення екологічної безпеки виробництва. У глобалізованому світі посилюється конкуренція на ринку агропродукції, і поряд із кількістю продукції все більшого значення набуває її якість, безпека для споживачів та екологічна відповідальність виробництва (Амонс, 2021). Виробництво має забез-

печувати не лише економічну ефективність, а й мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище, що вимагає впровадження сучасних технологій, інтегрованого управління ресурсами та екологічно орієнтованих підходів у всіх ланках агровиробництва.

У цьому контексті особливого значення набуває розвиток аграрного сектору в Україні (Шарко, 2020), який володіє значним природним потенціалом, родючими ґрунтами та багатотисячними традиціями землеробства (Солоп, 2024). Поряд із промисловим сектором аграрна галузь потребує впровадження сучасних принципів управління, серед яких ключовими є екологічна відповідальність і стаке використання ресурсів (Добрунік і Кузнєцова, 2022). Такі підходи сприяють підвищенню конкурентоспроможності вітчизняних підприємств на світовому ринку продовольства, забезпеченню продовольчої безпеки та підтримці соціально-економічного розвитку сільських територій (Gillard et al., 2016). Системний підхід до розвитку аграрного сектору, що поєднує традиційні знання, інноваційні технології та екологічну стратегію, створює передумови для формування стійких і ефективних виробничих систем, здатних адаптуватися до глобальних викликів, зокрема змін клімату, деградації земель та втрати біорізноманіття. Це формує основу для комплексної екологізації агровиробництва, яка постає не лише як економічна необхідність, а й як важливий чинник соціальної та екологічної відповідальності сучасного суспільства. Системний підхід до розвитку аграрного сектору, що поєднує традиційні знання, інноваційні технології та екологічну стратегію, створює передумови для формування стійких і ефективних виробничих систем, здатних адаптуватися до глобальних викликів, зокрема змін клімату, деградації земель, втрати біорізноманіття, а також негативних наслідків воєнних дій, які посилюють антропогенне навантаження на природні ресурси та порушують функціонування агроекосистем (Дунаєвська та ін., 2024). Це формує основу для комплексної екологізації агровиробництва, яка постає не лише як економічна необхідність, а й як важливий чинник соціальної та екологічної відповідальності сучасного суспільства.

У відповідь на зазначені виклики останніми роками в науковій літературі активно розвиваються концепції трансформації агровиробництва, які розглядаються в кон-

тексті змін клімату та втрати біорізноманіття (Гарафонова та ін., 2023; Кулініч, 2025).

Одним із ключових аспектів сучасного розвитку аграрного сектору є екологізація виробництва (Huang et al., 2024). Значна частина сільськогосподарських угідь зазнає деградації внаслідок як інтенсивного, так і екстенсивного землеробства, що негативно впливає на стан довкілля та родючість ґрунтів. Екологізація виробництва харчових продуктів передбачає впровадження інноваційних технологій, оцінку їх впливу на довкілля та ефективності природоохоронних заходів. Комплексний підхід, що охоплює всі етапи виробничого циклу, сприяє підвищенню екологічної безпеки агропродукування та вирішенню актуальних екологічних проблем (Dyudyaeva & Rutta, 2024). В умовах реалізації цілей сталого розвитку та сучасних соціально-політичних викликів, зокрема воєнних дій в Україні, ефективність еколого-економічних систем значною мірою залежить від впровадження сучасних методів екологічного менеджменту.

З огляду на зростання екологічних ризиків, посилення вимог до якості аграрної продукції та необхідність забезпечення сталого розвитку аграрного сектору, актуальним є дослідження системних підходів до екологізації сільськогосподарського виробництва, що поєднують технологічні, управлінські та природоохоронні аспекти. Це особливо важливо для України, де аграрний сектор має великий природний потенціал, але водночас зазнає значного антропогенного навантаження, зокрема в умовах сучасних соціально-політичних викликів і воєнних дій.

Метою цього дослідження є комплексна оцінка впливу виробничої діяльності ПАФ «Єрчики» на довкілля, аналіз стану впровадження сучасних екологічних технологій та формування рекомендацій щодо зниження негативного впливу агропродукування на природне середовище. Реалізація цієї мети дозволяє не лише підвищити ефективність господарської діяльності, а й розробити науково обґрунтовані підходи до комплексної екологізації аграрного виробництва, які можуть бути застосовані й в інших регіонах України.

Матеріал і методи

Дослідження з проблем екологізації сільськогосподарського виробництва проводилися у 2024–2025 роках на базі ПАФ «Єрчики» Житомирської області. Було розроблено програму досліджень, яка передбачала

виконання наступних завдань: – ознайомлення з виробничою діяльністю ПАФ «Єрчики» та оцінка її впливу на стан атмосферного повітря, ґрунтів і водних об'єктів; – вивчення системи поводження з органічними відходами та їх утилізації; – аналіз особливостей вирощування зернових культур та впровадження екологічних технологій; – оцінка стану екологізації виробництва та утворення відходів під час господарської діяльності; – проведення моніторингових досліджень виробничої діяльності протягом п'яти років; – вивчення дотримання вимог біобезпеки під час виробничих процесів.

Дослідження проведено після завершення основного етапу модернізації підприємства (2021–2022 рр.), що не дозволяє провести пряме порівняння «до і після» впровадження заходів, але дає змогу оцінити стан довкілля за умов дії повного комплексу сучасних екологічних технологій.

Для оцінки стану екологізації виробництва на ПАФ «Єрчики» використовувався комплекс методів, що поєднує польові, лабораторні та системні підходи.

Комплексна оцінка життєвого циклу продукції LCA (life cycle assessment), дозволяє оцінити вплив виробництва на навколишнє середовище, включаючи викиди парникових газів, енергоспоживання, евтрофікацію та закислення. Додатково застосовувалися індикатори карбонового сліду, водного сліду та площі використання землі. Дані методики дають можливість порівнювати технології та визначати ключові ділянки з високим екологічним впливом («гарячі точки») для оптимізації виробництва та підвищення його екологічної ефективності (Шевченко, 2022; Дребот та ін., 2024).

Методика MFA (Material Flow Analysis) дозволяє кількісно оцінити потоки речовин (азот, фосфор, вуглець, вода) у виробничих системах, виявити витoki ресурсів та шляхи їх мінімізації, що сприяє підвищенню ефективності та екологічної безпеки агропродукування (Шевченко, 2022).

Агрономічні дослідження включали вимірювання врожайності культур; дозування добрив; вологість ґрунту; вміст органічної речовини. Для постійного моніторингу використовувалися сенсори ґрунту (Дребот та ін., 2024).

Екологічний аудит передбачав перевірку відповідності виробничих процесів чинним нормативам поводження з відходами, гноєм, засобами захисту рослин та водокористування.

Оцінка систем управління екологічною безпекою включала перевірку процедур, обліку та відповідальних осіб, а також інтеграцію стандартів ISO 14001:2015 або внутрішніх систем екологічного менеджменту (EMS) (ISO, 2016).

У молочному тваринництві проводилися вимірювання ефективності годівлі та складу кормів, оцінка масових балансів гною, контроль використання пасовищ і впливу на ґрунт (Гринь та ін., 2024).

Такі методи дозволяли кількісно оцінити екологічні характеристики виробничих процесів і сформуванню базу для подальшого аналізу екологізації у всіх ланках агросистеми.

Результати та їх обговорення

Оцінка рівня екологізації діяльності аграрного підприємства передбачає поетапний аналіз основних факторів антропогенного впливу на навколишнє природне середовище. На початковому етапі дослідження доцільним є визначення характеру, джерел та потенційної інтенсивності впливів, що формуються в процесі виробничої діяльності.

У результаті функціонування ПАФ «Єрчики» основними чинниками впливу на навколишнє середовище є викиди в атмосферне повітря, утворення та відведення стічних вод, можливе забруднення ґрунтів, а також утворення відходів виробництва і побічних продуктів господарської діяльності (Гринь та ін., 2024). Зазначені впливи характерні для підприємств аграрного профілю та зумовлені особливостями тваринництва, рослинництва й допоміжних технологічних процесів.

Для визначення міри та напрямів такого впливу у роботі використано аналіз наявної звітної, виробничо-технологічної та екологічної документації підприємства, а також узагальнення результатів контрольних спостережень за використанням природних ресурсів і утворенням викидів та відходів. Застосування цього підходу дозволяє отримати репрезентативну характеристику екологічного навантаження без втручання у виробничий процес і проведення спеціалізованих інструментальних вимірювань, що є складними в умовах діючого господарства.

ПАФ «Єрчики» розташована на території Житомирського району та є багатопрофільним аграрним підприємством сучасного типу. Основними напрямками його діяльності є вирощування зернових культур, виробництво молока, утримання та розведення великої рогатої худоби, а також розведення

прісноводної риби, зокрема товстолоба, коропа та білого амура. Структура сільськогосподарського виробництва ПАФ «Єрчики» охоплює всі ключові галузі аграрного сектору, зокрема рослинництво, тваринництво та кормовиробництво (табл. 1). У господарстві вирощуються зернові культури, які після збирання зберігаються у власних сховищах, реалізуються або використовуються як сировина для виготовлення комбикормів.

Комбікорми власного виробництва є важливим елементом замкненого виробничого циклу підприємства та переважно використовуються для годівлі корів на власних тваринницьких фермах, що сприяє оптимізації витрат, підвищенню ефективності виробництва та зменшенню зовнішньої залежності від постачальників кормів.

Важливою складовою сталого розвитку аграрного сектору є соціальна відповідальність сільськогосподарських підприємств, яка тісно пов'язана з екологізацією виробництва та формуванням безпечного соціально-економічного середовища (Амонс і Красняк, 2023). Соціально орієнтована діяльність підприємств сприяє підвищенню якості життя населення сільських територій, стабільності зайнятості та створенню передумов для впровадження екологічно безпечних технологій.

У цьому контексті ПАФ «Єрчики» відіграє важливу роль у розвитку територіальної громади, поєднуючи виробничу діяльність із соціальними ініціативами, спрямованими на модернізацію виробничих потужностей, зменшення антропогенного навантаження на довкілля та підтримку місцевого населення. Реалізація соціальних заходів підприємства розглядається як складова комплексної екологізації агровиробництва, оскільки інвестиції в людський капітал і соціальну інфраструктуру створюють умови для сталого природокористування та екологічної безпеки.

Наведені в таблиці 2 напрями соціальної діяльності свідчать про інтеграцію соціальної відповідальності з процесами екологізації та сталого розвитку аграрного підприємства.

Тваринництво є одним із найбільш екологічно чутливих компонентів аграрного виробництва, оскільки впливає на довкілля через викиди парникових газів, виробництво кормів і зміну землекористування, управління гноєм, забруднення води й повітря, а також ризики для біорізноманіття та здоров'я населення (Steinfeld & Gerber, 2010).

Таблиця 1

Основні напрями діяльності та виробничі показники ПАФ «Єрчики»

| Напрямок діяльності | Характеристика та основні показники |
|--------------------------|--|
| Рослинництво | Вирощування зернових і зернобобових культур (пшениця, жито, ячмінь, кукурудза та ін.). Частина продукції реалізується, частина використовується для власних потреб господарства, зокрема для виробництва комбікормів. |
| Кормовиробництво | Виробництво комбікормів із власної сировини для забезпечення потреб тваринництва, передусім молочного скотарства, що сприяє зниженню витрат та замкненню внутрішніх матеріальних потоків. |
| Молочне скотарство | Основний напрямок діяльності підприємства. Обсяг виробництва молока становить близько 4,4 тис. т на рік . Середня молочна продуктивність корів – близько 6016 кг на рік , що відповідає сучасним вимогам ефективного ведення молочного тваринництва. |
| Племінне тваринництво | Утримання та відгодівля великої рогатої худоби з використанням власної кормової бази. Забезпечується інтеграція рослинництва і тваринництва в єдину виробничу систему. |
| Рибництво (аквакультура) | Вирощування та реалізація прісноводної риби власного виробництва (короп, товстолоб, білий амур), що розширює спеціалізацію підприємства та формує додаткові джерела продукції. |

Таблиця 2

Напрями соціально-екологічної діяльності ПАФ «Єрчики»

| Напрямок діяльності | Ключові заходи | Соціально-екологічний ефект / соціальні результати |
|--|---|--|
| Оновлення виробничих потужностей та зменшення впливу на довкілля | – Закупівля нової сільськогосподарської техніки: 4 трактори та 5 комбайнів (Claas, John Deere). – Встановлення системи зрошення на діючих полях (2 американські поливальні установки). – Створення системи гноєвидалення (2021 р., місткість 30 тис. тонн). – Будівництво сучасного молочного комплексу в с. Квітневе (2021–2022 рр.). | – Зниження антропогенного навантаження на довкілля. – Підвищення ресурсо- та енергоефективності виробництва |
| Створення нових робочих місць | – Будівництво виробничих приміщень (побудовано 10 тваринницьких приміщень). – Введення в експлуатацію молочної ферми на понад 2000 голів ВРХ (з них 1360 корів голштинської породи, закуплених у Данії). | – Зростання рівня зайнятості населення. – Соціальна стабільність у сільській місцевості |
| Задоволення соціальних потреб громади | – Будівництво житла для молодих сімей (30 сімей отримали нове житло). – Безкоштовне харчування працівників господарства. – Організація підвезення працівників до місця роботи (2 автобуси). – Заохочення кращих працівників (нагороди автомобілями). | – Підвищення рівня життя працівників. – Зміцнення соціального капіталу громади. |

Найбільший внесок у парниковий ефект у галузі тваринництва пов'язаний із викидами метану внаслідок ентеричного бродиння у жуйних тварин та зберігання гною, тоді як у свинарстві домінують викиди CO₂ та N₂O, пов'язані з енергоспоживанням і виробництвом кормів.

Важливим чинником екологічного навантаження є виробництво кормів і використання земель. Вирощування кукурудзи, сої та зернових культур супроводжується застосуванням мінеральних добрив, пестицидів і значним енергоспоживанням, що спричиняє викиди N₂O, деградацію ґрунтів

та забруднення водних об'єктів. Водночас пасовище утримання великої рогатої худоби за умови раціонального менеджменту може сприяти накопиченню органічного вуглецю в ґрунті, тоді як перевипас призводить до ерозії та втрати родючості (Коваленко, 2016).

Суттєвим джерелом негативного впливу є також утворення та використання гною, що супроводжується виносом азоту й фосфору у ґрунті та поверхневі води, спричиняючи процеси евтрофікації. Аналогічні механізми характерні й для аквакультури, де невикористані корми та продукти жит-

тедіяльності риб збагачують воду органічною речовиною та поживними елементами, що може призводити до гіпоксії та деградації донних екосистем. Окрему екологічну загрозу становлять втечі вирощуваної риби та передача патогенів диким популяціям.

Використання ветеринарних препаратів, антибіотиків і дезінфекційних засобів у тваринництві та рибництві формує додаткові ризики, пов'язані з забрудненням довкілля та розвитком антимікробної резистентності, а також можливими залишками в продукції тваринного походження (Hobela, 2020).

Рослинництво, зокрема вирощування зернових, зернобобових і кормових культур, має багатофакторний вплив на довкілля. Основними екологічними наслідками є викиди парникових газів, водне навантаження, деградація ґрунтів і скорочення біорізноманіття. Водночас включення бобових культур у сівозміни сприяє біологічній фіксації азоту, зменшенню потреби в мінеральних добривах і покращенню ґрунтового здоров'я, що розглядається як ефективна практика екологізації агропромисловості (Grytsenko et al., 2022). Таким чином, результати аналізу свідчать, що вплив на довкілля аграрного підприємства формується сукупністю процесів у тваринництві, рослинництві та аквакультурі, а його мінімізація потребує інтегрованих підходів до управління ресурсами, оптимізації кормової бази, поводження з відходами та впровадження екологічно орієнтованих технологій (Hryhorak & Trushkina, 2020).

Екологічна оцінка діяльності аграрного підприємства має бути комплексною, системною та, за можливості, кількісною, із чіткою орієнтацією на прийняття управлінських рішень. У межах даного дослідження екологічну оцінку діяльності ПАФ «Єрчики» проведено з використанням інтегрованого підходу, який поєднує аналіз виробничих процесів, моніторинг компонентів довкілля та інтерпретацію отриманих даних з позицій екологічної безпеки та сталого розвитку.

У ході дослідження нами застосовано поетапний алгоритм екологічної оцінки, що включав:

1. Формування структури оцінки та визначення зацікавлених сторін, а також ідентифікацію основних виробничих процесів підприємства.

2. Аналіз діяльності підприємства за матрицею процесів, яка охоплювала рослинництво, тваринництво, зберігання про-

дукції, використання енергії та води, поводження з відходами і гноєм.

3. Визначення просторових і часових меж оцінки та добір ключових екологічних індикаторів.

4. Збір і узагальнення вихідних даних, зокрема щодо обсягів використання добрив, пестицидів, водних і енергетичних ресурсів, врожайності, утворення гною та викидів забруднюючих речовин.

5. Польові вимірювання та лабораторні аналізи, включаючи дослідження якості поверхневих вод та атмосферного повітря.

6. Інтерпретацію результатів з ідентифікацією екологічно чутливих ділянок та формування рекомендацій щодо зниження негативного впливу.

Для оцінки екологічних процесів застосувалися балансові підходи (баланси азоту та фосфору), елементи біомоніторингу, а також дані регулярного виробничого екологічного контролю (Hryhorak & Trushkina, 2020).

Для оцінки впливу діяльності підприємства на стан поверхневих вод ПАФ «Єрчики» протягом 2024 року проводив регулярний кварталний моніторинг якості води річки Унава, у яку надходять стічні води підприємства. Отримані дані відображають фактичний стан водної екосистеми та використовуються для оцінки екологічної безпеки виробничої діяльності (табл. 3).

Проведений моніторинг охоплює лише 2024 рік, тобто, період після завершення основної модернізації підприємства (2021–2022 рр.: нова система гноєвидалення на 30 тис. т, молочний комплекс, буферні смуги тощо). Через відсутність повноцінного набору даних за період до впровадження цих заходів (до 2021 р.) кількісна оцінка ефективності кожного окремого заходу є обмеженою, а сезонні коливання можуть впливати на показники. Проте стабільна відповідність усіх контрольованих параметрів (вода, повітря) гранично-допустимим значенням протягом чотирьох кварталів 2024 року свідчить про те, що діюча система природоохоронних технологій забезпечує належний рівень екологічної безпеки виробництва.

Аналіз отриманих даних свідчить, що усі досліджувані показники якості води протягом року перебували в межах нормативних значень, що вказує на відсутність суттєвого негативного впливу підприємства на гідроєкосистему річки Унава за досліджуваний період.

Важливим елементом екологічної оцінки впливу діяльності аграрних підприємств на

Таблиця 3

Аналіз показників води річки Унава в умовах надходження стічних вод ПАФ «Єрчики»

| Показник | I квартал | II квартал | III квартал | IV квартал | Відповідність ДСанПіН 2.2.4-171-10 |
|--|-----------|------------|-------------|------------|------------------------------------|
| Запах, бали | 2 | 3 | 3 | 3 | не нормується |
| pH | 7,96 | 8,01 | 7,98 | 8,12 | відповідає |
| Жорсткість, загальна ммоль/дм ³ | 5,63 | 5,26 | 5,19 | 5,36 | відповідає |
| Кальцій, мг/дм ³ | 41,7 | 40,4 | 46,2 | 47,4 | відповідає |
| Магній, мг/дм ³ | 38,4 | 38,2 | 38,7 | 38,6 | відповідає |
| Поліфосфати, мг/дм ³ | 2,15 | 2,19 | 2,16 | 2,18 | відповідає |
| Сульфати, мг/дм ³ | 75,0 | 74,9 | 73,3 | 72,1 | відповідає |
| Хлориди, мг/дм ³ | 63,6 | 72,9 | 70,4 | 60,8 | відповідає |
| Амоній, мг/дм ³ | 0,19 | 0,27 | 0,24 | 0,33 | відповідає |
| Нітрати, мг/дм ³ | 20,9 | 23,7 | 32,7 | 29,6 | відповідає |
| Нітрити, мг/дм ³ | 0,017 | 0,018 | 0,017 | 0,017 | відповідає |
| Зважені речовини, мг/дм ³ | 24,2 | 24,3 | 24,5 | 24,1 | відповідає |
| Забарвленість, градус | 7 | 6 | 8 | 7 | відповідає |

водні екосистеми є аналіз мікробіологічних показників поверхневих вод (Савенко та ін., 2021). Саме ці показники відображають рівень санітарно-епідеміологічної безпеки водойм, можливі ризики для здоров'я населення та стан біоти водних екосистем (Мокієнко та ін., 2017). Підвищені концентрації індикаторних і патогенних мікроорганізмів можуть свідчити про надходження органічних забруднень, зокрема стічних вод тваринницького походження, та створювати передумови для погіршення екологічного стану водойм.

У межах проведеного дослідження ПАФ «Єрчики» здійснювало квартальний мікробіологічний моніторинг води річки Унава, у яку надходять стічні води підприємства. Оцінка якості води виконувалася за показниками санітарно-показових мікроорганізмів, зокрема кількістю лактозопозитивних кишкових паличок, індексом *Escherichia coli*, ентерококів та наявністю патогенних мікроорганізмів. Результати мікробіологічних досліджень води річки Унава наведено в таблиці 4. Отримані значення за всіма досліджуваними показниками не перевищували гранично допустимих рівнів і відповідали вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 (Наказ ..., 2010), що свідчить про відсутність мікробіологічного забруднення води та задовільний санітарний стан водойми в зоні впливу підприємства.

У межах проведеного дослідження оцінку впливу діяльності ПАФ «Єрчики» на атмосферне повітря здійснено шляхом інвентаризації джерел викидів та аналізу результатів регулярного виробничого моніторингу. Встановлено, що на підприємстві ідентифі-

ковано 96 джерел викидів забруднюючих речовин (рис. 1), серед яких домінуючий внесок формують вентиляційні системи тваринницьких приміщень, гноєсховища, котельня, автомобільний транспорт та сільськогосподарська техніка та дизель-генератор. Така структура джерел викидів є типовою для багатогалузевих аграрних підприємств тваринницького напрямку і узгоджується з даними наукових досліджень, а також положенням державних програмних і стратегічних документів, представлених у літературних джерелах (Енергетична ..., 2017; Проєкт ..., 2022; Левченко і Буряк, 2023).

У межах проведеного дослідження контроль якості атмосферного повітря на ПАФ «Єрчики» здійснювався на регулярній основі з періодичністю один раз на квартал, за методичним підходом, аналогічним до моніторингу стану поверхневих вод. Визначалися концентрації основних забруднюючих речовин, характерних для діяльності аграрних і тваринницьких підприємств, зокрема оксидів азоту та вуглецю, аміаку, метану, сірководню, диметилсульфіду, хлору та зважених речовин. Отримані значення співставлялися з гранично допустимими концентраціями відповідно до чинних гігієнічних нормативів, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України № 52 «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» (Наказ ..., 2020). Узагальнені результати інвентаризації та розрахунку потужності викидів забруднюючих речовин у 2024 році наведено в таблиці 5.

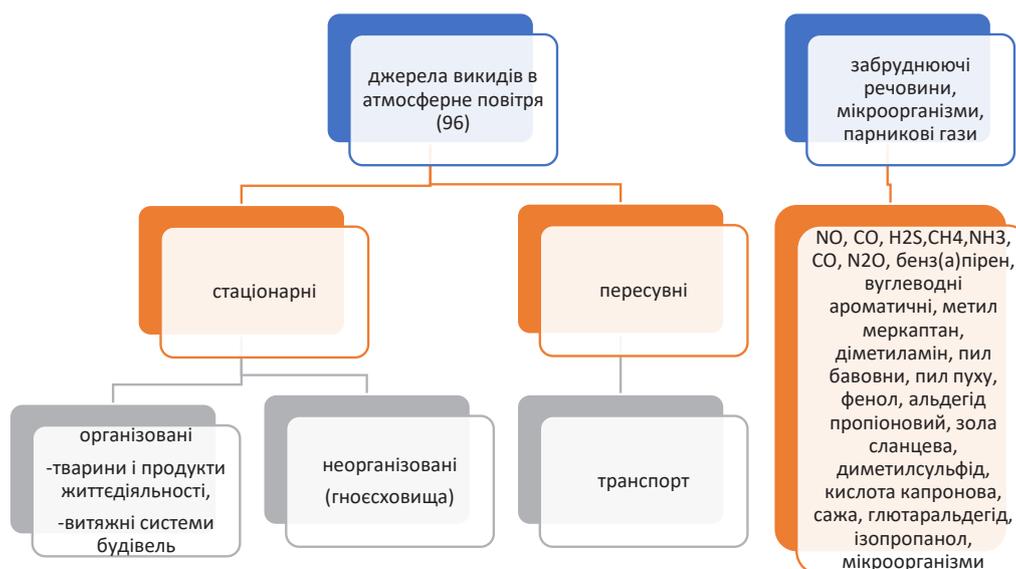


Рис. 1. Основні джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря ПАФ «Єрчики»

Таблиця 4

Результати аналізу викидів забруднюючих речовин ПАФ «Єрчики»

| № з/п | Показники | Допустимі рівні по НД | Фактичне значення | Відмітка про відповідність |
|-------|---|-------------------------------|---------------------|----------------------------|
| 1 | Кількість лактозопозитивних кишкових паличок в 1 дм ³ | не більше 5,0·10 ³ | 2,2·10 ³ | відповідає |
| 2 | Індекс <i>E. coli</i> (кількість термостабільних кишкових паличок в 1 дм ³) | не більше 1,0·10 ³ | менше 500 | відповідає |
| 3 | Індекс ентерококів (кількість ентерококів в 1 дм ³) | не більше 500 | менше 500 | відповідає |
| 4 | Патогенні мікроорганізми (у т. ч. сальмонели) в 1 дм ³ | Не допускається | не виявлено | відповідає |

Таблиця 5

Потужність викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря під час експлуатаційної діяльності ПАФ «Єрчики» у 2024 році

| Назва речовини | Потужність викиду | |
|----------------|-------------------|--------------|
| | г/с | т/рік |
| Азоту діоксид | 0,015 | 0,00547 |
| Вуглецю оксид | 0,0892 | 0,032558 |
| Аміак | 0,261326478 | 12,953841174 |
| Сірководень | 0,061497261 | 1,963457812 |
| Метан | 0,191468712 | 4,954781230 |
| Диметилсульфід | 0,021547356 | 0,921478532 |

У 2024 році потужність викидів основних забруднюючих речовин (табл. 5) залишалася значно нижчою за гранично допустимі значення відповідно до гігієнічних регламентів (Наказ МОЗ № 52 від 14.01.2020). Це узгоджується з регулярним виробничим контролем підприємства після впровадження заходів модернізації (2021–2022 рр.), хоча повна багаторічна динаміка викидів потребує додаткових архівних даних для кількісної оцінки тенденцій.

Згідно з сучасними дослідженнями, для сталого розвитку економіки та регіонів необхідне впровадження «зелених» практик

і екологізація виробництва, що зменшують вплив на довкілля та сприяють природному відновленню (Енергетична ..., 2017; Проект ..., 2022). Зміни клімату, які посилюються через інтенсивну промислову діяльність, підкреслюють актуальність таких заходів (Шевченко, 2022; Дребот та ін., 2024). Стан впровадження та використання сучасних екологічних технологій на ПАФ «Єрчики» свідчить про системний підхід підприємства до екологізації агровиробництва. На відміну від традиційних методів ведення сільського господарства, ПАФ забезпечує комплексне

мінімізування впливу на довкілля, зокрема через створення багаторівневих буферних смуг уздовж річки Унава, які сприяють фільтрації стоку, затримці осадів та підтримці біорізноманіття. Управління органічними відходами реалізується через стабілізацію гною, компостування та анаеробну дигестію з оптимізованим плануванням майданчиків, що значно зменшує шкідливі емісії та підвищує ефективність використання добрив.

В енергетичній та технологічній сфері підприємство застосовує енергоефективні системи вентиляції, насосів і рекуперації тепла, а також оптимізовану логістику техніки, що забезпечує мінімальні витрати енергії. Молочна переробка здійснюється з використанням сучасних теплообмінників і інтелектуального контролю технологічних процесів, що підвищує економічну віддачу та знижує вплив на довкілля.

В агрономічному напрямі застосовується точне землеробство з GPS-культивацією та диференційованим (дозованим) внесенням добрив, що дозволяє оптимізувати використання ресурсів. За даними впровадження таких систем в українських господарствах, точне внесення добрив зменшує їх витрати на 15–30 % без зниження врожайності, а використання GPS-навігації скорочує перевитрати пального на 6–10 % завдяки зменшенню перекриття проходів техніки (Все ..., 2025; АЕМ, 2021). Інтегрована боротьба зі шкідниками (IPM) та органічні методи відновлення ґрунту (наприклад, сівозміни з бобовими) додатково знижують хімічне навантаження на агроєкосистеми.

Раціональне поєднання грубих і концентрованих кормів для дійних корів та автоматизовані системи годівлі риби сприяють оптимізації продуктивності тварин при мінімізації негативного впливу на водні ресурси (зменшення евтрофікації через контроль надлишку кормів).

Енергоефективні системи вентиляції, рекуперації тепла та інтелектуального контролю в тваринницьких приміщеннях і молочному комплексі забезпечують економію електроенергії на 12–20 % (за рахунок змінних швидкостей вентиляторів та оптимізованого повітрообміну), що узгоджується з галузевими показниками для ферм аналогічного масштабу (University ..., 2024).

Екодизайн продуктів та упаковки зменшує енергоспоживання і відходи на всьому життєвому циклі продукції.

Таким чином, стан впровадження сучасних екологічних технологій на ПАФ «Єрчики» демонструє інтегровану модель екологічного виробництва, де технологічні, енергетичні

та організаційні рішення взаємодіють для досягнення стійкого розвитку, зменшення антропогенного навантаження на довкілля та підвищення соціально-економічної ефективності підприємства.

Висновки

1. Проведене дослідження діяльності ПАФ «Єрчики» засвідчує, що вплив на довкілля підприємства формується комплексно через рослинництво, тваринництво та аквакультуру, а його мінімізація потребує інтегрованого підходу до управління ресурсами, оптимізації кормової бази, поводження з відходами та впровадження екологічно орієнтованих технологій.

2. Моніторинг річки Унава протягом 2024 року (після впровадження природоохоронних заходів у 2021–2022 рр.) показав стабільну відповідність усіх гідрохімічних і мікробіологічних показників нормативним значенням.

3. Аналіз джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря у 2024 році виявив 96 стаціонарних джерел, серед яких основну частку становлять вентиляційні системи тваринницьких приміщень, гноєсховища та котельня. Потужність викидів (наприклад, аміаку – 12,95 т/рік, метану – 4,95 т/рік) не перевищувала допустимих нормативів, що свідчить про належне функціонування впроваджених технологій контролю та очищення в досліджуваній період.

4. Застосування на ПАФ «Єрчики» комплексу «зелених» технологій (буферні смуги, анаеробна дигестія, компостування, точне землеробство, енергоефективне обладнання) забезпечує відповідність виробництва екологічним нормативам у досліджуваній період і може розглядатися як успішна модель системної екологізації багатогалузевого аграрного підприємства.

5. Соціально-економічна діяльність підприємства, включаючи створення робочих місць, підтримку місцевої громади та модернізацію виробничих потужностей, інтегрується з екологічною політикою, що підвищує ефективність впровадження екологічно безпечних технологій та сприяє сталому розвитку територіальної громади.

Узагальнення результатів дослідження свідчить, що комплексне застосування екологічно орієнтованих технологій та управлінських рішень на ПАФ «Єрчики» забезпечує мінімізацію антропогенного навантаження на довкілля, підвищує соціально-економічну ефективність підприємства та є науково обґрунтованою моделлю сталого агровиробництва.

Список використаної літератури

- Амонс С. Е. Стан та перспективи розвитку виробництва органічної продукції в Україні. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 3(22). С. 221–236. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-3-18>
- Амонс С., Красняк О. Екологізація аграрного виробництва як основа формування системи продовольчої безпеки України. *Економіка та суспільство*. 2023. № 47. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-47-41>
- Все що потрібно знати про точне землеробство. *GlenDeal*. 2025. [Електронний ресурс]. URL: <https://blog.glendead.com/ua/blog/vse-shho-potribno-znaty-pro-tochne-zemlerobstvo> (дата звернення: 06.12.2025).
- Гарафонова О., Янковой Р., Худoley В., Піщенко, О. Ресурсний потенціал зелених трансформацій як стратегування бізнесу. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2023. № 4. С. 78–85. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-320-4-11>
- Гобела В.В. *Економіко-безпекова екологізація: теорія і практика : монографія*. 2021. Львів : ЛьвДУВС, 244 с.
- Гринь Г. І., Мохонько В. І., Суворін О. В. *Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища*. 2019. Северодонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля. 420 с.
- Добрунік Т.П., Кузнецова О.В. Проблеми і напрямки розвитку аграрного сектору України в умовах економічної нестабільності. *Економіка та суспільство*. 2022. Вип. 42. С. 25–35. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-42-25>
- Дребот О.І., Палапа Н.В., Діхтяр І.О. Продовольча безпека – глобальна проблема людства та основні чинники, що впливають на неї. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 3. С. 6–17. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2024.311176>
- Дунаєвська О.Ф., Сокульський І.М., Мельник Н.В., Піциль А.О. Екологічні проблеми сільського господарства в умовах воєнного стану. *Екологічні науки*. 2024. № 1(52), Том 1. С. 22–27. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.1.3>
- Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». 2017. [Електронний ресурс]. URL: <https://surl.li/psdbig> (дата звернення 24.12.2025).
- ISO 14001:2015, IDT. (2016). *Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування*. Київ ДП «УкрНДНЦ». [Електронний ресурс]. URL: <https://surl.li/uxpivx> (дата звернення 24.12.2025).
- Коваленко Т. Виробництво органічної продукції та сировини тваринного походження: правила і норми: інформаційно-аналітична газета «Агробізнес сьогодні». 2016. [Електронний ресурс]. URL: <https://surl.li/iyniqw> (дата звернення 24.12.2025).
- Кулініч Т.В. Вплив екологізації виробництва на сталий розвиток підприємств. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2025. Вип. 23. С. 196–202. <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2025.23.23>
- Левченко І.В., Буряк А.А. Державна підтримка розвитку АПК для забезпечення екологічної безпеки й подолання екозагроз: світовий досвід та реалії України. *Агросвіт*. 2023. № 18. С. 96–105. <http://doi.org/10.32702/2306-6792.2023.18.96>
- Мокієнко А. В., Ковальчук Л. Й., Крісілов А. Д. Якість води поверхневих водоемів як фактор ризику для здоров'я населення: математична модель. *Вісник Національної академії наук України*. 2017. № 10, 42–52. <https://doi.org/10.15407/vsn2017.10.042>
- Наказ Міністерство охорони здоров'я України «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених». № 452/17747 від 14.01.2020 № 156/34439. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text> (дата звернення 24.12.2025).
- Наказ Міністерство охорони здоров'я України «Про затвердження Державних санітарних норм та правил Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». № 452/17747 від 12.05.2010 № 400. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (дата звернення 24.12.2025).
- Проект Плану відновлення України : Матеріали робочої групи «Нова аграрна політика» Національної Ради з відновлення України від наслідків війни. 2022. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/new-agrarian-policy.pdf> (дата звернення: 24.12.2025).
- Савенко М. В., Кривцова М. В., Федурця О. І. Вплив антропогенного навантаження на структуру мікробіоценозу річки Уж (Україна). *Екологічні науки*. 2021. № 4(37). С. 52–59. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.4-37.7>

Світельський М. М., Бордюг Н. С., Дунаєвська О. Ф., Алпатова О. М., Сокульський І. М. Комплексна оцінка продуктивності та фармакопейних показників кореневої маси *Valeriana Officinalis* L. при різних дозах мінеральних добрив в умовах Полісся України. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 14. С. 81–90. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.14.2025.8>

Солоп А. Аграрний сектор України: сучасні виклики та можливості. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2024. № 20. С. 147–158. <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2024.20.17>

Шарко І. О. Роль та тенденції розвитку сільськогосподарської галузі України. *Приазовський економічний вісник*. 2020. Випуск 1(18). С. 64–69. <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2020-1-11>

Шевченко О. А. Екологічна та продовольча безпека як складові забезпечення економічної безпеки України у стратегічному форматі. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Право*. 2022. Вип. 68. С. 110–117. <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2021.68.18>

АЕМ. *The Environmental Benefits of Precision Agriculture Quantified*. (2021). URL: <https://surl.it/jamghg> (дата звернення: 06.12.2025).

Anadon L.D., Chan G., Harley A.G., Matus K., Moon S., Murthy S.L., Clark W.C. Making technological innovation work for sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2016. Vol. 113(35). P. 9682–9690. <https://doi.org/10.1073/pnas.1525004113>

Beer P., Mulde, R.H. The Effects of Technological Developments on Work and Their Implications for Continuous Vocational Education and Training: A Systematic Review. *Frontiers in psychology*. 2020. Vol. 11. P. 918. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00918>

Dunaievska O.F., Sokulskyi I.M., Gutyj B.V., Radzyhovskiy M.L. Analysis of environmental monitoring of atmospheric air in Zhytomyr region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*. 2025. Vol. 27(103). P. 223–230. <https://doi.org/10.32718/nlvvet-a10326>

Dyudyayeva O.A., Rutta O.V. Ecologisation of the food industry through the introduction of vermiculture technology in agriculture. *Environmental Sciences*. 2024. № 2(53). P. 22–28. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.2-53.3>

Gillard R., Gouldson A., Paavola J., James Alstine, Van D J. Transformational responses to climate change: Beyond a systems perspective of social change in mitigation and adaptation. *Wiley Interdisciplinary Reviews-Climate Change*. 2016. Vol. 7(2). P. 251–265. <https://doi.org/10.1002/wcc.384>

Grytsenko S.I., Savchenko L.V., Kryshtal S. Conceptual principles of the “green” technologies introduction in the logistics activities of Ukrainian companies in the context of the implementation of European environmental programs. *Intellectualization of Logistics and Supply Chain Management*. 2022. №13. P.15–26. <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2022-13-2>

Hobela V.V. Logistics as a supply tool for ecological and economic security of the state. *Intellectualization of Logistics and Supply Chain Management*. 2020. №3. P. 29–37. <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2020-3-3>

Hryhorak M.Yu., Trushkina N.V. Development of the logistics system of the economic region “Polissya” in the context of the green economy: ecological problems and perspectives. *Intellectualization of Logistics and Supply Chain Management*. 2020. № 4. P. 27–40. <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2020-4-3>

Huang W., Manevska-Tasevska G., Hansson H. Does ecologization matter for technical efficiency in crop production. A case of Swedish agriculture. *Land Use Policy*. 2024. Vol. 138, 107068. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107068>

Paz D.B., Henderson K., Loreau M. Agricultural land use and the sustainability of social-ecological systems. *Ecological modelling*. 2020. № 437. P. 109312. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109312>

Steinfeld H., Gerber P. Livestock production and the global environment: consume less or produce better. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2010. Vol. 107(43). P. 18237–18238. <https://doi.org/10.1073/pnas.1012541107>

Zhang G., Qiu Y., Boireau P., Zhang Y., Ma X., Jiang H., Xin T., Zhang M., Tadesse Z., Wani N. A., Song J., Ding J. *Modern agriculture and One Health. Infectious diseases of poverty*. 2024. Vol. 13(1), 74. <https://doi.org/10.1186/s40249-024-01240-1>

University of Wisconsin-Madison. Dairy Ventilation Energy Needs Grow as Seasonal Temperatures Shift. 2024. [Електронний ресурс]. URL: <https://dairy.extension.wisc.edu/articles/dairy-ventilation-energy-needs-grow-as-seasonal-temperatures-shift> (дата звернення: 06.12.2025).

References

- Amons, S. (2021). Stan ta perspektyvy rozvytku vyrobnytstva orhanichnoyi produktsiyi v Ukrayini [State and prospects of development of organic production in Ukraine] *Sil'ske hospodarstvo ta lisyvnytstvo [Agriculture and forestry]*, 3(22), 221–236. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-3-18> [in Ukrainian].
- Amons, S., & Krasnyak, O. (2023). Ekolohizatsiya ahrarynoho vyrobnytstva yak osnova formuvannya systemy prodovolchoyi bezpeky Ukrayiny [Ecologization of agricultural production as the basis of the formation of the food security system of Ukraine] *Ekonomika ta suspilstvo [Economy and Society]*, 47. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-47-41> [in Ukrainian].
- Vse shcho potribno znaty pro tochnye zemlerobstvo. (2025). [Everything you need to know about precision farming]. *GlenDeal*. [Electronic resource] URL: <https://blog.glenddeal.com/ua/blog/vse-shho-potribno-znaty-pro-tochnye-zemlerobstvo> (access date 06.12.2025) [in Ukrainian].
- Garafonova, O., Yankovoy, R., Khudoley, V., & Pishchenko, O. (2023) Resursnyy potentsial zelenykh transformatsiy kak strategii biznesa [Resource potential of green transformations as a business strategy] *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu [Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universitetu]*, 4, 78–85. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-320-4-11> [in Ukrainian].
- Gobela, V. (2021). Ekonomiko-bezpekova ekolohizatsiia: teoriia ta praktyka [Economic and security greening: theory and practice] *Lviv : LvDUVS [Lviv : LvDUVS]* [in Ukrainian].
- Dobrunik, T., & Kuznietsova, O. (2022). Problemy i napryamky rozvytku ahrarynoho sektoru Ukrayiny v umovakh ekonomichnoyi nestabilnosti [Problems and directions of the development of the agricultural sector of Ukraine in conditions of economic instability] *Ekonomika ta suspilstvo [Economy and Society]*, 42, 25–35. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-42-25> [in Ukrainian].
- Drebot, O., Palapa, N., & Dikhtyar, I. (2024). Prodovolcha bezpeka – hlobalna problema lyudstva ta osnovni chynnyky, shcho vplyvayut na neyi [Food security is a global problem of humanity and the main factors influencing it] *Ahroekolohichnyi zhurnal [Agroecological journal]*, 3, 6–17. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2024.311176> [in Ukrainian].
- Dunaievskaya, O., Sokulskyi, I., Melnyk, N., & Pitsil, A. (2024). Ekolohichni problemy sil'skoho hospodarstva v umovakh voiennoho stanu [Environmental problems of agriculture under martial law] *Ekolohichni nauky [Environmental sciences]*, 1(52), 22–27. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.1.3> [in Ukrainian].
- Enerhetychna stratehiya Ukrayiny na period do 2035 roku «Bezpeka, enerhoefektyvnist, konkurentospromozhnist» [Energy Strategy of Ukraine for the Period Until 2035 “Security, Energy Efficiency, Competitiveness”]. (2017). [Electronic resource] URL: <https://surl.li/psdbig> (access date 24.12.2025) [in Ukrainian].
- ISO 14001:2015, IDT. (2016). Systemy ekolohichnoho upravlinnya [Environmental management systems] *Systemy ekolohichnoho upravlinnya. Vymohy ta nastanovy shchodo zastosovuvannya [Requirements and guidelines for application]*. [Electronic resource] URL: <https://surl.li/yxpivx> (access date 24.12.2025) [in Ukrainian].
- Kovalenko, T. (2016). Vyrobnytstvo orhanichnoyi produktsiyi ta syrovyny tvarynnoho pokhodzhennya: pravyla i normy: informatsiyno-analitychna hazeta «Ahrobiznes siohodni» [Production of organic products and raw materials of animal origin: rules and norms: information and analytical newspaper “Agribusiness Today”]. [Electronic resource] URL: <https://surl.li/iyniqw> (access date 24.12.2025) [in Ukrainian].
- Kulinich, T. (2025). Vplyv ekolohiyi vyrobnytstva stalyy rozvytok pidpryyemstv [The impact of production ecologization on sustainable development of enterprises] *Tavriiskyyi naukovyi visnyk. Seriya: Ekonomika [Taurida Scientific Herald. Series: Economics]*, (23), 196–202. <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2025.23.23> [in Ukrainian].
- Levchenko, I., & Buriak, A. (2023). Derzhavna pidtrymka rozvytku APK dlya zabezpechennya ekolohichnoyi bezpeky y podolannya ekozahroz: svitovyy dosvid ta realiyi Ukrayiny [Government support for the aic development to ensure ecological safety and overcome eco-threats: global experience and realities of Ukraine] *Ahrosvit [Agricultural world]*, 18, 96–105. <http://doi.org/10.32702/2306-6792.2023.18.96> [in Ukrainian].
- Grin, G., Mokhonko, V., Suvorin, O., Kuznetsov, P., Grin, S., Ozheredova, M., Koshovets, M., Zubtsov, E., Ponomarev, V., Kravchenko, I., & Azarov, M. (2019). Metody vymiryuvannya parametriv navkolyshn'oho seredovysshcha [Methods of measuring environmental parameters]. *Sievierodonetsk : vyd-vo SNU im. V. Dalia [Severodonetsk: Publishing house of the V. Dahl State University of Science and Technology]*, 420. [in Ukrainian].

Mokienko, A., Kovalchuk, L., & Krissilov, A. (2017). Yakist vody poverkhnevnykh vodoim yak faktor ryzyku dlia zdorovia naselennia: matematychna model [Quality of water of surface water bodies as a risk factor for public health: mathematical model] *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy [Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine]*, 10 (2017), 42–52. <https://doi.org/10.15407/visn2017.10.042> [in Ukrainian].

Nakaz Ministerstva okhorony zdorovya Ukrainy «Pro zatverdzhennya hiihyenichnykh rehlamentiv dopustymoho vmistu khimichnykh i biolohichnykh rehovyn v atmosfernomu povitri naselennykh punktiv». № 452/17747 vid 14.01.2020 № 156/34439 [Order of the Ministry of Health of Ukraine “On approval of hygienic regulations for the permissible content of chemical and biological substances in the atmospheric air of populated areas”. No. 452/17747 dated January 14, 2020, No. 156/34439]. (2020). [Electronic resource] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text> (access date 24.12.2025) [in Ukrainian].

Nakaz Ministerstva okhorony zdorovya Ukrainy. (2010). «Pro zatverdzhennya Derzhavnykh sanitarnykh norm ta pravyl Hiihyenichni vymohy do vody pytnoyi, pryznachenoii dlya spozhyvannya lyudey». № 452/17747 vid 12.05.2010 № 400 [Order of the Ministry of Health of Ukraine “On approval of State sanitary norms and rules Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption”. No. 452/17747 dated 05.12.2010 No. 400]. [Electronic resource] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (access date 24.12.2025) [in Ukrainian].

Proyekt Planu vidnovlennya Ukrainy : Materialy robochoyi hrupy «Nova ahrarna polityka» Natsionalnoyi Rady z vidnovlennya Ukrainy vid naslidkiv viyny [Draft Plan for the Recovery of Ukraine: Materials of the Working Group “New Agrarian Policy” of the National Council for the Recovery of Ukraine from the Consequences of the War]. (2022). [Electronic resource] URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/new-agrarian-policy.pdf> (access date 24.12.2025) [in Ukrainian].

Savenko, M., Kryvtsova, M., & Fedurca, O. (2021). Vplyv antropohennoho navantazhennya na strukturu mikrobiotsenozu richky Uzh (Ukrayina) [The influence of anthropogenic pressure on the structure of the microbiocenosis of the Uzh River (Ukraine)] *Ekolohichni nauky [Environmental sciences]*, 4(37), 52–59. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.4-37.7> [in Ukrainian].

Svitelsky, M., Bordiug, N., Dunaievska, O., Alpatova, O., & Sokulskyi, I. (2025). Kompleksna otsinka produktyvnosti ta farmakopeinykh pokaznykiv korenevoi masy *Valeriana officinalis* L. pry ryznykh dozakh mineralnykh dobryv v umovakh Polissia Ukrainy [Comprehensive assessment of productivity and pharmacopoeial indicators of root mass *Valeriana officinalis* L. at different doses of mineral fertilizers in the Polissya region of Ukraine] *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychuykh nauk [Ukrainian Journal of Natural Sciences]*, 14, 81–90. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal> 14.2025.8 [in Ukrainian].

Solop, A. (2024). Ahrarnyy sektor ukrayiny: suchasni vyklyky ta mozhlyvosti [The agricultural sector of Ukraine: modern challenges and opportunities] *Tavriskyyi naukovyi visnyk. Seriya: Ekonomika [Taurida Scientific Herald. Series: Economics]*, 20, 147–158. <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2024.20.17> [in Ukrainian].

Sharko, I. (2020). Rol ta tendentsiyi rozvytku silskohospodarskoyi haluzi Ukrainy. [The role and trends of the agricultural industry development of Ukraine] *Pryazovskyyi ekonomichnyi visnyk [Pryazovskyyi economic herald]*, 1(18), 64–69. <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2020-1-11> [in Ukrainian].

Shevchenko, O. (2022). Ekolohichna ta prodovolcha bezpeka yak skladovi zabezpechennya ekonomichnoyi bezpeky Ukrainy v stratehichnomu formati [Environmental and food security as components of ensuring the economic security of] *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriya : Pravo [The collection of «Uzhhorod National University Herald. Series: Law]*, 68, 110–117. <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2021.68.18> [in Ukrainian].

AEM. (2021). The Environmental Benefits of Precision Agriculture Quantified. [Electronic resource] URL: <https://surl.it/jamghg> (access date 06.12.2025) [in English].

Anadon, L., Chan, G., Harley, A., Matus, K., Moon, S., Murthy, S., & Clark, W. (2016). Making technological innovation work for sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(35), 9682–9690. <https://doi.org/10.1073/pnas.1525004113> [in English].

Beer, P., & Mulder, R. (2020). The Effects of Technological Developments on Work and Their Implications for Continuous Vocational Education and Training: A Systematic Review. *Frontiers in psychology*, 11, 918. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00918> [in English].

Dunaievskaya, O., Sokulskyi, I., Gutyj, B., & Radzyhovskyi M. (2025). Analysis of environmental monitoring of atmospheric air in Zhytomyr region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 27(103), 223–230. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a10326> [in English].

Dyudyayeva, O., & Rutta, O. (2024). Ecologisation of the food industry through the introduction of vermiculture technology in agriculture. *Environmental Sciences*, 2(53), 22–28. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.2-53.3> [in English].

Gillard, R., Gouldson, A., Paavola, J., Alstine J., & Van, D. (2016) Transformational responses to climate change: Beyond a systems perspective of social change in mitigation and adaptation. *Wiley Interdisciplinary Reviews-Climate Change*, 7(2), 251–265. <https://doi.org/10.1002/wcc.384> [in English].

Grytsenko, S., Savchenko, L., & Kryshtal, S. (2022). Conceptual principles of the “green” technologies introduction in the logistics activities of Ukrainian companies in the context of the implementation of European environmental programs. *Intellectualization of Logistics and Supply Chain Management*, 13, 15–26. <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2022-13-2> [in English].

Hobela, V. (2020). Logistics as a supply tool for ecological and economic security of the state. *Intellectualization of Logistics and Supply Chain Management*, 3, 29–37. <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2020-3-3> [in English].

Hryhorak, M., & Trushkina, N. (2020). Development of the logistics system of the economic region “Polissya” in the context of the green economy: ecological problems and perspectives. *Intellectualization of Logistics and Supply Chain Management*, 4, 27–40. <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2020-4-3> [in English].

Huang, W, Manevska-Tasevska, G, & Hansson, H. (2024). Does ecologization matter for technical efficiency in crop production? A case of Swedish agriculture. *Land Use Policy*, 4. 138, 107068. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107068> [in English].

Paz, D., Henderson, K., & Loreau, M. (2020). Agricultural land use and the sustainability of social-ecological systems. *Ecological modelling*, 437, 109312. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109312> [in English].

Steinfeld, H., & Gerber, P. (2010). Livestock production and the global environment: consume less or produce better. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107 (43), 18237–18238. <https://doi.org/10.1073/pnas.1012541107> [in English].

Zhang, G., Qiu, Y., Boireau, P., Zhang, Y., Ma, X., Jiang, H., Xin, T., Zhang, M., Tadesse, Z., Wani, N. A., Song, J., & Ding, J. (2024). *Modern agriculture and One Health. Infectious diseases of poverty*, 13 (1), 74. <https://doi.org/10.1186/s40249-024-01240-1> [in English].

University of Wisconsin-Madison. (2024). Dairy Ventilation Energy Needs Grow as Seasonal Temperatures Shift. [Electronic resource] URL: <https://dairy.extension.wisc.edu/articles/dairy-ventilation-energy-needs-grow-as-seasonal-temperatures-shift> (access date 06.12.2025) [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 31.12.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 04.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 31.03.2026

Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

