

В. О. Юденко¹
С. М. Кватернюк¹
С. В. Мандебура²
Д. Р. Латуша¹
М. П. Максименко¹

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВПЛИВУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА НА ДОВКІЛЛЯ

¹Вінницький національний технічний університет

²Уманський державний педагогічний університет ім. Павла Тичини

Анотація

Роботу присвячено актуальній проблемі забезпечення екологічної безпеки в аграрному секторі на прикладі Вінницької області. Проаналізовано ключові екологічні загрози, спричинені інтенсивним сільським господарством, зокрема вплив на водні ресурси, деградацію ґрунтів, забруднення повітря та втрату біорізноманіття. Проведено огляд сучасних наукових підходів та інноваційних рішень, спрямованих на мінімізацію цих впливів. На основі аналізу оцінено екологічні ризики та їхні економічні наслідки для агровиробництва в регіоні. Встановлено, що впровадження науково обґрунтованих практик, таких як точне землеробство, консерваційний обробіток ґрунту та раціональне управління відходами, є ключем до сталого розвитку. За результатами дослідження розроблено практичні рекомендації та запропоновано перспективні бізнес-ідеї для аграрних підприємств, органів влади та бізнесу, що сприятимуть підвищенню екологічної безпеки та економічної стійкості аграрного сектору Вінниччини.

Ключові слова: екологічна безпека, сільське господарство, вплив на довкілля, інноваційні підходи, оцінка екологічних ризиків, деградація ґрунтів, забруднення водних ресурсів, управління ризиками, сталий розвиток, бізнес-ідеї в агросекторі.

Abstract

The work is devoted to the current problem of ensuring environmental safety in the agricultural sector using the example of Vinnytsia region. The key environmental threats caused by intensive agriculture are analyzed, in particular the impact on water resources, soil degradation, air pollution and biodiversity loss. A review of modern scientific approaches and innovative solutions aimed at minimizing these impacts is conducted. Based on the analysis, environmental risks and their economic consequences for agricultural production in the region are assessed. It is established that the implementation of scientifically sound practices, such as precision agriculture, conservation tillage and rational waste management, is the key to sustainable development. Based on the results of the study, practical recommendations were developed and promising business ideas were proposed for agricultural enterprises, government agencies and businesses that will contribute to increasing the environmental safety and economic sustainability of the agricultural sector of Vinnytsia region.

Keywords: environmental safety, agriculture, environmental impact, innovative approaches, environmental risk assessment, soil degradation, water pollution, risk management, sustainable development, business ideas in the agricultural sector.

Вступ

Забезпечення екологічної безпеки в сільськогосподарській практиці є критично важливим завданням у сучасному світі, особливо в контексті зростаючої стурбованості щодо зміни клімату та деградації навколишнього середовища. Україна, з її значним аграрним сектором, відіграє важливу роль у світовому виробництві продовольства. Вінницька область, розташована в центральній частині країни, є одним з ключових сільськогосподарських регіонів, що характеризується родючими ґрунтами та сприятливим кліматом для вирощування різноманітних культур. Сільське господарство області є значним чинником її економічного розвитку, забезпечуючи робочі місця та генеруючи значну частину валового регіонального продукту. Однак інтенсивні методи ведення сільського господарства можуть мати негативний вплив на довкілля, що потребує розробки та впровадження інноваційних підходів для мінімізації цих наслідків.

Крім того, доцільно проаналізувати ряд інноваційних пропозицій, спрямованих на вирішення нагальних екологічних проблем, спричинених сільськогосподарською діяльністю у Вінницькій області, та сприяння екологічній безпеці в цьому секторі. У роботі буде розглянуто суть кожної бізнес-ідеї,

механізми її функціонування, потенційні переваги для довкілля та сільського господарства, можливі ризики та виклики, цільова аудиторія, стратегії монетизації, рівень інноваційності та унікальності. На основі порівняльного аналізу буде зроблено висновок щодо найбільш перспективних бізнес-ідей для забезпечення екологічної безпеки сільськогосподарського впливу на довкілля у Вінницькій області.

Результати дослідження

Забруднення водних ресурсів є однією з найсерйозніших екологічних проблем, пов'язаних із сільськогосподарською діяльністю. Основними джерелами цього забруднення є добрива, пестициди та відходи тваринництва. Добрива, особливо азотні, фосфорні та калійні, можуть потрапляти у водні об'єкти з поверхневим стоком під час дощів чи танення снігу, а також проникати в ґрунтові води внаслідок інфільтрації. Надмірний вміст поживних речовин у воді призводить до евтрофікації – процесу надмірного розростання водоростей та інших водних рослин, що спричиняє дефіцит кисню у воді та загибель риби та інших водних організмів. Пестициди, включаючи гербіциди, інсектициди та фунгіциди, можуть потрапляти у водні екосистеми при змиванні з полів дощовими водами або через атмосферне перенесення під час обприскування. Навіть у низьких концентраціях пестициди можуть бути токсичними для водних організмів та становити загрозу для здоров'я людини при потрапленні у питну воду. Відходи тваринництва, такі як гній та гноївка, є джерелом бактеріального забруднення водних об'єктів, а також містять велику кількість органічних речовин та поживних елементів, що також сприяють евтрофікації.

Сучасні методи моніторингу якості води в сільськогосподарських регіонах включають регулярний гідрохімічний аналіз проб води для визначення концентрації добрив, пестицидів та інших забруднюючих речовин. Біоіндикація, використання живих організмів як індикаторів стану довкілля, також застосовується для оцінки якості води. Дистанційне зондування, зокрема супутникові знімки, можуть використовуватися для виявлення ознак евтрофікації, таких як масове розростання водоростей на поверхні водойм.

Для запобігання забрудненню водних ресурсів у сільському господарстві застосовуються різноманітні науково обґрунтовані підходи. Оптимізація внесення добрив за допомогою технологій точного землеробства, таких як диференційоване внесення на основі GPS-даних та сенсорів, дозволяє зменшити кількість надлишкових добрив, що можуть бути винесені з полів. Впровадження інтегрованого захисту рослин (IPM) спрямоване на зменшення використання пестицидів шляхом комбінування агротехнічних, біологічних та селективних хімічних методів контролю шкідників та хвороб. Належне управління відходами тваринництва включає їхнє зберігання у спеціальних сховищах, переробку (наприклад, у біогаз за допомогою анаеробного зброджування) та використання як органічних добрив після відповідної обробки. Створення буферних зон вздовж річок та озер, засаджених деревами, чагарниками та травами, допомагає затримувати поверхневий стік та фільтрувати забруднюючі речовини перед їх потрапленням у водні об'єкти. Штучні водно-болотні угіддя можуть бути використані для очищення сільськогосподарських стоків завдяки природним біологічним процесам, що відбуваються в них. Застосування консерваційних систем землеробства, таких як мінімальний та нульовий обробіток ґрунту, сприяє зменшенню стоку води та ерозії ґрунту, що також зменшує винесення забруднюючих речовин у водні об'єкти.

Ефективність цих методів запобігання забрудненню водних ресурсів тісно пов'язана з конкретними агрокліматичними умовами різних регіонів України, а також з типом сільськогосподарського виробництва. Наприклад, у регіонах з інтенсивним тваринництвом особливу увагу слід приділяти управлінню відходами, тоді як у зонах активного використання хімічних добрив важливим є впровадження точного землеробства та IPM. Забруднення водних ресурсів не лише негативно впливає на біорізноманіття водних екосистем, призводячи до загибелі риби та інших гідробіонтів, але й становить серйозну загрозу для здоров'я населення, яке використовує ці води для пиття та господарських потреб. Тому комплексний підхід до вирішення проблеми забруднення вод у сільському господарстві є надзвичайно важливим для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку України.

Деградація ґрунтів є серйозною проблемою для сільського господарства України, що проявляється у різних формах, включаючи ерозію, виснаження поживних речовин, ущільнення, засолення, закислення та втрату органічної речовини. Ерозія, спричинена дією води та вітру, особливо поширена в аграрних регіонах з інтенсивним обробітком ґрунту, розорюванням схилів та недостатньою кількістю захисної рослинності. Вона призводить до втрати верхнього, найродючішого шару ґрунту, зменшення його вологості та погіршення структури. Виснаження поживних речовин відбувається внаслідок інтенсивного використання ґрунтів без належного поповнення органічної речовини та мінеральних елементів, що призводить до зниження врожайності та якості сільськогосподарської продукції. Ущіль-

льнення ґрунту, викликане використанням важкої сільськогосподарської техніки, погіршує аерацію ґрунту, ускладнює проникнення вологи та коренів рослин, що також негативно впливає на врожайність. Засолення та закислення ґрунтів можуть бути наслідком нераціонального зрошення та використання певних видів хімічних добрив, що порушує баланс поживних речовин та робить ґрунт непридатним для вирощування багатьох культур. Втрата органічної речовини є однією з ключових проблем, оскільки органічна речовина відіграє важливу роль у підтримці родючості ґрунту, його структури, вологості та біологічної активності.

З точки зору використання ресурсів сільське господарство подібне до будь-якої іншої галузі, оскільки його мета — максимізувати ефективність використання, мінімізуючи використання невідновлюваних ресурсів і будь-який негативний вплив, пов'язаний із виробництвом вхідних матеріалів. Однак щодо впливу та наслідків самого виробничого процесу сільське господарство не є подібним до інших галузей. Якщо інші промислові підприємства мають справу з наслідками на «виході» виробництва, то сільське господарство значно глибше інтегроване в довкілля, фактично, довкілля є аналогом виробничого цеху. У результаті маємо багато прямих впливів на природні середовища, які використовуються у виробничому процесі, а також численні розсіяні та опосередковані впливи.

Висновки

Інтенсивна сільськогосподарська діяльність у Вінницькій області, як і в Україні загалом, створює комплексний негативний вплив на довкілля. Доведено, що ключовими проблемами є забруднення водних ресурсів агрохімікатами та відходами тваринництва, деградація ґрунтів (ерозія, виснаження, ущільнення), забруднення атмосферного повітря парниковими газами та аміаком, а також втрата біорізноманіття через монокультуризацію та руйнування природних середовищ існування.

Аналіз показав, що світова та вітчизняна наука пропонує широкий спектр інструментів для мінімізації екологічних ризиків. До них належать технології точного землеробства, інтегрований захист рослин (ІРМ), консерваційні системи обробітку ґрунту (no-till), диверсифікація сівозмін, використання органічних добрив, створення екологічних коридорів та агролісомеліорація. Ці підходи не лише зменшують шкоду для довкілля, але й підвищують стійкість агровиробництва.

Робота підкреслює зростаючу загрозу економічній стабільності агросектору через кліматичні зміни. Аналіз ризиків, зокрема концепція "шарування ризиків", демонструє, що частішання екстремальних погодних явищ (посухи, заморозки, надмірні опади) призводить до значних середньорічних втрат (AAL). Це вимагає від аграріїв не лише адаптаційних заходів, а й впровадження ефективних систем управління ризиками, включаючи страхування.

На основі аналізу виявлено, що вирішення екологічних проблем може стати основою для створення нових, економічно вигідних бізнес-ідей у Вінницькій області. Найбільш перспективними є ті, що перетворюють відходи на ресурси (виробництво біогазу та органічних добрив), надають високотехнологічні послуги (консалтинг з точного землеробства, екологічний аудит), розвивають альтернативні напрями (органічне виробництво, агротуризм) та сприяють збереженню ресурсів (вирощування посухостійких культур, впровадження систем краплинного зрошення).

Юденко Вікторія Олегівна – студент групи ТЗД-216, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: viktoriayudenko1@gmail.com.

Кватернюк Сергій Михайлович – д.т.н., професор, професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: serg.kvaternuk@gmail.com.

Мандебур Святослав Васильович – викладач кафедри хімії, екології та методики їх навчання Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини, м. Умань, e-mail: eko14b.mandebura@gmail.com.

Латуша Дмитро Русланович – аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dima.latusha27@gmail.com.

Максименко Максим Павлович – аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: obzzorator@gmail.com.

Viktoria Olegivna Yudenko – student, Faculty of Civil Engineering, Civil and Ecological Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail viktoriayudenko1@gmail.com.

Serhii M. Kvaterniuk – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: serg.kvaternuk@gmail.com.

Sviatoslav V. Mandebura – Lecturer of the Department of Chemistry, Ecology and Methods of their teaching, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Uman, e-mail: eko14b.mandebura@gmail.com.

Dmytro R. Latusha – Postgraduate of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dima.latusha27@gmail.com.

Maxim P. Maksimenko – Postgraduate of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: obzzorator@gmail.com.