

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ І ЗАГАЛЬНОБІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН
КАФЕДРА ХІМІЇ

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ

Збірник матеріалів

***VIII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ***

21 травня 2026 року



Кам'янець-Подільський

2026

УДК 574:504.7:631.95:633:542 (063)

Рекомендовано до опублікування вченою радою
Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»
(протокол № 8 від 02 червня 2025 року).

РЕЦЕНЗЕНТИ

ШЕЛУДЧЕНКО Леся Сергіївна – доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри транспортних технологій та засобів АПК Закладу вищої
освіти «Подільський державний університет»

ЛЮБІНСЬКА Людмила Григорівна – доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри біології та екології Кам'янець-Подільського національного
університету ім. Івана Огієнка

Екологічні проблеми сучасності: зб. матеріалів VIII Всеукраїнської
студентської науково-практичної конференції, 21 травня 2026 року / за наук.
ред. в.о. ректора, кандидата економічних наук, доцента А. В. Зеленського.
Кам'янець-Подільський : ЗВО «ПДУ», 2026. 140 с.

У збірнику подано матеріали учасників VIII Всеукраїнської студентської
науково-практичної конференції «Екологічні проблеми сучасності» (21 травня
2026 року) із актуальних проблем екології та охорони довкілля; екології
харчових продуктів та компонентів біосфери, впливів на екосистеми внаслідок
воєнних дій; сучасних екологічно-безпечних агротехнологій.

За зміст публікацій, достовірність інформації, цитат, посилань на
літературні джерела відповідальність несуть автори.

© Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», 2026

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	6
АРТЬОМОВА Римма, ГАВРОЧИНСЬКИЙ Василь ЕКОЛОГІЧНЕ ВИРОБНИЦТВО М'ЯСА ПЕРЕПЕЛІВ	7
БЕША Анастасія ПРОБЛЕМА УТИЛІЗАЦІЇ ТА ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УМОВАХ СУЧАСНОГО МІСТА	10
БРАЗГОВКА Вікторія ЛАНДШАФТНІ ПОЖЕЖІ ТА ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ВНАСЛІДОК ВІЙНИ	15
ВЕРНИГОРОВ Артем АНТРОПОГЕННА ДЕГРАДАЦІЯ ОЗОНОВОГО ШАРУ ЯК ГЛОБАЛЬНА ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА СУЧАСНОСТІ	20
ВІВЧАР Віталій СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ АГРОТЕХНОЛОГІЇ	24
ГАЛАГАН Наталія СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ У БІОСФЕРІ: АНАЛІЗ ПОВІДОМЛЕНЬ СИСТЕМИ RASFF	27
ГАРКАВІЮК Андрій ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВИРУБУВАННЯ ЛІСІВ: ГЛОБАЛЬНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ВИКЛИКИ	31
ГОРДІЄНКО Олександра СТВОРЕННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СОРБЕНТІВ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ НЕОРГАНІЧНИХ ЗАБРУДНЕНЬ	34
ГОРЕЦЬКИЙ Давид ЕКОЛОГІЧНА ТРАНСФОРМАЦІЯ АГРОСФЕРИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТРЕСУ: ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ, ДЕГРАДАЦІЯ БІОТИ ТА ДОВГОСТРОКОВІ РИЗИКИ ДЛЯ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ	39
ГУЛЕНКО Олег ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ СУЧАСНОСТІ	42
ГУРМАН Богдана ОХОРОНА ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ВІД КСЕНОБІОТИКІВ	46
ЗБОРОВЕЦЬ Олександр СТАЛИЙ РОЗВИТОК АГРОЛАНДШАФТІВ ЧЕРЕЗ ЕФЕКТИВНУ ОРГАНІЗАЦІЮ ЗЕМЕЛЬНИХ УГІДЬ	49
КОВАЛЬЧУК Юлія ЗЕМЛЕВПОРЯДНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ТА КОНСОЛІДАЦІЇ МАСИВІВ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	53

КОРЖЕНІВСЬКИЙ Олександр	57
СПОСОБИ КОНЦЕНТРУВАННЯ ТА ВИЛУЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ІЗ ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНИХ ЕКОСИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ ЛІГАНДІВ	
ЛІТВІНОВА Анна-Таміла	60
ДОВГОТРИВАЛІ НАСЛІДКИ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ ДЛЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ	
ЛУКІЯНЧУК Юлія	64
СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИМ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯМ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	
МАКСІМОВ Андрій	67
АГРОЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА: СИСТЕМНА ВЗАЄМОДІЯ КОМПОНЕНТІВ ТА СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ	
МОРГУН Євген	70
ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ПОШИРЕННЯ ЗБУДНИКІВ ПАРАЗИТАРНИХ ЗООНОЗІВ У БІОСФЕРІ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	
МУЛЯР Валерія	74
ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ	
НІЗЕЛЬСЬКИЙ Дмитро	79
ВПЛИВ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕЧНІСТЬ ПРОДУКЦІЇ БДЖІЛЬНИЦТВА	
ПІДЛЮДНИЙ Даніїл	83
ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ ТА ШЛЯХИ ВІДНОВЛЕННЯ АГРОЛАНДШАФТІВ УКРАЇНИ	
ПОГОРЛЮК Дмитро	86
ПРОДУКТИВНІСТЬ БДЖІЛ РІЗНИХ ПОРІД В УМОВАХ ПОДІЛЛЯ	
ПОЛІЩУК Владислав	89
КОМПЛЕКСНЕ ПРОСТОРОВЕ ПЛАНУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД	
ПОНОМАРЕНКО Євгеній	92
ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА РЕГІОНУ В УМОВАХ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАГРОЗ: ЗНАЧЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА МІКРОМЕРЕЖ	
ПОПАДЮК Юлія	96
АГРОЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНОМУ ПРОМИСЛОВОМУ САДІВНИЦТВІ	
РОМАНЮК Анатолій	99
ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РАЦІОНАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ	

РОТАРЬ Вікторія	103
ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНІ ТА МІСТОБУДІВНІ ФАКТОРИ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ МІСТ	
СЕНИШЕН Костянтин	106
ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ І БІОПРЕПАРАТІВ У СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	
СЕНИШЕН Костянтин	110
ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ВИКОРИСТАННЯ ПОПУЛЯРНИХ ГЕРБІЦИДНИХ ГРУП В УКРАЇНСЬКОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ	
СКИБА Гліб	113
ХІМІКО-ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕВТРОФІКАЦІЇ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ПІД ВПЛИВОМ НАДЛИШКУ АЗОТОВМІСНИХ ТА ФОСФАТНИХ СПОЛУК	
СКИБА Гліб	116
ЕКОНОМІЧНІ МЕХАНІЗМИ СТИМУЛЮВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ У ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАДАХ	
СМОТРУК Нестор	120
КОМПЛЕКСНА РЕКУЛЬТИВАЦІЯ НАФТОЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ АГРОЦЕНОЗІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СОРБЦІЙНИХ ТА БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ	
СКОВОРОДНИК Каріна	122
ЕКОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ НА ЕКОСИСТЕМУ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ	
ХІМІНЧУК Микола	125
СУЧАСНІ ТРЕНДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН У ПОРІВНЯННІ З ХІМІЧНИМ	
ЧУБАЙ Іван	128
ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ	
ШІМОН Дмитро	131
ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД	
ШПАК Богдана	133
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ	
ШУЛИК Арсен	136
ОСОБЛИВОСТІ СХЕМ СІВБИ ТА ВИСАДЖУВАННЯ КАВУНА У ВІДКРИТОМУ Й ЗАХИЩЕНОМУ ҐРУНТІ	
МАУ Vitaly	138
ECOLOGICALITY OF CROP GROWING TECHNOLOGIES	

ПЕРЕДМОВА

Екологічні дослідження відіграють важливу роль у забезпеченні збереження навколишнього природного середовища, охорони здоров'я населення та реалізації принципів сталого розвитку суспільства. У збірнику матеріалів представлено результати наукових досліджень, присвячених актуальним проблемам екології, зокрема питанням, пов'язаним із подоланням екологічної кризи, що є однією з ключових проблем сучасності.

Екологічні дослідження дають змогу оцінити вплив антропогенної діяльності, зокрема промислового виробництва, сільського господарства та урбанізаційних процесів, на стан довкілля. Це сприяє прогнозуванню можливих негативних наслідків та розробленню ефективних заходів щодо їх попередження й мінімізації.

Важливим напрямом екологічних досліджень є вивчення стану біорізноманіття та виявлення загроз зникнення окремих видів флори і фауни. Отримані результати є основою для формування стратегій їх збереження та підтримання екологічної рівноваги природних екосистем.

Систематичний моніторинг атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтів і біоти дозволяє своєчасно виявляти джерела та рівні забруднення, оцінювати стан екологічної безпеки й приймати науково обґрунтовані рішення у сфері охорони навколишнього середовища.

З огляду на тісний взаємозв'язок між станом довкілля та здоров'ям людини, екологічні дослідження спрямовані також на встановлення впливу забруднювачів на виникнення і поширення захворювань, а також на розроблення рекомендацій щодо зниження негативного впливу екологічних чинників на організм людини.

Екологічна наука є важливою складовою концепції сталого розвитку, яка передбачає гармонійне поєднання економічного зростання, соціального розвитку та раціонального природокористування. Це сприяє формуванню екологічно відповідальних підходів до використання природних ресурсів.

Результати екологічних досліджень становлять наукову основу для розвитку екологічної освіти та підвищення рівня екологічної свідомості населення, формуючи відповідальне ставлення суспільства до збереження природного середовища.

Римма АРТЬОМОВА, Василь ГАВРОЧИНСЬКИЙ

здобувачі вищої освіти 4 курсу
спеціальності 204 «ТВППТ»

Науковий керівник – **ПУСТОВА Наталія Володимирівна**
кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології
виробництва і переробки продукції тваринництва
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський

ЕКОЛОГІЧНЕ ВИРОБНИЦТВО М'ЯСА ПЕРЕПЕЛІВ

У перепелиних господарства України і світу утримують поголів'я перепелів на підлозі із глибокою підстилкою або у клітках. Поголів'я птиці може сягати від кількох десятків голів – птахівники любителі або сотні тисяч голів – великі фермерські господарства. Перепелятники будують або облаштовують у вже збудованих приміщеннях таким чином щоб створити для птиці комфортні умови вирощування й утримання. Великою перевагою перепелів є їх розмір – найменші серед сільськогосподарської птиці, це дозволяє утримання чисельного поголів'я на малих площах і у багатоярусних клітках. Важливою біологічною особливістю перепелів є їх здатність найбільш повноцінно перетворювати корми у продукцію – яйце та м'ясо, швидка окупність перепельництва робить його привабливою галуззю сільського господарства.

У перепелиних господарствах утримують здебільшого яєчного перепела, проте із збільшенням попиту і споживання м'яса перепелів, постійно збільшується виробництво перепелятини. М'ясні перепели у господарствах представлені двома породами – «Фараон» та «Техаський білий», а також їх гібридами із яєчними породами перепелів. Проте гібридне перепельництво використовують лише для виробництва товарної продукції. Для сталого і прибуткового бізнесу на перепелах використовують чистопородне розведення – із повним циклом виробництва яєць, м'яса, інкубаційного яйця, молодняку і батьківським поголів'ям. Такий підхід до ведення перепельництва дає

можливість господарнику повністю контролювати усі етапи вирощування, утримання і переробку перепелів.

Перепелиний бізнес доцільно розпочинати із невеликого поголів'я – 2-3 тисячі голів одноразового утримання. Це потрібно для кращого понять технології утримання та практичного уміння при догляді за перепелами. Найбільш рентабельною є господарство із поголів'ям перепелів від 5000 голів і більше за умови налагоджених логістичних шляхів реалізації продукції перепельництва та можливості облаштування переробки і виготовлення продукції тривалого зберігання.

Перед посадкою м'ясних перепелів на відгодівлю та вирощування у приміщенні обов'язково потрібно провести підготовчі роботи, які забезпечують комфортні умови для птиці та прибуток господарству. Приміщення та обладнання ретельно миють та дезінфікують, для підстилки найкраще використовувати лушпиння соняшнику або подрібнене сіно та солону доброї якості без плісняви та цвілі. Щільність розміщення перепелят на один метр квадратний підлоги 40 голів. Перебування на підлозі дозволяє м'ясним перепелам активно рухатись, що позитивно впливає на їх прирости та споживання кормів, і досягнення забійної маси у ранні строки відгодівлі. Добові перепелята мають живу масу біля восьми грам, а у віці забою – 30-40 днів, жива маса – 300 - 360 грам, самки важчі за самців. Відгодівля перепелів м'ясних порід передбачає використання спеціальних комбикормів збалансованих за поживністю та віком птиці. Годувати доцільно перепелів 4-6 раз на добу, або облаштовувати авто-годівниці із цілодобовим доступом птиці до кормів та води. Завдяки прискореному обміну речовин перепели добре ростуть у ранньому віці та ефективно використовують поживність кормів перетворюючи її у цінну продукцію – м'ясо та яйце.

Перепелятник доцільно облаштовувати із обігрівом за використання брудерів, червоних ламп та теплої підлоги. Проте най рентабельнішим є застосування теплої підлоги при відгодівлі перепелів на м'ясо, тому що відсутня «холодна зона» підстилки і птахи не витрачають енергію на обігрів ніг

і нижньої частини тулуба під час відпочинку. Підстилка, яка постійно підсушується і не псується, а по знятті перепелів із відгодівлі, є цінним органічним добривом яке має великий попит на ринку органічного, еко – рослинництва. Температура у зоні розміщення добових перепелят має бути у межах +35...+36°C, із віком перепелів вона поступово зменшується проте має бути не менше +22°C. Вологість повітря у перепелятнику не вище 70% і не менше 60%, щоб не створювати надлишок вологи потрібно правильно налаштувати систему вентиляції та клімат-контроль.

Використання м'ясних перепелів порід «Фараон» і «Техаський білий» дозволяє господарству у продовж двох-трьох місяців одержати прибуток від реалізації м'яса перепелів, а подальше використання батьківського поголів'я одержання інкубаційного яйця та ремонтного молодняку. Виробництво продукції перепельництва є вигідною справою, а переробка у рази підвищує прибутковість господарства.

Ключові слова: перепели, «Фараон», «Техаський білий», відгодівля, утримання.

Список використаних джерел

1. Перепели для м'ясної відгодівлі <https://poradum.com.ua/the-hands/doglyad-za-tvarinami/82267-perepilki-faraon-opis-ta-xarakteristika-porodi-doglyad-i-utrimannya-yak-vidrizniti-samku-vid-samcyu.html>
2. Експерти розповіли як відгодовувати перепелів на м'ясо <https://zemliak.com/news/gospodarstvo/1675-eksperti-rozpovili-yak-vidgodovuvati-perepeliv-na-m-yaso>
3. ТОП-12 порід домашніх перепілок <https://zemliak.com/reityngy/2626-top-12-porid-domashnih-perepilok>

Анастасія БЕША

здобувачка вищої освіти 2 курсу
спеціальності 201 «Агрономія»

Науковий керівник – **ЗБАРАВСЬКА Леся Юріївна**

канд. пед. наук, доцент, завідувач кафедри інформаційних технологій,
фізико-математичних та безпекових дисциплін
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський

ПРОБЛЕМА УТИЛІЗАЦІЇ ТА ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УМОВАХ СУЧАСНОГО МІСТА

Проблема утилізації твердих побутових відходів (ТПВ) в умовах сучасного міста — це не лише екологічний виклик, а й гостре економічне та інфраструктурне питання. Через переповнені полігони, які займають близько 7% території України, та відсутність культури масового сортування сміття, більшість відходів просто захоронюється, а на переробку йде не більше 3% [4]. Щороку середньостатистичний мешканець урбанізованого простору утворює значну кількість відходів, і ця негативна екологічна тенденція має постійну та стійку динаміку до зростання.

Ефективність, екологічна безпека та економічна доцільність функціонування будь-якої муніципальної системи інженерного управління відходами безпосередньо залежить від проведення чіткого щоденного моніторингу їхньої внутрішньої структури. Морфологічний та хіміко-фізичний аналіз твердих побутових відходів типового українського міста наочно демонструє, що левову частку загального сміттевого потоку становлять корисні фракції компонентів, які за умови впровадження правильної організації логістичного збору можуть бути ефективно використані як вторинна сировина [2]. Наразі усереднена покомпонентна структура міських відходів має такий вигляд: органічні (харчові, садові, паркові та інші рослинні) відходи – 35–40%; папір, вторинна макулатура та пакувальний картон різної щільності – 15–20%; полімерні матеріали та синтетичні сполуки (ПЕТ-пляшки, поліетиленові плівки,

пластиково промислова тара) – 12–15%; склобій (тарне, віконне та листове скло) – 8–10%; текстильні матеріали, відходи деревини, зношена гума та шкіра – 5–7%; метали (екстрагований брухт чорних та кольорових металів) – 2–3%; інші комплексні відходи (включаючи виключно токсичні небезпечні відходи у складі побутового сміття, такі як відпрацьовані хімічні джерела електричного струму, батарейки, відпрацьований електронний брухт, ртутьвмісні термометри та люмінесцентні лампи) – 5%.

Головною системною екологічною проблемою міського комунального господарства України залишається вкрай низький рівень роздільного збору відходів безпосередньо в місцях їхнього первинного утворення населенням. Змішування легкорозкладних вологих органічних відходів із сухими корисними фракціями (папером, текстилем, чистим пластиком) призводить до швидкого бактеріального забруднення, інтенсивного гниття та незворотного псування потенційного вторинного ресурсу. Це робить подальший механічний рециклінг на великих сортувальних станціях технологічно складним, дороговартісним та економічно збитковим [4]. Органічна складова, потрапляючи на тіло полігону, активізує анаеробні процеси деструкції, що супроводжуються утворенням високотоксичного фільтрату, який просочується у глибокі водоносні горизонти, та виділенням звалищного газу, насиченого метаном.

На сьогодні у світовій практиці сучасної інженерної екології виділяють кілька базових технологічних та інфраструктурних підходів до комплексної мінімізації, екологізації та промислової переробки ТПВ. Детальна порівняльна характеристика цих методів із визначенням їхніх ключових екологічних переваг, технологічних обмежень та потенційних ризиків для довкілля наведена нижче (табл. 1).

Порівняльний аналіз методів переробки та утилізації ТПВ

Напрямок переробки / утилізації відходів	Екологічні переваги впровадження технології	Екологічні ризики та існуючі технологічні обмеження
Роздільний муніципальний збір та рециклінг фракцій	Максимально повне повернення вторинних матеріалів у виробничий цикл, збереження первинних природних ресурсів (лісів, руд), суттєве зменшення територіальних площ відчуження під нові звалища.	Потребує стабільно високої екологічної культури сортування від усіх верств громадян та значних довгострокових капіталовкладень у роздільну логістику і контейнерний парк.
Промислове компостування (анаеробне біо-зброджування)	Контрольована переробка органіки в екологічно чистий біогумус; уловлювання та утилізація супутнього біогазу для генерації відновлюваної теплової та електричної енергії.	Вимагає винятково високої чистоти вихідної органічної фракції; спостерігається висока чутливість бактеріальних культур до хімічних домішок і важких металів.
Термічна утилізація (сучасне екологічне сміттєспалювання)	Надзвичайно швидке скорочення фізичного об'єму накопичених відходів (до 90%), повне термічне знищення патогенної мікрофлори,	Утворення вторинної токсичної золи та високотоксичних летких шлаків; потенційна загроза викидів супертоксикантів (діоксинів і фуранів) у разі

Напрямок переробки / утилізації відходів	Екологічні переваги впровадження технології	Екологічні ризики та існуючі технологічні обмеження
	можливість отримання великої кількості енергії.	порушення температурного режиму.

Роздільне сортування сухих фракцій (скло, пластик, папір, метал) миттєво знижує навантаження на полігони щонайменше на 30–35%. Інша частина відходів має проходити обов'язкову глибоку механіко-біологічну обробку. Важливим кроком є будівництво автоматизованих сміттесортувальних комплексів із сучасними оптичними, магнітними та балістичними сепараторами. Це дозволяє вилучити максимум корисних ресурсів і підготувати залишок до подальших операцій [6].

Органічні (харчові та рослинні) відходи становлять найбільшу загрозу, оскільки при розкладанні на полігонах виділяють метан – звалищний газ, що у 25 разів сильніше за вуглекислий посилює парниковий ефект. Анаеробне зброджування органіки в ізольованих біогазових реакторах дозволяє локалізувати ці гази, перетворюючи їх на відновлювану енергію для комунального сектору. Крім того, отриманий дегестат слугує добривом для міського озеленення [5].

Збалансована екологічна політика міст має базуватися на п'ятиступеневій ієрархії поводження з відходами згідно з Рамковою Директивою ЄС [7]. Найвищим пріоритетом є запобігання утворенню сміття та розвиток циркулярної економіки. Це передбачає поетапну відмову від одноразового пластику, впровадження біорозкладних матеріалів і стимулювання підприємств до екодизайну продукції, розрахованої на тривалий цикл служби та легку переробку [3].

Перехід до сталого управління відходами потребує нових економічних стимулів. Принцип «розширеної відповідальності виробника» (РВВ) зобов'язує бізнес фінансувати збір та утилізацію пакування від своїх товарів [1], стимулюючи його використовувати легкопереробні мономатеріали. Водночас

муніципалітети мають впроваджувати диференційовані тарифи за принципом «плати за те, що викидаєш» (Pay-As-You-Throw), де вивезення змішаного сміття є дорожчим за роздільно зібране.

Світовий досвід доводить, що успіх у сфері ТПВ досягається інтеграцією технологій та правової відповідальності. Запровадження суворих штрафів, відеомоніторингу контейнерних майданчиків та цифровізації обліку смітєвих потоків запобігає появі несанкціонованих звалищ. Оптимізація цієї сфери є комплексною і потребує поєднання інженерних рішень, правового регулювання та соціоекологічних змін.

Важливою є інтеграція інтелектуальних систем управління (Smart Waste Management). Ультразвукові сенсори у баках дають змогу комунальникам відстежувати рівень їх заповнення в реальному часі. Спеціалізоване ПЗ оптимізує логістичні маршрути спецтранспорту, що знижує витрати палива на 20–25%, зменшує викиди газів та запобігає переповненню смітєвих майданчиків [2, 6].

Окрім інфраструктури, критично важливою є освітньо-просвітницька робота для підвищення екологічної свідомості громадян. Запровадження екопрактикумів у закладах освіти, проведення медіакампаній та створення муніципальних екоцентрів залучають населення до сортування. Тільки синергія промислових інновацій, жорсткого регулювання та високої культури природокористування забезпечить екологічну безпеку та сталий розвиток міст [4].

Список використаних джерел

1. Про управління відходами : Закон України від 20.06.2022 р. № 2320-ІХ. Відомості Верховної Ради України. 2022. № 37. Ст. 231.
2. Миронов В. В. Екологічна безпека урбанізованих територій та управління муніципальними відходами. Екологічні науки. 2024. № 2 (53). С. 45–51.
3. Самойлов О. П., Ковальчук І. М. Перспективи впровадження концепції циркулярної економіки у сфері поводження з ТПВ в Україні. Вісник

ХНУ. Серія «Екологія». 2025. Т. 14. С. 112–119.

4. Шмандій В. М., Клименко М. О. Екологічні аспекти поводження з твердими побутовими відходами у середніх містах України. Довкілля та здоров'я. 2023. № 4. С. 28–34.

5. Гудков А. А. Світовий досвід термічної та біологічної утилізації побутових відходів: уроки для українських муніципалітетів. Екологічний вісник. 2025. № 1. С. 15–22.

6. Кочетов О. С., Прохоров Є. В. Автоматизація процесів сортування муніципальних відходів як фактор зниження екологічного ризику полігонів. Техногенно-екологічна безпека. 2024. Вип. 18. С. 89–96.

7. Рамкова Директива 2008/98/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 19 листопада 2008 року про відходи та скасування деяких директив. Офіційний вісник Європейського Союзу. L 312. 22.11.2008. С. 3–30.

УДК 504.05:355.01

Вікторія БРАЗГОВКА

здобувачка вищої освіти 2 курсу
спеціальності Н1 «Агрономія»

Науковий керівник – **ТОРЧУК Михайло Васильович**

канд. тех. наук, доцент кафедри інформаційних технологій, фізико-
математичних та безпекових дисциплін

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський

ЛАНДШАФТНІ ПОЖЕЖІ ТА ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ВНАСЛІДОК ВІЙНИ

Вплив війни на наші екосистеми багатогранний та містить низку різних аспектів. Чи не найбільш масштабним та очевидним серед них є поширення ландшафтних пожеж, спричинених вибухами боєприпасів за відносно сухої погоди (рис.1). За даними Сергія Зібцева, директора Регіонального Східноєвропейського центру моніторингу пожеж, до середини осені 2022 року

такі пожежі охопили близько 2,4 млн гектарів, включно з 330 тис. га лісового фонду. Зокрема, згоріли тисячі гектарів лісу в національних природних парках «Кремінські ліси», «Святі гори», «Білобережжя Святослава», Чорнобильському біосферному заповіднику [1].



Рис.1. Лісові пожежі на Кінбурнській косі у вересні 2022 року.

Фото – РБК-Україна.

Основні фактори негативного впливу таких пожеж є спільними для різних екосистем: загибель величезної кількості особин різних видів фауни та флори, забруднення атмосферного повітря сполуками сірки, азоту, незгорілими вуглеводнями, накопиченими у біомасі важкими металами тощо, а також викиди великих обсягів двоокису вуглецю (CO_2).

Однак важливо наголосити, що загальний ступінь пошкодження та терміни відновлення до передпожежного стану залежать не лише від інтенсивності самої пожежі, а й сильно відрізняються для різних екосистем. Так, повне відновлення старого дубового чи соснового лісу після верхової пожежі займе більше сотні років, а тривалість такого відновлення буде дорівнювати віку найстаріших загиблих дерев. У випадку низової пожежі значна шкода завдається трав'яним та чагарниковим ярусам. При цьому основний ярус дерев має високі

шанси вижити або відмерти лише частково, а тому відновлення лісової екосистеми буде тривати від кількох років до кількох десятиліть.

Для степових екосистем терміни відновлення після пожеж є меншими, але у таких випадках дуже важливим фактором є пора року, протягом якої відбулася пожежа. Якщо це була пізня осінь або зима, тобто поза межами вегетаційного періоду степової рослинності, то вплив буде мінімальним. Оскільки кореневі системи степових рослин адаптовані до таких пожеж, вони не постраждають.

Водночас пожежі під час вегетаційного періоду часто призводять до загибелі рослин та тварин, які не здатні швидко втекти від вогню. Для багатьох степових рослин таким періодом активності є рання весна. Відповідно, інтенсивна степова пожежа протягом весняних місяців може на десятиліття знищити локальні популяції деяких видів степових рослин. Багато із них є рідкісними через скорочення площі степів та занесені до Червоної книги України або переліків регіонально рідкісних видів (затверджуються по окремих областях). А це означає, що втрата навіть однієї популяції погіршує шанси на збереження всього виду.

Для водно-болотних екосистем пожежі, на перший погляд, не є страшними через наявність значних обсягів води. Однак під час посушливих періодів на болотах також можуть виникати масштабні пожежі, які знищують надводну рослинність. А на тих болотах, де з певних причин встановився надто низький рівень води, можуть виникати торфові пожежі, які часто тривають протягом багатьох місяців, викидаючи протягом цього часу великі обсяги вуглецю та токсичних речовин.

Значної шкоди природним екосистемам завдають також самі вибухи різноманітних боєприпасів та знищення військової техніки, які разом спричиняють тривале забруднення ґрунтів, поверхневих водойм та водоносних горизонтів низкою токсичних речовин, включаючи залишки вибухівки (тротил, гексоген тощо) та їх метаболітів, нафтопродукти та важкі метали з корпусів снарядів і знищеної техніки (рис.2). Особливо токсичним є ракетне паливо із

застарілих ракет та реактивних снарядів, які масово застосовують окупаційні війська [2].



Рис.2 Приклад комплексного воєнного впливу, спричиненого вибухами боєприпасів та забрудненням рештками транспорту, пального і вибухівки.

Фото – Укрінформ.

Потрапляючи у ґрунти та ґрунтові води, згадані речовини поступово мігрують, потрапляють у водойми, а також на всьому шляху накопичуються в тканинах живих організмів, спричиняючи їхню загибель. Більш вразливими в цьому плані є види, які мешкають у водоймах або проводять на них значну частину свого життя, як-от водоплавні птахи. Існує також явище біомагніфікації, яке полягає в тому, що концентрації забруднюючих речовин зростають для організмів, що розташовані вище у харчовому ланцюгу. Це призводить до того, що найпершими від забруднення можуть загинути види, розташовані на вершині харчової піраміди (наприклад, хижі птахи, звірі або навіть люди) [3].

Іншим аспектом впливу вибухів боєприпасів на природу є постійне шумове забруднення, яке слугує сильним фактором стресу для тварин та змушує їх уникати місць бойових дій. А це може мати наслідком втрату місця проживання, кормової бази або навіть зміну шляхів міграції. Особливо актуальною ця проблема є для птахів, які здійснюють щорічні міграції на тисячі кілометрів. Через територію України пролягають три такі великі міграційні

маршрути: Азово-Чорноморський і Поліський широтні коридори та Дніпровський меридіанний міграційний шлях. Всі вони постраждали внаслідок бойових дій протягом першого місяця російського вторгнення. Азово-Чорноморський коридор і досі перебуває під впливом воєнних дій, а тому наслідки війни для міграційних птахів всієї Східної Європи продовжують накопичуватися.

Суттєвого впливу на ліси завдає і забруднення вибухонебезпечними предметами (ВНП): протипіхотними та протитанковими мінами і нерозірваними боєприпасами. Точні обсяги забруднених територій лісового фонду встановити складно, оскільки бойові дії відбуваються з різною інтенсивністю, що напряму впливає на кількість залишених вибухонебезпечних предметів.

Найбільш забруднені ВНП ліси будуть вилучені з користування на багато десятиліть, оскільки їхнє розмінування не є пріоритетним та потребує значно більше зусиль і часу, ніж розмінування аналогічних площ сільськогосподарських угідь. Найбільшу небезпеку таке забруднення завдає крупним тваринам, що можуть підірватися на мінах. Для інших видів забруднення ВНП може мати і певні позитивні наслідки через зменшення загального антропогенного навантаження. Але в довгостроковому вимірі важливими факторами впливу майже на всі види живих організмів будуть залишатися частота та інтенсивність ландшафтних пожеж, які будуть виникати через підриг великих тварин та самовільну детонацію ВНП у спекотні дні [4].

Список використаних джерел

1. Державна служба з питань геодезії картографії та кадастру. Офіційний сайт. URL: <https://land.gov.ua> (дата звернення 10.05.2026р).
2. Дребот О.І., Тарнавський В.А. Сільськогосподарське землекористування: тенденції законодавчих змін земельної сфери воєнного часу. Ефективна економіка. 2022. №7. URL: <https://www.nauka.com.ua>. DOI: 10.32702/2307-2105.2022.7.7 (дата звернення 10.05.2026р).
3. Як війна впливає на природу України та чому збереження й відновлення природних екосистем є важливим у повоєнному відновленні.

URL:<https://ecoaction.org.ua/iak-vijna-vplyvaie-na-pryrodu.html> (дата звернення 10.05.2026р).

4. Вплив воєнних дій на дику природу України. URL:
<https://uwecworkgroup.info/uk/impact-of-military-action-on-ukraines-wildnature/>
(дата звернення 10.05.2026р).

УДК 551.510.534:504.05

Артем ВЕРНИГОРОВ

здобувач вищої освіти 1 курсу
Спеціальності Н1 «Агрономія»

Науковий керівник – **ТОРЧУК Михайло Васильович**
канд. тех. наук, доцент кафедри інформаційних технологій,
фізико-математичних та безпекових дисциплін
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський

АНТРОПОГЕННА ДЕГРАДАЦІЯ ОЗОНОВОГО ШАРУ ЯК ГЛОБАЛЬНА ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА СУЧАСНОСТІ

Дослідження стану озонового шару Землі є пріоритетним напрямом сучасного екологічного моніторингу, оскільки стратосферний озон виконує критичну функцію захисту біосфери від жорсткого ультрафіолетового випромінювання. Проблема виникнення озонових дір та загальне виснаження озонового екрана безпосередньо впливає на еволюційну стабільність екосистем, стан здоров'я населення та продуктивність агросфери. Антропогенна діяльність останніх десятиліть призвела до суттєвої зміни хімічного складу атмосфери, що вимагає глибокого аналізу механізмів руйнування озоносфери та розробки стратегій її відновлення [1].

Озонова діра визначається як локальне падіння концентрації озону в стратосфері нижче критичного рівня (220 одиниць Добсона). Основним наслідком руйнування цього захисного екрана є підвищення інтенсивності короткохвильового сонячного випромінювання, яке досягає земної поверхні. Це

створює загрозу не лише для фауни та флори, а й призводить до передчасної деградації полімерних матеріалів та інших предметів життєдіяльності людини. Для водних екосистем надмірне УФ-опромінення є фатальним: фітопланктон, який мешкає у верхніх шарах Світового океану і є фундаментом трофічних ланцюгів, втрачає здатність до фотосинтезу, що може спричинити глобальний колапс морських біоценозів [3].

Поряд із проблемою озонових дір, сучасна атмосфера зазнає негативного впливу через утворення кислотних дощів та фотохімічного смогу. Хоча механізми їх виникнення відрізняються від озоноруйної дії, вони є складниками єдиного процесу хімічної дестабілізації повітряного басейну. Кислотні опади формуються внаслідок емісії діоксиду сірки та оксидів азоту енергетичними підприємствами та транспортом. Вступаючи в реакцію з атмосферною вологою, ці сполуки перетворюються на розчини кислот, що випадають на землю, спричиняючи закислення ґрунтів та пригнічення сільськогосподарських культур [1, 4]. У великих мегаполісах під дією сонячного ультрафіолету на вуглеводні та оксиди азоту формується фотохімічний смог — агресивна туманність, яка спричиняє серйозні розлади дихальної системи людини та патологічні зміни в центральній нервовій системі [4].

Основними чинниками руйнування озонного шару є викиди хлорфторвуглеців (фреонів), а також оксидів азоту, що виникають при польотах реактивної авіації в стратосфері та під час проведення ядерних випробувань [3]. Для галузі агрономії надмірне УФ-випромінювання, що проникає крізь «дірки», є критичним фактором ризику: воно викликає мутації в ДНК рослин, знижує ефективність фотосинтетичних процесів та призводить до зменшення біомаси культур. Біологічна дія ультрафіолету є двоякою: у малих дозах він необхідний для синтезу вітаміну D, проте надмірна експозиція спричиняє розвиток катаракти, опіки сітківки та підвищує ризик виникнення злоякісних новоутворень шкіри [2, 4].

У контексті європейської екологічної політики спостерігається значний прогрес у межах ініціативи «Зелений курс» (European Green Deal). Згідно з даними Служби моніторингу атмосфери Коперника (CAMS) станом на 2024 рік, Європейський Союз повністю припинив використання більшості озоноруйнівних речовин, що на 10 років випереджає графіки багатьох інших регіонів світу. Проте, вчені фіксують періодичні аномалії над Арктикою, де через специфічні метеорологічні умови у весняний період концентрація озону може короткочасно знижуватися на 20-25%. Це вимагає від країн ЄС не лише суворого контролю за викидами, а й розширення мережі наземних станцій спостереження для оперативного прогнозування індексів УФ-випромінювання [1, 5].

Україна відіграє важливу роль у глобальному моніторингу озоносфери завдяки діяльності Національного антарктичного наукового центру на станції «Академік Вернадський». Саме українські вчені забезпечують безперервний ряд спостережень за «озоновою дірою» над Антарктидою, результати яких використовуються провідними світовими центрами для оцінки ефективності Монреальського протоколу. На території самої України стан озонowego шару оцінюється як стабільний, проте фахівці зазначають, що через кліматичні зміни та забруднення атмосфери оксидами азоту внаслідок промислової діяльності, над великими містами періодично виникають локальні «міні-дірки», де рівень озону на 5-10% нижчий за норму. Це створює додаткове навантаження на агроєкосистеми України, вимагаючи від агрономів врахування сонячної активності при плануванні технологічних операцій у рослинництві [2, 3].

Завдяки міжнародним зусиллям, зокрема підписанню Монреальського протоколу, використання найбільш небезпечних озоноруйнівних речовин було суттєво обмежено. Це дозволило стабілізувати ситуацію, проте повне відновлення озонowego шару до рівня 1980-х років очікується не раніше середини XXI століття [5]. Подальша стратегія людства має базуватися на переході до екологічно безпечних технологій та жорсткому контролю за промисловими викидами.

Висновки. Руйнування озонового шару є комплексною екологічною проблемою, яка прямо корелює з рівнем антропогенного навантаження на атмосферу та використанням специфічних хімічних сполук. Підвищення рівня УФ-випромінювання внаслідок утворення озонових дір створює пряму загрозу продовольчій безпеці, оскільки негативно впливає на фізіологію культурних рослин та знижує врожайність. Крім того, екологічний стан атмосфери суттєво ускладнюється супутніми явищами, такими як кислотні дощі та фотохімічний смог, що потребує інтегрованого підходу до моніторингу та охорони повітряного середовища. Хоча міжнародне співробітництво в межах екологічних конвенцій демонструє свою ефективність, остаточне подолання кризи озоносфери вимагає подальшого впровадження інноваційних безвідходних технологій та консолідації зусиль усієї світової спільноти.

Список використаних джерел:

1. Вікіпедія. Озоносфера URL: <https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=Озоносфера>.
2. Печенізька територіальна громада. Як впливає ультрафіолетове випромінювання на людину 2025. <https://pechenizka-gromada.gov.ua/news/1750417957/>.
3. Павло Чайка. Озонові діри причини і наслідки 2018. URL: <https://www.poznavayka.org/uk/nauka-i-svit/ozonovi-diri-prichini-i-naslidki/>.
4. Херсонський обласний ЦКПХ. Наслідки забруднення атмосфери для здоров'я людини 2024. URL: <https://ks.cdc.gov.ua/news/naslidky-zabrudnennya-atmosfery-dlya-zdorov-ya-lyudyny/>
5. Стасюк Ірина. Озонові діри та кислотні дощі - як людству вдалося їх позбутися? 2026. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2026/02/19/ozonovi-diry/>

Віталій ВІВЧАР

здобувач фахової передвищої освіти 3 курсу
спеціальності 201 Агрономія

Науковий керівник – **ПОБЕРЕЖНА Людмила Вікторівна**

доктор філософії з агрономії, викладач циклової комісії
агрономічних дисциплін

ВСП «Кам'янець-Подільський фаховий коледж

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ АГРОТЕХНОЛОГІЇ

Глобальна трансформація сільського господарства в бік екологізації зумовлена необхідністю збереження природних ресурсів за умови зростання попиту на харчові продукти. Сучасні агротехнології базуються на синергії біологічних методів та цифрових рішень, що дозволяє мінімізувати антропогенний тиск на довкілля.

В основі екологічної безпеки лежить перехід від уніфікованого обробітку полів до управління кожною окремою ділянкою. Точне землеробство використовує дані GPS, супутникові знімки та сенсори для оптимізації використання ресурсів. Ключовим інструментом є технологія диференційованого внесення (VRT), яка дозволяє налаштовувати норми добрив і пестицидів залежно від потреб конкретної зони поля. Це вирішує проблему локального передозування хімікатів, що зазвичай призводить до закислення ґрунтів та забруднення ґрунтових вод. Додатково застосовуються системи паралельного водіння та автопілоти. Вони забезпечують рух техніки з точністю до кількох сантиметрів, що виключає перекриття зон обробки та «огріхи». Це дозволяє знизити витрати пального та агрохімікатів на 10-15%. Моніторинг вегетації за допомогою дронів дає змогу виявляти вогнища поширення шкідників на ранніх стадіях, що дозволяє проводити локальне (точкове) обприскування замість суцільної обробки всього масиву [1].

Традиційна оранка із перевертанням пласта визнана одним із найбільш деструктивних чинників для екосистеми. На заміну їй прийшли технології No-Till (нульовий обробіток) та Strip-Till (смуговий обробіток). При No-Till ґрунт не порушується механічно, а посів проводиться безпосередньо в рештки попередньої культури. Це сприяє накопиченню гумусу, відновленню мікробіоценозу та запобіганню ерозії. Поживні рештки на поверхні діють як мульча, знижуючи випаровування вологи та стабілізуючи температуру ґрунту. Важливим елементом є впровадження покривних культур (сидератів). Їх висівають у міжсезоння не для збору врожаю, а для оздоровлення ґрунту. Сидерати розпушують землю корінням, пригнічують ріст бур'янів та накопичують атмосферний азот. Використання біовугілля (Biochar) – спеціально переробленої органіки – дозволяє на тривалий час фіксувати вуглець у ґрунті, покращуючи його пористість та здатність утримувати поживні речовини [1].

Екологічна безпека передбачає поступову заміну синтетичних пестицидів біологічними аналогами. Біологізація захисту включає використання ентомофагів – корисних комах, які є природними ворогами шкідників. Наприклад, випуск трихограми на поля кукурудзи дозволяє повністю відмовитися від хімічних інсектицидів проти стеблового метелика.

У живленні рослин акцент зміщується на інокуляцію насіння та використання біодобрив. Інокулянти містять живі культури бактерій, які вступають у симбіоз із корінням, допомагаючи рослинам засвоювати азот із повітря та фосфор із важкодоступних сполук у ґрунті. Використання мікробіологічних фунгіцидів на основі грибів роду *Trichoderma* дозволяє контролювати збудників хвороб без накопичення токсичних залишків у плодах, що критично важливо для виробництва органічної продукції. Інокулянти – це біологічні препарати, що містять корисні штами бактерій, здатні взаємодіяти з кореневою системою сої. Головним компонентом таких препаратів є бактерії, які заселяють корені рослин та формують на них спеціальні утворення – бульбочки. Саме в цих бульбочках відбувається процес біологічної фіксації

азоту, що дозволяє рослині отримувати необхідну кількість цього елемента прямо з атмосфери.[2]

З огляду на глобальний дефіцит прісної води, агротехнології фокусуються на максимальній ефективності зрошення. Системи крапельного поливу з інтелектуальним керуванням доставляють воду безпосередньо в прикореневу зону. Автоматизація базується на показниках датчиків вологості ґрунту та метеостанцій: полив вмикається лише за реальної потреби рослини, що економить до 50% водних ресурсів порівняно з традиційним дощуванням. Крапельний полив є одним з найефективніших методів зрошення насаджень, завдяки його ефективності та збільшенню врожайності, при нижчій витраті води. Він забезпечує точну та неквапливу подачу води в ґрунт, підходить для глибокого поливу всіх рослин.[3] Ефективним методом є фертигація – подача розчинених добрив через систему крапельного поливу. Це гарантує майже 100% засвоєння поживних елементів, виключаючи їх вимивання в глибші шари ґрунту, де вони стають недоступними для рослин і шкідливими для екології.

Сучасне еко-господарство прагне до енергетичної автономності та мінімізації механічного тиску на ґрунт. Розробка легких автономних агророботів дозволяє проводити міжрядний обробіток та знищення бур'янів без використання гербіцидів. Завдяки малій вазі роботи не ущільнюють ґрунт, зберігаючи його структуру. Використання біогазових установок дозволяє перетворювати відходи виробництва (гній, бадилля) на електричну та теплову енергію. Отриманий у процесі переробки шлам (дигестат) є високоефективним органічним добривом, вільним від патогенів та насіння бур'янів. Дигестат після виходу із біогазової станції вже можна вносити в ґрунт без додаткової обробки. Проте зазвичай застосовують сепарацію, в результаті якої отримується рідка фракція із низьким вмістом сухої речовини (1-8%) та тверда фракція із вмістом сухої речовини 20-40%. Рідка та тверда фракції відрізняються і за вмістом макроелементів. У рідкій фракції більша концентрація азоту й калію та менша фосфору, тоді як у твердій – більша концентрація азоту й фосфору і менша

калію [4]. Це замикає цикл обігу речовин на підприємстві, роблячи його частиною циркулярної економіки.

Висновок: Впровадження цих технологій у комплексі дозволяє досягти стабільної врожайності при радикальному зниженні негативного впливу на екосистему. Це шлях до виробництва безпечних харчових продуктів та відновлення природного потенціалу земель.

Список використаних джерел

1. <https://www.agronom.com.ua/tryhograma-dvodni-kameni-zastosuvannya/>
2. https://aoplatforma.com/blog/navishhovikoristovuvatiinokulyanti?srsltid=AfmBOor4-eToO1USwVfl2By7V6I4FbFaw7tVflyY38rATUOI_dYbXTkt
3. <https://polivservice.kiev.ua/ua/g93978416kapelnyjpoliv?srsltid=AfmBOopf m2SpP98e-dWUEyrwHgb1Z2Ysi4bmYCWxTks7Jt1oHSCvaiJY>
4. <https://superagronom.com/blog/1136-digestat-tehnologiya-vnesennya-normi-ta-efekt-na-prikladi-gospodarstva-ukrayina-2001>

УДК 636.09: 664.8: 658.8

Наталія ГАЛАГАН

здобувачка вищої освіти 5 курсу

спеціальності Н6/211 «Ветеринарна медицина»

Науковий керівник – **БУКАЛОВА Наталія Володимирівна**

канд. вет. наук, доцент, доцент кафедри ветсанекспертизи,

гігієни харчових продуктів та патанатомії імені Й. С. Загаєвського

Білоцерківський національний аграрний університет

м. Біла Церква

СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ У БІОСФЕРІ: АНАЛІЗ ПОВІДОМЛЕНЬ СИСТЕМИ RASFF

За нинішніх умов глобалізації в аграрно-продовольчому секторі, безпечність харчових продуктів набуває не лише санітарно-гігієнічного, а й екологічного значення. Харчові продукти – кінцева ланка складних

біогеохімічних і трофічних процесів у біосфері, де безпечність та якість харчової продукції безпосередньо залежить від стану довкілля. Сучасна концепція «Єдине здоров'я» розглядає безпечність харчового продукту, як інтегровану систему взаємодії людини, тварини і довкілля [1].

У межах цієї концепції, харчовий ризик трактується як результат дисбалансу біосфери, що спричинений інтенсивним аграрним виробництвом, хімізацією сільського господарства, зміною звичного кліматичного режиму, порушенням природних екологічних циклів.

Європейський Союз розглядає безпечність харчових продуктів, як складник екологічної стабільності та захисту громадського здоров'я, що реалізується через систему офіційного контролювання та моніторингу ризиків, зокрема, системи RASFF, відповідно до Регламенту (ЄС) № 178/2002, [2].

Із екологічної точки зору, харчовий ризик є результатом взаємодії природних чинників (клімату, біоти, ґрунту) і антропогенного навантаження (агрохімікати, промислове забруднення, логістичне порушення) [3].

Дослідження базується на аналізуванні екологічних аспектів безпечності харчових продуктів у контексті функціонування харчового ланцюга, як складника біосфери, повідомлень RASFF (системи швидкого оповіщення щодо харчових продуктів та кормів) за 2023–2025 роки, що стосується харчової продукції українського походження з позиції впливу антропогенних чинників довкілля, аграрної екологічної системи і глобальної зміни клімату в Україні [4].

Використано екологічний підхід до оцінювання ризиків, що передбачає аналізування джерел контамінації у довкіллі, оцінювання міграції забруднювачів у харчовому ланцюзі, врахування впливу кліматичних умов і логістичного чиннику, класифікацію ризику за ступенем екологічної небезпеки.

Установлено, що основним джерелом ризику є біологічна і хімічна контамінація, що формується під впливом екологічного стану ґрунту, водних ресурсів й певного технологічного порушення у харчовому ланцюзі.

Зокрема, аналіз даних RASFF засвідчив, що значна частка повідомлень пов'язана із виявленням патогенних мікроорганізмів, зокрема, роду *Salmonella* spp. у продуктах тваринного і рослинного походження.

Із екологічної точки зору, такі випадки є індикатором порушення санітарного стану аграрної екологічної системи, недостатнього контролювання у тваринницьких комплексах, впливу кліматичних змін, що сприяють виживанню й поширенню різного роду патогенів.

Наявність збудників харчових хвороб у рослинній продукції (ягоди, шпроти) свідчить про їх вторинне забруднення через ґрунт, воду чи перехресні ланцюги біосфери.

Виявлені у системі RASFF хімічні ризики включають перевищення залишкової кількості пестицидів, інсектоакарицидів (хлорпірифос, пропаргіт, біфентрин), наявність гліцидолу (визнаного ймовірним канцерогеном) в рослинній олії за її рафінування, утворення акриламідів (потенційного канцерогену і нейротоксину, що збільшує ризик розвитку захворювань онкологічних та нервової системи) в харчових продуктах, оброблених за температури понад 120 °С, контамінацію діоксином – клітинним токсичним забруднювачем (накопичується, переважно, в переробленій жирній м'ясо-молочній продукції та жирній рибі) й іншими токсикантами.

Ці забруднюючі речовини (ксенобіотики) мають чітке екологічне походження, адже агрохімікати накопичуються у ґрунті й мігрують у рослини, промислові викиди формують стійкі органічні забруднювачі, а термічне оброблення харчових продуктів трансформує природні компоненти у токсичні сполуки. Таким чином, харчовий продукт виступає індикатором екологічного стану певної території.

Сучасні кліматичні зміни (екстремальні явища, підвищення температури, коливання вологості) суттєво впливають на виживання, зокрема, патогенних мікроорганізмів, швидкість псування готового харчового продукту, швидке поширення токсигенних грибів. Усе це призводить до зростання екологічно зумовленого харчового ризику у межах біосфери [3, 4].

Порушення ж холодового ланцюга під час транспортування харчових продуктів є прикладом антропогенного впливу, що змінює їхні природні процеси стабільності. Такі порушення активізують мікробіологічні процеси в харчовому продукті, змінюють його фізико-хімічні показники, збільшують навантаження на систему харчової безпеки.

Таким чином, проведений аналіз показав, що безпека харчових продуктів за сучасних умов є невід'ємним складником екологічної стабільності біосфери. Основні ризики мають комплексний характер і формуються під впливом взаємодії природних і антропогенних чинників у цілому.

Для управління ризиками у харчовій та екологічній безпеці, важливим є посилення інтегрованого екологічного контролювання та впровадження концепції «Єдине здоров'я» для мінімізації екологічно зумовлених ризиків, а система RASFF дозволяє не лише виявляти порушення харчової безпеки, але й виступає інструментом екологічного моніторингу глобальних харчових ланцюгів.

Список використаних джерел

1. Shinyclimensa C., Parthiban A. Integrating centrality measures and multi-criteria decision-making for enhanced food safety risk assessment: a RASFF-based approach. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2026. Vol. 10. Art. 1731735. URL: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2026.1731735>
2. European Commission. Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF): official overview and functioning of the system. 2024. URL: https://food.ec.europa.eu/safety/rasff_en (дата звернення: 2026).
3. Wolniak R., Grebski W. Food safety in the European Union: a comparative assessment based on RASFF notifications, pesticide residues, and food waste indicators. *Foods*. 2025. Vol. 14(14). P. 2501. URL: <https://doi.org/10.3390/foods14142501>
4. AI-driven risk assessment in food safety using EU RASFF database / O. Sari et al. *Food and Bioprocess Technology*. 2025. Vol. 18. P. 6282–6303. URL: <https://doi.org/10.1007/s11947-025-03819-4>

Андрій ГАРКАВІЮК

здобувач вищої освіти 1 курсу
спеціальності Н1 «Агрономія»

Науковий керівник – **ТОРЧУК Михайло Васильович**
канд. тех. наук, доцент кафедри інформаційних технологій, фізико-
математичних та безпекових дисциплін
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВИРУБУВАННЯ ЛІСІВ: ГЛОБАЛЬНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ВИКЛИКИ

Лісові екосистеми є фундаментальною складовою біосфери, що забезпечує стабільність клімату, підтримання гідрологічного циклу та збереження біорізноманіття. Відповідно до сучасних наукових підходів, ліси виконують комплекс екосистемних функцій, серед яких особливе значення мають регулювання вуглецевого балансу, захист ґрунтів від ерозії, підтримання водного режиму територій та формування природного середовища існування живих організмів [1, с. 15]. Проте антропогенна діяльність, зокрема інтенсивна дефорестація, перетворила вирубування лісів на одну з найгостріших глобальних екологічних проблем сучасності.

Актуальність обраної теми обумовлена тим, що процеси знеліснення дедалі більше впливають як на глобальну кліматичну систему, так і на екологічний стан окремих регіонів України. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН, за останні десятиліття світ втратив близько 178 млн гектарів лісів [2]. Такі масштаби дефорестації призводять до збільшення концентрації парникових газів в атмосфері, посилення ерозійних процесів, деградації ґрунтів та порушення природного балансу екосистем. Особливо небезпечними є наслідки незаконних вирубок у Карпатському регіоні України, де зростає ризик паводків, зсувів та виснаження водних ресурсів [4, с. 47].

Ліси виступають одним із головних природних поглиначів вуглецю. У процесі фотосинтезу деревна рослинність акумулює атмосферний CO_2 у біомасі та ґрунтовому покриві. Вирубання лісів спричиняє подвійний негативний ефект: припиняється процес поглинання парникових газів і водночас вивільняється накопичений вуглець унаслідок спалювання та розкладу органічної речовини [5]. Це посилює глобальне потепління та змінює локальні кліматичні умови. Відсутність деревного покриву знижує рівень транспірації, що негативно впливає на вологість повітря та режим випадання опадів, сприяючи поступовій аридизації окремих територій [4].

Суттєвими є також наслідки вирубування лісів для стану ґрунтів і гідросфери. Лісова підстилка та коренева система дерев виконують функцію природного регулятора водного режиму, утримуючи значну частину атмосферних опадів. Після знищення лісового покриву вода швидко стікає у річкові басейни, провокуючи паводки та підтоплення населених пунктів. Особливо гостро ця проблема проявляється у гірських районах України, де порушення норм раціонального лісокористування призводить до активізації небезпечних природних процесів [3].

Водна та вітрова ерозія після вирубування спричиняє руйнування верхнього гумусового шару ґрунту. Втрата родючості має довготривалий характер, адже природне відновлення навіть одного сантиметра родючого шару може тривати сотні років [1]. Унаслідок цього знижується продуктивність земельних ресурсів, погіршується екологічний стан агроландшафтів та зростає ризик деградації сільськогосподарських територій.

Негативний вплив дефорестації проявляється і у скороченні біорізноманіття. Ліси є природним середовищем існування більшості наземних видів флори та фауни. Руйнування лісових масивів призводить до фрагментації ареалів, порушення міграційних шляхів тварин та зменшення кормової бази. В Україні під загрозою опинилися популяції бурого ведмеда, рисі, а також багатьох рідкісних видів рослин Карпатського регіону [6]. Такі процеси

негативно впливають на стабільність природних екосистем і спричиняють поступову деградацію природного генофонду.

У сучасних умовах екологічна ситуація в Україні ускладнюється також наслідками воєнних дій. Значні площі лісових масивів пошкоджені пожежами, вибухами та забрудненням територій вибухонебезпечними предметами. Мінування лісових територій ускладнює проведення лісовідновних робіт і створює додаткові загрози для екосистем. На півдні та сході України вже спостерігається посилення процесів опустелювання та виникнення пилових бур, що пов'язано зі знищенням захисних лісових насаджень [4].

На мій погляд, ефективне вирішення проблеми вирубування лісів потребує комплексного підходу, який поєднуватиме посилення державного контролю за лісокористуванням, удосконалення природоохоронного законодавства [7], розвиток програм рефорестації та підвищення рівня екологічної свідомості населення. Важливим напрямом є також впровадження сучасних технологій моніторингу стану лісів і залучення міжнародної підтримки для відновлення пошкоджених екосистем. Саме поєднання екологічної відповідальності, науково обґрунтованого природокористування та активної державної політики здатне забезпечити збереження лісових ресурсів України в умовах сучасних глобальних викликів.

Список використаних джерел

1. Бондар О. І., Уліцький О. О. Екологічна безпека та стратегія сталого розвитку лісового господарства в умовах кліматичних змін. *Екологічні науки*. 2022. № 4 (43). С. 15–21.
2. Глобальна оцінка лісових ресурсів 2020: основний звіт. Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (ФАО). Рим, 2020. 182 с.
3. Лісовий кодекс України : Закон України від 21.01.1994 № 3852-ХІІ. *Відомості Верховної Ради України*. 1994. № 17. Ст. 99.
4. Кульчицька О. В. Екологічні наслідки дефорестації: глобальний та регіональний аспект. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки*. 2023. № 2. С. 45–52.

5. Стан лісів світу 2024: роль лісів у пом'якшенні наслідків зміни клімату. ЮНЕП, ФАО. 2024. 210 с.

6. Швиденко О. Й. Глобальна зміна клімату та ліси України: виклики та можливості. *Український ботанічний журнал*. 2021. Т. 78, № 3. С. 167–180.

7. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-ХІІ. *Відомості Верховної Ради України*. 1991. № 41. Ст. 546.

УДК 544.723:66.081.3

Олександра ГОРДІЄНКО

здобувачка освіти 10 класу

Кам'янець-Подільського ліцею

Науковий керівник – **КРАЧАН Тетяна Михайлівна**

канд. хім. наук, завідувач кафедри хімії

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

СТВОРЕННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СОРБЕНТІВ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ НЕОРГАНІЧНИХ ЗАБРУДНЕНЬ

Розроблення сучасних високоефективних функціональних сорбентів становить основу для пошуку результативних методів очищення води від небезпечних домішок. Метою нашого дослідження є створення такого сорбенту на основі силікагелю з хітозаном і оцінювання здатності розробленого сорбенту до видалення неорганічних забруднень шляхом адсорбції катіонів цинку, заліза та кадмію з модельних розчинів, що дозволить визначити його перспективи для ефективного очищення води від важких металів.

Сорбенти широко використовуються в водоочищенні, що спричинено їхніми властивостями, однією з яких є висока селективність [1, с. 87]. Реалізується їхня дія через механізм адсорбції – накопичення однієї речовини на поверхні іншої. Речовина, на поверхні якої відбувається адсорбція, називається адсорбентом, а речовина, що накопичується – адсорбтивом [2, с. 249]. Адсорбтивами можуть бути молекули або йони, у зв'язку із чим

розрізняють молекулярну та йонну адсорбцію. Адсорбція широко використовується для очищення води, саме тому цей метод фільтрації води буде використано в подальшому експерименті нашого дослідження.

Технічна реалізація сорбційного очищення води та розчинів зазвичай передбачає їхню обробку у фільтрах, колонках і контактних резервуарах. Після проходження води крізь шар сорбенту показником ефективності служать ступінь видалення домішок та кінцева концентрація забрудників. Дослідження підтверджують, що сорбційні технології мають високу ефективність і можуть застосовуватися на різних етапах водоочищення. Після насичення сорбенту його регенерують або утилізують згідно з чинними нормами. Цей метод твердофазної екстракції широко використовується для концентрування важких металів з технологічних розчинів і має низку переваг порівняно із іншими методами розділення і концентрування: високі показники вилучення, невисока вартість, легкість в експлуатації [3].

Здійснюють сорбцію динамічним або статичним способом. В динамічному, більш поширеному варіанті, розчин пропускають крізь шар нерухомого сорбента, а вміст компонента визначають після десорбції. В статичному варіанті відбувається контактування одночасно всього розчину з усім сорбентом при перемішуванні впродовж певного часу, до досягнення стану рівноваги у вигляді сталої концентрації досліджуваного розчину. Важливе значення в процесі твердофазної екстракції мають сорбенти. Серед низки вимог до них: велика питома поверхня, хімічна стійкість, легка регенерація, вибірковість. Механізм сорбції визначається природою сорбента та реалізується через процеси фізичної адсорбції, утворення комплексних сполук або іонного обміну. Сорбенти поділяють на певні групи за походженням, хімічною природою, структурою та за селективністю. За хімічною природою виділяють органічні та неорганічні. До органічних відносять хітин, целюлозу їхні похідні тощо.

Неорганічні сорбенти – це оксиди та гідроксиди металів, карбонати та силікати. Прикладами таких сорбентів є: Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, MgCO_3 ,

CaCO₃ та активоване вугілля, яке зазвичай використовують для очищення сировини у харчовій промисловості. До силікатних сорбентів відносяться: кремнезем, алюмосилікати та силікагель, який є об'єктом нашого дослідження [4, с. 7]. Для покращення фізико-хімічних та аналітичних властивостей силікагелів часто проводять їхнє модифікування, яке полягає у зміні розмірів внутрішніх порожнин або створенні на поверхні адсорбційноактивних центрів. У якості модифікатора нами було обрано хітозан, що є біосумісним матеріалом, та має індивідуальні сорбційні властивості. Силікагель для проведення дослідження ожержували декількома шляхами: матеріал воронкової та вакуумної фільтрації. Крім того, було взято хроматографічний силікагель.

В окремі колби наважували доступну кількість зразків силікагелю: зразок №1 – 5,58 г, №2 – 1,72 г, зразку №3 було наважено 5,7 г. У колби з наваженим силікагелем додали по 50 мл попередньо отриманого розчину хітозану. Після цього, три зразки суміші нагрівалися за температури 70°C протягом доби з використанням холодильника для конденсації парів. Після остигання кожен зразок відфільтровували і промивали дистильованою водою, та для відновлення –NH₂ груп при фільтрації досліджувані суміші було промито 3% розчином амоніаку.

Для перевірки того, на скільки ефективним є дія зразків сорбентів, було застосовано метод атомно-абсорбційної спектрометрії. Після попереднього калібрування приладу ми визначили рівень поглинання світла, на основі отриманих даних при комп'ютерній обробці отримали інформацію про концентрації досліджуваних розчинів. В ході дослідження було визначено точні концентрації катіонів металів у модельному розчині до проходження крізь сорбент: Zn²⁺ = 1,1 мг/дм³, Cd²⁺ = 0,961 мг/дм³, Fe²⁺ = 1,0 мг/дм³.

Також було досліджено концентрацію металів у розчинах, що пройшли фільтрацію крізь модифіковані нами високофункціональні сорбенти:

зразок №1 – розчин, який був відфільтрований через сорбент з хроматографічним силікагелем;

зразок №2 – розчин, який був відфільтрований крізь сорбент з силікагелем який одержали за допомогою воронкової фільтрації;

зразок №3 – розчин, який був відфільтрований крізь сорбент з силікагелем, отриманим за допомогою вакуумної фільтрації.

Результати визначення концентрації катіонів у модельному розчині, та у розчинах, одержаних після проходження крізь шар сорбенту наведено у табл. 3.1, ступінь вилучення катіонів показано у табл. 3.2.

Таблиця 1

Результати спектрофотометричного визначення катіонів металів у досліджуваних розчинах

Зразок	Концентрації катіонів металів, мг/дм ³		
	Zn ²⁺	Cd ²⁺	Fe ²⁺
Модельний розчин	1,1	0,961	1,0
№1 (SiO ₂ – хроматографічний)	0,126	0,033	0,366
№2 (SiO ₂ – воронкової фільтрації)	0,631	0,052	0,549
№3 (SiO ₂ – вакуумної фільтрації)	0,337	0,0445	0,366

Таблиця 2

Ступінь вилучення катіонів металів у досліджуваних розчинах

Зразок	Ступінь вилучення катіонів металів, %		
	Zn ²⁺	Cd ²⁺	Fe ²⁺
№1 (SiO ₂ – хроматографічний)	88,55	96,57	63,40
№2 (SiO ₂ – воронкової фільтрації)	42,63	94,59	45,10
№3 (SiO ₂ – вакуумної фільтрації)	69,36	95,37	63,40

За отриманими результатами можна стверджувати, що найбільш ефективним функціоналізованим сорбентом є комерційний силікагель для хроматографії, його висока ефективність зумовлена дрібно дисперсними частинками, які дуже щільно прилягають одна до одної та затримують більше забруднень. Другим за ефективністю є сорбент із силікагелю, отриманого нами за допомогою вакуумної фільтрації; він також досить ефективно очистив розчин від катіонів металів. Сорбент, отриманий шляхом фільтрації на воронці є досить ефективним для поставленої нами мети, але є слабшим порівняно зі згаданими вище.

У результаті проведеного дослідження нами створено високоефективний сорбент, який має високу сорбційну здатність, особливо щодо йонів кадмію, який є одним із найбільш небезпечних для здоров'я людини.

Список використаних джерел

1. Пилипенко О. І. Поверхневі явища та дисперсні системи : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. 276 с.

2. Ковальчук Є.П., Решетняк О.В. Фізична хімія: підручник. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 800 с.

3. Poole C. F., New trends in solid-phase extraction. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2003. Vol. 22, № 6. P. 362–373.

4. Ракитська Т. Л., Кіосе Т. О., Труба А. С., Раскола Л. А. Фізико-хімічні властивості природних сорбентів та металокомплексних каталізаторів на їх основі : навчальний посібник для студентів хімічного факультету за спеціальністю 102 Хімія. Одеса: Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2018. 152 с.

Давид ГОРЕЦЬКИЙ
здобувач вищої освіти 1 курсу
спеціальності J8 Автомобільний транспорт
Науковий керівник – **ПРИДЕТКЕВИЧ Юлія Олександрівна**
асистент кафедри хімії
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський

ЕКОЛОГІЧНА ТРАНСФОРМАЦІЯ АГРОСФЕРИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТРЕСУ: ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ, ДЕГРАДАЦІЯ БІОТИ ТА ДОВГОСТРОКОВІ РИЗИКИ ДЛЯ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ

Воєнні дії на території України спричинили якісно новий рівень антропогенного навантаження на агроєкосистеми, яке за своєю інтенсивністю та просторовим охопленням не має аналогів у Європі після Другої світової війни. Якщо традиційні форми деградації ґрунтів (ерозія, дегуміфікація, ущільнення) розвиваються поступово та піддаються прогнозуванню, то воєнний вплив є раптовим, та багатокомпонентним. Умовно можна виділити три механізми порушення ґрунтового покриву: фізичне руйнування: воронки, траншеї, насипи, хімічне забруднення: важкі метали, вибухові речовини, паливно-мастильні матеріали та термічна деградація: пожежі, спалювання техніки. Кожен із цих механізмів має специфічні наслідки для родючості та потребує різних підходів до відновлення [1].

Згідно з даними системного моніторингу, виконаного спільно Сумським національним аграрним університетом на сільськогосподарських угіддях України налічується понад 1,1 мільйона вибухових воронок, а загальна площа територій, забруднених вибуховими речовинами, перевищує 800 км². Масштаб дослідження – понад 8000 зразків ґрунту з п'яти регіонів – дозволив уперше отримати статистично достовірну картину розподілу забруднень за типами воєнного впливу. Одним із найважливіших висновків цього моніторингу стало те, що безпосередньо воронки від вибухів виявилися значно менш забрудненими важкими металами, ніж місця спалювання військової техніки.

При вибуху більшість металів концентрується у дрібнодисперсних продуктах детонації, які швидко розсіюються вітром, тоді як при тривалому горінні техніки відбувається інтенсивне локальне накопичення у верхньому шарі ґрунту. Найвищі концентрації зафіксовано для свинцю (Pb), цинку (Zn), кадмію (Cd), кобальту (Co) та міді (Cu), причому перевищення гранично допустимих концентрацій сягає десятків і сотень разів залежно від типу техніки та тривалості горіння.

Паралельні дослідження Solokha зі співавторами [3] із використанням мікробіологічних тест-систем показали, що інтегральний показник токсичності ґрунту на таких ділянках сягає 99,8%, тобто практично вся мікробна біота пригнічена або знищена. При цьому змінюється сама структура мікробного угруповання: частка грибів зростає у 20,5 разів порівняно з фоновими територіями, що свідчить про селективний тиск забруднення на бактеріальну компоненту. Оскільки саме бактерії відповідають за основні цикли трансформації органічної речовини та мобілізації елементів живлення, такий дисбактеріоз має довгострокові наслідки для відновлення родючості. Загальне зменшення мікробної біомаси у 2,1 разів та пригнічення ферментативної активності в 1,2 рази означають, що навіть після хімічної рекультиваци ґрунт залишається біологічно «мертвим» протягом кількох років, оскільки потребує часу на формування нового мікробіому з донорних територій.

Механічна деградація ґрунтів проявляється в перерозподілі гранулометричних фракцій: у зонах вибухів та пожеж вміст піщаних частинок (2,0–0,05 мм) збільшується в 1,2–1,8 разів, тоді як частка глинистої фракції (<0,002 мм) зменшується в 1,1–1,2 рази. Це призводить до втрати ґрунтової структури – формування пилюватих агрегатів, схильних до вітрової ерозії, та погіршення водопроникності. У сукупності фізичні, хімічні та біологічні зміни створюють ефект, коли сумарна деградація перевищує просту суму окремих ушкоджень [4].

У підсумку можна стверджувати, що воєнний вплив на агроєкосистеми є комплексним явищем, яке потребує диференційованих підходів до

рекультивації залежно від домінуючого типу ураження: для територій з переважанням вибухових воронок – планування та просіювання з вилученням металевих уламків; для місць спалювання техніки – хімічна іммобілізація важких металів (внесення фосфатів, гіпсу, органіки) та біологічна ремедіація з використанням металотолерантних мікроорганізмів і рослин-гіперакумуляторів; для територій із порушеним мікробіомом – інтродукція аборигенних ґрунтових бактерій із донорних територій та створення умов для відновлення біоти (оптимізація рН, вологості, аерації) [2].

Список використаних джерел

1. Балюк С. А., Кучер А. В., Солоха М. О., Соловей В. Б., Смірнова К. Б., Момот Г. Ф., Левін А. Й. Вплив збройної агресії та військових дій на сучасний стан ґрунтового покриву, оцінка пошкоджень та втрат, відновлювальні заходи : наук. доп. Харків : Бровін, 2022. 102 с.

2. Бауманн М., Кюммерле Т. Вплив війни та збройного конфлікту на земельні системи. *Journal of Land Use Science*. 2016. Vol. 11. P. 672–688.

3. Солоха М., Перейра П., Симочко Л., Винокурова Н., Дем'янюк О., Семенцова К., Інасіо М., Барсело Д. Вплив російсько-української війни на довкілля. Дані польових досліджень властивостей ґрунту та дистанційного зондування. *Science of the Total Environment*. 2024.

4. Саксена А. Погіршення якості навколишнього середовища з особливим акцентом на війну та її вплив на зміну клімату. *National Academy Science Letters*. 2024. Vol. 47. P. 447–450.

Олег ГУЛЕНКО

здобувач вищої освіти 2 курсу
спеціальність 201 «Агрономія»

Науковий керівник – **ПУСТОВА Зоя Володимирівна**
канд.с.-г.наук, доцент кафедри екології і загальнобіологічних дисциплін
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський

ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ СУЧАСНОСТІ

Навколишнє середовище перебуває у постійному процесі трансформації, значною мірою зумовленому антропогенними чинниками. Навіть незначні порушення екологічної рівноваги здатні спричинити масштабні катастрофи як у теперішньому, так і в майбутньому. Для належного реагування на такі виклики необхідно чітко усвідомлювати їхню природу.

Забруднення. Очищення забруднених компонентів довкілля може тривати мільйони років. Основними джерелами забруднення виступають промисловість і транспорт. Атмосфера страждає від викидів промислових підприємств, спалювання природного палива та утворення токсичних газів. Водні ресурси й ґрунти забруднюються нафтовими розливами, кислотними дощами, нітратами, пластиком, міськими стоками та промисловими відходами. Додатковий негативний вплив чинить інтенсивне сільське господарство, що широко застосовує хімічні добрива й пестициди.

Глобальне потепління та зміна клімату. У процесі людської діяльності в атмосферу надходять парникові гази. Їх накопичення спричиняє посилення парникового ефекту, що веде до глобального потепління. Наслідки цього явища проявляються у таненні полярних льодів, поширенні нових захворювань, збільшенні частоти повеней та зміні сезонних і кліматичних режимів..

Кислотні дощі і закислення океану. Метеорологічні опади (дощ, сніг, дощ зі снігом, туман, град), кислотність яких перевищує нормальний рівень ($\text{pH} > 5,6$), належать до антропогенних явищ поряд із глобальним потеплінням. Їх виникнення зумовлене надмірними концентраціями вуглекислого газу, близько

25% якого продукується людською діяльністю. Основними чинниками є сполуки сірки та азоту, що утворюються під час спалення викопного палива, а також природні процеси – вулканічні виверження та гниття рослин. Закислення океану, яке триває вже понад 250 років, може зрости на 150% до 2100 року.

Перенаселення. Вибухове зростання чисельності населення у найменш розвинених державах спричиняє значний тиск на природні ресурси, що проявляється у дефіциті води, палива та продуктів харчування.

Деградація природних ресурсів. Споживання викопних палив супроводжується викидами парникових газів, що є ключовим чинником глобального потепління та кліматичних змін. У сучасних умовах дедалі більшої популярності та економічної доцільності набуває використання відновлюваних джерел енергії – сонячної, вітрової, біогазової та геотермальної.

Утилізація відходів. Надмірне використання природних ресурсів та виробництво пластмас спричиняють глобальну кризу утилізації відходів. Розвинені країни часто скидають сміття в океани або експортують його до менш розвинених держав. Додаткову небезпеку становить поводження з ядерними відходами, що створює серйозні ризики для здоров'я населення.

Втрата біорізноманіття. Діяльність людини призводить до вимирання цілих видів, зникнення їхнього середовища існування та втрати біорізноманіття.

Екосистеми, що утворювалися протягом мільйонів років, знаходяться під загрозою, коли будь-який вид популяції зникає і баланс порушується.

Знищення лісів. На сьогодні ліси займають близько 30% площі суші, однак їхня територія щороку скорочується. Дерева виконують ключову екологічну функцію: вони поглинають вуглекислий газ, продукують кисень, а також регулюють температурний режим і кількість опадів. Вирубання лісів означає втрату зеленого покриву з метою використання земель для житлових, промислових чи комерційних потреб.

Виснаження озонового шару. Озоновий шар виконує функцію невидимого бар'єра, що захищає біосферу від шкідливого впливу сонячної радіації, яка негативно позначається на рослинному та тваринному світі й

підвищує ризик виникнення раку шкіри у людей. Зменшення його концентрації зумовлене руйнуванням молекул озону внаслідок реакцій із речовинами антропогенного та природного походження, зокрема хлором і бромом. Потрапляючи в атмосферу, ці сполуки спричиняють утворення озонових «дірок», знижуючи рівень озону в стратосфері на 10–40%. Найбільша з них зафіксована над Антарктикою.

Забруднення води. Чиста питна вода поступово перетворюється на стратегічний ресурс, за володіння яким точиться боротьба між державами та суспільними групами. Це питання має політичний та економічний характер і потребує вирішення на рівні урядових структур. Паралельно розвиток промисловості продовжує забруднювати річки та океани токсичними речовинами, що становлять серйозну загрозу для здоров'я населення планети.

Урбанізація. Неконтрольоване розширення міських територій супроводжується міграцією населення з густонаселених регіонів у малозаселені, що призводить до поступового освоєння сільських земель. Такий процес спричиняє незворотні зміни природного середовища, витіснення флори й фауни, деградацію ґрунтів, а також зростання транспортного навантаження, яке посилює атмосферне забруднення та створює додаткові проблеми для системи охорони здоров'я.

Генетична інженерія. Молекулярна біологія відкриває можливості для модифікації взаємодії ключових біомолекул як у клітині, так і поза її межами, що дозволяє створювати нові форми живих систем, відсутні в природній еволюції. Водночас генетична модифікація харчових продуктів може спричинити серйозні екологічні ризики для природних екосистем.

Сучасне людство стикається з численними екологічними викликами, причини яких науковці досі не можуть повністю пояснити та визначити їхній зв'язок із антропогенною діяльністю. Водночас нагальна потреба змін у способі життя стає очевидною: продовження нинішньої шкідливої практики ставить під загрозу саме існування майбутнього.

Подолання глобальних екологічних проблем починається з індивідуальних дій – у родинах, громадах та суспільстві загалом, через трансформацію свідомості та відповідальне ставлення до довкілля.

Список використаних джерел:

1. Інтернет ресурс <https://eco.aep.kiev.ua/novini/15-najaktualnishihekologichnih-problem-zemli/>
2. O. Kucher, N. Pokotylska, N. Pustova, Z. Pustova Organic Market Formation in Ukraine. Tourism and Regional Development. Warsaw University of Life Sciences–SGGW P. 55-66 http://sj.wne.sggw.pl/pdf/TIRR_2021_n16.pdf
3. Pustova, Z., Pustova, N., Komarnitskyi, S., Tkach, O., Zamoiskyi, S., Olenyuk A. Influence of biopreparations on biomass yield and grain efficiency of energy corn. E3S Web of Conferences EDP Sciences. T. 154. P. 01008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015401008>
4. Błaszczuk Lidia, Nowak Czesław, Pustova Z. V., Pustova N. V. Using of Millet Straw for Energy Purposes. Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics DOI: 10.37406/2706-9052-2022-18
5. Z. Pustova, A. Rozkosz, O. Sukmaniuk, S. Glowacki, T. Hutsol, N. Kovalenko, Anatolii Tryhuba Current Trends of Biohydrogen Production from Biomass–Green Hydrogen. Monograph <http://dglip.nubip.edu.ua/handle/123456789/8103>
6. Kucher, O., Prokopchuk, L., Pustova, Z., Pustova, N., Yermakov, S. Current Status and Prospects for Biogas Development in Ukraine.

Богдана ГУРМАН

здобувач вищої освіти спеціальності 211

«Ветеринарна медицина»

Науковий керівник: **Тетяна КОВАЛЬ**

кандидат с.-г. наук, доцент, доцент кафедри хімії

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

ОХОРОНА ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ОРГАНІЗМУ

ЛЮДИНИ ВІД КСЕНОБІОТИКІВ

Сучасний рівень хімізації сільського господарства та промислового виробництва сприяє зростанню кількості токсичних речовин у харчових продуктах. Надходження до організму людини пестицидів, важких металів, мікотоксинів та інших ксенобіотиків через харчовий ланцюг створює ризик їх накопичення у тканинах і розвитку порушень метаболічних процесів. Особливу небезпеку становлять стійкі сполуки, які здатні тривалий час зберігатися в організмі та проявляти токсичну, алергенну або канцерогенну дію. У зв'язку з цим важливого значення набуває контроль екологічної безпечності продовольчої сировини та вдосконалення систем моніторингу якості харчових продуктів [2].

Однією з актуальних проблем сучасної гігієни харчування є збереження хімічної чистоти внутрішнього середовища організму людини. Важливим критерієм безпечності харчових продуктів повинна бути не лише їх поживна цінність, але й відсутність у них сторонніх речовин, здатних накопичуватися в тканинах і порушувати клітинний метаболізм. Особливу небезпеку становлять стійкі ксенобіотики – чужорідні для організму хімічні сполуки, які можуть тривалий час зберігатися у внутрішньому середовищі людини та викликати токсичні, мутагенні або канцерогенні ефекти. Посилення техногенного навантаження на довкілля сприяє зростанню ризику потрапляння ксенобіотиків у харчові продукти. Основними джерелами такого забруднення є залишки пестицидів, важкі метали та інші промислові токсиканти, які здатні мігрувати

по харчовому ланцюгу та накопичуватися в організмі людини. Навіть у низьких концентраціях ці речовини можуть становити небезпеку через тривалий період дії та властивість до біоаккумуляції, що обумовлює необхідність постійного контролю якості харчової продукції [1].

Основним шляхом потрапляння чужорідних речовин до організму є харчовий ланцюг. Забруднення продуктів харчування може відбуватися через ґрунт, воду, атмосферне повітря, а також у процесі виробництва, зберігання і транспортування продовольчої сировини. Серед найбільш небезпечних забруднювачів виділяють пестициди, сполуки свинцю, кадмію, ртуті, залишки агрохімікатів, токсичні метаболіти мікроскопічних грибів – мікотоксини, а також поліциклічні ароматичні вуглеводні, частина яких має виражену канцерогенну активність. Небезпеку становлять і окремі гормоноподібні речовини та стимулятори росту, що використовуються у тваринництві.

У процесі еволюції між живими організмами сформувалися стабільні харчові взаємозв'язки, внаслідок чого людина стала кінцевою ланкою багатьох харчових ланцюгів. Сучасне інтенсивне сільське господарство значно збільшило використання біологічно активних хімічних сполук для підвищення врожайності та продуктивності тваринництва. Проте значна частина цих речовин може накопичуватися у рослинах, тканинах тварин і зрештою надходити до організму людини. Ступінь їх кумуляції залежить насамперед від хімічної стійкості та здатності до біотрансформації.

У зв'язку з цим особливої уваги потребує контроль за використанням нових добрив, засобів захисту рослин та стимуляторів росту. Їх оцінка повинна базуватися не лише на економічній ефективності чи збільшенні валової продукції, а й на впливі на біологічну цінність та безпечність харчових продуктів. Важливим завданням сучасної гігієни є також удосконалення методів визначення залишкових кількостей ксенобіотиків у продуктах харчування. При цьому недоцільно обмежуватися лише груповими методами аналізу, оскільки вони не дозволяють точно диференціювати природні компоненти їжі та потенційно небезпечні токсичні речовини.

Актуальність концепції охорони внутрішнього середовища організму підтверджується виявленням значної кількості сполук із прихованою довготривалою токсичною дією. До них належать нітрозаміни, деякі мікотоксини, канцерогенні вуглеводні, а також численні харчові алергени, поширення яких у сучасному світі постійно зростає. Окрему проблему становлять речовини мікробіологічного походження, що мають незвичну для організму хімічну структуру. Через обмежені можливості ферментних систем людини щодо їх метаболізму такі сполуки можуть спричиняти розвиток алергічних реакцій, токсичних уражень та явищ індивідуальної непереносимості.

Одним із перспективних напрямів досліджень є вивчення механізмів метаболічного самоочищення організму. Важливу роль у процесах детоксикації відіграють ферментні системи печінки, ендоплазматичний ретикулум, мітохондрії та лізосомальний апарат клітин. Саме ці структури забезпечують нейтралізацію, трансформацію та виведення значної частини чужорідних речовин. Водночас ефективність захисних механізмів значною мірою залежить від стану клітинних мембран і функціональної активності ферментних систем.

Суттєве значення має також вплив харчування на процеси метаболічного захисту організму. Раціональне та збалансоване харчування здатне підсилювати активність ферментів детоксикації, стабілізувати клітинні мембрани та підвищувати стійкість організму до дії ксенобіотиків. Водночас незбалансований раціон, дефіцит антиоксидантів, вітамінів і біологічно активних речовин можуть знижувати ефективність природних захисних механізмів.

Таким чином, проблема забруднення внутрішнього середовища організму людини ксенобіотиками має комплексний характер і потребує міждисциплінарного підходу. Безпечність харчових продуктів повинна оцінюватися з урахуванням можливості тривалого накопичення сторонніх речовин та їх впливу на метаболічні процеси. Подальший розвиток систем контролю харчової безпеки, удосконалення методів гігієнічного моніторингу та

формування принципів раціонального харчування є важливими умовами профілактики негативного впливу ксенобіотиків на здоров'я населення.

Список використаних джерел

1. Баль-Працька Н. В., Гончарук В. В., Ковальчук І. І. Оцінка ризиків забруднення харчових продуктів ксенобіотиками в умовах техногенного навантаження. *Екологічна безпека та природокористування*. 2021. № 2(38). С. 45-52.

2. Бубало Н. Б., Богатко Н. М., Приліпко Т. М. Проблеми екологічної безпечності харчових продуктів в Україні. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій*. 2023. Т. 25. № 97. С. 126-130.

УДК 332.334.4:631.15:502.131.1

Олександр ЗБОРОВЕЦЬ

здобувач вищої освіти 1 курсу

спеціальності G18 «Геодезія та землеустрій»

Науковий керівник – **КУШНІРУК Тетяна Миколаївна**

канд. с-г. наук, доцент, кафедри садово-паркового господарства, геодезії і землеустрою Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

СТАЛИЙ РОЗВИТОК АГРОЛАНДШАФТІВ ЧЕРЕЗ ЕФЕКТИВНУ ОРГАНІЗАЦІЮ ЗЕМЕЛЬНИХ УГІДЬ

В ідеальних умовах агроландшафт має функціонувати як збалансована система, що одночасно відповідає параметрам природних екосистем та потребам аграрного виробництва. Такий стан досягається через раціональне співвідношення заповідних (природних) та господарських (антропогенних) територій, що є запорукою біосферного гомеостазу. Проте реалії сьогодення свідчать про те, що більшість сучасних ландшафтів перебувають у стані, який суттєво відхиляється від екологічних та експлуатаційних нормативів.

Ключовим механізмом відновлення деградованих територій є пошук компромісу між екологічною стійкістю та економічною доцільністю. Процес оптимізації поділяється на два вектори:

- Екологічний вектор: базується на оцінці ступеня деградації ґрунтового покриву. Він передбачає консервацію або виведення з активного використання тих ділянок, характеристики яких не здатні забезпечити стабільність агроєкосистеми.

- Економічний вектор: спрямований на формування такої структури угідь, яка гарантує максимальну продуктивність та високий рівень рентабельності аграрних господарств при збереженні природного потенціалу.

Фундаментом сучасної оптимізації сільськогосподарського виробництва є розробка та впровадження функціональної економіко-математичної моделі. В її основу покладено клас лінійних моделей, де управління кінцевим станом об'єкта («вихід») здійснюється шляхом цілеспрямованої зміни вхідних параметрів («вхід»). Головною цільовою функцією такого моделювання у сфері землевпорядкування постає максимізація прибутку підприємства, проте її реалізація відбувається за умови суворого дотримання екологічних пріоритетів.

Система обмежувальних умов моделі формує комплексний підхід до господарювання, що включає:

- раціональний розподіл угідь із диференціацією ріллі за еколого-технологічними групами ґрунтів;
- дотримання планових обсягів і асортименту валової та товарної продукції рослинництва й тваринництва;
- балансування структури посівів відповідно до специфіки кожної ґрунтової групи;
- забезпечення бездефіцитного балансу гумусу;
- оптимізацію прямих виробничих витрат при одночасному дотриманні нормативів допустимого змиву ґрунтів для підтримки стійкості ерозійного фону.

Аналіз сучасної практики свідчить, що традиційні форми землекористування спричиняють значні еколого-економічні збитки, зумовлені деградаційними процесами, насамперед антропогенною ерозією та дегуміфікацією. Такі втрати мають як натуральну, так і вартісну форми оцінки. Прямі збитки виражаються у зниженні споживчої вартості землі як основного засобу праці. Непрямі ж проявляються через падіння врожайності, необхідність збільшення норм висіву насіння та внесення мінеральних добрив, а також через зростання поточних витрат на обробіток ущільнених еродованих ґрунтів і скорочення гонів сільськогосподарської техніки.

Загальний збиток від екодеструктивного використання земель може розраховуватися як у річному вимірі, так і кумулятивно за весь період експлуатації. У цьому контексті організація угідь на агроландшафтній основі дозволяє досягти суттєвого позитивного ефекту. Ключовим показником тут виступає відвернений еколого-економічний збиток, який визначається як різниця між потенційними втратами при виснажливому господарюванні та залишковим збитком після впровадження оптимізаційних заходів. Таким чином, перехід до ландшафтно-орієнтованого землевпорядкування стає дієвим інструментом підвищення економічної ефективності при одночасному відновленні екологічного потенціалу агроландшафтів.

Результати проведених досліджень свідчать, що традиційні підходи до експлуатації сільськогосподарських земель спричиняють суттєву шкоду довкіллю та аграрному сектору через інтенсифікацію деградаційних процесів. Найбільш деструктивний вплив мають антропогенна ерозія та дегуміфікація ґрунтів. Ці негативні явища генерують збитки, які класифікуються за формою (натуральна або вартісна) та характером впливу (прямі й непрямі). Прямі збитки відображають сукупну втрату споживчої вартості землі як ключового засобу та предмета праці. Своєю чергою, непрямі збитки проявляються через падіння врожайності, необхідність збільшення витрат насіння (через вимивання та низьку схожість), зростання норм внесення добрив, а також підвищення експлуатаційних витрат на обробіток ущільнених еродованих ділянок за умов

скорочення довжини гонів. Економічна оцінка таких втрат від ерозійних процесів може здійснюватися як у короткостроковій перспективі (річний збиток), так і кумулятивно за весь період екодеструктивного використання угідь. У цьому контексті перехід до організації сільськогосподарських земель на агроландшафтній основі дозволяє мінімізувати негативний вплив на довкілля. Ефективність таких заходів виражається через показник відверненого еколого-економічного збитку, який розраховується як різниця між втратами при традиційному господарюванні та залишковим збитком, що зберігається після впровадження системи оптимізації. Тому, ландшафтний підхід стає ключовим інструментом трансформації деструктивного землекористування у сталі та економічно виправдане виробництво.

Впровадження агроландшафтного землевпорядкування забезпечує комплексний ефект: екологічний (відновлення родючості та біологічної рівноваги) та економічний (грошовий вираз екологічних переваг). Для господарств підсумковий прибуток розраховується як різниця між фінансовою вигодою від реалізації проекту та загальними витратами на його розробку й упровадження.

Реалізація проектів з організації угідь на агроландшафтній основі потребує чітко визначених інвестиційних витрат. До структури цих капітальних вкладень входять витрати на наукову розробку проектної документації, перенесення меж об'єктів у природу, здійснення авторського нагляду за процесом впровадження, а також фінансування практичних заходів із протидії ерозії ґрунтів.

Для обґрунтування економічної доцільності таких інвестицій пропонується використовувати систему фінансових індикаторів. Основними критеріями оцінки ефективності впроваджених проектів виступають індекс дохідності, показник рентабельності та розрахунковий період окупності витрачених коштів. Такий аналітичний підхід дозволяє комплексно оцінити фінансову спроможність та перспективність переходу на ландшафтно-орієнтовану систему землекористування.

Список використаних джерел

1. Бабміндра Д. І., Нестеренко О. В. Формування еколого-безпечного землекористування в системі сталого розвитку агроландшафтів. *Економіка та управління АПК*. 2021. № 1. С. 112–122.
2. Гадзало Я. М., Балюк С. А. Раціональне використання ґрунтових ресурсів та екологічна безпека агроландшафтів України. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 11. С. 5–14.
3. Журавель Ю. В. Економіко-математичне моделювання трансформації земельних угідь на ландшафтній основі. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2023. № 2. С. 45–54.
4. Мартин А. Г., Осипчук С. О., Чумаченко О. М. Планування територій на ландшафтній основі в системі землеустрою. *Економіка АПК*. 2022. № 4. С. 18–29.
5. Новаковський Л. Я. Наукові засади сталого розвитку землекористування в Україні : монографія. Київ : Аграрна наука, 2020. 412 с.

УДК 332.334.4:631.15]:504.06

Юлія КОВАЛЬЧУК

здобувачка вищої освіти 1 курсу

спеціальності G18 «Геодезія та землеустрій»

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

ЗЕМЛЕВПОРЯДНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ТА КОНСОЛІДАЦІЇ МАСИВІВ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У сучасних умовах глобальних кліматичних змін та реалізації європейських стандартів Green Deal (Європейського зеленого курсу) сталий розвиток аграрного сектору України стає неможливим без докорінної зміни філософії землекористування. Земля розглядається вже не просто як засіб

виробництва для максимізації поточного прибутку, а як найцінніший, обмежений і вразливий природний ресурс, який потребує суворого захисту та екологізації. Стратегічним пріоритетом для вітчизняного агрокомплексу є розвиток органічного землеробства та вирощування екологічно безпечної продукції. Проте практична реалізація цього завдання стикається з серйозним просторовим бар'єром: ведення високоефективного екологічного виробництва неможливе на дрібних, роздроблених ділянках, що безпосередньо межують із джерелами інтенсивного хімічного чи техногенного впливу. Саме тому виникає гостра потреба у формуванні чітких землевпорядних засад для виявлення, просторової організації та консолідації (об'єднання) масивів екологічно чистих земель.[1]

Головною перешкодою на шляху до створення великих органічних господарств є сучасна фрагментована структура земельного фонду, яка сформувалася в Україні внаслідок масового паювання. Наявність великої кількості дрібних власників у межах одного фізичного поля призводить до явища чересполосиці та хаотичного землевпорядкування. Для ведення сертифікованого органічного виробництва критично важливо забезпечити просторову цілісність масиву. Органічне поле потребує надійного захисту від так званого «хімічного знесення» (дрифту пестицидів та мінеральних добрив) із сусідніх ділянок, де господарюють за традиційними інтенсивними технологіями. Крім того, відсутність спеціалізованих землевпорядних інструментів проектування таких екологічних зон стримує капіталізацію та інвестиційну привабливість українських чорноземів.[1]

Процесу просторового формування та укрупнення еко-масивів обов'язково передуює етап комплексної еколого-землевпорядної оцінки та паспортизації територій. Виділення екологічно чистих земель базується на детальному моніторингу, що охоплює кілька ключових критеріїв. По-перше, аналізуються ґрунтово-геохімічні показники: орний шар перевіряється на відсутність перевищень гранично допустимих концентрацій (ГДК) важких металів, залишкових радіонуклідів, нафтопродуктів та стійких хімікатів. По-

друге, застосовуються ландшафтно-картографічні методи для оцінки віддаленості території від промислових об'єктів, хвостосховищ та великих автомагістралей. За допомогою сучасних геоінформаційних систем (ГІС) та даних дистанційного зондування Землі (супутникових знімків) науковці аналізують багаторічні індекси вегетації (NDVI). Це дозволяє виявити природну продуктивність ділянок і локалізувати землі, які тривалий час не зазнавали хімічного пресингу (наприклад, природні пасовища, сіножаті чи перелоги), та зробити їх основою майбутнього екологічного масиву.[2]

Консолідація земель у контексті органічного виробництва – це не механічне збільшення площі, а глибока просторова оптимізація території. Землевпорядний механізм реалізується у кількох формах. На рівні ринкових та договірних відносин це відбувається через оформлення довгострокової оренди або добровільний обмін ділянками (міну) всередині масиву, що дозволяє винести господарства «традиційного» типу за межі проєктованого екологічного ядра. На муніципальному рівні територіальні громади використовують інструменти інвентаризації земель, об'єднуючи невитребувані паї, відумерлу спадщину та землі комунальної власності в єдині інвестиційні лоти. Специфічною та обов'язковою умовою проєктування таких масивів є створення буферних (захисних) зон по їхньому периметру. Ширина цих зон, яка може становити від 10 до 50 метрів, розраховується з урахуванням рельєфу та рози вітрів. У їхніх межах проєктується висаджування полезахисних лісосмуг або посів багаторічних трав, які створюють надійний біологічний бар'єр від зовнішнього забруднення.

Формування концентрації чистих земель має чітке еколого-економічне обґрунтування. Просторовий баланс проєктованого масиву моделюється за допомогою коефіцієнта екологічної стабільності території (K_{ec}), де враховується питома вага кожного виду угідь та їхня екологічна значущість (найвищі бали отримують лісосмуги, сіножаті та природні буфери). Економічний ефект від концентрації земель полягає в суттєвому зниженні виробничих витрат. Великий консолідований масив правильної геометричної

форми дозволяє оптимізувати логістику, мінімізувати холості перегони агротехніки та зменшити витрати палива на 15–20%. Крім того, значно дешевшає сама процедура міжнародної органічної сертифікації, оскільки вона проводиться для одного цілісного масиву, а не для десятків розрізаних ділянок. Як наслідок, землі, об'єднані в екологічно чисті масиви, демонструють стрімке зростання капіталізації – їхня ринкова вартість та ціна оренди зростають на 25–40% завдяки доданій вартості майбутньої чистої продукції.[3]

У підсумку, створення землевпорядних засад для консолідації екологічно чистих сільськогосподарських угідь є фундаментальною умовою для виходу українського агробізнесу на високомаржинальні світові ринки органічної продукції. Подолання просторової роздробленості земельних паїв за допомогою інструментів інвентаризації, обміну та захисного проектування дозволяє створити збалансовану трирівневу структуру: «екологічне ядро» (сертифікована рілля), «буферний бар'єр» (лісосмуги та залужені смуги) та «межу обмеження». Такий підхід не лише підвищує інвестиційну привабливість громад та збільшує надходження до місцевих бюджетів, а й зупиняє процеси деградації й ерозії ґрунтів, гарантуючи збереження національного земельного багатства для майбутніх поколінь.

Список використаних джерел

1. Будзьяк В. М., Будзьяк О. С. Еколого-економічна ефективність використання та консолідації органічних сільськогосподарських землекористувань. *Економіка АПК*. 2021. № 5. С. 22–31.
2. Ковалів О. І. Землевпорядне проектування екологічно чистих агроландшафтів в умовах ринку земель. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 8. С. 67–74.
3. Новаковський Л. Я., Медведєв В. В., Радченко В. В. Охорона та консолідація земель сільськогосподарського призначення: теорія, методологія, практика : монографія. Київ : Аграрна наука, 2023. 312 с.

Олександр КОРЖЕНІВСЬКИЙ

Аспірант 1 курсу

спеціальності G1 Хімічні технології та інженерія

Кафедра органічної хімії та технології органічних речовин, Хіміко-технологічний факультет, Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

м. Київ

СПОСОБИ КОНЦЕНТРУВАННЯ ТА ВИЛУЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ІЗ ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНИХ ЕКОСИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ ЛІГАНДІВ

Воєнні дії є потужним джерелом забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами, серед яких особливу небезпеку становлять важкі метали. Унаслідок детонації боєприпасів, руйнування промислових підприємств, горіння паливно-мастильних матеріалів та пошкодження інфраструктури у ґрунти, поверхневі води та донні відклади надходять значні кількості свинцю, кадмію, міді, нікелю, хрому та інших токсичних елементів. Для аналітичного контролю та очищення забруднених екосистем важливе значення мають методи концентрування важких металів. Одним із ефективних напрямів є сорбційне концентрування з використанням органічних лігандів, закріплених на твердих носіях [1].

Імобілізація органічних реагентів дозволяє поєднати селективність комплексоутворення з перевагами твердофазної екстракції. Особливий інтерес становлять азобарвники, які містять азогрупу ($-N=N-$) та донорні атоми Нітрогену й Оксигену, здатні координувати іони металів. Найбільш поширеними є реагенти на основі арсеназо, хромазуолу, 4-(2-піридилазо)-резорцину та 1-(2-тіазолілазо)-2-нафтолу. Як носії використовують силікагель, цеоліти, активоване вугілля, полімерні смоли та хітозан. Закріплені реагенти забезпечують селективне зв'язування катіонів металів за рахунок утворення поверхневих хелатних комплексів. Одним із перспективних неорганічних носіїв є силікагель. Його поверхня містить силанольні групи, що дозволяють

проводити хімічну модифікацію органічними реагентами. Іммобілізовані азобарвники на основі силікагелю демонструють високу сорбційну ємність щодо Pb(II), Cu(II), Cd(II) та Ni(II).

Перевагами таких систем є механічна міцність, хімічна стійкість та можливість багаторазового використання. Широке застосування мають полімерні носії, зокрема поліметакрилатні та полістирольні матриці [2]. Органічні ліганди закріплюють на поверхні полімерів шляхом ковалентного зв'язування або фізичної адсорбції. Такі сорбенти характеризуються високою селективністю та ефективністю концентрування слідових кількостей металів із водних середовищ. Перспективним напрямом є використання хітозану як природної полімерної основи для іммобілізації органічних реагентів. Наявність у структурі хітозану аліфатичних гідроксильних та аміногруп, що мають високу густину неподілених електронних пар на атомах нітрогену, забезпечує можливість спрямованого регулювання сорбційних властивостей матеріалу. Функціоналізація поверхні носіїв цим амінополісахаридом дозволяє реалізувати двоцентровий механізм хемосорбції. У слабкокислих та нейтральних середовищах депротоновані аміногрупи функціоналізованого матеріалу виступають потужними донорами електронів, утворюючи міцні координаційні та хелатні вузли з d-елементами. Водночас, висока хімічна активність груп $-NH_2$ відкриває можливості для додаткової топохімічної модифікації самого хітозанового шару шляхом ковалентного закріплення селективних лігандів, а саме, азобарвників та похідних тіосемікарбазидів. Така двоступенева функціоналізація дозволяє посилити механічну й гідролітичну стабільність сорбенту в агресивних середовищах, мінімізувати ефект матричного набрякання та досягти синергетичного ефекту, коли власна координаційна здатність аміногруп біополімеру поєднується з високою вибірковістю іммобілізованого реагенту при вилученні ультрамалих кількостей екотоксикантів.

Для концентрування важких металів також застосовують реагенти типу дитизону, 8-оксихіноліну, дифенілкарбазону та тіосемікарбазидів [3]. Їх

іммобілізація на твердих носіях дозволяє отримувати селективні сорбенти для екологічного моніторингу. Особливо ефективними такі системи є при визначенні ультрамалих концентрацій токсичних металів у природних водах та ґрунтових витяжках. Суттєвий вплив на процес концентрування має рН, час контакту фаз, природа носія та структура ліганду. Найбільш ефективно вилучення важких металів спостерігається у слабкокислому або нейтральному середовищі, де забезпечується стабільність комплексів метал–ліганд. Таким чином, використання органічних лігандів, іммобілізованих на полімерних і неорганічних носіях, є перспективним напрямом концентрування важких металів із компонентів екосистем, забруднених унаслідок воєнних дій.

Список використаних джерел

1. Jalbani N., Yilmaz E., Alosmanov R. M. & Soylak M. Solid-phase extraction of copper and zinc in water samples using diethylamine-modified phosphorus-containing polymer // *Desalination and Water Treatment*. 2016. Vol. 57, 6. P. 2834–2842.
2. A. Stafiej, K. Pyrzyńska. Solid phase extraction of metal ions using carbon nanotubes // *Microchemical Journal*. 2008. Vol. 89, 1. P. 29–33.
3. Wang J., Chen C. Chitosan-based biosorbents: Modification and application for biosorption of heavy metals and radionuclides // *Bioresource Technology*. 2014. Vol. 160. P. 129–141.

Анна-Таміла ЛІТВІНОВА

здобувач вищої освіти 2 курсу
спеціальності Н1 «Агрономія»

Науковий керівник – ТОРЧУК Михайло Васильович

канд. тех. наук, доцент кафедри інформаційних технологій, фізико-
математичних та безпекових дисциплін

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

ДОВГОТРИВАЛІ НАСЛІДКИ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ ДЛЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ

Сучасні збройні конфлікти, зокрема повномасштабна війна в Україні, призводять до безпрецедентної екологічної катастрофи, масштаби якої виходять за межі регіонального рівня та набувають ознак глобального екоциду. За підтвердженими даними Міністерства захисту довкілля та міжнародних аналітичних центрів станом на кінець 2024 року, загальна сума екологічних збитків уже перевищила 70 млрд доларів США (понад 6 трлн грн), що є найбільшим показником у сучасній історії Європи [1, 3]. Ця сума враховує лише прямі втрати, тоді як довготривалі наслідки від забруднення підземних вод, деградації ґрунтів та руйнування екосистемних зв'язків практично не піддаються остаточній економічній оцінці. Військова агресія зумовила системну дестабілізацію природного середовища, де кожен окремий удар по інфраструктурі запускає ланцюгову реакцію екологічного занепаду.

Одним із найважчих та найтриваліших наслідків є глибока деградація літосфери, що має прямий вплив на аграрний сектор. Близько 20% сільськогосподарських угідь України наразі перебувають під прямим впливом бойових дій: вони або заміновані, або критично забруднені продуктами детонації [4]. Хімічне забруднення ґрунтів зумовлене потраплянням залишків вибухових речовин (ТНТ, гексоген) та важких металів, таких як свинець, кадмій, нікель та марганець. Для фахівця галузі агрономії особливо тривожним

є той факт, що вибухи руйнують фізичну структуру ґрунту (утворюючи так звану «кратерну хворобу»), знищують корисну мікрофлору та порушують водний режим. Наприклад, надлишок міді та нікелю у ґрунті спричиняє хлороз, пригнічення кореневої системи та масову загибель культурних рослин, що безпосередньо загрожує продовольчій безпеці та робить землю непридатною для експлуатації на десятиліття [4, 5]. Окрім хімічного впливу, майже 30% території країни (близько 174 тис. кв. км) наразі вважаються потенційно небезпечними через мінування, що повністю паралізує повноцінне ведення агровиробництва.

Вплив на атмосферу та гідросферу має глобальний характер, оскільки забруднювачі переносяться повітряними та водними масами на тисячі кілометрів. Війна спричинила викиди понад 180 млн тонн CO₂-еквівалента, що є потужним чинником прискорення кліматичних змін та посилення парникового ефекту в усьому регіоні [3]. Систематичне руйнування промислових об'єктів, хімічних підприємств та нафтобаз (зафіксовано понад 60 масштабних пожеж на об'єктах паливної інфраструктури) призводить до викидів оксидів сірки та азоту. Ці речовини, з'єднуючись із атмосферною вологою, викликають «кислотні дощі», які отруюють підземні води та змінюють кислотність ґрунтів. Найбільш трагічним прикладом руйнування гідросфери став підрив Каховської ГЕС у червні 2023 року. Ця подія спричинила затоплення 600 кв. км територій, знищення унікальних плавневих екосистем та вимивання тисяч тонн родючого мулу, що призвело до локального опустелювання територій та втрати джерел питної води для мільйонів людей [2].

Біологічне різноманіття України, яке було одним із найбагатших у Європі, зазнає непоправних втрат. Понад 12 тис. кв. км заповідних територій стали безпосередніми зонами бойових дій, де природа нищиться важкою технікою та обстрілами. Масштабні лісові пожежі, спричинені розривами снарядів, вже охопили понад 3 млн га лісових масивів [3]. Фізичне знищення рослинного покриву призводить до розриву трофічних ланцюгів, зникнення ендемічних

видів та витіснення рідкісних представників фауни з їхніх природних ареалів. Постійний шумовий стрес від вибухів, хімічне забруднення морських акваторій та використання сонарів військовими суднами кардинально змінюють міграційні шляхи птахів і умови існування морських ссавців у Чорному та Азовському морях. Зокрема, науковцями зафіксовано масову загибель дельфінів, чия ехолокаційна система зазнає критичних ушкоджень внаслідок військової діяльності [2, 5].

Техногенні та радіаційні загрози залишаються найбільш небезпечним фактором ризику з точки зору глобальної безпеки. Окупація та регулярні обстріли стратегічних ядерних об'єктів, насамперед Запорізької АЕС, створюють постійну загрозу радіаційної аварії, яка за масштабами може перевищити Чорнобильську катастрофу. Додатковим викликом є накопичення мільйонів тонн військового сміття — уламків бетону, металобрухту та залишків техніки, що містять азбест, мастила та канцерогенний пил. Ці відходи не піддаються природному розкладанню і потребують створення спеціалізованої державної інфраструктури для переробки та безпечної утилізації [4]. Порухення роботи очисних споруд у прифронтових містах також провокує спалахи інфекційних захворювань та забруднення річок неочищеними стоками, що ще більше погіршує санітарно-епідеміологічну ситуацію.

Висновки. Підсумовуючи викладене, можна стверджувати, що вплив воєнних дій на екосистеми має комплексний, деструктивний та довготривалий характер. По-перше, значна частина земельного фонду України зазнала фізичної та хімічної деградації, що вимагатиме від фахівців аграрного сектору розробки нових методів рекультивації та відновлення родючості. По-друге, масштабне забруднення атмосфери та гідросфери створює транскордонні ризики, що потребує посилення міжнародного моніторингу довкілля. По-третє, збереження біорізноманіття за умов війни стає критично складним завданням через фізичне знищення заповідних зон. Таким чином, відновлення екосистеми після завершення бойових дій стане найбільшим екологічним проектом XXI століття. Воно вимагатиме не лише фінансових інвестицій, а й системного

наукового підходу, впровадження інноваційних технологій очищення ґрунтів та консолідації зусиль усієї світової спільноти для подолання наслідків екоциду.

Список використаних джерел

1. Екологічні збитки України через агресію РФ сягнули 70 млрд доларів – Гринчук [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rbc.ua/rus/news/ekologichni-zbitki-ukrayini-cherez-agresiyu-1735663562.html>
2. Екологічні наслідки війни в Україні: правові питання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://so.supreme.court.gov.ua/authors/1369/ekolohichni-naslidky-viiny-v-ukraini-pravovi-pytannia>
3. Збитки українському докiллю через війну РФ уже перевищили шість трильйонів гривень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://khpg.org/1608815337>
4. Жива земля: як ґрунти "відчувають" війну? – WWF-Україна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://wwf.ua/?20083941/zhyva-zemlia-yak-grunty-vidchuvaiut-viinu>
5. Вплив воєнних дій на стан ґрунту, розвиток рослин та урожай [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://superagronom.com/cards/vpliv-voeyennih-diy-na-stan-gruntu-rozvitok-rosli-id29816>

Юлія ЛУКІЯНЧУК

здобувачка вищої освіти 1 курсу

спеціальності G18 «Геодезія та землеустрій»

Науковий керівник – **КУШНІРУК Тетяна Миколаївна**

канд. с-г. наук, доцент, доцент кафедри

садово-паркового господарства, геодезії і землеустрою

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИМ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯМ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Впровадження інноваційних підходів до управління сільськогосподарськими землями Хмельницької області є однією з найважливіших умов для забезпечення економічної та екологічної стабільності регіону. Хмельниччина володіє унікальним природним капіталом – понад 70% її території займають високородючі угіддя, переважно подільські чорноземи. Проте в умовах функціонування повноцінного ринку землі, завершення реформи децентралізації та гострої потреби в загальній цифровізації публічного сектору, старі методи розпорядження земельним фондом повністю вичерпали себе. Сучасна система управління аграрним сектором має базуватися на принципах абсолютної прозорості, екологічної збалансованості та широкого використання передових просторових технологій. [1]

Незважаючи на високий статус області як одного з лідерів аграрного виробництва, наявна система землекористування стикається із серйозними деструктивними викликами. Головними проблемами регіону є критично високий рівень розораності ландшафтів, який у деяких районах перевищує 80%, а також прогресуюча деградація ґрунтів. Специфіка розчленованого рельєфу Подільської височини з її численними ярами, балками та крутими схилами (особливо у Придністровській частині) провокує масштабну водну ерозію. Ситуація посилюється через монокультуризацію, коли великі агрохолдинги

заради швидкого прибутку роками вирощують соняшник, ріпак та кукурудзу, нехтуючи науково обґрунтованими сівозмінами та внесенням органічних добрив. Це призводить до стрімкої дегуміфікації — виснаження та втрати родючого шару подільських чорноземів. При цьому територіальним громадам часто бракує актуальних просторових даних та дієвих інструментів для оперативного контролю за станом своїх земель. [2]

Основою для докорінного вдосконалення управлінської вертикалі має стати повний перехід від застарілого паперового обліку до динамічних цифрових моделей на базі Геоінформаційних систем (ГІС) та даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Стратегічно важливим кроком є створення єдиного регіонального геопорталу земельних ресурсів Хмельницької області. Така платформа має інтегрувати відомості Державного земельного кадастру, Реєстру речових прав, дані про лісові й водні ресурси, а також локальні цифрові плани громад. Використання супутникових знімків високої роздільної здатності дозволяє муніципалітетам у реальному часі відстежувати індекси вегетації (NDVI) та оперативно фіксувати будь-які порушення: від незаконного розорювання сіножатей, пасовищ і водоохоронних зон до виявлення ерозійних процесів. Крім того, зіставлення фактично оброблених за космічними даними полів із офіційною кадастровою картою допомагає виявляти «тіньове» землекористування, неоформлену відумерлу спадщину та самовільно захоплені ділянки. Це є прямим та легальним інструментом для суттєвого наповнення місцевих бюджетів від плати за землю.

Комплексна модернізація системи управління має здійснюватися за трьома основними векторами. Еколого-землевпорядний напрям передбачає обов'язкове впровадження контурно-меліоративної організації території. На схилових землях Хмельниччини обробіток ґрунту повинен відбуватися виключно поперек схилів (вдовж горизонталей рельєфу), необхідно проектувати смугове землеробство, відновлювати полезахисні лісосмуги та створювати водорегулювальні вали. Малопродуктивні, сильно еродовані та деградовані ділянки ріллі мають бути законсервовані – виведені з активного

обробітку шляхом їх заліснення або переведення у природні пасовища й сіножаті для запуску процесів природного відновлення.[3]

Економіко-стимулювальний вектор спрямований на впровадження гнучкої фіскальної політики та диференційованих ставок орендної плати. Аграрії, які застосовують протиерозійні заходи, точне землеробство та займаються сидерацією, мають отримувати довгострокові податкові преференції. Також громадам необхідно створювати сприятливі просторові умови (консолідацію масивів) для розвитку органічного виробництва, що значно підвищить ринкову вартість подільських земель. Інституційно-кадровий вектор вимагає забезпечення кожної громади кваліфікованими інженерами-землевпорядниками та ГІС-фахівцями. У цьому питанні ключове значення має співпраця з провідними місцевими закладами вищої освіти, зокрема з Подільським державним університетом, який має виступати головним науково-методичним хабом для підготовки та перепідготовки кадрів муніципалітетів Хмельниччини.

Реформування системи управління сільськогосподарським землевпорядкуванням у Хмельницькій області – це перехід від пасивного спостереження до стратегічного просторового планування. Побудова сучасних цифрових ГІС-платформ та впровадження космічного моніторингу ліквідує приховані схеми землекористування, забезпечать прозорість фіскальної політики та наповнять муніципальні бюджети. Водночас екологічний імператив, реалізований через контурно-меліоративний землеустрій та консервацію виснаженої ріллі, є єдиним дієвим інструментом, здатним зупинити деградацію подільських ґрунтів. Такий комплексний підхід дозволить зберегти природне багатство Хмельниччини, гарантуючи продовольчу та економічну безпеку регіону на багато років наперед.

Список використаних джерел

1. Гаврилюк В. Б., Олієвський В. В. Використання ГІС-технологій та даних дистанційного зондування Землі для моніторингу сільськогосподарських

угідь територіальних громад Хмельницької області. *Вісник геодезії та картографії*. 2023. № 1. С. 45–52.

2. Дорош О. С., Купріянич І. П., Барвінський А. В. Просторова організація та контурно-меліоративний землеустрій як основа протиерозійного захисту агроландшафтів Поділля. *Землевпорядний вісник*. 2020. № 3. С. 8–15.

3. Мартин А. Г., Осипчук С. О., Краснолуцький О. В. Формування комплексних планів просторового розвитку територій громад як інструмент сталого управління земельними ресурсами. *Екологічні науки*. 2021. № 6 (39). С. 112–119.

УДК 631.4:502.1.

Андрій МАКСІМОВ

здобувач вищої освіти 1 курсу

спеціальності J8 Автомобільний транспорт

Науковий керівник – **ПРИДЕТКЕВИЧ Юлія Олександрівна**

асистент кафедри хімії

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

АГРОЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА: СИСТЕМНА ВЗАЄМОДІЯ КОМПОНЕНТІВ ТА СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

Стан і продуктивний потенціал будь-якої агроєкосистеми формуються не стільки окремими природними чинниками, скільки їхнім складним агроєкологічним потенціалом ландшафту. У структурі цього потенціалу традиційно виокремлюють чотири категорії чинників: кліматичні (режими температур, зволоження, сонячної радіації), едафічні (фізичні, хімічні та біотичні характеристики ґрунтового профілю), топографічні (особливості рельєфу, орієнтація схилів щодо сторін світу) та біотичні (склад природної рослинності, структура ґрунтової біоценози, наявність патогенів). У сучасних умовах господарювання до цього класичного переліку все частіше додають

антропогенно-екологічну групу – чинники, породжені безпосередньо діяльністю людини, які здатні суттєво трансформувати природне тло [2].

З методологічної точки зору важливо, що агроекологічні чинники діють не автономно, а в системному зв'язку, де спільний результат завжди більший за суму окремих складових. Ілюстрацією слугує залежність врожаю від кількості опадів – одна й та сама кількість опадів може бути цілком достатньою на чорноземних ґрунтах із високою вологостістю та водночас критично дефіцитною на легких піщаних субстратах із низькою катіонообмінною здатністю. Саме цей зв'язок – кліматичної забезпеченості та ґрунтових властивостей – нерідко виступає головним обмежувачем для застосування інтенсивних технологій у посушливих регіонах. Температурний режим, у свою чергу, виступає ключовим контролером швидкості мінералізації органічної речовини: підвищення середньорічної температури всього на один градус провокує зростання втрат гумусу на 10–15 відсотків через активізацію мікробіологічної деструкції, особливо виражену на ґрунтах легкого гранулометричного складу. Цей процес, який отримав назву «кліматично індукована дегуміфікація», належить до найбільш загрозливих явищ у сучасному землеробстві на тлі глобального потепління. Водний режим ґрунтів, що визначається балансом між опадами, випаровуваністю та інфільтраційною здатністю, формує другий критичний вузол агроекологічних взаємодій. У посушливій зоні, де значення гідротермічного коефіцієнта опускається нижче позначки 0,7, навіть незначне порушення ґрунтової структури – наприклад, переуцільнення ходовими системами важкої техніки – різко зменшує інфільтрацію, активізує поверхневий стік, що неминуче призводить до прискорення водної ерозії. На схилах крутизною понад 3 градуси втрати ґрунту під час одного зливого періоду можуть досягати 20–30 тонн з гектара, що унеможливує природне відновлення родючості протягом десятиліть. Слід наголосити, що ерозійні втрати мають не тільки кількісний вимір (змивання верхнього шару), а й якісний: відбувається селективне винесення найбільш родючої мулуватої фракції, збагаченої гумусом та елементами живлення, тоді

як на місці акумулюється відносно бідний піщано-пилуватий залишок. Серед хімічних характеристик ґрунту найбільшу агроекологічну значущість мають реакція середовища (рН) та вміст доступних форм елементів живлення. На територіях із надмірним зволоженням, формується кисла реакція (рН у межах 4,5–5,5), яка підвищує рухливість алюмінію та марганцю, що в токсичних концентраціях пригнічує кореневі системи культурних рослин; одночасно з цим різко знижується доступність фосфору внаслідок його зв'язування з алюмінієм та залізом. У посушливих регіонах, натомість, на тлі недостатнього промивного режиму формується лужна реакція (рН 7,5–8,5), яка обмежує доступність мікроелементів – насамперед заліза, цинку, міді, марганцю [1]. Додатковою проблемою зрошуваних масивів степової зони є поширення вторинного засолення та осолонцювання, спричиненого використанням води з підвищеною мінералізацією (понад 1,5 г/л) за відсутності або недостатності дренажних систем. Наслідком стає не просто акумуляція легкорозчинних солей (хлоридів, сульфатів), але й різке погіршення фізичних характеристик ґрунту – втрата структурних агрегатів, формування щільної поверхневої кірки після висихання

Біологічні параметри ґрунту, які часто недооцінюються порівняно з хімічними аналізами, є вагомим агроекологічним чинником. Ґрунтова біота забезпечує низку критичних екосистемних функцій: деструкцію органіки, трансформацію азотовмісних сполук (амоніфікацію, нітрифікацію, денітрифікацію), мобілізацію важкорозчинних фосфатів, формування мікоризних симбіозів та синтез фізіологічно активних речовин. Серед антропогенних агроекологічних чинників особливо значущим є порушення сівозмін через надмірне насичення просапними культурами – соняшником, кукурудзою, ріпаком, вони виснажують ґрунт на азот і фосфор, але й створюють фітотоксичне середовище внаслідок накопичення алкалоїдів та фенольних кислот, що пригнічує наступні культури. Повернення цих культур на те саме поле раніше ніж за 7–8 років різко знижує врожайність через накопичення патогенів і нематод. Багатофакторна природа агроекологічних чинників вимагає переходу від розрізнених заходів (вапнування, гіпсування, удобрення) до

системного управління родючістю, яке синхронізує сівозміни, обробіток, удобрення та захист рослин із конкретними ґрунтово-кліматичними умовами [2].

Список використаних джерел

1. Арданов П. Є., Герасько Т. В., Дем'янюк О. С. та ін. Агроекологія та пермакультура: продовольча безпека, повоєнне відновлення, нульове забруднення, сталий розвиток : підруч. / за ред. П. Є. Арданова. Київ : Талком, 2023. 240 с.
2. Гуральчук Ж. З. Особливості використання арбускулярної мікоризи для фітореMediaції ґрунтів, забруднених важкими металами. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*. Чернівці, 2012. Т. 4. С. 236–239.

УДК 338.246:632.11

Євген МОРГУН

здобувач вищої освіти 5 курсу

спеціальності Н6/211 «Ветеринарна медицина»

Науковий керівник – **БУКАЛОВА Наталія Володимирівна**

канд. вет. наук, доцент, доцент кафедри ветсанекспертизи,

гігієни харчових продуктів та патанатомії імені Й. С. Загаєвського

Білоцерківський національний аграрний університет

м. Біла Церква

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ПОШИРЕННЯ ЗБУДНИКІВ ПАРАЗИТАРНИХ ЗООНОЗІВ У БІОСФЕРІ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Зоонозні паразитарні хвороби залишаються однією із актуальних проблем сучасної ветеринарної та гуманної медицини, особливо, в контексті концепції «Єдине здоров'я», що інтегрує здоров'я людини, тварини і довкілля. У цьому контексті особливого значення набуває екологічний складник безпечності

харчових продуктів, оскільки значна частина паразитарних зоонозів реалізується саме через харчовий ланцюг [1].

Сучасні кліматичні зміни, що характеризуються підвищенням середньорічної температури, подовженням теплого періоду року, зміною режиму вологості, збільшенням частоти екстремальних погодних явищ, створюють сприятливі умови для поширення паразитарних агентів і їхніх переносників. В Україні останніми роками відзначається тенденція до розширення ареалів окремих збудників паразитарних зоонозів, що становлять небезпеку як для тварини, так і для людини, зокрема, через контамінацію харчових продуктів тваринного й рослинного походження [2].

Сучасні епідеміологічні та фундаментальні дослідження спрямовані на вивчення міграції переносників інфекції, змін у біологічному циклі паразитів, їх адаптації до нових кліматичних умов, а також потенційної зміни патогенності збудників, зокрема, паразитарних хвороб, спільних для людей і тварин. Окрему увагу приділяють клімат-залежній динаміці інвазійних захворювань, що мають як медичне, так і харчово-екологічне значення [3].

У ветеринарній медицині ці процеси мають безпосередній вплив на формування ризику безпечності харчових продуктів, оскільки значна частина паразитарних зоонозів реалізується через споживання інфікованого м'яса та м'ясних продуктів, молока і молочних продуктів, риби та рибних продуктів, води чи іншої харчової продукції, контамінованої яйцями чи личинками паразитів [3, 4].

Проведені дослідження свідчать, що особливого значення набуває адаптація життєвого циклу збудників паразитарних зоонозів, зокрема, фасціольозу та ехінококозу, до змін кліматичних умов [5]. Установлено, що розвиток паразитів тісно залежить від параметрів довкілля, що визначають їх виживання, інвазійність й інтенсивність циркуляції у біосфері.

Для більшості паразитів, характерною є чітка залежність від температури, вологості, рівня кисню та інших екологічних чинників. Це стосується

найпростіших, кліщів, комах, гельмінтів, серед яких значна частина є збудниками зоонозів, котрі мають харчове значення [6].

Зокрема, розвиток фасціольозу, збудниками якого є *Fasciola hepatica* і *Fasciola gigantica*, можливий лише за певних екологічних умов. Ембріональний розвиток яєць оптимально відбувається за температури 25–30 °С. Підвищення температури вище 32–35 °С суттєво пригнічує розвиток і може спричиняти загибель яєць. Значні температурні коливання у природному середовищі призводять до уповільнення розвитку паразита у 3–4 рази.

Важливим чинником є також наявність вологи і кисню. Яйця фасціол є особливо чутливими до висихання й швидко гинуть у сухому середовищі, тоді як у водному, за наявності органічних процесів, можуть зберігати життєздатність і проходити стадію «водного анабіозу». Це підвищує ризик забруднення водних джерел, що використовуються у тваринництві й харчовому виробництві.

Подальший розвиток паразита в організмі проміжного живителя – моллюска *Lymnaea truncatula* – також значною мірою залежить від кліматичних умов. За температури 11.4–23.5 °С розвиток партеніт триває 45–60 діб, тоді як за зниження температури до 9–18 °С, цей період подовжується до 57–80 діб. Вихід церкарій (інвазійна стадія) відбувається найінтенсивніше за температури 20–25 °С упродовж 2–3 діб, що сприяє формуванню стабільних осередків інвазії у природних біотопах, і опосередковано підвищує ризик зараження сільськогосподарських тварин та контамінації харчових продуктів.

Не менш чутливими до кліматичних чинників є цестоуди, зокрема, збудники ехінококозу (*Echinococcus spp.*). Їхній життєвий цикл включає дефінітивних живителів (переважно, собак та інших м'ясоїдних тварин) і проміжних живителів (сільськогосподарських тварин і людину). Найстійкішою у довкіллі є яйця в стадії онкосфер, що потрапляють у ґрунт, воду та на рослинність і здатні зберігати життєздатність у широкому діапазоні температур (від -30°C до 38°C). За умов затінення та підвищеної вологості, оптимальний розвиток відбувається за температури 10–20 °С, тоді як під прямим сонячним

випромінюванням такі яйця гинуть упродовж 1–5 діб. У ґрунтово-трав'яному середовищі, за температури 18–28 °С, вони можуть зберігати життєздатність до кількох років, що створює тривалий резервуар інфекції й постійний ризик забруднення пасовища і корму.

Таким чином, аналіз залежності розвитку збудників паразитарних зоонозів від кліматичних чинників свідчить про їх високу екологічну пластичність і здатність до адаптації в умовах поточних змін клімату. Це безпосередньо впливає на стабільність циркуляції паразитів у біосфері й формує додатковий ризик для безпечності харчових продуктів через забруднення води, ґрунту, корму і продуктів тваринного походження [5].

Отже, вивчення екологічних закономірностей розвитку паразитів й прогнозування їх поширення в умовах кліматичних змін є важливим елементом системи харчової безпеки. Отримані результати мають практичне значення для розроблення ефективних профілактичних заходів, зниження ризику харчових паразитарних зоонозів і забезпечення здоров'я населення в рамках концепції «Єдине здоров'я».

Список використаних джерел

1. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / С. П. Іванюта та ін.; за ред. С. П. Іванюти. Київ: НІСД, 2020. 110 с.
2. Climate Change Impacts for Ukraine / L. Wilson et al. *Met Office*. United Kingdom. 2021. S. 56–58.
3. Lindsey R., Dahlman L. Climate Change: Global Temperature. NOAA Climate News. Copernicus Climate Change Service. *European State of the Climate*. № 11. 2021. S. 12–13.
4. Бісюк І. Ю., Березовський А. В. Паразитарні зоонози в Україні: сучасний стан та ризики поширення. *Науковий вісник ветеринарної медицини*. 2021. № 2. С. 15–22.
5. Діана Дазіденко, Наталія Букалова. Аналіз особливостей розвитку деяких збудників зоонозів-паразитозів та їх адаптація за нинішніх кліматичних умов в Україні. *Дні студентської науки* : тези доповідей конференції у

Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Факультет громадського розвитку та здоров'я (Львів, 16–17 травня 2024 р.), Львів, 2024. С. 430–433.

5. Managing host-parasite interactions in humans and wildlife in times of global change. *Parasitology Research*, 2022. S. 22–28.

УДК 504.4.054

Валерія МУЛЯР

здобувач вищої освіти

спеціальності Н2 «Тваринництво»

Науковий керівник – **МОРОЗОВА Любов Петрівна**

канд. хім. наук, доцент кафедри

технології розведення, виробництва та

переробки продукції дрібних тварин

Заклад вищої освіти «Вінницький національний аграрний університет»

м. Вінниця

ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ

Сучасне господарське освоєння річок України, зокрема Південного Бугу, спричинило ряд екологічних проблем, що зумовило погіршення якості поверхневих вод, а це, в свою чергу, призвело до екологічних проблем їх господарського використання. Практикою вже підтверджена позитивна роль використання природних ресурсів водойм у господарстві країни, однак спорудження водосховищ на Південному Бугу, погіршення стану води, призвело до негативних змін водних ресурсів [1]. Зараз постає проблема передбачення негативних наслідків на природні ресурси річки. Це можливо зробити лише на основі систематичних досліджень, що допоможе уникнути нераціонального використання природних ресурсів Південного Бугу та створити умови для вирішення питань щодо оптимізації антропогенного навантаження на річку і відновлення природної здатності її екосистеми до самовідновлення і самоочищення вод.

Південний Буг - це, перш за все, чарівне поєднання замислених, тихих, повільних плес і бурхливих, з стрімкою течією порогів. Довжина Південного Бугу - 792 км., він приймає кілька тисяч малих, близько 80 середніх і 14 великих повноводних приток, перетворюючись в річку-трудівницю, що впадає в Дніпровсько- Бузький лиман Чорного моря.

Сьогодні географія басейну Південного Бугу, особливо його верхній частині, зазнала значних змін. Жодна екологічна експедиція, починаючи з 1996 року до сьогодні, не змогла точно встановити, звідки сьогодні бере початок річка. Людина верхів'я Південного Бугу та її притоки перетворила пониззя у заболочені місця. На місці природного струмка створено кілька прямолінійних каналів глибиною 1,5 - 2 м, шириною 3 - 6 м, які знизили рівень ґрунтових вод в заплавах, і сьогодні тут замість прекрасних луків, сіножатей та пасовищ - пустки, де переважають бур'яни.

Від м. Хмельницький в смт. Меджибож Південний Буг перетворений меліораторами на прямолінійний канал, місцеве населення цей відрізок Південного Бугу називає «Нова річка». А далі майже 50 км (відрізок від Райгорода до Ладжигина на Вінниччині) ніхто не називає Південним Бугом, а Ладжигинським водосховищем.

На руслі самого Південного Бугу побудовані такі енергетичні комплекси, як Ладжигинська ГРЕС і Південноукраїнська АЕС; періодично то затихають, то піднімаються пристрасті з приводу розбудови Ташлицької гідроакumuлюючої станції та Олександрійського гідровузла як складових гідроенергетичного комплексу на Південному Бузі. За роки експлуатації водного басейну річки та функціонування на ньому штучних водних об'єктів зі значними обсягами споживання води, якої не так багато в басейні цієї хоча і великої ріки змінився природний стан Південного Бугу, тому охарактеризувати його сьогоднішній стан досить важко [2]. Сьогодні найбільші екологічні біди Південного Бугу пов'язані саме з існуючими водосховищами (Сандракське, Сутиске, Чернятинське, Гайворонське, Вознесенське), частина яких поступово перетворюються в антропогенні болота - комплекси, не властиві для середньої і

південної частини його басейну, а також з експлуатацією Південноукраїнської АЕС.

Рибне населення Південного Бугу налічує 75 видів. Воно бідніше у верхній течії і багатше - в нижньому, проте чисельність різних видів залежить як від природних чинників, так і від діяльності людини. Так, колись численні в пониззі річки вирезуб і шемая стали рідкісними і навіть зникаючими; то ж можна сказати і про судака-буговця. На ці риби негативно вплинуло спорудження греблі Олександрівської ГЕС, яка негативно вплинула і на шляхи міграції (розмноження) такої прохідної риби, як білуга та осетер, оселедець; з напівпрохідних - рибець, чехоня та інші.

Русло Південного Бугу перетинають майже два десятка гребель, вище яких утворилися водосховища загальною протяжністю майже 250 км.

Експлуатація енергетичних об'єктів і використання вод для зрошення та водопостачання населених пунктів значно змінили природний розподіл стоку річки, внаслідок чого не завжди помітні весняні повені, спостерігаються коливання рівня води, викликані експлуатацією різних промислових об'єктів. Все це негативно впливає на існування іхтіофауни.

Так, після спорудження Олександрівської ГЕС (1927 р.) були перекриті шляхи до нерестовищ таких риб, як вирезуб, шемая, рибець, чехоня, осетер, білуга, севрюга, оселедець і деякі інші. Риби намагалися пройти до традиційних нерестовищ, викидаючись на греблю. Обійти її стало неможливим після спорудження обвідного каналу в зв'язку із запланованою реконструкцією Олександрівської ГЕС. Деякі з таких риб, зокрема шемая, рибець, оселедець з появою обвідного каналу почали проникати вище греблі, і все ж, багато хто з зазначених риб втратили промислове значення, стали зустрічатися все рідше і рідше, а сьогодні більшість з них потрапили в Червону книгу України. Не допомогло їх відтворення і наявність забороненої зони перед греблею Олександрівської ГЕС.

Південний Буг забезпечує роботу промисловості, сільського господарства, малої гідроенергетики, рибного й комунального господарств і

навіть АЕС та кількох теплоелектростанцій. Скептики кажуть, що називати Буг річкою вже неправильно: в його басейні створено 189 водосховищ та понад 9,6 тисячі ставків із загальним об'ємом майже 1,5 мільярда м³ [3]. Але води все одно не вистачає, особливо з огляду на апетити енергетиків, передовсім Південноукраїнської АЕС і Ташлицької ГАЕС.

Малі ГЕС без перебільшення можна назвати вбивцями річки, адже після спрацювання водойм для виробітку електроенергії не забезпечуються санітарні витрати води в нижньому б'єфі під час їх поповнення до нормального підпірного рівня [4]. Додають проблем неочищені і недостатньо очищені стічні води з територій міст і селищ. Вони, потрапляють з підприємств харчової та переробної промисловості, м'ясокомбінатів, молокозаводів, плодоовочеконсервних, спиртово-горілчаних та цукрових заводів, об'єктів житлово-комунального господарства, різних видів будівництва, стихійних рекреаційних територій та приносять у великій кількості біогенні й токсичні речовини, які згодом акумулюються в донних відкладах і стають джерелом повторного забруднення водних мас.

Негативно впливає на якість води в річці Південний Буг випасання худоби і зимове стійлове утримання її у тваринницьких фермах.

Значні маси гною, гноївки, що вивозяться на поля чи городи, забруднюють води річки і ґрунтові води біогенними елементами, спричинюючи екологічну небезпеку. Небезпекою є значна розбудова дач, туристичних баз, таборів, кемпінгів, будинків відпочинку та інших рекреаційних закладів, що розміщуються в безпосередній близькості до річки Південний Буг, часто порушуючи водоохоронні межі. Гострою екологічною проблемою в області є неправильне проведення меліоративних робіт, без урахування екологічних норм [5]. Правда, останнім часом прийнято ряд рішень, зокрема виділення зон різного рівня заповідності, які трохи стримують зміни в басейні цієї річки, особливо в її середній течії.

Басейн Південного Бугу повністю розташований на території України, русло як самої річки, так і її приток не межують з іншими країнами і не беруть

початок на території жодної з них. У зв'язку з цим доцільно зберегти її басейн як один з типів водойм - ріку з особливостями, характерними тільки їй.

Список використаних джерел:

1. Курепін В. М. Відновлення і збереження водних ресурсів Південного Бугу. Глобальні ризики у формуванні міжнародної екологічної безпеки. Збережемо джерело життя – воду! [Електронний ресурс]: тези доповідей здобувачів вищої освіти спеціальностей 071 «Облік і оподаткування», 072 «Фінанси, банківська справа та страхування» та інших учасників освітнього процесу за результатами тематичного «круглого столу» на обліково-фінансовому факультеті до Всесвітнього Дня водних ресурсів, м. Миколаїв, 22 квітня 2020 року. Миколаїв: МНАУ, 2020. С. 18-22.

URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7055>.

2. Артюхова Н. С. Загальна характеристика басейну річки Південний Буг та його іхтіофауни. Academician Leo Berg – 140 years: Collection of Scientific Articles Bendery, Moldova: Eco-TIRAS International Association of River Keepers. 2021. С. 280-284.

URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8876>

3. Курепін В. М. Екологічні виклики регіону. День Землі - Earth Day [Електронний ресурс]: тези доповідей здобувачів вищої освіти спеціальностей 071 «Облік і оподаткування», 072 «Фінанси, банківська справа та страхування» та інших учасників освітнього процесу за результатами тематичного «круглого столу» на обліково-фінансовому факультеті, м. Миколаїв, 22 квітня 2020 року. - Миколаїв : МНАУ. 2020. С. 28-31. URL:

<http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7041> .

4. Кузьміна Т. М. Аналіз стану водних ресурсів в Миколаївській області. Academician Leo Berg – 140 years: Collection of Scientific Articles. Bendery, Moldova: Eco-TIRAS International Association of River Keepers. 2021. С. 389-394. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8877>

5. Коваленко А. С. Водні маршрути екологічного туризму по Південному Бугу. Розвиток туристичної галузі та індустрії гостинності:

проблеми, перспективи, конкурентоздатність: матеріали І Міжнародної конференції здобувачів та молодих вчених, м. Дніпро, 25 березня 2021р. Дніпро: Університет імені Альфреда Нобеля. 2021. С. 255-256. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/9113>

УДК 638.1:504.5

Дмитро НІЗЕЛЬСЬКИЙ
здобувач вищої освіти спеціальності 204
«Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва»
Науковий керівник – **Тетяна КОВАЛЬ**
кандидат с.-г. наук, доцент, доцент кафедри хімії
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський

ВПЛИВ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕЧНІСТЬ ПРОДУКЦІЇ БДЖІЛЬНИЦТВА

Сучасний розвиток промисловості, транспорту, енергетики та аграрного виробництва супроводжується зростанням антропогенного навантаження на навколишнє середовище. У результаті цього в ґрунтах, атмосферному повітрі, воді та рослинності накопичуються токсичні речовини, зокрема важкі метали. Такі зміни негативно впливають на життєдіяльність медоносних бджіл і якість продукції бджільництва.

Продукти бджільництва характеризуються високими адсорбційними властивостями, що зумовлює їхню здатність накопичувати різноманітні шкідливі речовини техногенного походження [1]. У процесі збору нектару, пилку та води медоносні бджоли контактують із компонентами навколишнього середовища, унаслідок чого токсичні сполуки можуть потрапляти до продуктів бджільництва та зберігатися в них тривалий час. Особливо це стосується важких металів, залишків пестицидів, агрохімікатів, радіонуклідів та інших ксенобіотиків, які здатні адсорбуватися на органічних компонентах меду, воску, пилку та прополісу.

Високі адсорбційні властивості продуктів бджільництва пояснюються їхнім складним хімічним складом і наявністю біологічно активних речовин, здатних зв'язувати та утримувати сторонні домішки. Наприклад, бджолиний віск завдяки ліпофільній природі активно накопичує жиророзчинні токсиканти, зокрема пестициди та інсектициди. Квітковий пилок і перга можуть акумулювати важкі метали через безпосередній контакт із забрудненими рослинами та атмосферним повітрям. Мед, у свою чергу, є чутливим індикатором хімічного стану навколишнього середовища, оскільки в ньому можуть виявлятися навіть незначні концентрації токсичних елементів.

Здатність продуктів бджільництва до акумуляції забруднювачів створює потенційну небезпеку для здоров'я людини, особливо за умов тривалого споживання контамінованої продукції. Токсичні речовини можуть чинити кумулятивний вплив на організм, спричиняючи порушення функціонування нервової, ендокринної та імунної систем. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває проведення екологічного моніторингу пасік та систематичного контролю якості й безпечності меду, пилку, прополісу, воску та інших продуктів бджільництва. Дослідження їхнього хімічного складу дозволяє не лише оцінювати рівень техногенного навантаження на екосистеми, а й використовувати продукти бджільництва як ефективні біоіндикатори стану довкілля.

Наукові дослідження свідчать, що медоносні бджоли є чутливими до змін екологічного стану довкілля. Інтенсивність техногенного навантаження прямо впливає на якісні та кількісні показники продукції бджільництва. Бджоли та продукти їх життєдіяльності здатні акумулювати важкі метали, радіонукліди, пестициди та інші забруднювачі.

Основними джерелами забруднення навколишнього середовища є промислові підприємства, автотранспорт і сільськогосподарська діяльність. Особливу небезпеку становлять свинець, кадмій, цезій-137 і стронцій-90, які здатні мігрувати харчовими ланцюгами та накопичуватися в живих організмах.

Продукти бджільництва широко використовують у харчовій промисловості, медицині, фармації та косметології. Водночас вони можуть виступати накопичувачами токсичних речовин, які потрапляють у довкілля внаслідок діяльності людини.

Забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств і транспорту сприяє накопиченню важких металів у медоносних рослинах. Під час збору нектару та пилку бджоли переносять ці речовини до вулика, що може призводити до погіршення якості продукції бджільництва.

Окрему небезпеку становить використання агрохімікатів і ветеринарних препаратів у бджільництві. Їх надмірне застосування негативно впливає на фізіологічний стан бджіл, знижує продуктивність бджолосімей та може змінювати фізико-хімічні властивості меду й інших продуктів.

Встановлено, що найбільш забрудненими серед продуктів бджільництва є пилок, перга та прополіс, тоді як мед характеризується відносно нижчим рівнем накопичення токсичних речовин. Ступінь забруднення значною мірою залежить від екологічного стану території розташування пасіки.

Для зниження ризику потрапляння шкідливих речовин у продукти бджільництва рекомендується розміщувати пасіки на екологічно безпечних територіях, віддалених від автомагістралей, промислових об'єктів та зон інтенсивного застосування пестицидів.

Перспективним напрямком сучасних екологічних досліджень є апімоніторинг – використання медоносних бджіл як біоіндикаторів стану навколишнього середовища. Актуальність цього підходу зумовлена високою чутливістю бджіл до змін у природних екосистемах, а також їхньою здатністю накопичувати в організмі та продуктах життєдіяльності різноманітні забруднювальні речовини [2]. Під час збору нектару, пилку та води бджоли контактують із повітрям, ґрунтом і рослинністю, що дозволяє отримувати комплексну інформацію про екологічний стан території.

Дані, отримані з однієї пасіки, дають можливість оцінити рівень забруднення екосистеми на значній площі, оскільки радіус льоту бджіл може

охоплювати кілька кілометрів. Аналіз меду, пилку, воску, прополісу та самих бджіл дозволяє виявляти наявність важких металів, пестицидів, радіонуклідів та інших токсичних сполук. Це робить апімоніторинг ефективним і економічно доцільним методом екологічного контролю.

Завдяки постійному контакту з компонентами довкілля медоносні бджоли є чутливими індикаторами екологічних змін та можуть використовуватися для раннього виявлення негативного антропогенного впливу. Використання бджіл у системі екологічного моніторингу сприяє не лише оцінці якості навколишнього середовища, а й прогнозуванню можливих ризиків для біорізноманіття та здоров'я людини.

Отже, антропогенне навантаження є одним із важливих чинників погіршення екологічної безпечності продукції бджільництва. Медоносні бджоли та продукти їх життєдіяльності можуть накопичувати важкі метали, пестициди та інші токсичні речовини, що створює ризики для здоров'я людини.

Використання бджіл у системі апімоніторингу дозволяє ефективно оцінювати стан довкілля та контролювати рівень техногенного забруднення. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення заходів підвищення екологічної безпечності та якості продукції бджільництва.

Список використаних джерел

1. Дубін О.М. Оцінка якості продукції бджільництва в сучасних екологічних умовах Черкаської області. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2017. № 1. С. 12-17.

2. Ковальчук І.І., Федорук Р.С. Медоносні бджоли та мед – біоіндикатори забруднення навколишнього середовища важкими металами. *Біологія тварин*. 2008. Т.10 (1/2). С. 24-32.

Даніїл ПІДЛЮДНИЙ

здобувач вищої освіти 1 курсу
спеціальності Н1 «Агрономія»

Науковий керівник – ТОРЧУК Михайло Васильович

канд. тех. наук, доцент кафедри інформаційних технологій, фізико-
математичних та безпекових дисциплін

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ ТА ШЛЯХИ ВІДНОВЛЕННЯ АГРОЛАНДШАФТІВ УКРАЇНИ

Глобальна екологічна стабільність сучасності перебуває під постійною загрозою через мілітарні конфлікти, що трансформують природні ландшафти та знищують біологічні ресурси. Для України, де зосереджено значну частину світових чорноземів та унікальних заповідних зон, воєнні дії стали фактором тотальної екологічної деградації. Питання оцінки шкоди та розробки методів відновлення довкілля є критично важливим не лише для екологічної безпеки держави, а й для забезпечення продовольчої стабільності всієї Європи. Масштаби пошкоджень вимагають залучення мультидисциплінарних підходів, що поєднують екологію, інженерію та сучасні інформаційні технології [1].

Аналіз факторів деструктивного впливу свідчить, що воєнна дія на біосферу має кумулятивний характер і проявляється через синергію механічних, хімічних, пірогенних та радіаційних чинників. Кожен із цих компонентів запускає ланцюгову реакцію розпаду екосистемних зв'язків [2]. Зокрема, геоморфологічна трансформація та деградація ґрунтового покриву внаслідок прямого вогневого ураження спричиняє глибоке фізичне руйнування ґрунтового профілю. Воронки від снарядів порушують структуру залягання пластів, що провокує активізацію ерозійних процесів. Хімічний аспект є ще більш руйнівним: під час детонації в ґрунт вивільняються важкі метали (свинець, кадмій, стронцій), а також залишки вибухових речовин, таких як гексоген та тротил. Ці токсиканти змінюють рН-баланс ґрунту, блокують

процеси гуміфікації та знищують мікрофлору, яка відповідає за самовідновлення землі. Без інтенсивної рекультивації та детоксикації такі території залишатимуться непридатними для сільського господарства на десятиліття [5].

Криза водних ресурсів та транскордонне забруднення є наступним критичним етапом екологічного занепаду. Водні екосистеми зазнають нищівних ударів через руйнування гідротехнічних споруд та промислових очисних систем. Підрив Каховської ГЕС продемонстрував катастрофічні масштаби: миттєва зміна гідрологічного режиму призвела до осушення водосховищ та затоплення заповідних заплавл, що спричинило масову загибель аквакультури та неконтрольовану міграцію видів. Хімічні викиди з нафтобаз та промислових підприємств потрапляють у водоносні горизонти, отруюючи питну воду для мільйонів людей. Оскільки річкові басейни є відкритими системами, забруднення набуває транскордонного характеру, безпосередньо загрожуючи акваторіям Чорного та Азовського морів [3].

Атмосферне забруднення, спричинене масштабними пожежами на об'єктах енергетичної інфраструктури (нафтобазах, ТЕЦ), супроводжується викидами величезних об'ємів парникових газів, бензопірену та оксидів сірки. Це призводить до випадання «кислотних дощів», які знищують лісову рослинність та пригнічують ріст сільськогосподарських культур далеко за межами зон безпосередніх бойових дій. Окремим викликом є радіаційний моніторинг поблизу окупованих АЕС, де системне порушення регламентів безпеки створює постійну загрозу глобальної ядерної катастрофи. Одночасно з цим відбувається стрімка втрата біорізноманіття та деградація екомереж. Війна руйнує природні коридори міграції тварин, фрагментує ландшафти та знищує рідкісні ареали існування флори. Використання мінних загороджень у лісах та полях робить неможливим природне відновлення популяцій та проведення природоохоронних заходів, що призводить до втрати здатності екосистем до саморегуляції [4].

Ефективне відновлення довкілля потребує впровадження інноваційних методів моніторингу та рекультивації. Використання БПЛА з мультиспектральними камерами та аналіз супутникових знімків дозволяють створювати цифрові карти забруднення ґрунтів без ризику для персоналу на замінованих територіях. Пріоритетним методом біологічної очистки агроландшафтів є фітореMediaція — висадка рослин-гіперакумуляторів (технічні коноплі, гірчиця, соняшник), які здатні поглинати та деактивувати важкі метали з глибоких шарів ґрунту [5]. Такий підхід є екологічно безпечним та економічно доцільним у довгостроковій перспективі.

Висновок. Екологічна шкода від війни повинна трактуватися світовою спільнотою як злочин проти майбутнього людства — екоцид. Необхідно впроваджувати міжнародні стандарти фіксації збитків та розробляти комплексні державні програми «зеленого» відновлення. Поєднання фундаментальних наукових розробок, міжнародної технічної допомоги та системного екологічного моніторингу є єдиним шляхом до повернення українських земель у безпечний стан та забезпечення сталого розвитку держави.

Список використаних джерел

1. Екологічні наслідки війни в Україні : звіт про ситуацію / ООН в Україні. – 2022. – 25 жовт. – URL: <https://ukraine.un.org/uk/205634-ekolohichni-naslidky-viynu-v-ukrayini-zvit-pro-sytuatsiyu> (дата звернення: 14.05.2026).
2. Екологічні наслідки війни в Україні: рік моніторингу : аналітичний звіт / ГО «Екодія», ГО «Екологія-Право-Людина». – Київ, 2023. – URL: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/02/environmental-impacts-war-ua.pdf> (дата звернення: 14.05.2026).
3. Ukraine: Rapid Environmental Assessment of the Kakhovka Dam Breach / UNEP. – 2023. – URL: <https://www.unep.org/resources/report/ukraine-rapid-environmental-assessment-kakhovka-dam-breach> (дата звернення: 14.05.2026).

4. Методичні рекомендації щодо оцінки збитків, завданих довкіллю внаслідок збройної агресії / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. – URL: <https://mepr.gov.ua/> (дата звернення: 14.05.2026).

5. Гришко В. М. ФітореMediaція ґрунтів, забруднених важкими металами. Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2018. – Вип. 47. – С. 76–85. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/psllrz_2018_47_11 (дата звернення: 14.05.2026).

УДК 638.1.16

Дмитро ПОГОРЛЮК

здобувач вищої освіти 1 курс магістратури спеціальності Н2 Тваринництво

Науковий керівник – **ПУСТОВА Наталія Володимирівна**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

доцент кафедри технології виробництва

і переробки продукції тваринництва

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

ПРОДУКТИВНІСТЬ БДЖІЛ РІЗНИХ ПОРІД В УМОВАХ ПОДІЛЛЯ

Бджільництво нашої країни має великі можливості до покращення медпродуктивності за рахунок використання порід бджіл які найкраще використовують медоносні культури: технічні - які вирощують аграрії та природні насадження лісів, луків, садів тощо. На сьогодні відомо майже дві тисячі бджіл які живуть у Європі. Проте найбільш поширеними породами бджіл яких використовують пасічники у світі налічують кілька десятків. Завдяки еволюційним процесам, кліматичним змінам та особливостям місцевості де мешкають бджоли у них вироблялись певні адаптаційні здібності, які закріплювались та передавались нащадкам наступних поколінь. Саме це сприяє виробленню певних особливосте поведінки й морфологічних ознак у бджіл різних видів та підвидів. Найбільш популярною є класифікація бджіл за місцем їх проживання. Бджоли забезпечують опилення квітів, що підвищує

врожайність сільськогосподарських культур та сприяє розмноженню природних рослин. А поряд із цим вони виробляють цінний та корисний продукт харчування мед. Продовж всього існування людини її життя було пов'язано із споживанням меду, спочатку диких бджіл, а у подальшому свійських, домашніх. Продовж століть пасічники постійно вдосконалювали роботу із бджолами: створювали їм будиночки для кращої медпродуктивності – вулики, здійснювали відбір кращих сімей та маток – створюючи нові породи із високим показником медового взятку, тощо.

Морфологічна характеристика та поведінка різних порід бджіл суттєво залежить від природного ареалу їх життя. Природно-кліматичні зміни та кормова база для бджіл суттєво визначають медову продуктивність та здоров'я бджолиної сім'ї. У регіоні Поділля найбільш поширеними є породи бджіл – українська степова, карпатська, європейська темна бджола.

Українська степова бджола (*Apis mellifera sossimai*) – порода сформувалась у степових регіонах України завдяки чому вона добре адаптувалась до кліматичних умов, про що свідчить їх забарвлення: темні коричневі або чорні із значною кількістю ворсинок. Українські степові бджоли мають високу працездатність та продуктивність – медову та пилкову – завдяки доброму використанню нектароносних рослин регіону у різні сезони року і пристосованість до збору із них нектару та пилку. Така здатність бджіл дозволяє одержувати продукти бджільництва високої якості та бажаної кількості, навіть у несприятливі роки (посухи, зливи, холодні періоди, тощо) завдяки використанню природної, екологічної кормової бази.

Карпатські бджоли (*Apis mellifera carpatica*) поширені у гірських районах і здатні літати на великі відстані, а також адаптовані до різких перепадів температури продовж доби, що робить їх цінними в умовах із несприятливим середовищем для бджільництва. Карпатські бджоли рано починають збирати нектар із природної – дикої рослинності, що особливо позитивно впливає на смакові якості меду та пилку. Дуже добре адаптовані до нектароносних рослин України, збирають нектар із культурних та дикорослих рослин.

Лісова або європейська темна бджола (*Apis mellifera mellifera*) поширена на всій території Європи, має чорне або темне забарвлення, агресивна та схильна до роїння. Проте перевагою цих бджіл є їх адаптивність до несприятливих умов проживання, у зонах із перепадами температур, низьким рівнем нектароносних культур тощо. Лісова бджола за сезон дає менше медової продуктивності порівняно із двома вище названими породами, проте вона і вимагає менше догляду пасічника та не схильна до хвороб. Продукція лісової бджоли має високі смакові якості та високу вартість, що робить пасіку прибутковою.

Бджоли зазначених порід найбільш популярні у нашому регіоні проте є й інші породи які мають певні переваги й особливості. З урахуванням кліматичних особливостей та природної кормової бази для бджіл, порода немає суттєвого впливу на медовий взяток сім'я за сезон. Важливим є вміння пасічника ефективно господарювати на пасіці та забезпечити оптимальні умови для розвитку і медової продуктивності бджолиних сімей у продовж сезону медозбору. Для одержання за сезон великої кількості меду доцільно обирати породи із високим показником медової продуктивності – карпатська та італійська породи бджіл. Бджоли цих порід мають високі показники працездатності та ефективно використовують нектар і пилок. Для одержання високих показників медової, пилкової і воскової продуктивності бджіл за сезон доцільним є використання порід українська степова та європейська темна бджола. Бджоли цих порід дуже добре опилюють технічні рослини та мають високі показники продуктивності технічного меду, а також добре адаптовані до природно-кліматичних умов регіону Поділля.

Ключові слова: бджоли, українська степова, лісова або європейська темна, карпатська, мед.

Список використаних джерел

1. Анна КАЛІНІЧЕНКО. Коли цвітуть різні рослини-медоноси (журнал «СонцеСад» 4/2023) [https://soncesad.com/statti/likarski-roslini/koli-czvitut-rizni-roslini-medonosi-\(zhurnal-%C2%ABsonczesad%C2%BB-4/2023\).html](https://soncesad.com/statti/likarski-roslini/koli-czvitut-rizni-roslini-medonosi-(zhurnal-%C2%ABsonczesad%C2%BB-4/2023).html)

2. Тетяна Дудина. Плюси і мінуси найбільш популярних порід бджіл.
<https://ogorodniki.com/uk/article/pliusi-i-minusi-naibilsh-populiarnikh-porid-bdzhil>

3. Морфологія бджіл. https://www.paseka.in.ua/morfometrija-bdzhil-1/?srsltid=AfmBOorv8sxukK_-12MNJA0Knde-EgALPGu12DRjcDmFUny1BqiNI7X8

4. Породи бджіл. <https://yak.koshachek.com/articles/porodi-bdzhil.html>

5. Селекція бджіл: які бджоли найкращі? Бджільництво Миколи Горніча.
<https://gornich.com.ua/post/selektsiia-bdzhil-yaki-bdzholy-naikrashchi>

УДК 332.14:332.33]:711.1

Владислав ПОЛЩУК

здобувач вищої освіти 1 курсу

спеціальності G18 «Геодезія та землеустрій»

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

КОМПЛЕКСНЕ ПРОСТОРОВЕ ПЛАНУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ

ГРОМАД

Впровадження комплексного просторового планування є ключовою умовою для забезпечення сталого розвитку та фінансової незалежності територіальних громад в умовах сучасного ринку землі. Завершення реформи децентралізації кардинально змінило структуру управління земельними ресурсами в Україні, передавши органам місцевого самоврядування повноваження розпоряджатися землями за межами населених пунктів. Земельний фонд перетворився на головний стратегічний капітал громад, який вимагає раціонального та збалансованого використання. Основним інструментом для досягнення цієї мети визначено Комплексний план просторового розвитку території територіальної громади. Цей документ

покликаний подолати хаотичність землекористування та об'єднати економічні інтереси, містобудівні потреби та екологічні вимоги в єдину цілісну систему [1].

Тривалий час система управління муніципальними землями страждала через серйозну неузгодженість між різними видами документації. Генеральні плани міст і сіл існували ізольовано від схем землеустрою та районного планування, що створювало чимало юридичних і просторових конфліктів. Наслідком такої фрагментарності ставали незаконне розорювання прибережних захисних смуг, безконтрольне вилучення цінних ґрунтів під забудову та стихійне поширення промислових об'єктів поблизу житлових масивів. Крім того, відсутність чіткої та прозорої інформації про функціональне призначення територій стримувала внутрішні та зовнішні інвестиції. Потенційні інвестори стикалися з тривалими, бюрократизованими й корупціогенними процедурами зміни цільового призначення ділянок, що суттєво уповільнювало розвиток місцевого бізнесу [2].

Сутність Комплексного плану полягає в тому, що він одночасно поєднує в собі ознаки містобудівної та землевпорядної документації місцевого рівня. Його розробка базується на принципі тотального функціонального зонування всього земельного фонду громади. Уся територія чітко розподіляється на житлові, промислові, сільськогосподарські, природоохоронні та рекреаційні зони, для кожної з яких затверджується суворий правовий режим та перелік обмежень. Важливою технологічною перевагою сучасної документації є її виключно цифровий векторний формат з прив'язкою до державної системи координат. Це забезпечує автоматичне наповнення Державного земельного кадастру та інтеграцію просторових даних у муніципальні геопортали, роблячи інформацію доступною для кожного громадянина та підприємця [3].

Через механізм просторового планування місцева влада отримує дієві інструменти для оптимізації екологічного та аграрного землекористування. План дозволяє чітко локалізувати та юридично закріпити межі прибережних захисних смуг річок, водоохоронних і санітарних зон, захищаючи їх від розорювання чи забруднення. Також з'являється можливість виділити

малопродуктивні, деградовані та еродовані ділянки ріллі для їхньої подальшої консервації — заліснення або переведення у природні кормові угіддя. Завдяки фіксації меж особливо цінних земель громада може гарантувати збереження унікальних ґрунтових масивів від їхнього нецільового використання, формуючи стабільний екологічний каркас території.

Економічний ефект від розробки Комплексного плану безпосередньо впливає на спроможність місцевих бюджетів. Суцільна інвентаризація, яка супроводжує процес планування, допомагає виявити «тіньові» схеми землекористування, самовільно захоплені поля та ділянки, за які роками не сплачувався земельний податок чи орендна плата. Повна просторова прозорість нівелює потребу у тривалих погодженнях для бізнесу: інвестор заздалегідь бачить сформовані інвестиційні лоти у промислових чи комерційних зонах із уже визначеними технічними умовами. Такі ділянки комунальної власності виставляються на електронні аукціони з набагато вищою стартовою ціною, оскільки їхній юридичний статус є бездоганим і зрозумілим [3].

Комплексне просторове планування є базовою платформою для побудови сучасної, прозорої та високоефективної системи управління земельними ресурсами територіальних громад. Воно дозволяє збалансувати інтереси великого агробізнесу, промислових підприємств та місцевих жителів, забезпечуючи при цьому надійний захист навколишнього природного середовища. Перехід до єдиних цифрових просторових моделей не лише ліквідує корупційні ризики у сфері земельних відносин, а й виступає потужним каталізатором для залучення інвестицій, перетворюючи земельний потенціал на надійний фундамент фінансового благополуччя та самодостатності кожної громади.

Список використаних джерел

1. Мартин А. Г., Осипчук С. О., Краснолуцький О. В. Формування комплексних планів просторового розвитку територій громад як інструмент сталого управління земельними ресурсами. *Екологічні науки*. 2021. № 6 (39). С. 112–119.

2. Палеха Ю. М., Шпильова В. О. Просторове планування територій громад в Україні: містобудівні та землевпорядні аспекти. *Досвід та перспективи розвитку міст України*. 2022. Вип. 42. С. 25–36.

3.Третяк А. М., Третяк В. М., Капінос Н. О. Комплексні плани просторового розвитку територій громад: землевпорядний контекст та методологія розроблення : монографія. Біла Церква : ПрАТ «Білоцерківська книжкова фабрика», 2023. 184 с.

УДК 504:330.15:620.92:332.1

Євгеній ПОНОМАРЕНКО

аспірант, спеціальність «Економіка»

Науковий керівник – **КОРЖЕНІВСЬКА Наталія Леонідівна**

доктор економічних наук,

професор кафедри економіки, підприємництва,

торгівлі та біржової діяльності,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,

м. Кам'янець-Подільський, Україна

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА РЕГІОНУ В УМОВАХ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАГРОЗ: ЗНАЧЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА МІКРОМЕРЕЖ

Еколого-економічна безпека регіону в сучасних умовах формується під впливом зростаючих екологічних загроз, посилення ресурсних обмежень і необхідності трансформації енергетичних систем. Інтенсифікація господарської діяльності, зміни клімату, деградація природних екосистем і зростання техногенного навантаження створюють комплекс ризиків, що безпосередньо впливають як на стан довкілля, так і на економічну стабільність територій. У таких умовах особливої ваги набуває пошук інтегрованих рішень, здатних одночасно мінімізувати екологічні загрози та забезпечити стійкий економічний розвиток. Одним із ключових напрямів досягнення цієї мети є розвиток відновлюваної енергетики та впровадження мікромереж як інструментів

підвищення еколого-економічної безпеки регіонів.

Еколого-економічна безпека регіону передбачає такий стан взаємодії суспільства і природи, за якого забезпечується раціональне використання природних ресурсів, збереження екологічної рівноваги та стабільне функціонування економічної системи. Водночас вона включає здатність регіону адаптуватися до зовнішніх і внутрішніх загроз, запобігати екологічним кризам та мінімізувати їх наслідки. Серед основних екологічних загроз варто виокремити забруднення атмосферного повітря і водних ресурсів, накопичення відходів, виснаження природних ресурсів, а також вплив кліматичних змін, що проявляється у вигляді екстремальних погодних явищ, зниження врожайності та порушення екосистемних зв'язків.

Методика оцінки еколого-економічної безпеки регіону ґрунтується на інтегральному підході, що об'єднує екологічні, економічні та енергетичні показники. Вона передбачає відбір індикаторів (рівень забруднення, використання ресурсів, частка відновлюваної енергії, розвиток мікромереж), їх нормування та зважування з подальшим розрахунком узагальненого індексу. Такий підхід дозволяє оцінити рівень безпеки, визначити проблемні аспекти. Додатково застосовується сценарний аналіз, що дає змогу оцінити вплив впровадження відновлюваної енергетики на зниження екологічних ризиків і підвищення стійкості економічної системи в довгостроковій перспективі.

Традиційна енергетика, заснована на використанні викопного палива, є одним із головних джерел негативного впливу на довкілля. Вона супроводжується значними викидами парникових газів, що посилюють глобальне потепління, а також забрудненням повітря шкідливими речовинами. Крім того, залежність від імпортованих енергоресурсів підвищує економічні ризики та знижує енергетичну незалежність регіонів. У цьому контексті перехід до відновлюваних джерел енергії стає не лише екологічною, а й економічною необхідністю.

Відновлювана енергетика базується на використанні невичерпних природних ресурсів, таких як сонячна радіація, вітер, біомаса та гідроенергія. Її

розвиток сприяє зменшенню викидів забруднюючих речовин, зниженню навантаження на природні екосистеми та диверсифікації енергетичного балансу регіону. Важливою перевагою є також створення нових робочих місць, стимулювання інновацій та розвиток місцевої економіки. Водночас ефективна інтеграція відновлюваних джерел енергії потребує модернізації енергетичної інфраструктури та впровадження нових технологічних рішень. Запровадження альтернативних джерел енергії вимагає суттєвих капіталовкладень, однак у довгостроковій перспективі такі ініціативи демонструють економічну доцільність і вигідність [1].

У цьому контексті особливого значення набувають мікромережі — локальні енергетичні системи, що можуть працювати як у складі централізованої мережі, так і автономно. Вони забезпечують більш гнучке та ефективне управління енергопостачанням, дозволяють інтегрувати різні джерела енергії, включаючи відновлювані, та підвищують надійність енергозабезпечення. Мікромережі здатні зменшувати втрати електроенергії при передачі, забезпечувати енергетичну стійкість у разі аварій або надзвичайних ситуацій і сприяти децентралізації енергетичної системи.

Важливою характеристикою мікромереж є їх здатність адаптуватися до локальних умов і потреб. Вони можуть бути впроваджені як у міських, так і в сільських регіонах, забезпечуючи доступ до енергії навіть у віддалених територіях. Це особливо актуально для регіонів із недостатньо розвиненою енергетичною інфраструктурою або високим рівнем екологічних ризиків. Поєднання мікромереж із відновлюваними джерелами енергії створює передумови для формування енергетично незалежних і екологічно безпечних локальних систем.

Ключові сфери пріоритетних заходів для забезпечення стійкого розвитку відновлюваної енергетики: інституційна політика, децентралізація та акцент на особливостях розвитку регіонів, інфраструктурна стійкість, фінансово-економічні механізми, міжнародне партнерство. Реалізація цих напрямів передбачає формування ефективної нормативно-правової бази, урахування

територіальних ресурсних і соціально-економічних особливостей, модернізацію енергетичної інфраструктури, запровадження стимулюючих фінансових інструментів, а також активізацію співпраці з міжнародними партнерами для залучення інвестицій і передових технологій. Вирішальним чинником виникнення екологічних бар'єрів є недостатній рівень децентралізації енергетики та систем водопостачання [2, 3].

З економічної точки зору, розвиток відновлюваної енергетики та мікромереж сприяє підвищенню інвестиційної привабливості регіону, зменшенню витрат на енергоресурси в довгостроковій перспективі та формуванню нових ринкових ніш. Водночас початкові інвестиції можуть бути значними, що потребує державної підтримки, залучення приватного капіталу та використання механізмів державно-приватного партнерства. Ефективна політика у цій сфері повинна включати стимулювання розвитку «зеленої» енергетики, удосконалення нормативно-правової бази та створення сприятливих умов для інноваційної діяльності.

Таким чином, відновлювана енергетика та мікромережі виступають важливими складовими забезпечення еколого-економічної безпеки регіону. Їх розвиток дозволяє не лише зменшити негативний вплив на довкілля, але й підвищити стійкість економічної системи до зовнішніх і внутрішніх викликів. У сучасних умовах інтеграція екологічних та економічних підходів до розвитку регіонів стає необхідною передумовою досягнення сталого розвитку, а впровадження інноваційних енергетичних рішень – одним із ключових інструментів реалізації цієї стратегії.

Список використаних джерел

1. Стеблева А.В. Аналіз перспектив використання альтернативних джерел енергії у великих містах в порівнянні з традиційною. Екологічно сталий розвиток урбосистем: виклики та рішення в контексті європейської інтеграції України : матеріали Всеукр. наук.- практ. інтернет-конф. : до дня пам'яті Ф. В. Стольберга, Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. С. 60-61.

2. Вараксіна О.В., Петренко В.Р. Ризики та екологічний менеджмент у

розвитку відновлюваної енергетики України в умовах енергетичної стійкості.

DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.203.35-41>

3. Капінос Г.І., Демчук А.В. Забезпечення досягнення цілей сталого розвитку в Україні в умовах війни та кризових трансформацій.

[https://doi.org/10.31891/dsim-2026-13\(14\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2026-13(14))

УДК 634.1:631.95:632.937

Юлія ПОПАДЮК

здобувач вищої освіти 2 курсу
спеціальності 203 «Садівництво,
плодоовочівництво та виноградарство»

Науковий керівник – **КОЗІНА Тетяна Вікторівна**

канд. с.-г. наук, доцент кафедри садівництва і виноградарства

Заклад вищої освіти «Подільський державний
університет»

м. Кам'янець-Подільський

АГРОЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНОМУ ПРОМИСЛОВОМУ САДІВНИЦТВІ

Трансформація сучасного садівництва в бік екологізації є стратегічною відповіддю на системну деградацію агроландшафтів та попит споживачів на безпечну продукцію. В умовах антропогенного навантаження традиційні методи вирощування плодів, що базуються на високих дозах синтетичних сполук вичерпали свій ресурс [2]. Перехід до екологічно орієнтованих моделей передбачає не просто зміну окремих агроприйомів, а повну перебудову функціонування плодового біоценозу на засадах збалансованості. Органічне вирощування плодів інтегрує принципи екологічної стабільності та продовольчої безпеки, проте в реаліях сьогодення цей процес супроводжується значними технологічними викликами [1]. Основними бар'єрами для розвитку галузі залишаються суттєві виробничі витрати на біологічні препарати, складні процедури сертифікації, а також критичні ризики, спричинені воєнним станом.

Екологічна результативність таких технологій полягає у кардинальному зниженні антропогенного навантаження на довкілля. Застосування органічних стандартів сприяє регенерації природних екосистем, відновленню біорізноманіття та виробництва, що проявляється у скороченні викидів парникових газів. Стратегія створення екологічно стійкого саду базується на генетичному превентивному захисті та виборі сортів з багаторівневою стійкістю до патогенів. Використання підщеп, адаптованих до конкретних умов знижує фізіологічний стрес рослин, що дозволяє радикально скоротити кількість хімічних обробок.

Важливим елементом технологічного циклу виступає регенеративне землекористування: замість інтенсивного обробітку ґрунту в міжряддях застосовується залуження або висів спеціальних нектароносів. Це сприяє природному накопиченню гумусу, запобігає ерозії та активує корисну мікробіоту ґрунту [3]. Інтегрований біозахист поступово заміщує агресивні пестициди через використання мікробіологічних препаратів, феромонних пасток та залуження ентомофагів [4]. Це дозволяє контролювати чисельність шкідників без накопичення отрутохімікатів у плодах. У поєднанні з краплинним зрошенням досягається максимальна адресність внесення вологи та органічного живлення. Енергозберігаюча архітектура крон доповнює цей підхід, забезпечуючи збалансоване природне освітлення сонячним світлом, що мінімізує ризики грибкових інфекцій.

Сучасним етапом розвитку галузі у 2024–2025 роках стала активна інтеграція цифрових інструментів «точного садівництва». Використання безпілотних апаратів дозволяє проводити фітосанітарний моніторинг у режимі реального часу та здійснювати точкове обприскування, що скорочує витрати ресурсів. Алгоритми штучного інтелекту забезпечують раннє розпізнавання стресових станів дерев, дозволяючи вибірково застосовувати антистресанти та біодеструктори. Процес екологізації також тісно пов'язаний з впровадженням систем замкненого циклу. Використання подрібнених залишків обрізки, як мульчі та компостування органічних відходів дозволяє повернути частину

поживних речовин у ґрунт, зменшуючи потребу у зовнішніх ресурсах. Це сприяє створенню автономних агроєкосистем, які є менш вразливими до логістичних розривів.

Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що перехід на екологічно безпечні технології є безальтернативним шляхом розвитку вітчизняного садівництва в умовах глобальних кліматичних та геополітичних змін. Незважаючи на технологічні складнощі та ризики воєнного часу, впровадження біологізованих систем захисту та цифрового моніторингу забезпечує не лише отримання безпечної продукції, а й відновлення природного капіталу земель. Майбутнє галузі полягає у створенні саморегульованих агроценозів, де використання генетичного потенціалу сортів та управління ресурсами мінімізують антропогенний тиск, гарантуючи екологічну стійкість та продовольчу безпеку для майбутніх поколінь.

Список використаних джерел:

1. Ковальчук М. І. Органічне виробництво продукції садівництва : навч. посіб. Вінниця : Твори, 2020. 312 с.
2. Козіна Т. В. Актуальність та ефективність розвитку екологічного садівництва. *Ekologia i racjonalne zarządzanie przyrodą: edukacja, nauka i praktyka [Zasób elektroniczny]: materiały z międzynarodowej konferencji naukowo-praktycznej, Łomża – Żytomierz. Pod redakcją naukową Zoia Sharlovyeh, Janisz Lisowski, Ruslana Romaniuk. Część 1. Wydawnictwo: MANS w Łomży. 2023. S. 213-218*
3. Кондратенко П. В., Шевчук І. В. Технології вирощування плодово-ягідних культур в умовах змін клімату. *Садівництво*. 2021. Вип. 76. С. 12-25.
4. Мельник Т. І., Мельник В. В. Екологізація живлення плодкових насаджень за використання біопрепаратів. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 45-51.
5. Шестопал О. М. Біопрепарати в системі захисту плодкових насаджень від шкідників та хвороб. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 4. С. 33-40.

Анатолій РОМАНЮК

здобувач вищої освіти спеціальності 211

«Ветеринарна медицина»

Науковий керівник: **Тетяна КОВАЛЬ**

кандидат с.-г. наук, доцент, доцент кафедри хімії

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РАЦІОНАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Організм людини у процесі життєдіяльності постійно витрачає речовини, що входять до складу клітин, тканин і органів. Їх відновлення забезпечується завдяки харчуванню, тому правильно організований раціон є однією з основних умов збереження здоров'я, високої працездатності та довголіття. Харчування постачає організму необхідні компоненти для побудови тканин, підтримання температури тіла, забезпечення фізіологічних процесів та вироблення енергії.

Раціональне харчування передбачає підтримання енергетичної рівноваги між кількістю енергії, яка надходить з їжею, та її витратами під час фізичної і розумової діяльності. Одним із ключових принципів сучасного природного харчування є переважання у раціоні продуктів рослинного походження, які не втратили своїх природних властивостей унаслідок технологічної обробки. Доцільно, щоб значна частина щоденного меню складалася зі свіжих овочів, фруктів, зелені, круп та інших натуральних продуктів.

Важливим аспектом є помірне споживання продуктів тваринного походження. М'ясо, рибу та яйця рекомендують поєднувати переважно з овочами, а не з крохмалистими продуктами. Перевагу варто надавати кисломолочним продуктам, водночас обмежуючи вживання незбираного молока. Також необхідно контролювати кількість солі, цукру та продуктів, багатих на прості вуглеводи, зокрема білого хліба, здоби, макаронних виробів і картоплі.

Для збереження біологічної цінності продуктів важливо мінімізувати їх термічну обробку. Особливо це стосується овочів, фруктів та зернових культур. Вживання їжі доцільно розпочинати зі свіжих фруктів, а за їх відсутності – використовувати сухофрукти. Фрукти бажано споживати окремо від інших страв, а після них – овочі у натуральному вигляді або у складі салатів. Корисним доповненням до раціону є пророщені зерна та насіння соняшника.

Особливе значення має якість харчових продуктів. Однією з головних вимог до сучасного харчування є екологічна безпечність їжі. Продукти повинні бути максимально чистими від радіонуклідів, важких металів, нітратів, пестицидів та інших токсичних речовин. Значну роль для здоров'я людини відіграє також якість питної води. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, більшість захворювань пов'язані саме з її забрудненням. Питна вода має бути природною, збалансованою за мінеральним складом та безпечною у хімічному і бактеріологічному відношенні. Тому необхідно переходити до екологічно безпечних методів вирощування сільськогосподарської продукції, які сприяють збереженню родючості ґрунтів, чистоти водних ресурсів, біорізноманіття та виробництву безпечних продуктів харчування. Розвиток органічного та біодинамічного землеробства є важливим чинником формування здорового харчування населення і забезпечення сталого розвитку суспільства [2].

Повноцінний раціон повинен забезпечувати організм достатньою кількістю білків, жирів, вуглеводів, вітамінів і мінеральних речовин у правильному співвідношенні. Організм людини складається переважно з води, білків, жирів, мінеральних компонентів та незначної кількості вуглеводів. У процесі життєдіяльності ці речовини постійно витрачаються, а їх відновлення відбувається завдяки харчуванню.

Добова потреба в енергії залежить від характеру діяльності людини. Особи, зайняті інтелектуальною працею, витрачають приблизно 3000-3200 ккал на добу, тоді як при важкій фізичній роботі енерговитрати є значно вищими.

Найважливішими компонентами харчування є білки. Вони виконують пластичну функцію, входять до складу клітин і тканин, беруть участь у синтезі ферментів та гормонів, регулюють обмін речовин. Білки забезпечують ріст організму, підтримують діяльність нервової системи та ендокринних залоз, а також підвищують захисні властивості організму. Достатнє споживання білків сприяє зменшенню накопичення в організмі деяких радіоактивних елементів.

Біологічна цінність білків визначається вмістом незамінних амінокислот. Найбільш повноцінні білки містяться у продуктах тваринного походження, а також у бобових та зернових культурах. Для їх повноцінного засвоєння необхідне правильне поєднання з жирами, вуглеводами та вітамінами. Особливо добре білки засвоюються разом з овочами та фруктами. Нестача білків у харчуванні може спричинити порушення обміну речовин, виснаження організму та розвиток різних захворювань.

Жири є важливим джерелом енергії та забезпечують низку фізіологічних функцій. Під час окиснення вони виділяють значно більше енергії, ніж білки чи вуглеводи. До складу жирів входять насичені та ненасичені жирні кислоти. Особливе значення мають ненасичені кислоти, які позитивно впливають на стан судин, регулюють жировий і холестеринний обмін. Жири також забезпечують організм вітамінами А і D. Водночас надлишкове споживання жирів може призводити до їх накопичення у тканинах, а нестача – до порушення роботи нервової системи та ослаблення захисних функцій організму.

Вуглеводи є основним джерелом енергії для м'язової діяльності. Вони містяться у крупах, картоплі, овочах, фруктах та цукрі. Частина вуглеводів накопичується в організмі у вигляді глікогену. Надлишок вуглеводів часто стає причиною ожиріння, а їх нестача змушує організм використовувати жирові запаси для утворення енергії.

Таким чином, раціональне харчування є важливою передумовою нормального функціонування організму людини. Воно забезпечує надходження енергії, пластичних речовин, вітамінів, мінералів і біологічно активних компонентів. Водночас із продуктами харчування до організму можуть

потрапляти токсичні речовини та збудники інфекційних захворювань, що підсилює значення екологічної безпеки харчування.

Не менш важливим є дотримання правильного режиму харчування та раціонального підбору продуктів. Доцільно надавати перевагу простій натуральній їжі, переважно рослинного походження, уникати надмірного поєднання важких для перетравлювання продуктів, обмежувати вживання штучних і рафінованих виробів. Їжу варто приймати регулярно, не допускаючи переїдання. Важливо уникати надто гарячих або холодних страв, не вживати рідину безпосередньо під час їжі та дбати про позитивний емоційний стан під час прийому їжі. Після харчування рекомендується не перевантажувати організм і не лягати одразу відпочивати.

Сучасна харчова промисловість істотно впливає не лише на здоров'я людини, а й на стан навколишнього середовища. Надмірне використання харчових добавок, консервантів, підсилювачів смаку та технологічно оброблених продуктів сприяє погіршенню якості харчування населення. У зв'язку з цим особливого значення набуває формування культури здорового й екологічно відповідального харчування, що передбачає свідомий вибір натуральних продуктів і дотримання принципів збалансованого раціону [1].

Отже, екологічно безпечне та збалансоване харчування є важливою складовою здорового способу життя. Раціональний підхід до вибору продуктів, режиму харчування та якості води сприяє зміцненню здоров'я, профілактиці захворювань і підвищенню якості життя людини.

Список використаних джерел

1. Бужанська М. В., Давидович О. Я. Глобальні тренди харчування: переваги, недоліки та вплив на здоров'я. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2024. № 39. С. 39-47.

1. Резніченко В. П., Коломієць Л. В., Тунік Т. М. Екологічні аспекти харчування: стійке, біодинамічне та органічне сільське господарство. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 81-87.

Вікторія РОТАРЬ

здобувачка вищої освіти 1 курсу

спеціальності G18 «Геодезія та землеустрій»

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНІ ТА МІСТОБУДІВНІ ФАКТОРИ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ МІСТ

Впровадження сучасних підходів до управління міськими землями в Україні вимагає докорінного перегляду наявних методів моніторингу. Сьогодні земля в межах міських територій розглядається не просто як територіальний простір, а як складний економічний актив та невід'ємна частина екосистеми громади. Традиційний моніторинг, який тривалий час обмежувався лише фіксацією юридичного статусу ділянок та реєстрацією прав власності, вже не відповідає сучасним викликам. Для забезпечення сталого розвитку міст необхідна побудова інтегрованої системи, яка здатна одночасно аналізувати й оцінювати економічні, екологічні та містобудівні чинники в їхньому взаємозв'язку. [1]

Ефективність використання міських земель формується на перетині трьох ключових напрямів, кожен з яких має власну систему показників. Економічний блок визначає фінансову спроможність територій, їхню інвестиційну привабливість та здатність генерувати доходи до місцевого бюджету. Тут першочергове значення мають ринкова вартість ділянок, показники нормативної грошової оцінки, капіталомісткість об'єктів нерухомості, а також щільність податкових надходжень від земельного податку та орендної плати у розрахунку на одиницю площі.

Екологічний блок встановлює просторові обмеження та визначає рівень безпеки проживання населення. Він охоплює показники антропогенного навантаження (забруднення повітря, ґрунтів, рівень шуму від магістралей),

ландшафтний стан території (співвідношення забудованих ділянок до відкритих природних просторів), а також наявність об'єктів природно-заповідного фонду та зелених насаджень, які виконують роль екологічного каркаса міста. [1]

Містобудівний (або просторово-планувальний) блок характеризує безпосередню якість організації простору. До нього належать параметри функціонального зонування, інтенсивність і щільність забудови, рівень забезпечення території інженерними мережами, а також транспортна доступність — наприклад, реальний час, який мешканці витрачають, щоб дістатися до центру міста або об'єктів соціальної інфраструктури.

Для інтеграції цих різномірних факторів у єдину систему моніторингу найефективнішим інструментом є геоінформаційні системи (ГІС). У процесі такого аналізу вся територія міста розподіляється на первинні розрахункові елементи — наприклад, кадастрові квартали або штучну сітку з комірками площею в один гектар. Для кожної такої одиниці збираються та прив'язуються до карти відповідні дані. Додатково залучаються технології дистанційного зондування Землі (супутникові знімки), які дозволяють за допомогою спектральних індексів вегетації (таких як NDVI) в реальному часі відстежувати щільність рослинного покриву та рівень ущільнення міської забудови. [2]

Оскільки всі зібрані показники мають різну розмірність (грошові одиниці, відсотки, метри чи концентрації речовин), на етапі математичної обробки проводиться їх нормалізація — приведення до єдиного безрозмірного діапазону від 0 до 1. Після цього для кожної ділянки розраховуються три окремі суб-індекси: економічної ефективності, екологічної безпеки та містобудівної комфортності. Загальний інтегральний індекс ефективності міського землекористування обчислюється як середнє геометричне цих трьох величин з урахуванням їхньої вагомості, яку визначають експертним шляхом. Перевага такого мультиплікативного підходу (через перемноження) полягає в тому, що якщо один із суб-індексів критично падає (наприклад, територія стає екологічно небезпечною), то й загальний рівень ефективності ділянки буде низьким, попри

будь-які високі прибутки чи вдале розташування. Це повністю відповідає міжнародному екологічному імперативу та концепції сталого розвитку. [3]

Практичне значення впровадження такої моделі для муніципального управління є надзвичайно високим. По-перше, вона дозволяє оптимізувати місцеву фіскальну політику, виявляючи території, де містобудівний потенціал використовується на повну, але податкові надходження занижені. Це стає обґрунтуванням для коригування ставок оренди чи коефіцієнтів оцінки земель. По-друге, інвестори та забудовники отримують прозору й зрозумілу карту міста, де чітко видно інфраструктурно підготовлені та екологічно безпечні райони. По-третє, система допомагає виявляти депресивні промислові зони для їхньої подальшої ревіталізації (перетворення на житлові квартали чи технопарки) та дозволяє ефективно боротися з хаотичним розростанням міських окраїн, доводячи, що реконструкція внутрішніх територій міста є значно вигіднішою для бюджету громади, ніж прокладання нових комунікацій у передмістя.

У підсумку, оцінка ефективності міських земель не може бути односторонньою. Лише збалансоване поєднання економічних інтересів, екологічних обмежень та містобудівної логіки дозволяє отримати реальну картину стану земельного фонду. Запропонований методичний підхід переводить якісні містобудівні міркування у чіткі кількісні показники. Перспективою розвитку таких систем є їхня повна інтеграція з цифровими двійниками міст (Digital Twins) та інформаційними моделями міського середовища (СІМ), що дозволить муніципалітетам прогнозувати наслідки будь-яких архітектурно-планувальних рішень ще до початку їх фізичної реалізації.

Список використаних джерел

1. Дорош Й. М., Купріянич І. П., Гунько Л. А. Моніторинг та охорона міських земель в системі сталого розвитку територій. *Землевпорядний вісник*. 2019. № 4. С. 18–23.

2. Палеха Ю. М. Економіко-географічні аспекти формування вартості територій населених пунктів під впливом містобудівних факторів. *Український географічний журнал*. 2021. № 2. С. 34–42.

3. Третяк А. М., Третяк В. М., Ковалишин О. І. Управління міським землекористуванням: економіко-екологічні та містобудівні аспекти : монографія. Львів : Сполом, 2022. 248 с.

УДК 631.86:631.147

Костянтин СЕНИШЕН

здобувач вищої освіти 1 курсу
Спеціальності Н1 «Агрономія»

Науковий керівник – **СЛОБОДЯН Сергій Борисович**
канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри інформаційних технологій,
фізико-математичних та безпекових дисциплін
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський

ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ І БІОПРЕПАРАТІВ У СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Сучасне сільське господарство є однією з найбільш хімізованих галузей економіки, оскільки для забезпечення високої врожайності широко використовуються мінеральні добрива та хімічні пестициди. Проте тривале інтенсивне застосування таких засобів призводить до низки негативних наслідків: деградації ґрунтів, зниження їх родючості, накопичення токсичних залишків у продукції рослинництва, а також забруднення водних ресурсів і атмосферного повітря. У зв'язку з цим актуальним є перехід до більш екологічно безпечних технологій, серед яких важливе місце займають органічні добрива та біопрепарати [1].

Органічні добрива становлять основу природного відтворення родючості ґрунтів. До них належать гній, компости, торф, сидерати, рослинні залишки та інші матеріали біологічного походження. Вони містять комплекс макро- та

мікроелементів, необхідних для росту рослин, а також органічну речовину, яка є основою формування гумусу. Гумус відіграє ключову роль у забезпеченні стабільної структури ґрунту, підвищенні його водоутримувальної здатності та буферних властивостей. Саме тому органічні добрива розглядаються як довгостроковий фактор підвищення родючості, на відміну від мінеральних, які мають короткочасний ефект [2].

Крім того, органічні добрива значно впливають на біологічну активність ґрунту. Вони стимулюють розвиток корисних мікроорганізмів, які беруть участь у процесах розкладання органічної речовини, фіксації азоту та мобілізації поживних елементів. Завдяки цьому відбувається природне відновлення екосистеми ґрунту, знижується рівень патогенів та покращується загальний фітосанітарний стан агроценозів.

Біопрепарати є важливим елементом сучасного екологічного землеробства. Вони створюються на основі живих мікроорганізмів або продуктів їх метаболізму та використовуються для захисту рослин від шкідників і хвороб, а також для стимуляції їх росту. Основними групами біопрепаратів є біофунгіциди, біоінсектициди, біоінокулянти та препарати ростостимулюючої дії. Їх застосування дозволяє зменшити або повністю замінити використання хімічних пестицидів [3].

Наприклад, бактерії роду *Bacillus* і гриб *Trichoderma* здатні пригнічувати розвиток фітопатогенних грибів шляхом конкуренції за живильне середовище, виділення антибіотичних речовин або паразитування. Інші мікроорганізми сприяють підвищенню стійкості рослин до стресових умов, таких як посуха, перепади температур або дефіцит поживних речовин.

Особливо важливою є екологічна безпечність біопрепаратів. Вони не накопичуються в ґрунті, не викликають токсичного забруднення та не становлять загрози для людини і тварин. Саме тому вони активно використовуються у виробництві органічної продукції, яка відповідає міжнародним стандартам якості. Однією з ключових переваг органічного землеробства є формування стійких агроекосистем. На відміну від інтенсивного

хімічного землеробства, де порушується природний баланс, біологічні методи дозволяють підтримувати рівновагу між рослинами, мікроорганізмами та навколишнім середовищем. Це зменшує ризик масового поширення шкідників і хвороб, а також підвищує стабільність урожайності.

Сучасні наукові дослідження підтверджують ефективність біологізації землеробства. Зокрема, доведено, що застосування біопрепаратів сприяє підвищенню активності ґрунтової мікрофлори, покращенню процесів мінералізації органічної речовини та збільшенню доступності поживних елементів для рослин. Також спостерігається позитивний вплив на якісні показники врожаю, включаючи вміст білків, вітамінів і мінеральних речовин [4]. Важливим аспектом є економічна ефективність біологічних технологій. Хоча на початкових етапах впровадження вони можуть потребувати додаткових витрат, у довгостроковій перспективі відбувається зменшення витрат на хімічні засоби захисту рослин і добрива. Крім того, продукція органічного виробництва має вищу ринкову вартість, що підвищує рентабельність аграрного виробництва.

В Україні розвиток органічного землеробства має значний потенціал завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам. Водночас існують проблеми, пов'язані з недостатнім рівнем впровадження біотехнологій, обмеженою кількістю сертифікованих препаратів та недостатньою поінформованістю аграріїв. Подолання цих бар'єрів є важливим завданням для подальшого розвитку галузі. У сучасних умовах глобальних екологічних викликів використання органічних добрив і біопрепаратів розглядається як один із ключових напрямів сталого розвитку аграрного сектору. Поєднання біологічних методів захисту рослин, раціонального використання природних ресурсів та сучасних агротехнологій дозволяє створити ефективну систему землеробства, яка забезпечує високу продуктивність без шкоди для довкілля [4, 5].

Висновки. Використання органічних добрив і біопрепаратів є ефективною та перспективною альтернативою хімічним пестицидам у сільському господарстві. Вони сприяють відновленню родючості ґрунтів, підвищенню їх

біологічної активності та формуванню стійких агроecosистем. Біологічні методи дозволяють зменшити екологічне навантаження, покращити якість сільськогосподарської продукції та забезпечити її безпечність для споживачів. Подальший розвиток органічного землеробства є важливою умовою сталого розвитку аграрної галузі України.

Список використаних джерел

1. Вікіпедія. Органічне землеробство. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Органічне_землеробство/.
2. SuperAgronom. Біопрепарати Ризобакт та їх вплив на родючість ґрунту. URL: <https://superagronom.com/pesticidi/mikrobni-preparati/rizobakt-id18720/>.
3. SuperAgronom. Алла Болоховська: ринок біопрепаратів розвивається і багато факторів сприяють його збільшенню. URL: <https://superagronom.com/articles/339-anna-bolohovska-rinok-biopreparativ-rozvivayetsya-i-bagato-faktoriv-spriyayut-yogo-zbilshennyu/>.
4. Агроєкологічний журнал. Біопрепарати в Україні та світі: сучасні тренди та перспективи, 2024. URL: <https://journalagroeco.org.ua/article/view/317163/>.
5. Agri-Gator. Внесенням біопрепаратів можна зменшити дози фосфорних добрив. URL: <https://agri-gator.com.ua/>.

Костянтин СЕНИШЕН

здобувач вищої освіти 1 курсу
спеціальності Н1 «Агрономія»

Науковий керівник – **САМАР Ангеліна Володимирівна**

асистент кафедри хімії

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ВИКОРИСТАННЯ ПОПУЛЯРНИХ ГЕРБІЦИДНИХ ГРУП В УКРАЇНСЬКОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

Сучасний агропромисловий комплекс України орієнтований на високоінтенсивне вирощування експортних зернових та олійних культур, що вимагає від агрономів безкомпромисного контролю за забур'яненістю полів. Саме тому гербіциди стабільно утримують першість на вітчизняному ринку засобів захисту рослин, охоплюючи понад половину обсягу всієї використовуваної агрохімії. Проте така масштабна хімізація ставить перед новим поколінням агрономів серйозний професійний виклик – необхідність балансувати між високою рентабельністю виробництва та збереженням екологічної рівноваги. Для побудови раціональної стратегії захисту рослин майбутньому спеціалісту важливо розуміти хімізм та екологічні наслідки застосування ключових гербіцидних груп, які наразі домінують на українських теренах.

Абсолютним лідером вітчизняних полів залишається гліфосат ($\text{HO}_3\text{PCH}_2\text{NHCH}_2\text{CO}_2\text{H}$), який є похідною амінокислоти гліцину та хімічною основою для десикації культур перед збиранням, а також базовим елементом вологоощадної технології мінімальної обробки ґрунту. Цей системний гербіцид суцільної дії швидко поглинається листовим апаратом і мігрує по флоемі до точок росту та кореневої системи, де блокує фермент 5-енолпірувілшкімат-3-фосфатсинтазу (EPSPS). Цей фермент є ключовим у шкіматному шляху біосинтезу ароматичних амінокислот, без яких рослина неминує гине [1]. Протягом десятиліть гліфосат вважався еталоном безпеки, оскільки у ссавців та птахів згаданий біохімічний шлях відсутній. Однак сучасні екологічні дослідження виявили прихований екологічний парадокс: шкіматний шлях притаманний багатьом мікроорганізмам, зокрема корисній ґрунтовій мікрофлорі та бактеріям кишківника бджіл, чий імунітет суттєво послаблюється під дією залишків препарату. Крім того, у ґрунті гліфосат трансформується у свій головний метаболіт – амінометилфосфонову кислоту, яка відзначається високою персистентністю, накопичується у верхніх шарах

грунту та з дощовими водами вимивається у водойми, де через високий вміст фосфору провокує евтрофікацію та масове цвітіння води.

Не менш поширеною, але значно критичнішою з погляду екологічних стандартів, є група ґрунтових гербіцидів із класу хлорацетамідів, яскравими представниками яких є ацетохлор та S-метолахлор. Їх традиційно вносять навесні під час посіву соняшнику, кукурудзи та сої для створення тривалого захисного «екрана». Проникаючи через проростки та кореневу систему бур'янів, ці речовини інгібують синтез жирних кислот із наддовгим ланцюгом, що зупиняє поділ клітин і руйнує формування мембран, спричиняючи загибель бур'янів іще до появи сходів [2]. Гостра екологічна проблема цієї групи полягає у високій мобільності ацетохлору: він слабо зв'язується з ґрунтовими колоїдами і за значних опадів легко мігрує вертикально по профілю ґрунту, досягаючи підземних водоносних горизонтів. Через доведену генотоксичність та реальну загрозу забруднення питної води ацетохлор наразі суворо заборонений до використання в Європейському Союзі, тоді як в Україні він досі залишається популярним завдяки низькій вартості. Для майбутнього агронома цей дисонанс є чітким індикатором неминучих законодавчих змін, оскільки рух України до європейських екологічних стандартів змусить галузь відмовитися від токсичних хлорацетамідів на користь безпечніших альтернатив.

Певну технологічну та екологічну протипагу класичним препаратам складають сульфонілсечовини (наприклад, трибенурон-метил чи тіфенсульфурон-метил), які здійснили революцію завдяки наднизьким нормам внесення – від 15 до 50 грамів на гектар замість літрів, як у випадку з іншими класами хімікатів. Вони блокують фермент ацетолактатсинтазу, повністю зупиняючи синтез амінокислот із розгалуженим ланцюгом у точках росту чутливих рослин. Мікродози цих речовин суттєво знижують загальне пестицидне навантаження на довкілля, проте вони мають іншу приховану загрозу – тривалий хімічний післядій. На лужних ґрунтах України за умов посушливої осені та безсніжної зими мікробіологічний розпад сульфонілсечовин майже припиняється, внаслідок чого залишки гербіциду зберігаються в ґрунті до наступної весни і починають пригнічувати наступні чутливі культури в сівозміні, такі як ріпак чи цукровий буряк, викликаючи хлороз листя та деформацію коріння [3].

Розуміння цих складних хімічних та екологічних взаємозв'язків підводить до висновку, що повністю відмовитися від хімічного захисту рослин у промислових масштабах сьогодні неможливо, проте обов'язок агронома нового покоління полягає в оптимізації цих процесів за допомогою технологій «еко-агрономії». Одним із таких рішень є використання органосиліконових сурфактантів (ПАР), які зменшують поверхневий натяг робочого розчину,

запобігаючи стіканню хімікатів у ґрунт та дозволяючи знизити норму внесення діючої речовини на 15–20%. Ще більш прогресивним є впровадження точного землеробства: стрічкове внесення (Band-spraying) дозволяє обробляти лише вузьку смужку біля культурної рослини, зменшуючи хімічне навантаження вдвічі, а інтеграція оптичних сенсорів штучного інтелекту типу *WeedSeeker* безпосередньо на штангу обприскувача дає змогу здійснювати точкові «постріли» гербіцидом виключно в розпізнаний на тлі чорної землі бур'ян. Застосування таких інтелектуальних систем забезпечує економію хімічних препаратів до 60–80%. Зрештою, майбутнє українського агросектору залежить від синергії глибоких знань із хімії та відповідального ставлення до екосистем, що є єдиним шляхом для збереження унікальної родючості вітчизняних чорноземів та гарантування екологічної безпеки держави.

Список використаних джерел

1. Войціцький В. М., Хижняк С. В., Конопольський О. П. Прогнозування процесів міграції та накопичення полютантів агроекосистемами. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 115. С. 270–277
2. Іванків М. Я., Вовк С. О., Бальковський В. В., Кружель Б. Б., Павкович С. Я. Особливості міграції та акумуляції хлорорганічних забруднень у ґрунті. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2016. № 20. С. 18–22
3. Екологічні ризики забруднення сільськогосподарської продукції непридатними пестицидами / І. М. Городиська, В. В. Монарх, Т. О. Моклячук та ін. *Збалансоване природокористування*. 2013. № 4. С. 17–22.

Гліб СКИБА

здобувач вищої освіти 1 курсу
спеціальності Н1 «Агрономія»

Науковий керівник – **САМАР Ангеліна Володимирівна**

асистент кафедри хімії

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

ХІМІКО-ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕВТРОФІКАЦІЇ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ПІД ВПЛИВОМ НАДЛИШКУ АЗОТОВМІСНИХ ТА ФОСФАТНИХ СПОЛУК

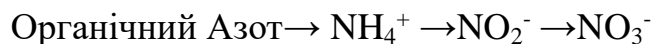
Процес антропогенної евтрофікації є класичним прикладом порушення хімічної рівноваги у замкнених або слабопроточних водних системах. Первинною стадією процесу є раптове збільшення концентрації розчинених неорганічних сполук фосфору та азоту, що знімає природне лімітування розвитку автотрофних організмів. Масове розмноження фотосинтезуючих мікроорганізмів, насамперед синьо-зелених водоростей (ціанобактерій *Microcystis*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*), кардинально змінює гідрохімічні показники середовища. У період інтенсивного вегетаційного піку в денні години за рахунок фотосинтезу спостерігається пересичення верхніх шарів води розчиненим киснем (O_2) та стрімке зміщення водневого показника (рН) у лужний бік (до 9,0–10,5). Це зумовлено інтенсивним споживанням водоростями вільного карбон (II) оксиду (CO_2) та гідрокарбонат-іонів (HCO_3^-), що зміщує карбонатну рівновагу [1].

Наступна стадія процесу характеризується відмиранням гігантської біомаси та її опусканням у придонні шари (гіполімніон). Деструкція органічної речовини здійснюється аеробними гетеротрофними бактеріями, що призводить до повного вичерпання розчиненого кисню та розвитку стійкої аноксії (замору). В умовах глибокого дефіциту O_2 редукційно-окиснювальний потенціал системи стрімко падає, що запускає каскад анаеробних хімічних реакцій. Замість кисневого дихання бактерії переходять на нітратне та сульфатне дихання. Денітрифікація відновлює нітрати до вільного азоту, а сульфатредукція призводить до накопичення високотоксичного сірководню (H_2S) внаслідок відновлення сульфат-іонів (SO_4^{2-}).

Паралельно відбувається анаеробне бродіння з виділенням метану (CH_4). Газоподібні продукти деструкції (H_2S , CH_4), піднімаючись у товщу води, додатково зв'язують залишки кисню, консервуючи кризовий стан водойми.

В екологічній хімії водного середовища міграційна здатність та доступність біогенів залежить від їхньої конкретної хімічної форми.

Азотна група у поверхневих водах представлена динамічною системою:



Іони амонію (NH_4^+) є первинним продуктом амоніфікації білків і найкраще засвоюються фітопланктоном, оскільки їхнє залучення до біосинтезу амінокислот не потребує витрат енергії на відновлення. Нітрит-іони (NO_2^-) є нестійкою проміжною формою, їхня концентрація зазвичай мінімальна, а суттєве зростання свідчить про свіже фекальне або промислове забруднення. Нітрат-іони (NO_3^-) — термодинамічно найстійкіша форма азоту в аеробних умовах, що виступає головним резервуаром неорганічного азоту.

Фосфорна група представлена розчиненими ортофосфатами (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-), поліфосфатами та органічними сполуками ефірів фосфорної кислоти. На відміну від азоту, фосфор не має газоподібної фази у природному колообігу, тому його акумуляція у водоймі має незворотний характер.

Класичне стехіометричне співвідношення Редфілда визначає, що для побудови біомаси планктону необхідна пропорція атомів $\text{C:N:P} = 106:16:1$. Оскільки вуглецю у воді зазвичай достатньо, лімітуючим фактором виступає кінетика надходження азоту або фосфору. Для більшості прісноводних екосистем саме фосфор є головним лімітуючим хімічним елементом (має найменшу природну концентрацію). При падінні масового співвідношення N:P нижче за 10:1 (через надлишок фосфатів) лімітування за азотом знімається у специфічний спосіб: перевагу отримують ціанобактерії, здатні до фіксації атмосферного азоту (N_2). Вони насичують систему власним аміаком, повністю руйнуючи природні механізми самоочищення [2].

Основними антропогенними джерелами надходження цих речовин є:

1. Агрогенні виноси: вимивання з полів нітратних та амонійних добрив, які мають високу рухливість у ґрунтового розчині.

2. Комунальні стічні води: винесення ортофосфатів та триполіфосфату натрію, який масово використовується у синтетичних миючих засобах як комплексоутворювач для пом'якшення води. Потрапляючи у водойми, поліфосфати піддаються повільному хімічному гідролізу до легкозасвоюваних ортофосфатів.

Масовий спалах вегетації синьо-зелених водоростей супроводжується виділенням у воду небезпечних вторинних метаболітів — ціанотоксинів (мікроцистини, нодулярини, сакситоксини). За своєю хімічною природою це циклічні пептиди або алкалоїди, які мають високу термостабільність і не руйнуються під час стандартного кип'ятіння води [1]. Потрапляння цих сполук

у системи питного водозабору створює пряму гепатотоксичну та нейротоксичну загрозу для тварин та людини.

Оскільки механічне вилучення біомаси водоростей є малоефективним, хіміко-екологічні стратегії боротьби з евтрофікацією спрямовані на штучне відновлення лімітуючої ролі фосфору шляхом його переведення у нерозчинні, інертні форми. Для цього застосовують методи хімічного осадження (коагуляції). Внесення солей заліза (FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) або алюмінію ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) призводить до утворення нерозчинних фосфатів металів або сорбції фосфат-іонів на пластівцях відповідних гідроксидів

Проте цей метод має обмеження: при падінні Eh (в анаеробних умовах на дні) комплекси заліза (III) відновлюються до розчинних форм заліза (II), що викликає явище внутрішнього фосфорного навантаження — повторного виходу фосфатів із донних відкладів у товщу води. Сучасним хімічним рішенням є використання модифікованих лантаном глин (наприклад, Phoslock), де зв'язування фосфат-іону у стійкий мінерал рабдофан ($\text{LaPO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$) відбувається незалежно від коливань кисневого режиму та pH.

Теоретичний аналіз показує, що антропогенна евтрофікація є результатом каскадного збурення гідрохімічної рівноваги, де хімічні форми азоту та фосфору виконують роль тригерів процесу. Трансформація азотного профілю та накопичення фосфатів переводить водойму з оліготрофного стану в дистрофний. Для ефективного управління якістю водних ресурсів критично важливим є жорсткий хімічний контроль співвідношення N:P на очисних спорудах та законодавче обмеження використання фосфатних миючих засобів, що є більш екологічно доцільним, ніж ліквідація наслідків цвітіння води за допомогою вторинного хімічного втручання.

Список використаних джерел

1. Линник П. М., Рева Ю. О. Форми знаходження та закономірності розподілу біогенних елементів у поверхневих водах України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. Т. 2 (23). 2011. С. 84–97.
2. Осадчий В. І., Набокинець В. І. Хімічний склад поверхневих вод України: основні тенденції та закономірності формування. *Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту*. Вип. 253. 2004. С. 124–136.

Гліб СКИБА

здобувач вищої освіти 1 курсу
спеціальності Н1 «Агрономія»

Науковий керівник – ТОРЧУК Михайло Васильович

канд. тех. наук, доцент кафедри інформаційних технологій, фізико-
математичних та безпекових дисциплін

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

ЕКОНОМІЧНІ МЕХАНІЗМИ СТИМУЛЮВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ У ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАДАХ

Раціональне використання земельних ресурсів є одним із пріоритетних завдань сталого розвитку будь-якої територіальної громади. Відповідно до сучасних наукових підходів, раціональне землекористування слід розглядати як складну багаторівневу систему, що базується на збалансованому співвідношенні економічної, екологічної, соціальної та організаційної складових [2, с. 24]. В умовах децентралізації саме територіальні громади отримують дедалі більшу відповідальність та управлінські важелі для забезпечення ефективного використання земельних угідь на своїй території, що вимагає розробки дієвих локальних стратегій.

Актуальність обраної теми обумовлена тим, що в умовах воєнного стану земельний фонд України зазнає критичних деградаційних процесів. Зокрема, дослідження агроекологічного стану територіальних громад Хмельниччини свідчать про суттєве порушення природної рівноваги та надмірно високий рівень сільськогосподарської освоєності територій, що вичерпує природний потенціал ґрунтів [3, с. 14–15]. На сьогодні накопичення у родючому шарі важких металів, фізичне руйнування профілю через вибухи та ущільнення ґрунту внаслідок інтенсивного пересування важкої техніки становлять суттєву загрозу для екосистем на десятиліття вперед [2, с. 23]. Зазначені фактори актуалізують нагальну необхідність пошуку та впровадження новітніх економічних механізмів, які б стимулювали землекористувачів до раціональної діяльності на рівні громад.

За офіційними даними Міністерства аграрної політики та продовольства України, станом на 2024 рік понад 156 тисяч квадратних кілометрів території країни залишаються потенційно забрудненими вибухонебезпечними предметами, що фактично виводить з активного обігу мільйони гектарів найродючіших у світі чорноземів. Вартість повного розмінування та первинної

рекультивації цих земель оцінюється у понад 37 мільярдів доларів США, що робить неможливим відновлення агропотенціалу виключно за рахунок бюджетних коштів. Це обумовлює необхідність створення на рівні громад спеціальних інвестиційних фондів та податкових канікул для фермерів, які беруть на себе зобов'язання щодо біологічного відновлення пошкоджених ділянок [1, 2].

Механізм фінансово-економічного заохочення суб'єктів господарювання до здійснення землеохоронних заходів базується на використанні двох груп інструментів: стимулюючих та примусових. До стимулюючих важелів доцільно віднести пільгове кредитування, диференційоване оподаткування, надання субсидій та дотацій господарствам, які активно впроваджують ґрунтоохоронні технології, а також виплату компенсацій за витрати, понесені під час консервації деградованих земель. Натомість примусові важелі охоплюють платність землекористування, систему штрафних санкцій за порушення норм екологорівноваженого господарювання та спеціальні збори за забруднення об'єктів довкілля [1, с. 2]. Важливим аспектом є те, що система економічного стимулювання має розвиватися на основі пільгового режиму оподаткування, що дозволить агровиробникам виконувати природоохоронні роботи переважно за рахунок власних ресурсів, мінімізуючи навантаження на бюджетні кошти [1, с. 2–3].

У поточному періоді 2024–2025 років Уряд України запровадив низку грантових програм, таких як «Робота», що спрямовані на підтримку садівництва та тепличного господарства в громадах, які постраждали від бойових дій або прийняли велику кількість релокованих підприємств. Актуальним економічним механізмом стає також диференціація земельного податку: громади отримують право знижувати ставки для тих підприємств, які використовують методи органічного землеробства або фітореMediaції. Така політика дозволяє залучати міжнародні донорські кошти на місцевий рівень, створюючи умови для самозайнятості населення та відновлення екологічного балансу агроландшафтів [2, 3].

На думку провідних дослідників, у повоєнний період відновлення доцільно застосовувати комплексний підхід, який органічно поєднує законодавче забезпечення раціоналізації землекористування, розробку цільових програм охорони родючості ґрунтів, пряму фінансову підтримку екологічних ініціатив, а також розвиток сільськогосподарської кооперації та фермерського руху [2, с. 25–26]. Такий інструментарій, застосований на засадах системного підходу, здатен забезпечити поступове відродження земельно-ресурсного потенціалу в громадах і сприяти їх тривалому сталому розвитку.

На наш погляд, загальна ефективність економічних механізмів стимулювання значною мірою залежить від рівня транспарентності та екологічної свідомості землевласників. Навіть найбільш досконала система фінансових інструментів залишатиметься малодієвою, якщо представники місцевих громад не будуть належним чином обізнані з можливостями пільгового кредитування чи субсидування екологічних проєктів. Тому просвітницька та консультаційна робота з питань раціоналізації землекористування є невід'ємною частиною будь-якої стратегії відновлення земельного потенціалу громади. Вважаю, що саме синергія економічних стимулів із цілеспрямованою освітньою діяльністю дозволить досягти реальних результатів у збереженні ґрунтів на місцевому рівні.

Список використаних джерел

1. Крамарьов О. С. Удосконалення фінансового стимулювання раціонального аграрного землекористування в Україні. *Інвестиції: практика та досвід*. 2016. № 2. С. 1–3. URL: http://www.economy.nauka.com.ua/pdf/2_2016/16.pdf (дата звернення: 15.05.2026).
2. Лазарева О. В., Новотарська Н. С., Іващенко А. С. Економіко-екологічні інструменти раціонального використання земель у післявоєнний час. *Індустрія туризму і гостинності в Центральній та Східній Європі*. 2025. № 13. С. 22–28. URL: <https://journals-lute.lviv.ua/index.php/tourism/article/view/2019/1900> (дата звернення: 15.05.2026).
3. Питуляк М., Питуляк М., Дем'янчук П., Заблоцький Б., Гунько С. Еколого-господарський стан земельних ресурсів Кам'янець-Подільського району Хмельницької області. *Науковий вісник Чернівецького університету: Географія*. 2023. Вип. 845. С. 12–19. URL: http://dspace.tnpu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/31726/1/Demyanchuk_Article.pdf (дата звернення: 15.05.2026).

Нестор СМОТРУК

здобувач вищої освіти 1 курсу

спеціальності Н7 «Агроінженерія»

Науковий керівник – **САМАР Ангеліна Володимирівна**

асистент кафедри хімії

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

КОМПЛЕКСНА РЕКУЛЬТИВАЦІЯ НАФТОЗАБРУДНЕНИХ ГРУНТІВ АГРОЦЕНОЗІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СОРБЦІЙНИХ ТА БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ

Потрапляння паливно-мастильних матеріалів у ґрунти агроценозів внаслідок витоків, проливів під час заправки або технічного обслуговування сільськогосподарської техніки викликає миттєву деградацію екологічного стану педосфери. Нафтопродукти, що складаються з суміші аліфатичних, нафтових та ароматичних вуглеводнів, кардинально змінюють фізико-хімічні властивості ґрунтового розчину. Гідрофобні компоненти ПММ обволікають ґрунтові міцели, руйнуючи водно-фізичні властивості: блокується капілярне підняття вологи, знижується вологоємність та порушується аерація ґрунту.

З погляду хімії, у замазучених ґрунтах спостерігається різке зростання співвідношення вуглецю до азоту (C:N), що призводить до глибокого дефіциту біогенних елементів. Вільні пори ґрунту заповнюються в'язкими фракціями нафтопродуктів, створюючи анаеробні умови. Це гальмує природні процеси нітрифікації та окиснення органічної речовини. Паралельно відбувається хімічна токсикація ґрунтової мікрофлори та кореневої системи рослин легколеткими фракціями (бензол, толуол, ксилол) та стійкими поліциклічними ароматичними вуглеводнями (ПАВ), багато з яких мають канцерогенні та мутагенні властивості. Самоочищення ґрунту від важких фракцій нафти (асфальтенів, смол) у природних умовах триває десятиліттями, що вимагає впровадження інтенсивних методів рекультивації.

Першим етапом комплексної рекультивації є локалізація проливу та зниження концентрації рухомих фракцій вуглеводнів за допомогою фізико-хімічної сорбції. Інженерний підхід передбачає внесення сорбентів безпосередньо у поверхневий шар ґрунту за допомогою агротехнічних засобів (фрезерування, культивування). Як сорбенти використовують високопористі матеріали природного походження (бентонітові глини, палигорськіт, торф) або термічно модифіковані субстрати [1].

Механізм сорбції базується на явищах фізичної адсорбції (за рахунок Ван-дер-Ваальсових сил) та хемосорбції у пористому просторі матеріалу. Ефективність процесу визначається питомою поверхнею сорбенту та його гідрофобно-олеофільним балансом. Природні алюмосилікати (наприклад, бентоніт) попередньо піддають хімічній або термічній активації для заміщення гідрофільних катіонів на орґанофільні комплекси, що різко підвищує їхню спорідненість до неполярних молекул вуглеводнів. Сорбент виконує подвійну інженерно-екологічну функцію:

1. іммобілізація забруднювача: зв'язування рідкої фази нафтопродуктів, що запобігає їхній міґрації вглиб ґрунтового профілю та вимиванню у підземні водоносні горизонти.

2. поліпшення аерації: пористі гранули сорбенту розпушують переущільнений нафтою ґрунт, відновлюючи доступ кисню (O_2), необхідного для наступного етапу деструкції.

Після зв'язування основної маси вільних нафтопродуктів сорбентом запускається етап біодеструкції, заснований на принципах біостимуляції (активації місцевої мікрофлори) або біоаугментації (внесення спеціалізованих штамів-деструкторів *Rhodococcus*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*) [2].

Хімізм біологічного окиснення вуглеводнів мікроорґанізмами є послідовним ферментативним процесом. На першому етапі монооксигеназні та діоксигеназні ферментні системи бактерій активують молекулярний кисень та впроваджують його у неполярну молекулу вуглеводню, перетворюючи алкани на відповідні спирти, а потім на жирні кислоти.

Надалі жирні кислоти піддаються β -окисненню з утворенням ацетил-коферменту А, який повністю мінералізується у циклі Кребса до кінцевих нетоксичних продуктів — карбон (II) оксиду (CO_2) та води (H_2O).

Синергізм комплексного сорбційно-біологічного методу полягає в тому, що сорбент виступає не лише пасткою для нафти, а й твердим носієм (матрицею) для іммобілізації бактерій-деструкторів. Іммобілізовані на пористій поверхні сорбенту мікроорґанізми захищені від «токсичного шоку» високих концентрацій ПММ. Вони поступово розщеплюють вуглеводні, які десорбуються з пор матеріалу у ґрунтовий розчин за градієнтом концентрації. Для підтримки високої швидкості біодеструкції інженерно забезпечується оптимальний гідротермічний режим ґрунту (дискування, зволоження) та вносяться солі азоту й фосфору для корекції вуглеводно-біогенного балансу.

Комплексна рекультивація нафтозабруднених ґрунтів на основі поєднання сорбційних та біотехнологічних методів є високоефективним інженерно-хімічним рішенням для ліквідації наслідків експлуатації агротехніки. Використання активованих сорбентів дозволяє миттєво купірувати

екологічну загрозу поширення ПММ, а наступна керована біодеструкція забезпечує повну мінералізацію токсичних вуглеводнів до екологічно безпечних сполук. Реалізація цієї технології вимагає узгодженої роботи щодо вибору хімічної природи реагентів та оптимізації параметрів механізованого обробітку ґрунту.

Список використаних джерел

1. Андрусишина І. М. Застосування природних сорбентів для очищення ґрунтів, забруднених нафтопродуктами. *Екологічна безпека та природокористування*. Вип. 15. 2014. С. 112–118.

2. Яковлев Є. О., Злобіна К. С. Оцінка техногенного навантаження на підземні води в районах тривалого зберігання та транспортування нафтопродуктів. *Геологічний журнал*. № 3 (356). 2016. С. 45–54.

УДК 504.05:355.01

Каріна СКОВОРОДНИК

здобувач вищої освіти 2 курсу спеціальності Н1 «Агрономія»

Науковий керівник – **ТОРЧУК Михайло Васильович**

канд. тех. наук, доцент кафедри інформаційних технологій, фізико-математичних та безпекових дисциплін

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

ЕКОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ НА ЕКОСИСТЕМУ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ

Сучасні збройні конфлікти вже давно вийшли за межі суто геополітичних та гуманітарних катастроф. Сьогодні війна — це потужний деструктивний чинник, який завдає непоправної шкоди навколишньому природному середовищу, масштаби якої міжнародна спільнота дедалі частіше кваліфікує як екоцид. Метою цієї доповіді є аналіз ключових аспектів деградації екосистем внаслідок військових дій та окреслення масштабів цієї екологічної кризи.

Ґрунтовий покрив приймає на себе чи не найбільший удар під час активних бойових дій. Цей вплив можна розділити на два ключові фактори:

- **Механічне руйнування:** Рух важкої гусеничної та колісної техніки, облаштування багатокілометрових окопів, капонірів та фортифікацій повністю руйнують структуру ґрунту. Формування вирв від прильотів артилерійських

снарядів і ракет знищує родючий шар (гумус), запускаючи незворотні процеси вітрової та водної ерозії.

- **Хімічне забруднення:** Під час детонації боєприпасів у ґрунт потрапляють високотоксичні сполуки. Серед них — важкі метали (свинець, кадмій, марганець, нікель, хром), а також залишки вибухових речовин (тротил, гексоген). Особливу небезпеку становлять нерозірвані снаряди та міни, які роками окислюються в землі, отруюючи підземні горизонти.

Водні екосистеми є надзвичайно вразливими через свою здатність швидко транспортувати забруднювачі на великі відстані.

- **Хімічне та біологічне забруднення:** Руїнування очисних споруд, каналізаційних колекторів та промислових об'єктів призводить до потрапляння неочищених стоків, паливно-мастильних матеріалів та хімікатів у річки.

- **Руїнування гідротехнічної інфраструктури:** Найбільшою екологічною катастрофою сучасності став підрив Каховської ГЕС. Це спричинило миттєве знищення унікальних заплавних екосистем Нижнього Дніпра, масовий замор риби та інших гідробіонтів, а також масштабне обміління самого водосховища. Наслідки цієї катастрофи змінили мікроклімат та гідрологічний режим усього Півдня України.

Військові дії супроводжуються масштабними лісовими пожежами, які часто неможливо загасити через мінування територій або постійні обстріли.

- **Втрата флори:** Вогонь та осколкові ураження знищують тисячі гектарів лісів і степових ділянок. Ослаблені обстрілами дерева стають осередками розмноження шкідників та хвороб, що веде до деградації цілих лісових масивів.

- **Удар по фауні (Фактор турбування):** Постійні вибухи, гуркіт техніки та присутність людини змушують диких тварин залишати свої природні ареали. Це руйнує екологічні ланцюги живлення та порушує міграційні шляхи птахів і ссавців.

- **Екоцид у морі:** Окремо варто згадати акваторію Чорного та Азовського морів. Використання військових надпотужних сонарів (гідролокаторів) субмарин та надводних кораблів руйнує ехолокаційну систему дельфінів, що призвело до їхньої масової загибелі від акустичних травм та дезорієнтації.

Під загрозою знищення опинилися об'єкти, які охоронялися державою та міжнародними конвенціями десятиліттями (наприклад, Асканія-Нова, Чорноморський біосферний заповідник, «Святі Гори»). Окупація, мінування та ведення боїв на заповідних територіях унеможливають природоохоронну та наукову діяльність, ставлячи під загрозу виживання ендемічних та червонокнижних видів.

Пожежі на нафтобазах, складах боєприпасів та промислових гіганатах викидають в атмосферу мільйони тонн токсичних речовин: оксиди сірки, азоту, чадний газ, сажу та бензопірен. Ці речовини не лише отруюють повітря тут і зараз, викликаючи кислотні дощі, а й роблять колосальний внесок у глобальні кліматичні зміни через посилення парникового ефекту.

Військові дії завдають екосистемам комплексного, довгострокового та часто незворотного ефекту «доміно». Забруднена земля отрує воду, отруєна вода знищує біоту, а зруйновані екосистеми втрачають здатність до самовідновлення.

Сьогодні фіксація екологічних злочинів є надважливим завданням. Попереду на нас чекають десятиліття гуманітарного та екологічного розмінування, рекультивації земель та моніторингу підземних вод. Світ має усвідомити: **екологічні наслідки війни не мають кордонів**, і подолання цієї кризи вимагатиме консолідації зусиль усієї міжнародної наукової спільноти.

Список використаних джерел

1. Офіційний портал «ЕкоЗагроза» (Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України) — *ecozagroza.gov.ua* (Оперативні дані щодо збитків довкіллю).
2. Звіти Програми ООН з довкілля (UNEP): «*The Environmental Impact of the Conflict in Ukraine: A Preliminary Review*».
3. Аналітичні матеріали ГО «Екодія»: Моніторинг екологічних злочинів та впливу військових дій на клімат.
4. Публікації Української природоохоронної групи (UNCG): Дослідження впливу війни на заповідні об'єкти та біорізноманіття флори й фауни.
5. Матеріали Conflict and Environment Observatory (CEOBS): Міжнародний незалежний аналіз військово-екологічних ризиків.

Микола ХІМІНЧУК

здобувач вищої освіти 4 курсу
спеціальності 201 «Агрономія»

Науковий керівник – **ПАДАЛКО Тетяна Олександрівна**

доктор філософії з агрономії, доцент,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

СУЧАСНІ ТРЕНДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН У ПОРІВНЯННІ З ХІМІЧНИМ

Існують різноманітні підходи до боротьби зі шкідниками та хворобами рослин, серед яких особливе значення мають біологічний і хімічний методи. Ці два підходи є найпоширенішими, проте вони суттєво відрізняються за своїми характеристиками та впливом на довкілля. Біологічний метод захисту рослин набуває дедалі більшої актуальності завдяки його екологічній безпечності. Його основою є застосування біопрепаратів, що включають живі організми або продукти їхньої життєдіяльності, здатні контролювати розвиток і розмноження патогенних мікроорганізмів. Біопрепарати становлять собою спеціально створені людиною речовини з використанням мікроорганізмів і грибів, які природним чином присутні в ґрунті, вони мають широкий спектр позитивного впливу: пригнічують розвиток шкідливих організмів, постачають рослинам комплекс необхідних вітамінів, ферментів та гормонів, а також сприяють підвищенню імунітету культурних рослин. Завдяки цьому стає можливим отримання високоякісного врожаю, а також досягнення значного покращення екологічного стану сільськогосподарських угідь [1].

Станом на сьогодні рослинництво залишається ключовою стратегічною складовою українського сільського господарства, від якої значною мірою залежить продовольча безпека країни, якість харчування населення та стан громадського здоров'я. Враховуючи це, одним із найважливіших елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур є забезпечення ефективного захисту рослин від шкідливих організмів. Цей підхід слід розглядати як базову основу для екологізації агровиробництва, яке ставить перед собою такі цілі: - захист насіння та рослин від хвороб і шкідників; - підвищення стійкості рослин до дії фітопатогенів; - покращення живлення культур та збільшення врожайності; - стимулювання росту й розвитку рослин за допомогою біологічно активних речовин; - зменшення втрат сільськогосподарської продукції під час її зберігання й транспортування через шкідників і хвороби; - зміцнення структури ґрунту та поліпшення його

родючості; - підвищення екологічної стабільності агроєкосистем; - загальне поліпшення екологічного стану навколишнього середовища та сприяння здоров'ю населення [2].

Биометод – це надзвичайно об'ємне та багатогранне поняття, яке охоплює кілька типів засобів захисту, класифікація яких базується на діючому агенті. Серед цих типів можна виділити: біопрепарати на основі бактерій (наприклад, Нітрофікс, Азотофіт, Поліміксобактерин, Біополіцид); мікроміцетів (Триходермін, Хетоміум); вірусів (зокрема Мадекс Твін на основі *Cydia romonella*, грануловірус); комбіновані препарати (Екостерн, Деструктор Стерні, Diamond Grow Humi [K] Bio+ «plus»); продукти метаболізму мікроорганізмів (Целюлад); концентровані біологічно активні речовини, створені мікроорганізмами (Актоверм). Також до цього списку входять ентомофаги – корисні організми, такі як кліщі, макролофус, афідіус, Божа корівка та багато інших [3].

Під час лабораторної роботи використовуємо методи порівняльного аналізу. Найдієвішим методом захисту рослин в боротьбі зі шкідниками є хімічний, але якщо порівнювати з біологічним, то є низка переваг, при яких він виявляється більш безпечним, що належить до інтегрованої системи захисту рослин. Доцільність біологічного методу можна визначити, чи доцільно застосовувати фунгіциди, та зрозуміти ступінь ураження хворобою. При екологічному захисті рослин мова йде не про знищення шкідників і хвороб, а про регуляцію їх чисельності. Це означає, що метою біологічного захисту рослин є утримування кількості фітопатогенів нижче економічного ступеня шкодочинності.

Екологічно безпечні препарати не викликають резистентності (стійкості) у фітопатогенів і мають широкий спектр біологічної активності (стимуляція росту, антистрес, формування природного імунітету рослин, що дозволяє зменшити норму внесення хімічних препаратів або не застосовувати їх зовсім). Для профілактики біологічні препарати підходять ідеально. Ціна на них не велика, а спектр дії широкий. А найголовніше – біопрепарати зміцнюють імунітет рослин, створюють оптимальний фітосанітарний стан ґрунту, нормалізують його мікрофлору [4].

Биопрепарати в агровиробництві стають дедалі поширенішим трендом як в Україні, так і у світі. До таких засобів належать біоазот, біофосфор, біостимулятори, біофунгіциди, біоінсектициди, біородентициди та інші препарати, які є екологічно безпечними порівняно з хімічними добривами і засобами захисту рослин. Використання біопрепаратів дозволяє зберегти екологічну рівновагу агроєкосистем, підвищити якість навколишнього

природного середовища, зокрема стан ґрунтів, а також отримати екологічно чисту продукцію сільського господарства.

З усього вищесказаного можна зробити висновок, що біологічний метод захисту рослин від шкідників і хвороб має ряд суттєвих переваг над хімічним. Результати багаторічних досліджень і практичного застосування біологічних засобів демонструють, що ці технології дозволяють ефективно захищати сільськогосподарські культури без зниження врожайності та без значного підвищення собівартості продукції, при цьому виключаючи потребу в хімічних пестицидах. В Україні застосування біопрепаратів у технології вирощування сільськогосподарських культур інтегрують не лише «малі» та «середні» фермерські господарства а й найбільші холдинги України — «Кернел», Миронівський Хлібопродукт, UkrLandFarming «Континентал Фармерз Груп», «Епіцентр Агро», «Астарта-Київ», «ТАС Агро», VITAGRO [3; 4].

Сучасний розвиток науки і практики у сфері використання біопрепаратів та технологій біологічного захисту свідчить про зростаючий інтерес до цієї галузі, що передусім пов'язано з пріоритетами екологізації. Біопрепарати, які застосовуються для захисту рослин, є екологічно безпечними як для довкілля, так і для здоров'я людини. Ще однією важливою перевагою є те, що їх використання запобігає виникненню резистентності у фітопатогенів.

Список використаних джерел

1. Бунас А. А., Ткач Є. Д., Дворецький В. В. Біопрепарати в Україні та світі: сучасні тренди та перспективи. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 4. С. 132-140 DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2024.317163>
2. Крутякова В., Гулич О., Янсе Л. Стан і проблеми ринку біологічних засобів захисту рослин в Україні. *Бюлетень сільськогосподарської науки*. 2023. Т. 101. № 1. С. 30–39. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202301-04>
3. Мікробні препарати в технологіях вирощування сільськогосподарських культур як чинник регулювання активності процесу денітрифікації / В. В. Волкогон, А. М. Москаленко, С. Б. Дімова, К. І. Волкогон, О. В. Пиріг, В. П. Сидоренко. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2019. Вип. 29. С. 3-11. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/smik_2019_29_3.
4. Ящук, Т. С., Самець, Н. П., & Довгань, О. М. Еколого-економічні аспекти використання бактерицидно-фунгіцидних добрив у технології вирощування пшениці ярої. *Інноваційна економіка*. 2026. № 1. С. 216-225. <https://doi.org/10.37332/>

Іван ЧУБАЙ

здобувач вищої освіти 1 курсу
спеціальності Н1 «Агрономія»

Науковий керівник – **ТОРЧУК Михайло Васильович**
канд. тех. наук, доцент кафедри інформаційних технологій, фізико-
математичних та безпекових дисциплін
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський

ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ

Земельні ресурси є базовим складником національного багатства України та фундаментом її продовольчої безпеки. Володіючи унікальним потенціалом родючих ґрунтів, держава тривалий час використовувала екстенсивно-інтенсивні моделі господарювання. Це призвело до порушення природної екологічної рівноваги. Сучасні геополітичні виклики, воєнні деструктивні впливи та кліматичні зміни суттєво прискорили процеси деградації земель. Перехід до збалансованого (сталого) природокористування земельними ресурсами – це не лише екологічний пріоритет, а й стратегічна умова виживання аграрного сектору економіки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями раціонального управління земельними ресурсами, охорони ґрунтів та сталого землекористування займалися відомі українські вчені: С. А. Балюк, О. Г. Тараріко, Л. Я. Новаковський та інші. Попри наявність ґрунтовних теоретичних розробок, динаміка деградаційних процесів за останні роки вимагає постійного переосмислення інструментів екологізації агровиробництва з урахуванням новітніх моніторингових даних.

Структура земельного фонду України та антропогенне навантаження

За усередненими статистичними показниками, рівень розорення території України досягає 54–56%. В окремих регіонах Степової та Лісостепової зон цей показник перевищує 70–80%. Для порівняння: середній показник розораності в країнах Європейського Союзу становить близько 30–35%. Таке високе антропогенне навантаження призвело до масштабного порушення екологічно збалансованого співвідношення між природними ландшафтами (лісами, луками, водоймами) та агросистемами. В результаті природні процеси ґрунтоутворення змінилися на деградаційні, що знижує природну стійкість агроландшафтів до ерозії.

Якісний стан ґрунтів та деградаційні тренди

Багаторічна інтенсивна експлуатація ріллі без належного відшкодування поживних речовин викликала глибоку кризу родючості ґрунтів. Важливим індикатором екологічного стану земель є результати масштабних досліджень провідних установ, зокрема комплексного тестування понад 10 тисяч зразків ґрунту фахівцями Ukravit Institute.

Отримані дані свідчать про системне виснаження за основними елементами живлення:

- Мінеральний азот: дуже низький вміст виявлено у 70% проаналізованих зразків;
- Рухомий фосфор: дефіцит зафіксовано у 45% випадків;
- Обмінний калій: низькі показники мають 28% досліджених площ;
- Рухома сірка: гостра нестача виявлена у 62% зразків.

Головною загрозою для біологічної активності ґрунту є дегуміфікація. Низький рівень гумусу зафіксовано у 17% зразків, а критично низький (дуже низький) – у 28%. Крім того, стрімко зростає частка кислих ґрунтів. Майже 62% досліджених земель в Україні мають підвищену кислотність, що блокує доступність поживних речовин для рослин. Ця проблема найбільш загострена у північних та західних регіонах: Чернігівській, Сумській, Львівській та Волинській областях.

Окремим критичним фактором сучасного етапу є воєнний вплив. За даними Міндовкілля та профільних екологічних організацій, мільйони гектарів агроландшафтів зазнали механічного руйнування, забруднення важкими металами внаслідок вибухів, а значні площі залишаються замінованими.

Концептуальні підходи до збалансованого управління землями

Реалізація моделі збалансованого природокористування потребує негайного переходу від виснажливої експлуатації до відновлювальних технологій. Стале управління земельними ресурсами має базуватися на трьох взаємопов'язаних векторах:

Оптимізація ландшафтної структури (Екологічний вектор):

Виведення з інтенсивного обробітку малопродуктивних, ерозійно небезпечних та сильно деградованих земель через механізм їх консервації.

Трансформація вилучених площ у природні угіддя (пасовища, сіножаті, лісові насадження) для відновлення гідрологічного балансу та біорізноманіття.

Розвиток контурно-меліоративних систем організації територій.

Впровадження ґрунтозахисних технологій (Технологічний вектор):

Мінімізація механічного тиску на ґрунт через перехід до безплужних систем обробітку (*No-Till*, *Strip-Till*, *Mini-Till*). Це дозволяє зберегти природну капілярну структуру ґрунту та накопичувати вологу.

Біологізація живлення рослин: обов'язкове використання сидератів (зелених добрив), розширення площ бобових культур у сівозмінах, застосування біопрепаратів для відновлення мікрофлори.

Швидке масштабування систем точного землеробства. Завдяки супутниковому моніторингу та GPS-картуванню полів здійснюється диференційоване внесення добрив. Це знижує хімічне навантаження на екосистеми.

Нормативно-економічне регулювання (Юридично-економічний вектор):

Модернізація державного агроекологічного моніторингу на базі Державного земельного кадастру. Потрібно закріпити обов'язковість регулярного агрохімічного паспортування земельних ділянок, особливо тих, що перебувають в оренді.

Створення фінансових стимулів: надання пільгового оподаткування та безпосередніх державних дотацій («зелених» субсидій) господарствам, які добровільно переходять на органічне виробництво або застосовують відновлювальні технології.

Посилення відповідальності користувачів за погіршення показників родючості ґрунтів.

Сучасний стан земельного фонду України свідчить про глибокий екологічний дисбаланс, викликаний рекордно високою розораністю (понад 54%) та хронічним дефіцитом поживних елементів (70% ґрунтів мають дефіцит азоту, а 62% є кислими). Подальший розвиток аграрного сектору без урахування законів екологічної стійкості загрожує незворотною деградацією чорноземів.

Перехід до збалансованого природокористування вимагає консолідації зусиль держави, науки та бізнесу для оптимізації структури угідь, консервації деградованих земель та впровадження інноваційних ґрунтозахисних агротехнологій.

Список використаних джерел

1 .Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України: merg.gov.ua.

2. Дані моніторингових досліджень ґрунтів України Ukravit Institute (2025–2026 pp.). Платформа Soil Assembly 2026.

3. Національна академія аграрних наук України (НААН): звітні матеріали щодо стану земельних ресурсів.(офіційний портал: landukraine.com.ua)

4. Екологічна характеристика сільських територій України в умовах інтенсифікації землекористування / Науковий журнал «Економіка та суспільство» 2024 рік.(Випуск № 66) електронна версія статті розміщена на сторінках 45-46 economyandsociety.in.ua

Дмитро ШІМОН

здобувач вищої освіти 1 курсу

спеціальності G18 «Геодезія та землеустрій»

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

Децентралізація системи управління земельними ресурсами в Україні стала однією з найважливіших інституційних реформ, що кардинально змінила філософію та архітектуру національних земельних відносин. Передача повноважень щодо розпорядження землями державної власності за межами населених пунктів у комунальну власність територіальних громад ознаменувала перехід від жорстко централізованої, відомчої моделі до субсидіарної системи управління на місцях. У цих умовах виникає об'єктивна потреба в глибокому переосмисленні теоретико-методологічних засад формування муніципальної земельної політики. Земля перестає розглядатися виключно як об'єкт фіскального обліку чи адміністрування, перетворюючись на головний просторовий, екологічний та економічний ресурс саморозвитку і фінансової спроможності місцевих громад.[1]

Незважаючи на успішне завершення нормативно-правового етапу передачі земельних повноважень на місця, теоретико-методологічне забезпечення цього процесу на практиці все ще залишається фрагментарним. Органи місцевого самоврядування нерідко копіюють застарілі директивні методи центральних органів влади, замість того, щоб впроваджувати гнучкі інституційні та ринкові інструменти регулювання. Відсутність чіткої методології системного управління призводить до виникнення внутрішніх суперечностей усередині самих громад. Найчастіше це проявляється у конфлікті між фіскальними інтересами (прагненням отримати швидкий дохід від оренди ріллі для наповнення бюджету) та вимогами екологічної безпеки (необхідністю охорони ґрунтів, обмеження розореності ландшафтів та протидії деградаційним процесам).[2]

Сучасна методологія дослідження децентралізованих систем базується на синергетичному та інституціональному підходах, де управління земельним фондом спирається на три фундаментальні принципи. По-перше, це принцип субсидіарності, згідно з яким рішення щодо використання земельних ділянок мають ухвалюватися на найнижчому, максимально наближеному до громадян

рівні публічної влади, де наявна найбільш точна інформація про локальні особливості території. По-друге, це принцип екологічного імперативу, який стверджує, що економічна вигода від експлуатації земельного потенціалу громади не може превалювати над вимогами збереження якості ґрунтів та ландшафтного різноманіття. По-третє, це принцип прозорості та партисипації, що вимагає активного залучення місцевих жителів, фермерів та бізнесу до процесів ухвалення рішень через інструменти публічних слухань та відкритих цифрових даних.[3]

Децентралізація вимагає повної зміни функціонального наповнення управлінської діяльності місцевої влади, де традиційні адміністративні функції заміщуються інструментами просторового регулювання та стратегічного планування. Функція просторової інтеграції передбачає повне об'єднання містобудівного та землевпорядного проектування в межах єдиного Комплексного плану просторового розвитку території громади. Еколого-охоронна функція спрямована на запровадження місцевих програм охорони земель, виділення елементів екомережі, ініціювання процесів консервації порушених та малопродуктивних угідь, а також контроль за дотриманням режиму обмежень у водоохоронних зонах. Фіскально-економічна функція полягає у формуванні прозорого ринку оренди й продажу прав на земельні ділянки через системи електронних торгів, а також у диференціації ставок земельного податку залежно від екологічної поведінки землекористувачів.

Методологія децентралізованого управління не може бути успішно реалізована без сучасного техніко-технологічного інструментарію, який забезпечує швидкість та об'єктивність ухвалення рішень. Провідну роль тут відіграє геоінформаційне моделювання (ГІС), що дозволяє створювати локальні муніципальні геопортали громад як бази даних про межі ділянок, форми власності, обмеження у використанні та якісні характеристики ґрунтів. У поєднанні з аерокосмічним та інспекційним моніторингом за допомогою супутникових знімків і безпілотних літальних апаратів (БПЛА) громади отримують можливість оперативно виявляти тіньовий обробіток ріллі, незаконні кар'єри, самовільну забудову та оцінювати динаміку ерозійних процесів. [3]

Децентралізація системи управління земельними ресурсами — це не просто механічна зміна суб'єкта розпорядження майном від держави до громад, а глибока інституційна трансформація, яка потребує формування нової теоретико-методологічної парадигми публічного менеджменту. Перехід до сталого землекористування можливий лише за умови гармонійного поєднання принципу субсидіарності з принципом екологічного імперативу, коли громади стають не просто продавцями земельних ресурсів, а відповідальними

інститутами охорони агроландшафтів. Ефективність цієї моделі прямо залежить від швидкості впровадження інноваційних технологій, оскільки цифровізація управління мінімізує корупційні ризики на місцях, виводить земельні відносини з тіні та створює прозоре інвестиційне середовище для розвитку територій.

Список використаних джерел

1. Горлачук В. В., Песчанська І. М. Теоретико-методологічні засади децентралізації управління земельними ресурсами територіальних громад. *Економіка та управління АПК*. 2022. № 1. С. 44–53.
2. Даниленко А. С., Ковальова О. В. Інституціональні трансформації системи регулювання земельних відносин на муніципальному рівні. *Агросвіт*. 2023. № 5. С. 12–19.
3. Кошель А. О. Модернізація функцій органів місцевого самоврядування у сфері розпорядження землями комунальної власності. *Публічне управління та адміністрування*. 2021. Вип. 4 (24). С. 88–95.

УДК 504.03:502.171

Богдана ШПАК

Здобувач вищої освіти 2 курсу
спеціальності Н1 Агрономія

науковий керівник – **ТОРЧУК Михайло Васильович**

канд. тех. наук, доцент кафедри інформаційних технологій, фізико-
математичних та безпекових дисциплін

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

Стан навколишнього середовища є одним із найважливіших чинників, що впливають на здоров'я населення, якість життя та економічний розвиток держави. В Україні екологічні проблеми загострюються через забруднення атмосфери, деградацію ґрунтів, накопичення відходів, зміну клімату та наслідки техногенних катастроф і воєнних дій. Порушення природної рівноваги негативно впливає на водні ресурси, родючість земель та стан екосистем [1].

На початку варто зазначити, що екологічні проблеми є одними з найактуальніших викликів сучасності. Вони негативно впливають на стан довкілля, здоров'я населення, природні ресурси та економіку країни:

1. Однією з найактуальніших екологічних проблем України є забруднення атмосферного повітря. Основними джерелами шкідливих викидів

залишаються промислові підприємства, автомобільний транспорт і теплоенергетика. У повітря потрапляють оксиди азоту, сірки, чадний газ, пил та інші токсичні речовини. Це спричиняє погіршення стану здоров'я населення, збільшення кількості захворювань органів дихання та серцево-судинної системи. Найвищий рівень забруднення спостерігається у промислових регіонах та великих містах [2].

2. Серйозною екологічною проблемою сучасності є забруднення водних ресурсів. У водойми потрапляють недостатньо очищені стічні води, залишки мінеральних добрив, пестицидів та побутових відходів. Це призводить до погіршення якості питної води, порушення водних екосистем і зменшення чисельності водних організмів. Значна частина річок потребує постійного екологічного контролю та відновлення [3].

3. Важливе місце серед екологічних проблем займає деградація ґрунтів. Надмірна розораність територій, недотримання сівозмін, ерозія та надлишкове використання агрохімікатів знижують родючість земель. В Україні значна частина чорноземів поступово втрачає гумус, що негативно впливає на врожайність сільськогосподарських культур і загальний стан агроєкосистем.

4. Окрему небезпеку для довкілля становить проблема накопичення побутових і промислових відходів. Більшість сміття потрапляє на полігони без належного сортування та переробки. Це спричиняє забруднення ґрунтів, підземних вод та атмосферного повітря токсичними речовинами. Розвиток системи сортування і вторинної переробки відходів залишається одним із важливих напрямів охорони довкілля [4].

5. Значний вплив на екологічний стан України досі мають наслідки аварії на Чорнобильській АЕС. Катастрофа 1986 року стала однією з найбільших техногенних аварій у світі та спричинила масштабне радіоактивне забруднення територій. Радіонукліди потрапили у ґрунти, водойми, ліси та атмосферу, що негативно вплинуло на природні екосистеми й здоров'я населення.

6. Навіть сьогодні наслідки аварії залишаються актуальними. На окремих територіях зберігається підвищений рівень радіаційного забруднення, а частина земель залишається непридатною для сільськогосподарського використання. Радіоактивні речовини можуть накопичуватися у рослинах, грибах, воді та організмах тварин. Крім того, територія зони відчуження потребує постійного контролю та моніторингу, оскільки існує ризик поширення радіоактивних частинок під час пожеж або порушення ґрунтового покриву [5].

7. Суттєвий негативний вплив на довкілля має також війна в Україні. Воєнні дії спричиняють забруднення ґрунтів, води та атмосферного повітря продуктами вибухів, паливно-мастильними матеріалами та токсичними

речовинами. Руїнування промислових підприємств, нафтобаз і гідротехнічних споруд створює додаткові екологічні ризики. Значних пошкоджень зазнають ліси, природоохоронні території та сільськогосподарські угіддя. Через мінування значна площа земель стає небезпечною та непридатною для господарського використання [4].

8. Важливою сучасною екологічною проблемою є зміна клімату. Підвищення температури повітря, часті посухи, нерівномірний розподіл опадів і збільшення кількості екстремальних погодних явищ негативно впливають на природні екосистеми та аграрний сектор. Це призводить до зниження врожайності та погіршення водного режиму ґрунтів [6].

Одним із ефективних способів покращення стану ґрунтів є впровадження ґрунтозахисних технологій землеробства. Дослідження українських науковців Інституту ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського показують, що використання сівозмін, органічних добрив та сидеральних культур сприяє відновленню вмісту гумусу, покращенню структури ґрунту та зменшенню ерозійних процесів. Наприклад, вирощування сидератів — гірчиці, люпину або фацелії – допомагає збагачувати ґрунт органічною речовиною, підвищувати його водоутримувальну здатність і зменшувати втрати поживних елементів. Також доведено, що мінімальний або безполицевий обробіток ґрунту знижує ризик водної та вітрової ерозії, сприяє накопиченню вологи та збереженню родючого шару. У регіонах України, де застосовують такі технології, спостерігається поступове покращення агрофізичних властивостей ґрунту та підвищення врожайності культур.

Висновок: сучасний стан довкілля вимагає комплексного підходу до вирішення екологічних проблем. Забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів, деградація ґрунтів, накопичення відходів, наслідки аварії на Чорнобильській АЕС та негативний вплив війни створюють серйозну загрозу для природних екосистем і здоров'я населення. Водночас впровадження сучасних природоохоронних технологій, раціональне використання природних ресурсів, відновлення родючості ґрунтів та підвищення екологічної свідомості населення можуть суттєво покращити екологічний стан країни. Збереження довкілля є необхідною умовою сталого розвитку суспільства та забезпечення безпечного життя майбутніх поколінь.

Список використаних джерел:

1. Environmental issues / United Nations Environment Programme (UNEP). URL: <https://www.unep.org/explore-topics> (дата звернення: 13.05.2026).
2. Air pollution / World Health Organization (WHO). URL: <https://www.who.int/health-topics/air-pollution> (дата звернення: 13.05.2026).

3. Environment topics / European Environment Agency (EEA). URL: <https://www.eea.europa.eu/themes> (дата звернення: 13.05.2026).

4. Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepg.gov.ua/> (дата звернення: 13.05.2026).

5. Офіційний сайт Державного агентства України з управління зоною відчуження. URL: <https://dazv.gov.ua/> (дата звернення: 13.05.2026).

6. Reports / Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). URL: <https://www.ipcc.ch/reports/> (дата звернення: 13.05.2026).

УДК 635.61:631.53

Арсен ШУЛИК

здобувач вищої освіти 3-го курсу

спеціальності 203 «Садівництво, плодоовочівництво та виноградарство»

Науковий керівник – **МУЛЯРЧУК Оксана Іванівна**

кандидат с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри

садівництва і виноградарства

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

ОСОБЛИВОСТІ СХЕМ СІВБИ ТА ВИСАДЖУВАННЯ КАВУНА У ВІДКРИТОМУ Й ЗАХИЩЕНОМУ ҐРУНТІ

Овочева продукція є важливим джерелом вітамінів, мінеральних елементів, вуглеводів, біологічно активних сполук, ефірних олій та пектинових речовин. Вона відіграє значну роль у лікувальному й дієтичному харчуванні людини. Серед овочевих культур вагоме місце у виробництві належить баштанним культурам – кавунам, диням і гарбузам. Їхні плоди характеризуються високими смаковими якостями та широко використовуються як сировина для харчової і переробної промисловості, а також для виготовлення продукції спеціального призначення. За рекомендаціями науковців, річна норма споживання баштаної продукції на одну особу становить 32 кг, з яких частка кавунів складає 53 %, динь – 30 %, а гарбузів, кабачків і патисонів – 17 %. У зв'язку з цим важливим залишається питання забезпечення населення продукцією баштанництва шляхом дотримання та вдосконалення сучасних технологій їх вирощування.

Однією з найпоширеніших баштанних культур родини Cucurbitaceae є кавун. Основною зоною його промислового вирощування в Україні традиційно

виступає Степ, проте посіви цієї культури також поширені й в інших ґрунтово-кліматичних регіонах країни.

Схеми сівби кавуна у відкритому ґрунті. Для формування високої врожайності кавуна важливе значення має правильний вибір схеми сівби та оптимальної площі живлення рослин. Ці показники залежать від низки факторів, зокрема біологічних особливостей культури і сорту, ґрунтово-кліматичних умов, технології вирощування, способу сівби та напряму використання продукції.

Оптимальна площа живлення визначається здатністю рослин забезпечувати ефективне використання вологи, елементів живлення та сонячної енергії. Кормові форми кавуна, враховуючи їх біологічні особливості, потребують більшої площі живлення, тоді як столові сорти можуть успішно вирощуватися за меншої густоти розміщення рослин. Крім того, потреба у площі живлення залежить від сортових і гібридних особливостей: довгоплетисті сорти та гібриди потребують більшого простору для росту і розвитку порівняно з короткоплетистими формами.

Розмір площі живлення рослин значною мірою залежить від рівня зволоження та родючості ґрунту. У посушливих умовах баштанні культури формують вищу врожайність за більшої площі живлення. За достатнього забезпечення вологою або при застосуванні зрошення певне загущення посівів сприяє підвищенню врожайності, однак надмірне ущільнення рослин призводить до зниження продуктивності та збільшення частки нестандартної продукції.

Результатами досліджень встановлено, що ранньостиглі сорти кавуна доцільно вирощувати за схемою сівби $1,4 \times 0,7$ м. Середньостиглі сорти потребують більшої площі живлення, тому для них рекомендовано застосовувати схеми $1,4 \times 1,4$ м або $2,1 \times 1,0$ м. Середньопізні сорти у посушливих районах розміщують за схемами $2,1 \times 1,4$ м чи $2,1 \times 1,8$ м із залишенням двох рослин у гнізді. У зонах із кращим вологозабезпеченням ефективною є схема $1,8 \times 1,4$ м також із двома рослинами в гнізді. Для кормових кавунів оптимальною вважається схема сівби $2,1 \times 2,1$ м із розміщенням двох рослин у кожному гнізді.

На насінневих плантаціях з метою отримання великих, повноцінних плодів, площу живлення збільшують, порівняно з продовольчими посівами. А з метою отримання високого врожаю насіння кавуна, насінневі посіви слід формувати загущеними, тобто, із площею живлення рослин $0,49 \text{ м}^2$.

Схеми посадки кавуна у закритому ґрунті. Схеми посадки кавуна у закритому ґрунті. В Україні кавуни вирощують у закритому ґрунті, що дозволяє отримувати свіжі плоди на 30–40 днів раніше і швидше постачати їх на ринок. Для

цього застосовують розсадний спосіб вирощування культури. Проте перед тим, як підготувати розсаду кавуна для теплиць, важливо правильно обрати сучасні сорти та гібриди. При виборі слід звертати увагу на їхню скоростиглість, високу врожайність, смакові якості і стійкість до коливань температур.

Перед висадкою розсади кавуна в теплиці проводять всі необхідні роботи з підготовки ґрунту. Розсаду вирощують із якісного насіння, яке заздалегідь протруюють, обробляють регулятором росту та пророщують. Щоб отримати дружні сходи, насіння спочатку прогривають. Також корисним є загартовування набубнявілого насіння за допомогою знижених температур.

Після формування 3–4 справжніх листків у віці 25–30 діб, розсаду кавунів висаджують на постійне місце, в плівкових теплицях за схемою 0,7x0,7 м по одній рослині в кожен лунку. Висаджені рослини, які прижилися, підв'язують до шпалери, періодично закручують за годинниковою стрілкою навколо шпагату та проводять догляд за рослинами до збирання врожаю.

Закритим ґрунтом в овочівництві вважаються також парники та тунельні плівкові покриття. Під одну парникову раму висаджують по дві рослини розсади кавунів у віці 25–30 діб. Під плівкові покриття розсаду кавунів висаджують на 15–20 діб раніше звичайного строку за схемою 1,4 x 0,7 м.

Отже, схема сівби та площа живлення рослин кавуна у відкритому ґрунті та схема посадки розсади цієї овочевої культури у закритому ґрунті мають велике значення, оскільки впливають на строк надходження свіжої продукції до споживача, величину врожаю, кількість, розмір і якість плодів.

UDC 633.631.4:631.811.98

Vitaly MAY

4st year 101 Ecology

Supervisor: **Zoia PUSTOVA**

PhD, Department of Ecology and General Biological Subjects

Higher educational institution «Podillia State University»

Kamianets-Podilskyi

ECOLOGICALITY OF CROP GROWING TECHNOLOGIES

Under the conditions prevailing in agricultural production in Ukraine, the anthropogenic impact on the soil is increasing, the intensity of exchange between the soil and the environment is increasing, its biological and humus states are changing. In this regard, it is becoming increasingly important to establish the patterns of microbiological, biochemical and chemical processes in the soil that affect the circulation of organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium from the action of

different levels of fertilizer loading. The special role of the soil as an energy source requires further research into its trophic and energy state to identify the patterns of accumulation and transformation of energy in it in order to reduce energy costs for the production of agricultural products.

One way to solve the problem is to use bacterial preparations of multifunctional action, which have a number of advantages: they improve the mineral nutrition of plants, accumulate biological nitrogen in the soil, lead to a decrease in the rate of decomposition of humus substances, improve soil structure, reduce soil moisture evaporation and the extent of erosion. Bacterial preparations allow you to obtain environmentally friendly products, because they contain natural effective strains that are not capable of causing long-term genetic consequences in humans, like unnatural chemically synthesized agents. One of the important consequences of using bacterial preparations of multifunctional action is also a decrease in the level of plant disease, which will reduce the use of pesticides and thereby improve the ecological situation in agrophytocenoses.

Currently, Ukrainian agriculture needs effective and at the same time inexpensive means to increase yields and improve the quality of grown products. Along with such basic components of the formation of highly productive crops as variety, balanced nutrition, cultivation technology and means of protection, preparations of biological origin are becoming increasingly important, which, along with increasing yield and having a positive effect on grain quality indicators, ensure the balanced use of natural resources and have ecological significance.

References

1. O. Kucher, N. Pokotylska, N. Pustova, Z. Pustova Organic Market Formation in Ukraine. Tourism and Regional Development. Warsaw University of Life Sciences–SGGW P. 55-66 http://sj.wne.sggw.pl/pdf/TIRR_2021_n16.pdf
2. Pustova, Z., Pustova, N., Komarnitskyi, S., Tkach, O., Zamoiskyi, S., Olenyuk A. Influence of biopreparations on biomass yield and grain efficiency of energy corn. E3S Web of Conferences EDP Sciences. T. 154. P. 01008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015401008>
3. Błaszczuk Lidia, Nowak Czesław, Pustova Z. V., Pustova N. V. Using of Millet Straw for Energy Purposes. Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics DOI: 10.37406/2706-9052-2022-18
4. Z. Pustova, A. Rozkosz, O. Sukmaniuk, S. Glowacki, T. Hutsol, N. Kovalenko, Anatolii Tryhuba Current Trends of Biohydrogen Production from Biomass–Green Hydrogen. Monograph <http://dglib.nubip.edu.ua/handle/123456789/8103>
5. Kucher, O., Prokopchuk, L., Pustova, Z., Pustova, N., Yermakov, S. Current Status and Prospects for Biogas Development in Ukraine.

Наукове видання

Екологічні проблеми сучасності

Збірник матеріалів VIII Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції (21 травня 2026 р., м. Кам'янець-Подільський, ЗВО «ПДУ»).

Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2026. 140 с.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Адреса: вул. Шевченка, 12

м. Кам'янець-Подільський