

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології  
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Зав. кафедрою екології

доц. \_\_\_\_\_ Вікторія КАЦЕВИЧ

« \_\_\_\_\_ » червня 2025р.

**Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»  
на тему: **«Агроекологічна оцінка реградованих чорноземів за  
інтенсивного садівництва в умовах Черкаської області»**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,  
групи Е-1-21 спеціальності 101 «Екологія»

\_\_\_\_\_ Мирошніченко Денис Володимирович

Керівник \_\_\_\_\_ доц., к.с.-г.н Зленко І.Б

Дніпро 2025

# ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Факультет:** Водогосподарської інженерії та екології

**Кафедра:** Екології

**Освітньо-професійна програма:** «Екологія»

**Спеціальність:** 101 «Екологія»

**Ступінь вищої освіти** Бакалавр

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою екології

доц. \_\_\_\_\_ Вікторія КАЦЕВИЧ

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

## З А В Д А Н Н Я

на підготовку кваліфікаційної роботи

Мирошніченка Дениса Володимировича

- 1. Тема роботи:** Агроекологічна оцінка реградованих чорноземів за інтенсивного садівництва в умовах Черкаської області
- 2. Науковий керівник:** доц., к.с.-г.н Зленко І.Б  
затверджена наказом по ДДАЕУ від «16» квітня 2025 р. № 768
- 3. Термін подання здобувачем роботи:** \_\_\_\_\_ р.
- 4. Вихідні дані до роботи:** Відібрані зразки ґрунту в садових агроєкосистемах СФГ «Яблуневий цвіт» та ПСП «Яблуневий сад».
- 5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):** Інтенсивне садівництво на реградованих ґрунтах. Умови і методика проведення досліджень. Результати досліджень та їх обговорення. Охорона праці
- 6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):** Рисунків – 7, Таблиць – 10, Використаної літератури – 51, Розділів – 4, Сторінок – 70.
- 7. Дата видачі завдання:** «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| №<br>пп | Назва етапів кваліфікаційної<br>роботи            | Термін виконання<br>етапів роботи | Примітка |
|---------|---------------------------------------------------|-----------------------------------|----------|
| 1       | Огляд літератури за темою дослідження             | 09.04.25-15.04.25                 | Виконано |
| 2       | Інтенсивне садівництво на<br>реградованих ґрунтах | 09.10.24-13.11.24                 | Виконано |
| 3       | Умови і методика проведення досліджень            | 15.01.25-30.03.25                 | Виконано |
| 4       | Охорона праці                                     | 30.04.25-05.05.25                 | Виконано |
| 5       | Оформлення дипломної роботи                       | 06.05.25-06.05.25                 | Виконано |

Здобувач (ка)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Денис МИРОШНІЧЕНКО

(Ім'я та прізвище)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

Ірина ЗЛЕНКО

(Ім'я та прізвище)

## ЗМІСТ

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП .....                                                                                 | 6  |
| 1 ІНТЕНСИВНЕ САДІВНИЦТВО НА РЕГРАДОВАНИХ ҐРУНТАХ .....                                      | 7  |
| 1.1 Класифікація та механізми деградації ґрунтів при інтенсивному садівництві .....         | 7  |
| 1.2 Особливості агроєкосистем садівництва на реградованих чорноземах. ....                  | 9  |
| 1.3 Агроєкологічна оцінка як інструмент стійкості садових агроєкосистем .....               | 11 |
| 1.4 Роль органічної речовини та агробіоти в підтримці структури та родючості ґрунту. ....   | 13 |
| 1.5 Стійкі системи садівництва. ....                                                        | 15 |
| 1.6 Особливості мікробіому ґрунту в садах. ....                                             | 17 |
| 1.7 Досвід використання сидератів, компостів та біопрепаратів у покращенні чорноземів. .... | 19 |
| 1.8 Використання мульчі з покривних культур як засіб покращення агроєкосистем садів. ....   | 21 |
| 1.9 Екологічні функції яблуневих садів у системі землекористування. ...                     | 24 |
| 2 УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ. ....                                              | 28 |
| 2.1 Характеристика ґрунтово-кліматичних умов Черкаської області. ....                       | 28 |
| 2.2 Характеристика об'єктів досліджень. ....                                                | 31 |
| 2.3 Схема експерименту та розміщення контрольних і дослідних об'єктів. ....                 | 34 |
| 2.4 Методи відбору ґрунтових зразків та проведення аналізів. ....                           | 36 |
| 2.5 Лабораторне оцінювання властивостей ґрунту. ....                                        | 37 |
| 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ. ....                                             | 40 |
| 3.1 Фізико-хімічні зміни ґрунту в умовах інтенсивного садівництва. ....                     | 40 |
| 3.2 Оцінка біологічної активності ґрунту та структури мікробіому. ....                      | 43 |
| 3.3 Інтегральна агроєкологічна оцінка якості та стійкості ґрунтів. ....                     | 49 |
| 3.4 Економічна ефективність результатів дослідження для садівничих господарств. ....        | 53 |
| 4 ОХОРОНА ПРАЦІ. ....                                                                       | 56 |
| 4.1 Безпечне використання агрохімікатів, добрив та біопрепаратів .....                      | 56 |
| 4.2 Медичний контроль і гігієна праці при роботі з добривами. ....                          | 57 |
| 4.3 Заходи захисту працівників під час відбору зразків і лабораторних аналізів. ....        | 60 |
| 4.4 Екологічна безпека технологій садівництва .....                                         | 62 |
| ВИСНОВКИ .....                                                                              | 64 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....                                                        | 66 |

## РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи: «Агроекологічна оцінка реградованих чорноземів за інтенсивного садівництва в умовах Черкаської області».

Дипломна робота складається із вступу, 4 розділів, висновків та списку використаної літертури. Повний обсяг роботи — 70 сторінок друкованого тексту, включаючи 7 рисунків і 10 таблиць. Перелік посилань містить 51 найменування.

Мета досліджень: провести агроекологічну оцінку властивостей реградованих чорноземів під багаторічними насадженнями яблуні в умовах інтенсивного садівництва Черкаської області, виявити особливості ґрунтових процесів та обґрунтувати шляхи підтримання їхньої родючості.

Об'єкт дослідження: ґрунти агроекосистем яблуневих садів двох господарств Черкаської області.

Предмет дослідження: агроекологічні властивості реградованих чорноземів під інтенсивним садівництвом та їх зміни під впливом агротехнічних заходів.

Для досягнення мети поставлені такі завдання: провести опис агроекосистем садів і контрольних ділянок; здійснити фізико-хімічний та мікробіологічний аналіз ґрунтів; оцінити рівень біологічної активності та структуру мікробіому; визначити ефективність листових підживлень та органо-мінерального удобрення; надати рекомендації щодо сталого управління ґрунтовою родючістю в садах.

Методи дослідження: польове обстеження ділянок, відбір ґрунтових зразків, лабораторні аналізи фізико-хімічних властивостей, мікробіологічний моніторинг, порівняльна агроекологічна оцінка.

Ключові слова: ЧОРНОЗЕМИ, ІНТЕНСИВНЕ САДІВНИЦТВО, ГРУНТОВА РОДЮЧІСТЬ, МІКРОБІОМ, АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА, РЕГРАДОВАНІ ГРУНТИ.

## ВСТУП

В умовах глобальних змін клімату, деградації ґрунтового покриву та інтенсифікації агровиробництва, особливої актуальності набувають питання збереження та відновлення родючості ґрунтів. Чорноземи, які є основним ґрунтовим ресурсом України, зокрема Черкаської області, все частіше зазнають ознак фізичної, хімічної та біологічної деградації. Особливо це стосується земель, що тривалий час використовувалися в інтенсивному землеробстві, або проходили процеси рекультивації після виснаження.

Однією з форм сталого використання реградованих чорноземів виступає інтенсивне садівництво, зокрема вирощування яблуневих, що дозволяє поєднати продуктивне землекористування з можливістю відновлення ґрунтового середовища. Водночас така система потребує наукового обґрунтування способів управління ґрунтовою родючістю та мікробіологічними процесами, щоб уникнути подальшого виснаження земель.

Вперше в умовах Черкаської області проведено комплексне дослідження впливу інтенсивного садівництва на реградовані чорноземи, встановлено зв'язок між агротехнічними заходами, мікробіологічною активністю ґрунту та тенденціями до його відновлення. Виявлено роль листового підживлення та мікробіоти в підтриманні функціональної стійкості ґрунтів.

Результати роботи можуть бути використані при плануванні нових садів на реградованих ґрунтах, у системах агроекологічного моніторингу та при розробці заходів з відновлення родючості. Запропоновані рекомендації сприяють стабільному розвитку садівництва на регіональному рівні.

# 1 ІНТЕНСИВНЕ САДІВНИЦТВО НА РЕГРАДОВАНИХ ҐРУНТАХ

## 1.1 Класифікація та механізми деградації ґрунтів при інтенсивному садівництві

Інтенсивне садівництво є однією з провідних форм аграрного землекористування, яка передбачає високий рівень механізації, часте застосування мінеральних добрив, гербіцидів, інтенсивне зрошення, обробіток міжрядь та інші практики, спрямовані на отримання стабільно високих урожаїв. Водночас такий тип землекористування чинить значний антропогенний тиск на ґрунтове середовище, що призводить до прогресуючої деградації ґрунтів. Деградацію ґрунтів у цьому контексті можна класифікувати за трьома основними напрямками: фізична, хімічна та біологічна деградація [1].

Фізична деградація включає в себе ущільнення ґрунту, порушення структури, зменшення макропористості та розвиток ерозійних процесів. При багаторазовому проїзді сільськогосподарської техніки по міжряддях утворюються ущільнені горизонти, які погіршують інфільтрацію води, обмежують повітрообмін та порушують умови росту кореневих систем. Особливо гостро ця проблема постає на ґрунтах із важким гранулометричним складом. Окрім того, інтенсивний обробіток сприяє руйнуванню ґрунтових агрегатів, що призводить до підвищеного ризику водної та вітрової ерозії. Згідно з даними досліджень Менцзяо Лю та Чжуан Лі з інституту сільськогосподарських ресурсів та регіонального планування Китайської академії сільськогосподарських наук, тривале садівниче навантаження сприяє зменшенню щільності стабільних агрегатів і підвищує ризик втрати родючого верхнього шару ґрунту [2].

Хімічна деградація охоплює цілу низку несприятливих змін у складі ґрунту: зниження вмісту гумусу та органічної речовини, порушення кислотно-лужного балансу, вторинне засолення, накопичення токсичних елементів, а також розбалансування вмісту поживних речовин. Надмірне та невиважене застосування мінеральних добрив, особливо без урахування вхідного вмісту елементів живлення, призводить до локального перенасичення ґрунту нітратами, фосфатами або калієм. Крім того, зрошення недостатньо якісною водою спричиняє вторинне засолення, зниження катіонообмінної ємності та зменшення буферної здатності ґрунтів. У результаті відбувається порушення іонного обміну, що негативно впливає як на фізичні властивості ґрунту, так і на біологічну активність. Як показують дані сучасних досліджень, інтенсивне зрошення здатне змінювати хімічну структуру ґрунтового розчину, спричиняючи деградацію ґрунтів навіть упродовж 2–3 років активної експлуатації.

Біологічна деградація є однією з найменш помітних, але найбільш підступних форм ґрунтового виснаження. Вона полягає у зниженні кількості та активності ґрунтових мікроорганізмів, зменшенні ферментативної активності, скороченні біорізноманіття та загальному падінні ґрунтової біологічної продуктивності. Регулярне застосування пестицидів, відсутність органічного удобрення, виснаження ґрунту через інтенсивне плодоношення та часту культивування сприяють пригніченню біологічних процесів у ґрунті. Зменшується активність важливих ферментів (уреаза, фосфатаза, дегідрогеназа), а також знижується здатність ґрунту до природної гуміфікації. Згідно з даними з Applied Soil Ecology, у системах інтенсивного садівництва біологічна активність ґрунту може знижуватися на 30–50 %, що безпосередньо впливає на зниження врожайності плодових культур і загальну стійкість агроєкосистеми [3].

Слід зазначити, що деградація ґрунтів при інтенсивному садівництві є багатокомпонентним процесом, який охоплює взаємопов'язані фізичні, хімічні та біологічні зміни. Основними механізмами виступають механічний тиск, надлишкове внесення агрохімікатів, зрошення без належного контролю,

дегуміфікація, порушення мікробіологічної рівноваги. Ці процеси мають кумулятивний ефект, що в довгостроковій перспективі призводить до незворотного зниження родючості ґрунтів. Відтак збереження функціонального стану ґрунтів в умовах інтенсивного садівництва вимагає впровадження адаптивних практик, зокрема інтегрованого управління родючістю, мінімізації обробітку, застосування органічних добрив, агролісомеліоративних заходів і постійного ґрунтово-екологічного моніторингу.

## 1.2 Особливості агроекосистем садівництва на реградованих чорноземах

Агроекосистеми садівництва, що функціонують на реградованих чорноземах, становлять складне й багатофункціональне середовище, де поєднуються біотичні та абіотичні чинники, вплив яких значною мірою зумовлює якість та стабільність ґрунтового середовища. У контексті інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, зокрема плодово-ягідного сектору, особливу увагу привертають саме такі ґрунти, що втратили частину своєї родючості внаслідок тривалого антропогенного навантаження, але в подальшому зазнали певного відновлення внаслідок біологічної чи агротехнічної рекультивації.

Варто зазначити, що реградовані чорноземи, попри свою потенційну здатність до самовідновлення, залишаються вразливими до подальшої деградації. Це насамперед пов'язано з їхнім погіршеним гранулометричним складом, зниженим вмістом гумусу, порушеною структурою орного шару та зменшеною здатністю до вологонакопичення. Умови, за яких формуються подібні ґрунти, нерідко супроводжуються підвищеним рівнем ерозійних процесів, ущільненням, втратою біологічної активності та зниженням буферної здатності до зовнішніх впливів [4].

У системах садівництва ці чинники мають винятково важливе значення, оскільки довготривалий вплив культур із потужною кореневою системою, як-от яблуня, формує специфічні біогеохімічні взаємозв'язки у ґрунтовому профілі. На відміну від ріллі, садові агроєкосистеми зазвичай мають постійне рослинне покриття, що істотно впливає на структуру біоценозу ґрунту, мікрокліматичні умови та динаміку органічних речовин. Водночас, зважаючи на тривалий життєвий цикл багаторічних насаджень, будь-які недоліки ґрунтового середовища проявляються значно швидше, ніж у традиційному рільництві.

Агроєкологічний підхід до використання реградованих чорноземів у садівництві передбачає застосування комплексу заходів, спрямованих на підтримання стійкої продуктивності ґрунту. До таких заходів належить насамперед запровадження системи покривних культур, органічного мульчування, використання компостів, сидератів, біопрепаратів та мікробіологічних добрив. Відомо, що багаторічне застосування органічних матеріалів, зокрема у вигляді мульчі або перегною, сприяє не лише поліпшенню агрофізичних показників (пухкості, водопроникності, повітрообміну), але й стимулює зростання чисельності та активності корисної мікрофлори, що в свою чергу посилює процеси гуміфікації [5].

У сучасній агроєкології садівництва особливу увагу приділяють екосистемним послугам ґрунту, тобто здатності ґрунту забезпечувати продуктивну функцію, стійкість до деградаційних процесів та участь у кругообігу поживних речовин. У випадку реградованих чорноземів це має особливу актуальність, адже саме правильне агроєкологічне планування може забезпечити не лише врожайність, але й стабільність екосистемного балансу на локальному рівні.

Варто наголосити, що в останні роки зростає інтерес до практики біологічного відновлення ґрунту через стимулювання природних процесів. Використання покривних культур – рослин, які висіваються між рядами дерев – дозволяє зменшити ризики поверхневої ерозії, покращити агрофізичні властивості ґрунту, сприяти накопиченню органічної речовини та формуванню

стійкого гумусового горизонту. Наприклад, бобові покривні культури здатні фіксувати атмосферний азот, що позитивно впливає на баланс основних поживних елементів у ґрунті. Водночас багаторічні спостереження доводять ефективність органічної мульчі у підвищенні рівня вологозабезпечення, зменшенні коливань температур у прикореневій зоні та посиленні життєдіяльності мікроорганізмів [6].

Важливою є також роль мікробіому як індикатора та регулятора ґрунтової родючості. Ґрунтова мікрофлора в умовах садів на реградованих землях часто виявляє знижену активність, що зумовлено насамперед порушенням циклів вуглецю і азоту. Науковці з державної ключової лабораторії покращення травостою та агроєкосистем пасовищ і Коледж скотарської сільськогосподарської науки і технологій Ланьчжоуського університету «Було виявлено тісний зв'язок між змінами глибокого вмісту ґрунтової води і органічного вуглецю, що вказує на важливість підтримки мікробіальних процесів у підґрунтовому профілі» [7].

Проте, завдяки застосуванню біологічно активних препаратів (ризобактерій, мікоризних грибів, ферментованих екстрактів тощо), вдається частково компенсувати ці втрати, активізуючи деструкцію органічних решток, мінералізацію гумусових сполук та підтримку ризосферної стабільності [8].

Агроєкосистема садівництва на реградованих чорноземах — це модель господарювання, що поєднує продуктивність із екологічною рівновагою, спираючись на знання ґрунтових властивостей, біотехнології та постійний моніторинг змін у ґрунті.

### 1.3 Агроєкологічна оцінка як інструмент стійкості садових агроєкосистем

У контексті зростаючих викликів глобального масштабу — таких як деградація земельних ресурсів, зміни клімату, втрата біорізноманіття,

антропогенне забруднення та загальне виснаження агроландшафтів — агроекологічна оцінка набуває виняткового значення як інструмент інтегрального аналізу екологічного стану агросистем. Зокрема, в умовах трансформації традиційних систем землекористування у бік інтенсивного садівництва, що характерно для багатьох регіонів України, включно з Черкаською областю, необхідність науково обґрунтованої оцінки агроекологічної стійкості багаторічних насаджень постає як одне з пріоритетних завдань прикладної екології [9].

Агроекологічна оцінка, в її сучасному розумінні, являє собою багатоаспектний аналіз, що поєднує методології екосистемного підходу, ландшафтної екології, біоіндикації, моніторингу агроекологічних параметрів та ґрунтової діагностики. Така оцінка дає змогу охарактеризувати не лише стан окремих компонентів довкілля, зокрема ґрунтового покриву, а й виявити загальні тенденції функціонування екосистем, їх здатність до саморегуляції, відновлення після техногенного чи агротехнічного навантаження, а також здатність забезпечувати довготривалі екосистемні послуги.

У випадку садових агросистем, особливе значення має оцінка агроекологічної стабільності ґрунту, як базової складової функціонування системи. Це включає визначення таких показників, як: вміст органічної речовини (зокрема стабільного гумусу), рівень біологічної активності ґрунту, мікробіологічне різноманіття, структура та агрегатний стан, буферна здатність, вологоємність, а також потенціал до біологічного самоочищення. У разі реградованих чорноземів, що зазнали деградаційних змін унаслідок тривалого інтенсивного землекористування, саме агроекологічна оцінка дає змогу встановити ефективність відновлювальних заходів, таких як впровадження покривних культур, компостування, використання біопрепаратів або перехід до елементів органічного землеробства [10].

Наукові дослідження науковців з ключової лабораторія живлення рослин та агроекології на північному заході Китаю підтверджують, що взаємодія бактерій та грибів у ґрунті сприяє формуванню структурно-інертних фракцій

розчинної органічної речовини (DOM), яка, своєю чергою, підтримує сталість карбонового циклу, впливає на вуглецевий пул та стабільність гумусових сполук. Це є надзвичайно важливим для довготривалої підтримки екологічних функцій ґрунтів у садівничих агроєкосистемах. Такі підходи, як молекулярна характеристика DOM та оцінка мікробіомної структури, все частіше входять до інструментарію агроєкологічного моніторингу й забезпечують глибше розуміння механізмів ґрунтової стійкості.

Окрім ґрунтового компоненту, агроєкологічна оцінка охоплює також енергетичну ефективність агросистем, рівень антропогенного навантаження, динаміку біоти, стан фітосанітарного середовища, а також здатність системи до збереження біорізноманіття — як видової, так і функціональної його складової. У цьому контексті садівничі ландшафти розглядаються не лише як продуктивні агросистеми, але й як важливі осередки агробіорізноманіття, здатні забезпечувати середовище існування для запилювачів, ентомофагів, мікроорганізмів, а також слугувати буфером для прилеглих природних екосистем [11].

Агроєкологічна оцінка є важливим науковим інструментом для формування стратегій сталого управління агроландшафтами. Її результати використовуються при просторовому плануванні, встановленні екологічних стандартів, відновленні деградованих земель і екологічній сертифікації господарств. В умовах екологізації сільського господарства вона сприяє досягненню балансу між продуктивністю та стійкістю агросистем.

#### 1.4 Роль органічної речовини та агробіоти в підтримці структури та родючості ґрунту

Органічна речовина та ґрунтова біота відіграють ключову роль у забезпеченні функціонування ґрунтових екосистем, визначаючи їхню

продуктивність, стійкість до деградаційних процесів та здатність до самовідновлення. У структурі агроєкосистем, особливо в умовах інтенсивного садівництва на реградованих чорноземах, ці компоненти є визначальними для формування стабільної ґрунтової структури, регуляції вологозбереження, обміну елементів живлення та збереження агроєкологічного балансу [12].

Органічна речовина ґрунту є основою гумусового профілю і включає широкий спектр сполук різного ступеня розкладу — від свіжих рослинних залишків до гумінових кислот та гумінів. Її наявність забезпечує агрегатну стійкість ґрунту, впливає на його водно-фізичні властивості, катіонообмінну ємність та буферну здатність. Завдяки цьому створюються умови для розвитку мікроорганізмів, а також для ефективного засвоєння елементів мінерального живлення кореневою системою рослин. У ґрунтах із високим вмістом органічної речовини, як правило, спостерігається краща структура, більша водоутримувальна здатність, вища мікробіологічна активність, що в сукупності знижує ерозійну вразливість і підвищує врожайність культур [13].

Ґрунтова біота, або агробіота, охоплює весь комплекс живих організмів, що населяють ґрунтове середовище, включаючи бактерії, актиноміцети, гриби, водорості, протозої, безхребетних тварин. Вони виконують функції мінералізації органічної речовини, фіксації азоту, трансформації фосфору, утворення агрегатів і біополімерів, що цементують ґрунтову структуру. Мікоризні гриби, зокрема арбускулярні, сприяють розширенню поглинальної поверхні кореневої системи, що особливо важливо в умовах реградованих ґрунтів із порушеною структурою.

За даними Канівця В.І., у профілях чорноземів Центрального Лісостепу України активність ферментів, рівень мікробної біомаси та динаміка вуглецевих сполук прямо залежать від рівня органічної речовини. Установлено, що навіть за умов часткового зниження вмісту гумусу, підтримання мікробного життя можливе за рахунок надходження органіки з мульчі, сидератів, компостів, що зумовлює стабілізацію агрофізичних властивостей ґрунту [14].

У контексті екологічного моніторингу агроландшафтів органічна речовина й агробіота виступають інтегральними індикаторами стану ґрунтового

середовища. Їхній рівень, структура та функціональна активність є чутливими до антропогенного навантаження, особливо внаслідок інтенсивного землекористування, внесення хімічних добрив та агротехнічного ущільнення ґрунтів. Зниження органічної речовини зазвичай супроводжується редукцією мікробного різноманіття, погіршенням мікробного співвідношення та зниженням ферментативної активності, що веде до втрати ґрунтової стійкості.

Сучасні екологічні агротехнології — біопрепарати, біоорганічне землеробство, мульчування, органічні добрива — сприяють підвищенню біоактивності ґрунту та стабілізації органічної речовини, забезпечуючи як родючість, так і сталість ґрунтового біоценозу. [15].

### 1.5 Стійкі системи садівництва

Стійкі системи садівництва виступають як відповідь на потребу гармонійного поєднання продуктивності агроєкосистем з екологічною відповідальністю. У сучасному контексті, коли значна частина чорноземних ґрунтів, зокрема в Черкаській області, зазнає деградаційних процесів під впливом інтенсивного садівництва, стійкість агросистем набуває стратегічного значення. Формування таких систем базується на інтеграції знань про агрофізичні, хімічні, біологічні та екологічні чинники, що визначають життєздатність і стабільність садівничих угідь [16].

Одним з ключових принципів стійких систем садівництва є раціональний добір сортів. Сорти повинні відповідати регіональним ґрунтово-кліматичним умовам, мати високу врожайність, стійкість до хвороб, здатність до щорічного плодоношення та дружнє досягання плодів. Наприклад, за даними сучасних методичних рекомендацій, перспективними вважаються сорти, які формують компакту крону, мають швидке вступлення в плодоношення, високу інтенсивність нарощування врожаю, а також імунітет або високу стійкість до

парші, борошнистої роси та бактеріального опіку. Перевага надається формам зі стрункою веретеноподібною кроною, що забезпечує оптимальне освітлення крони, сприяє фотосинтетичній активності та забезпечує високоякісний урожай.

Іншою важливою ознакою стійких садових систем є застосування технологій, що мінімізують механічне втручання у ґрунт. Впровадження сидеральних культур, мульчування, компостування органічних залишків і використання мікробіологічних препаратів сприяє підтриманню структури ґрунту, збереженню вологи, покращенню вмісту органічної речовини, активізації ґрунтової біоти та попередженню деградації. Біопрепарати і компости, що містять ефективні мікроорганізми, не лише покращують трофічний режим рослин, але й виступають природними антагоністами патогенів, знижуючи потребу в хімічному захисті [17].

У рамках стійкого садівництва значну увагу приділяють формуванню типу крони. Зокрема, сучасні технології рекомендують використання веретеноподібних форм крони, таких як «струнке веретено» і «суперверетено», особливо в інтенсивних садах на карликових і напівкарликових підщепах. Таке формування дозволяє забезпечити рівномірне плодоношення, компактність насаджень, економію простору та ефективне використання світла. Регулярне обрізування спрямоване не лише на підтримання заданої архітектури дерева, а й на стимулювання утворення генеративних бруньок, що є основою врожаю наступного року.

Також необхідно враховувати аспекти біологічної рівноваги в агроєкосистемі. Створення умов для існування корисної ентомофауни, ґрунтових безхребетних та симбіотичних мікроорганізмів дозволяє підтримувати екосистемну стійкість без надмірної хімізації. Вирощування міжрядних покривних культур, які забезпечують кормову базу для ентомофагів, а також впровадження біологічних методів контролю шкідників, сприяє формуванню саморегульованої екосистеми [18].

В умовах Черкаської області важливим стає адаптивне планування садових насаджень з урахуванням кліматичних змін, таких як зменшення

кількості опадів, підвищення температури, ризику ранніх весняних заморозків і літніх посух. Тому сорти, які характеризуються підвищеною морозостійкістю, посухостійкістю та стабільністю до різких погодних змін, є основою для довготривалої експлуатації садів. Крім того, слід враховувати лежкість і транспортабельність плодів, що прямо впливають на економічну рентабельність садівничого виробництва [19].

Стійкі системи садівництва — це багатовимірна модель, що включає не лише вибір правильних сортів і технологій вирощування, а й глибоке розуміння екологічної взаємодії всіх компонентів агросистеми. Вони забезпечують довготривалу продуктивність, екологічну безпеку та економічну вигідність садівництва як галузі, яка відіграє важливу роль у сталому розвитку сільських територій та продовольчій безпеці регіону.

#### 1.6 Особливості мікробіому ґрунту в садах

Ґрунт є не лише абіотичним середовищем для розвитку рослин, але й складною біологічною системою, де функціонування залежить від чисельності, видової різноманітності та активності ґрунтових мікроорганізмів. Мікробіом ґрунту — це сукупність прокаріотичних і еукаріотичних мікроорганізмів, зокрема бактерій, актиноміцетів, грибів, найпростіших та ціанобактерій, які взаємодіють між собою, з рослинами та навколишнім середовищем, утворюючи складні трофічні й метаболічні мережі.

У сучасних умовах інтенсивного садівництва, зокрема на деградованих чорноземах, структура і функціональна активність мікробіому ґрунту зазнає суттєвих змін. Постійне механічне втручання, внесення високих доз мінеральних добрив, пестицидів та гербіцидів, а також дефіцит органічної речовини спричиняють скорочення чисельності корисних мікроорганізмів, зміну їхнього видового господарського складу, зниження ферментативної активності та

порушення екосистемної рівноваги. Це обумовлює необхідність глибокого аналізу мікробного компонента ґрунту як ключового індикатора його агроекологічного стану [20].

Бактеріальний компонент ґрунтового мікробіому представлений різноманітними таксонами, серед яких функціонально виділяють редуцентів, мутуалістів, патогенів та хемоавтотрофів. Редуценти (сапротрофи) беруть участь у мінералізації органічної речовини, зв'язують азот, синтезують біологічно активні сполуки та фіксують поживні елементи у біомасі, перешкоджаючи їхньому вимиванню. Мутуалістичні бактерії, зокрема *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas fluorescens*, утворюють симбіотичні асоціації з кореневою системою рослин, забезпечуючи її доступними формами азоту, фосфору та іншими макро- і мікроелементами, а також продукують фітогормони, стимулюючи ріст рослин. Хемоавтотрофи беруть участь у кругообігу нітрогену, сірки, заліза, виконуючи важливу роль у трансформації неорганічних сполук.

Окрему функціональну нішу в ґрунтовому мікробіомі займають гриби. Мікроскопічні гриби, особливо сапротрофи, здійснюють розщеплення складних органічних полімерів (целюлози, лігніну, геміцелюлоз), утворюють гумусові речовини, зокрема гумінові кислоти, що підвищують водоутримувальну здатність і буферність ґрунту. Мікоризні гриби, які формують енто- та ектомікоризні симбіотичні системи з рослинами, значною мірою впливають на поглинання фосфору, мікроелементів, підвищують стійкість рослин до абіотичних і біотичних стресів. Екологічна роль грибів у стабілізації структури ґрунту реалізується, зокрема, через утворення гіф і міцелію, що об'єднують ґрунтові агрегати та поліпшують інфільтраційні властивості ґрунту [21].

Суттєве місце у ґрунтовому мікробіомі займають найпростіші — амеби, інфузорії та джгутикові, які здійснюють мікрорегуляцію чисельності бактерій та беруть участь у кругообігу азоту, трансформуючи органічні форми у мінеральні, доступні для рослин. Вони функціонують переважно у вологих зонах ризосфери, де забезпечують трофічну підтримку іншим мікроорганізмам і рослинам.

Особливо важливим є той факт, що мікробіом здатен змінювати фізико-хімічні параметри ґрунтового середовища, формуючи середовище, сприятливе для розвитку одних видів рослин і обмежуючи проростання інших. Саме завдяки цим процесам мікробіом бере участь у біологічному регулюванні видової структури фітоценозів. Таким чином, активне управління мікробіомом може стати ефективним агроєкологічним інструментом у формуванні продуктивних і сталих агроєкосистем.

Адаптивне садівництво передбачає цілеспрямоване збагачення мікробіому за рахунок використання органічних добрив, сидератів, мульчування, мікробіологічних препаратів, а також обмеження механічного втручання в ґрунт. Біопрепарати на основі *Trichoderma spp.*, *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* та інших активних штамів здатні не лише покращити поживний режим ґрунту, а й сприяти фітосанітарному оздоровленню ризосфери [22].

Мікробіом ґрунту садових агроєкосистем виступає складним і динамічним біологічним механізмом, що забезпечує екологічну стійкість, біогеохімічне циклування речовин, збереження родючості та біологічного потенціалу ґрунтів. Забезпечення сприятливих умов для розвитку корисних мікроорганізмів має стати пріоритетом у формуванні екологічно збалансованих і довготривало продуктивних садівничих систем, особливо в умовах деградації чорноземних ґрунтів.

### 1.7 Досвід використання сидератів, компостів та біопрепаратів у покращенні чорноземів

Проблема деградації чорноземів, зокрема в умовах інтенсивного садівництва, набула особливої актуальності в останні десятиліття. Основними чинниками деградації виступають порушення гумусового стану ґрунту, зниження агрономічно цінної структури, ущільнення, погіршення водно-

фізичних властивостей, а також зменшення біологічної активності ґрунтового середовища. У зв'язку з цим все більшого значення набувають екологічно орієнтовані підходи до ґрунтозбереження та відновлення ґрунтової родючості. До таких належать: впровадження сидеральних культур, використання компостів органічного походження та застосування мікробіологічних препаратів, що позитивно впливають на агрофізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунтів.

Використання сидератів, або зелених добрив, є однією з найдавніших і водночас науково обґрунтованих практик покращення структури ґрунту, підвищення вмісту органічної речовини та стимулювання мікробіологічної активності. Найбільш ефективними у садівничих агроecosистемах вважаються представники родів *Vicia* (вика), *Lupinus* (люпин), *Phacelia*, *Sinapis* (гірчиця), *Fagopyrum* (гречка), які характеризуються швидким наростанням вегетативної маси, високим вмістом легкогідролізованої органіки та здатністю фіксувати атмосферний азот. Завдяки глибокій кореневій системі сидерати також покращують водопроникність ґрунту та руйнують ущільнені горизонти [23].

Результати польових досліджень засвідчують, що систематичне впровадження сидеральних культур у міжряддях садів сприяє збільшенню вмісту гумусу на 0,1–0,3% за вегетаційний період, покращенню капілярно-пористої структури чорноземів та підвищенню ферментативної активності. Крім того, сидерати ефективно конкурують з бур'янами, виконують роль мульчі в осінньо-зимовий період та виступають як фітосанітарний елемент, знижуючи чисельність збудників хвороб та ґрунтових шкідників.

Не менш значущим засобом відновлення родючості чорноземів є використання компостів, які слугують джерелом стабільної органічної речовини, забезпечують поступове вивільнення елементів живлення та позитивно впливають на мікробну активність ґрунту. Компостування дозволяє перетворювати органічні відходи сільськогосподарського виробництва (солома, гній, рослинні рештки) на доступну для ґрунтової біоти та рослин форму, при цьому значно зменшується ризик накопичення токсичних сполук. Особливо ефективними є компости, інокульовані активними мікроорганізмами, зокрема

представниками родів *Trichoderma*, *Streptomyces* та *Bacillus*, які виконують як метаболічну, так і антагоністичну функції в ризосфері [24].

У сучасному агровиробництві дедалі ширше застосовуються біологічні препарати, які включають штами азотфіксуючих, фосфатмобілізуєчих, целюлозорозкладних мікроорганізмів, здатних до синтезу біологічно активних речовин (ауксинів, гіберелінів, інгібіторів росту патогенів тощо). Внесення таких препаратів, зокрема *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Glomus intraradices*, сприяє формуванню активного ризобіому, підвищує коефіцієнт використання елементів живлення, покращує стійкість рослин до стресових факторів і знижує потребу в мінеральному удобренні.

Комплексне використання сидератів, компостів та біопрепаратів дозволяє не лише покращити фізико-хімічні показники чорноземів, але й забезпечити тривалу біологічну активність ґрунту, що є основою сталого функціонування садових агроєкосистем. Такі технології спрямовані на формування агроценозів із високим рівнем саморегуляції, зниження антропогенного навантаження, збереження потенціалу ґрунтів та відтворення їхньої екосистемної ролі [25].

Досвід вітчизняних і зарубіжних агроєкологічних практик свідчить про високу ефективність поєднаного застосування сидератів, компостів та біопрепаратів у покращенні стану деградованих чорноземів.

## 1.8 Використання мульчі з покривних культур як засіб покращення агроєкосистем садів

У системі сучасного інтенсивного садівництва питання ефективного управління ґрунтовими ресурсами є надзвичайно актуальним, особливо в контексті деградаційних процесів, які охопили значні площі сільськогосподарських угідь України. Одним із перспективних напрямів агроєкологічної оптимізації садових агроєкосистем є застосування мульчі з

покровних культур як альтернативи традиційним методам захисту ґрунту та покращення його родючості. В умовах Черкаської області, яка характеризується значним поширенням реградованих чорноземів, використання мульчі з покривних культур набуває особливого значення у збереженні та відновленні функціонального стану ґрунтів, а також забезпеченні довгострокової продуктивності плодкових насаджень.

Покровні культури — це спеціально висіяні однорічні або багаторічні рослини (здебільшого бобово-злакові суміші), що вирощуються у міжряддях саду з метою зменшення ерозійної активності, покращення структури ґрунту, фіксації атмосферного азоту та формування органічної мульчі. Після скошування зелену масу таких культур рівномірно розподіляють по ґрунтовій поверхні смуг під деревами за допомогою спеціального обладнання або вручну. Цей метод отримав назву «скосити та розкидати» (або «скосити та кинути»), і він дозволяє використовувати біомасу покривних культур як локальний джерело органічної речовини без потреби в залученні зовнішніх ресурсів [26].

На відміну від традиційних органічних мульч, таких як солома або компост, мульча з покривних культур має низку переваг. По-перше, вона генерується безпосередньо в межах агроєкосистеми саду, що значно знижує витрати на транспортування, зберігання та розкидання. По-друге, її біохімічний склад є більш збалансованим, особливо у випадку включення до сумішей бобових культур (конюшини, люцерни, вики тощо), які здатні фіксувати молекулярний азот з атмосфери та акумулювати його у формі доступній для подальшого засвоєння ґрунтовими мікроорганізмами та рослинами. По-третє, така мульча сприяє посиленню біологічної активності ґрунту, зокрема, розвитку популяцій дощових черв'яків, сапротрофної мікрофлори, мікоризних грибів та інших функціонально важливих представників ґрунтової біоти.

Польові дослідження, проведені в аналогічних за агрокліматичними умовами регіонах Європи, свідчать про суттєвий вплив мульчі з покривних культур на гідротермічний режим та біохімічні властивості ґрунту. Зокрема, у варіантах із подвоєною нормою мульчі з бобово-злакових сумішей вологість

грунту в смугах під деревами зростала на 2,5–4% у порівнянні з контрольними ділянками з голим ґрунтом, а чисельність дощових черв'яків зростала у 1,7–2,4 рази. Спостерігалось також підвищення рівня ґрунтового дихання як показника мікробіологічної активності та швидшого розкладання органічних решток, зокрема листового опаду, що має важливе значення для біологічного контролю збудників грибкових хвороб, таких як парша яблуні (*Venturia inaequalis*).

Агроекологічне значення мульчі з покривних культур полягає також у зменшенні бур'янового навантаження на садові насадження. За умови регулярного внесення скошеної зеленої маси формуються щільні мульчуючі шари, які пригнічують проростання насіння бур'янів, особливо світлолюбних видів. На тлі традиційного гербіцидного контролю рослинності це дає змогу скоротити частоту застосування пестицидів, що є важливим критерієм сталого управління агроecosистемами.

Важливою особливістю є те, що покривні культури, використані як мульча, не конкурують із деревами за вологу та елементи живлення, на відміну від «живої» мульчі, яка зростає безпосередньо в пристовбурній зоні. Завдяки розміщенню у міжряддях, покривні культури створюють тимчасову біомасу, яку вносять у зону живлення дерев у потрібні фенофази, не створюючи негативного впливу на плодоносіння.

Додатково слід наголосити на ролі мульчі з покривних культур як фактора формування агробіоценозу. Рослинність у міжряддях, а також розкладена мульча, створюють мікросередовище для розвитку комах-запилювачів (бджіл, джмелів, осмій тощо), ентомофагів (сонечок, їздців, мурах), а також дрібних хижих хребетних, які беруть участь у природному регулюванні чисельності шкідників. Це зменшує потребу у застосуванні інсектицидів та акарицидів, покращуючи екологічний баланс усередині садової агроecosистеми.

Вартість вирощування покривних культур у міжряддях, з подальшим мульчуванням, становить орієнтовно 2 500–3 000 грн/га на рік. Для порівняння, вартість закупівлі, транспортування та розкидання соломи становить близько 12 000–15 000 грн/га на одне внесення, що потребує повторення кожні 3–4 роки.

Протягом 20-річного життєвого циклу саду це означає загальні витрати понад 80 000 грн/га, тоді як використання покривних культур може забезпечити мульчування за суму в декілька разів меншу.

Водночас застосування покривних культур потребує певної системності. Необхідно враховувати морфологічні характеристики культур, їх швидкість відновлення після скошування, адаптованість до місцевих ґрунтово-кліматичних умов, а також технологічні аспекти скошування та розподілу мульчі. Наприклад, люцерна (*Medicago sativa*) має високу продуктивність, проте менш конкурентоспроможна у загущених травостої, а біла конюшина (*Trifolium repens*) відзначається кращою життєздатністю та самовідновленням [27].

Використання мульчі з покривних культур є важливою складовою інтегрованого управління садовими агроecosистемами. Така практика поєднує в собі агрономічну ефективність, екологічну сталість і економічну доцільність, сприяючи збереженню родючості ґрунтів, підвищенню стійкості до деградаційних процесів та формуванню сприятливих умов для зростання плодових культур. Особливо перспективним є впровадження мульчування з покривних культур у регіонах із підвищеним ризиком деградації чорноземів, таких як Черкаська область, де ефективне управління ґрунтовими ресурсами має визначальне значення для довгострокового розвитку садівництва.

### 1.9 Екологічні функції яблуневих садів у системі землекористування

У сучасних умовах інтенсивного землекористування, яке значною мірою базується на короткочасному економічному ефекті, питання екологічної сталості та збереження функціонального потенціалу агроландшафтів набуває першочергового значення. У цьому контексті багаторічні насадження плодових культур, зокрема яблуневі сади, виступають не лише як джерело агропродукції, але й як елементи стратегії екологізації сільського господарства, здатні

формувати стабільні й адаптивні агроєкосистеми з розширеним спектром екологічних функцій.

Яблуневі сади є складноорганізованими агроєкосистемами, які об'єднують біологічне різноманіття багатьох трофічних рівнів. На відміну від однорічних культур, вони функціонують у довготривалому циклі (20–30 років і більше), забезпечуючи неперервність біотичних процесів, просторову структурність і накопичення біомаси. Завдяки цьому такі насадження є стабілізуючими компонентами агроландшафтів, що забезпечують реалізацію цілого комплексу регулюючих, підтримуючих, продукційних та культурних екосистемних послуг.

Однією з ключових екологічних функцій яблуневих садів є регуляція мікроклімату та зменшення кліматичних ризиків. Завдяки багаторічній рослинності, потужній кореневій системі, постійній наявності дернини у міжряддях, відбувається зменшення добових та сезонних коливань температури ґрунту, зниження випаровування вологи, покращення тепло- і вологозабезпечення приземного шару атмосфери. У періоди літньої посухи яблуневі насадження можуть зберігати вологу в ґрунті на 10–15% ефективніше, ніж відкриті ріллі. Особливо важливою є їхня здатність до секвестрації вуглецю, що дозволяє знижувати загальну концентрацію CO<sub>2</sub> в атмосфері: у середньому, за умов ефективного ведення саду, накопичення органічного вуглецю в надземній біомасі та ґрунті становить від 2,4 до 12,5 т/га на рік [28].

Не менш значущою є гідрорегулююча функція. Унаслідок постійного покриття ґрунту (дернина, мульча, опале листя) та щільної кореневої системи дерев, яблуневі сади забезпечують значне зниження поверхневого стоку, захищають від ерозії, сприяють інфільтрації дощової вологи у глибші горизонти та підвищують загальний коефіцієнт утримання вологи у ґрунтовому профілі. Це має вирішальне значення в умовах Черкаської області, де значна частина земель перебуває під впливом водної ерозії, особливо на схилах і в умовах дефіциту багаторічної рослинності.

Іншою важливою екологічною функцією є збереження та підтримка біорізноманіття, що забезпечується як завдяки наявності багаторічних деревних ярусів, так і через розвиток піддашкових фітоценозів у міжряддях. Яблуневі сади створюють стабільне середовище існування для численних представників фауни — від комах-запилювачів (бджоли, джмелі, осмії), хижих комах (сонечка, туруни, їздці), до дрібних ссавців (їжаки, землерийки), амфібій і птахів. Результати європейських і українських досліджень показують, що в органічних і напівінтенсивних яблуневих садах може перебувати понад 1500–2000 видів комах, з яких щонайменше половина — корисні з агроекологічної точки зору. Розвинута мережа трофічних зв'язків сприяє формуванню саморегульованих популяцій і забезпечує природний контроль за чисельністю шкідників, що знижує необхідність у застосуванні інсектицидів.

Найбільший внесок у цю функцію відіграють ентомофаги та ентомопатогенні мікроорганізми, чисельність яких зростає за умов скороченого використання пестицидів та наявності квітучої підстилкової рослинності у міжряддях. Саме тому практики екологічного садівництва, що включають мульчування, сидеральні покриття, створення буферних смуг, демонструють вищу ефективність у стабілізації популяцій природних регуляторів шкідників.

Надзвичайно важливою є також функція забезпечення запилення, оскільки яблуня, як ентомофільна культура, потребує перехресного запилення для утворення повноцінних плодів. Сади, що підтримують біорізноманіття фауни запилювачів, демонструють на 20–30% вищу врожайність при однакових рівнях агротехніки. Це досягається через сприятливі умови для оселення диких бджіл, джмелів та інших ефективних запилювачів, котрі активні в ширшому діапазоні температур і погодних умов порівняно з медоносною бджолою. Практика висіву нектароносних сумішей у міжряддях яблуневих садів, встановлення гніздових блоків для осмії або збереження дикої флори навколо саду, суттєво підвищує якість запилення.

Суттєве значення мають також санітарно-гігієнічні функції, що реалізуються через деструкцію рослинних решток, зменшення патогенних фонів

і регуляцію колообігу органічної речовини. За наявності розвиненої популяції дощових черв'яків, актиноміцетів та мікофагів, опале листя та плодові рештки швидко утилізуються, не утворюючи умов для накопичення інфекційного потенціалу. Це важливо для запобігання таким хворобам, як парша (*Venturia inaequalis*), моніліоз (*Monilinia fructigena*), або плодова гниль. У цьому контексті мульчування покривними культурами та зменшення обсягів гербіцидної обробки мають не лише ґрунтозахисне, а й фітосанітарне значення.

На рівні ландшафтної організації сільських територій яблуневі сади відіграють роль екологічного каркасу. Вони слугують як буферні зони між ріллею та природними лісосмугами, як екологічні коридори для міграції тварин, як біотопи для тимчасового укриття та живлення. В умовах фрагментованого сільського ландшафту вони сприяють зменшенню ізоляції популяцій флори та фауни, формують безперервність середовища, підтримують екологічні зв'язки між ізольованими ділянками природної або напівприродної рослинності. Таким чином, яблуневі сади виступають ключовими структурами стабілізації біологічної та ландшафтної різноманітності [29].

Окрім вищезгаданих функцій, яблуневі сади виконують культурно-освітню роль, що особливо яскраво проявляється у регіонах із розвиненими традиціями садівництва. Традиційні ландшафтні сади з високоштабковими деревами, змішані сади з елементами пасовищ або сіножатей, інтегровані в культурну спадщину сільських територій, слугують просторами для відпочинку, екологічного туризму, виховних програм, біологічного моніторингу та популяризації органічного землеробства. Вони є об'єктами естетичного та емоційного сприйняття, сприяють формуванню екологічної свідомості населення та зміцненню зв'язку людини з природою [30].

Яблуневі сади виконують не лише виробничу, а й екологічну функцію, сприяючи сталому розвитку територій, особливо в регіонах із деградованими ґрунтами та кліматичними ризиками.

## 2 УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Характеристика ґрунтово-кліматичних умов Черкаської області

Черкаська область розташована в центральній частині Правобережної України, в межах лісостепової зони. Територія області характеризується високим рівнем сільськогосподарського освоєння та значною часткою орних земель. Із загальної площі області, що становить 2091,6 тис. га, сільськогосподарські землі займають 1486,88 тис. га, з яких 1271,86 тис. га — рілля. Площа багаторічних насаджень становить 27,34 тис. га, що свідчить про розвинене садівництво, зокрема яблуневі сади, які все частіше закладаються на деградованих ґрунтах.

Ґрунтовий покрив області надзвичайно різноманітний, проте домінують типові чорноземи та чорноземи сильно реґрадовані, що займають 53,7% сільськогосподарських угідь. Опідзолені чорноземи, темно-сірі і світло-сірі опідзолені ґрунти становлять ще 36,2% загальної площі. Розвиток реґрадованих форм ґрунтів в області значною мірою зумовлений багаторічним інтенсивним землеробством, недотриманням сівозмін, високою розораністю земель та недостатньою увагою до заходів ґрунтозахисту.

Родючість ґрунтів Черкащини зумовлена переважно вмістом гумусу, органічної речовини та макроелементів. За результатами агрохімічної паспортизації середньозважений вміст гумусу становить 2,98%. Ґрунти з підвищеним (3,1–4,0%) і високим (4,1–5,0%) вмістом гумусу займають близько 47% площ. Водночас 12,4% площ мають низький або дуже низький рівень гумусу, що свідчить про деградаційні процеси.

У таблиці 2.1 наведено дані агрохімічної характеристика ґрунтів Черкаської області

Таблиця 2.1 - Агрохімічна характеристика ґрунтів Черкаської області

| Показник                                             | Категорія оцінки           | Частка площі, % | Середньозважений показник |
|------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------|---------------------------|
| Вміст гумусу, %                                      | дуже низький (<1,1)        | 0,4             | 2,98                      |
|                                                      | низький (1,1–2,0)          | 12,0            |                           |
|                                                      | середній (2,1–3,0)         | 39,9            |                           |
|                                                      | підвищений (3,1–4,0)       | 40,7            |                           |
|                                                      | високий (4,1–5,0)          | 6,2             |                           |
|                                                      | дуже високий (>5,0)        | 0,8             |                           |
| Азот, що легко гідролізується, мг/кг (за Корнфілдом) | дуже низький (<100)        | 44,6            | 104,7                     |
|                                                      | низький (101–150)          | 51,4            |                           |
|                                                      | середній (151–200)         | 3,4             |                           |
|                                                      | підвищений (>200)          | 0,6             |                           |
| Фосфор рухомий, мг/кг (за Чиріковим)                 | дуже низький (<20)         | 0,0             | 142,7                     |
|                                                      | низький (21–50)            | 1,4             |                           |
|                                                      | середній (51–100)          | 27,1            |                           |
|                                                      | підвищений (101–150)       | 38,9            |                           |
|                                                      | високий (151–200)          | 19,4            |                           |
|                                                      | дуже високий (>200)        | 13,1            |                           |
| Калій рухомий, мг/кг (за Чиріковим)                  | дуже низький ( $\leq 20$ ) | 0,1             | 114,8                     |
|                                                      | низький (21–40)            | 1,0             |                           |
|                                                      | середній (41–80)           | 17,1            |                           |
|                                                      | підвищений (81–120)        | 53,4            |                           |
|                                                      | високий (121–180)          | 25,3            |                           |
|                                                      | дуже високий (>180)        | 3,0             |                           |

За вмістом легкогідролізованого азоту переважають ґрунти з низькими показниками (до 150 мг/кг), які охоплюють понад 96% території. Вміст рухомих форм фосфору та калію оцінюється переважно як середній і підвищений, однак значна площа ґрунтів має дуже високий вміст фосфору (13,1%) і калію (3%). Середній агрохімічний бонітет ріллі становить 55,3 бали, але в межах окремих районів показники істотно коливаються — від 42,8 до 64,3 балів.

Кислі ґрунти ( $\text{pH} < 5,5$ ) становлять 223,46 тис. га (20,9%), що обмежує можливості вирощування чутливих до кислотності культур, зокрема деяких плодових. Водночас наявність таких ґрунтів потребує вапнування та інших заходів хімічної меліорації [31].

Клімат області помірно континентальний з теплим літом і помірно холодною зимою. Вегетаційний період триває в середньому 205–215 днів. Сума активних температур вище  $+10^{\circ}\text{C}$  становить близько  $2800\text{--}3100^{\circ}\text{C}$ , що створює сприятливі умови для вирощування зернових, технічних та плодових культур. Середньорічна кількість опадів — 450–600 мм, з яких більша частина припадає на період вегетації. Однак зливовий характер опадів, часті посухи, суховії, весняні відлиги та різкі температурні коливання в умовах недостатнього ґрунтозахисту призводять до розвитку ерозійних процесів.

Рельєф Черкаської області — переважно хвилястий, характерний для лісостепової зони, з чітко вираженим чергуванням вододільних ділянок, балок, яружних систем та пологих схилів. Найбільш розчленований мікрорельєф спостерігається в західній частині області (особливо Уманський та Звенигородський райони), а також у прибережній зоні Дніпра, де інтенсивні геоморфологічні процеси зумовлюють значне поширення еродованих ґрунтів.

У цих районах рівень еродованості сільськогосподарських угідь сягає 45,1%, що значно перевищує екологічно допустимі межі. Наслідком такого процесу є зменшення потужності гумусового горизонту, погіршення водно-фізичних властивостей ґрунтів, зниження вмісту елементів живлення, а також розвиток вторинного ущільнення. Це призводить до зниження біопродуктивності ґрунтів і відповідно — врожайності культур.

Ситуацію ускладнює збереження високого рівня розораності території (близько 85% сільськогосподарських угідь), зокрема на схилах, де господарська діяльність без урахування рельєфу (наприклад, оранка поперек схилів або вздовж ліній стоку) сприяє активізації ерозійних процесів. Відсутність або недотримання контурно-меліоративної організації території, несвоєчасне відновлення захисних лісосмуг та недостатнє впровадження ґрунтозахисних

сівозмін призводять до формування ярів, зсувів і змиву ґрунтової маси, особливо в Уманському, Черкаському, Канівському та частково Звенигородському районах.

Крім того, внаслідок ерозії та водної денудації зменшується біологічна активність ґрунтів, порушується природна мікрофлора, погіршуються умови для функціонування агроценозів, а також збільшується ризик забруднення водних ресурсів продуктами ґрунтового змиву (пестициди, залишки добрив, гумус).

Разом із цим, сукупність ґрунтово-кліматичних ресурсів Черкаської області (висока природна родючість чорноземів, достатнє зволоження, м'який клімат) створює сприятливі умови для розвитку багатьох галузей сільського господарства, зокрема садівництва, ягідництва, овочівництва та виноградарства. Особливо перспективними є райони з південними і південно-західними схилами, де мікрокліматичні умови сприяють високій якості плодів [32].

## 2.2 Характеристика об'єктів досліджень

Обидва підприємства, відібрані для проведення дослідження, не лише різняться ґрунтово-екологічними характеристиками територій, на яких вони функціонують, але й мають суттєві відмінності в організаційно-технологічному забезпеченні виробничих процесів, агрономічній структурі, рівні технічної оснащеності, а також в ступені впровадження інноваційних агротехнологій. Таке поєднання чинників дає змогу здійснити не лише порівняльну агроекологічну оцінку продуктивності плодових культур у контексті відмінностей у стані ґрунтового покриву, а й сформувати комплексне уявлення про вплив управлінських і технологічних рішень на ефективність використання деградованих земель.

Селянське фермерське господарство «Яблуневий цвіт» (код ЄДРПОУ 32230705) зареєстроване 9 жовтня 2002 року та функціонує на території села

Філіція Уманського району Черкаської області. Юридичною адресою господарства є вул. Яблунева. Керівником і засновником виступає Бугай Анатолій Михайлович, який також є кінцевим бенефіціарним власником. Статутний капітал підприємства становить 443 000 грн.

На рисунку 2.1 зображена територія селянського фермерського господарства «Яблуневий цвіт»



Рис 2.1 - Територія селянського фермерського господарства «Яблуневий цвіт»

Основним видом діяльності господарства згідно з КВЕД є вирощування зернових (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур (КВЕД 01.11). Водночас підприємство веде й інші напрями господарювання, зокрема займається оптовою торгівлею зерном і кормами (КВЕД 46.21), розведенням свиней (КВЕД 01.46), а також виробництвом борошномельно-круп'яних продуктів (КВЕД 10.61). Така багатогалузева структура свідчить про прагнення до диверсифікації виробництва та зменшення ризиків, пов'язаних з агрокліматичними факторами.

Господарство функціонує в межах Центрального Лісостепу України, де переважають родючі ґрунти чорноземного типу. Проте території, що використовуються для садівництва, мають різний рівень деградації ґрунтового покриву. У межах проведеного дослідження саме на базі цього підприємства

були відібрані проби ґрунту, що дозволяє оцінити агроекологічний стан деградованих земель під інтенсивним землекористуванням. СФГ «Яблуневий цвіт» — приклад традиційного фермерського виробництва із частковими елементами модернізації, що поступово адаптується до викликів, пов'язаних зі змінами клімату та виснаженням ґрунтів [33].

Приватне сільськогосподарське підприємство «Яблуневий сад», засноване у 2003 році (код ЄДРПОУ 32342775), розташоване в селі Яблунів Канівського району Черкаської області, вул. Колгоспна, 1. Керівником і бенефіціаром виступає Видай Юрій Денисович. Підприємство має зареєстрований статутний капітал у розмірі 50 000 грн та функціонує на спрощеній системі оподаткування. Основною діяльністю є вирощування зернових, бобових та плодових культур (КВЕД 01.11), а також тваринництво, переробка борошна і торгівля аграрною продукцією. Штат працівників становить близько 6–11 осіб, що відповідає середньому рівню виробничої інтенсивності.

На рисунку 2.2 зображено територію приватного сільськогосподарського підприємства «Яблуневий сад»



Рис. 2.2 - Територія приватного сільськогосподарського підприємства «Яблуневий сад»

Господарство здійснює свою діяльність у зоні з вираженими ознаками деградації ґрунтового покриву — на чорноземах, що зазнали тривалої дії водної та вітрової ерозії. Такі ґрунти мають ущільнену структуру, знижений вміст гумусу, погіршену пористість і водопроникність. Садівництво в ПСП «Яблуневий сад» реалізується переважно за класичною схемою: широкорядкове розміщення саджанців, використання традиційних сортів яблунь, які менш стійкі до сучасних кліматичних стресів.

Методи обробітку ґрунту є традиційними, без достатніх протиерозійних заходів, що поглиблює процеси ґрунтової деградації. Проте в останні роки розпочато модернізаційні процеси: оновлення частини садів, впровадження елементів органічного землеробства та покривних культур [34].

### 2.3 Схема експерименту та розміщення контрольних і дослідних об'єктів

Для проведення системного та всебічного агроекологічного дослідження реградованих чорноземів, що застосовуються в умовах інтенсивного садівництва на території Черкаської області, була спроектована детальна експериментальна схема, яка забезпечувала отримання репрезентативних, достовірних та порівняльних даних. Ця схема передбачала комплексний підхід до вибору та розміщення контрольних і дослідних об'єктів, що є ключовим етапом у забезпеченні методологічної точності та наукової обґрунтованості проведених досліджень.

Дослідні об'єкти представлені ділянками інтенсивних яблуневих садів, розташованих у двох різних сільськогосподарських господарствах регіону. Вибір саме таких ділянок зумовлений необхідністю оцінити вплив сучасних інтенсивних технологій садівництва на стан реградованих чорноземів, які пройшли попередні процеси відновлення після деградації і перебувають у стані активної експлуатації. Ділянки яблуневих садів характеризуються тривалим

застосуванням органо-мінеральних добрив, регуляцією кислотності ґрунту та іншими агротехнічними заходами, що потенційно впливають на фізико-хімічні і біологічні властивості ґрунту.

Для формування надійної бази порівняння і визначення впливу садівництва на ґрунтові показники, контрольні об'єкти були представлені орними полями, засіяними ярим ячменем, що знаходяться на території тих же господарств. Вибір контрольних ділянок у межах того самого господарства дозволив максимально зменшити варіації, пов'язані з відмінностями кліматичних, рельєфних та інших природно-екологічних умов, і зосередитися на впливі саме агротехнічних факторів. Орні поля з ячменем, не зазнаючи інтенсивного садівничого навантаження, виконували роль еталонних ділянок, на яких визначались вихідні параметри ґрунту, що є базовими для порівняння.

Відбір ґрунтових зразків проводився з урахуванням усіх стандартів і методичних рекомендацій з агрохімічного обстеження земель, що діють на національному рівні. Зразки бралися з верхнього орного горизонту (0–30 см) — зони, яка є найбільш активною щодо біологічної діяльності, інтенсивності мінералізації органічної речовини та акумуляції поживних елементів. Відбір проводився у фазу активної вегетації рослин, що сприяє отриманню найбільш репрезентативних даних про стан ґрунтової мікрофлори та фізико-хімічні характеристики ґрунту під впливом агротехнічних заходів.

На кожній дослідній яблуневій ділянці було виділено по три репрезентативні точки відбору зразків, які були об'єднані в комбінований «конверт» для забезпечення усереднення показників і мінімізації просторової варіабельності. Аналогічну кількість проб було відбрано і на контрольних полях з ячменем. Така кількісна структура експерименту дала змогу здійснити статистично обґрунтований аналіз та порівняння результатів, а також підвищила валідність висновків [35].

Врахування просторової однорідності вибраних ділянок, а також історії агровикористання земель дозволило значно знизити вплив сторонніх факторів і надати оцінці максимально об'єктивний та системний характер. Це, у свою

чергу, сприяло формуванню цілісної картини впливу інтенсивного садівництва на агроекологічний стан реградованих чорноземів, а також дало можливість оцінити потенціал відновлення та збереження родючості цих ґрунтів під впливом сучасних агротехнологій.

## 2.4 Методи відбору ґрунтових зразків та проведення аналізів

Відбір ґрунтових зразків для проведення мікробіологічного моніторингу здійснювався відповідно до чинних вимог національних та міжнародних нормативних документів, зокрема ДСТУ ISO 10381-6:2006 «Якість ґрунту. Відбір проб. Частина 6. Настанови щодо відбору зразків для фізико-хімічних та біологічних досліджень» [36] та ДСТУ 4287:2004 «Ґрунти. Методи відбору проб» [37]. Ці стандарти визначають чіткі вимоги щодо репрезентативності, глибини відбору, періоду збору зразків, а також умов зберігання і транспортування, що є критично важливими для збереження активності ґрунтової мікрофлори.

Зразки ґрунту були відібрані на території двох сільськогосподарських підприємств Черкаської області, які спеціалізуються на вирощуванні яблуневих садів в умовах інтенсивного землекористування. Особливістю дослідження було те, що частина ділянок, обраних для аналізу, була закладена на реградованих чорноземах, які пройшли етап агроекологічної реабілітації та наразі активно експлуатуються в плодівництві. Як контрольна вибірка були використані зразки ґрунту, відібрані з орного шару (0–30 см) на полі під ячменем, яке не зазнавало довготривалого впливу садівничої діяльності та зберігало ознаки відносно незміненого ґрунтового профілю.

Відбір зразків здійснювався методом комбінованого зразка, так званим методом «конверта», при якому ґрунт збирали з трьох точок у межах кожної дослідної ділянки. Збір здійснювався у фазу активної вегетації культур, що є періодом найвищої біологічної активності ґрунтової мікрофлори, що, у свою

чергу, забезпечує репрезентативність результатів мікробіологічного обстеження. Зібрані зразки маркувались згідно з установленою схемою, яка включала інформацію про геолокацію, тип ґрунту, культуру, дату та умови відбору. Зберігання і транспортування здійснювались із дотриманням температурного режиму для недопущення зміни складу мікробіоценозу.

У лабораторних умовах проведено мікробіологічний аналіз трьох ключових груп мікроорганізмів — целюлозоруйнівних, амілолітичних і амоніфікувальних бактерій. Їхня кількісна активність свідчить про посилення біогеохімічних процесів і стабілізацію ґрунтової родючості, зокрема через розкладання органічної речовини та формування доступних форм поживних елементів.

Для оцінки мікробіологічної активності ґрунтів та інтенсивності трансформації органічної речовини розраховано біоіндикаторні коефіцієнти: амоніфікації ( $K_a$ ) — як співвідношення амонійного до легкогідролізованого азоту, та мінералізації ( $K_m$ ) — як відношення мінерального азоту до загального. Вони відображають активність азотного обміну та ступінь перетворення органічних сполук. [38].

## 2.5 Лабораторне оцінювання властивостей ґрунту

З метою об'єктивного агроекологічного оцінювання стану реградованих чорноземів, задіяних в інтенсивному садівництві, у дослідженні було проведено комплексне лабораторне обстеження ґрунтових зразків. Основною метою аналізу було встановлення рівня родючості, оцінка біогеохімічного циклу елементів живлення та виявлення потенційних порушень ґрунтової рівноваги внаслідок довготривалого садівничого навантаження.

Дослідження виконувалися у стаціонарних умовах із дотриманням вимог ДСТУ та діючих методичних рекомендацій для агрохімічного й фізико-хімічного

аналізу. Кожен зразок був попередньо висушений до повітряно-сухого стану, очищений від домішок, подрібнений і просіяний через сито з діаметром отворів 1 мм. Після підготовки зразків розпочався аналіз за кількома групами показників.

Фізико-хімічні властивості ґрунтів оцінювались за показниками водневого показника (рН), вмістом гумусу, гідролітичної кислотності, вбирної здатності та гранулометричного складу. Ці параметри дозволили виявити структурно-функціональні зміни в ґрунтах за умов регресії родючості. Кислотність визначалася в сольовій витяжці (1:2,5) потенціометричним методом; вміст гумусу — за Тюріним у модифікації Коновалова, а гідролітична кислотність і сума вбирної здатності — методом Капена–Чирикова. Гранулометричний склад оцінювався за методом піпетування з використанням розчину гексафосфату натрію як диспергатора.

Агрохімічні параметри, які характеризують рівень забезпечення рослин елементами живлення, включали вміст легкогідролізованого азоту (за Корнфельдом), рухомих сполук фосфору і калію (за Чириковим у модифікації Мачигіна), а також обмінних форм кальцію й магнію (комплексометричним методом). Окремо оцінювалася загальна кислотність ґрунту та рівень насичення основами, що є критичними для нормального розвитку кореневої системи плодових культур.

У межах біохімічної оцінки було проаналізовано стан мінералізаційних процесів у ґрунті, зокрема визначено коефіцієнти амоніфікації (Ка) та мінералізації (Км), що дають змогу судити про рівень активності ґрунтової мікрофлори та швидкість трансформації органічного азоту у доступні форми. Високі значення цих коефіцієнтів можуть свідчити про інтенсивний розпад органіки, тоді як знижені — про деградацію мікробіоценозу чи нестачу субстратів.

Оцінка щільності складання ґрунту здійснювалася польовим методом за допомогою циліндричного ґрунтоміра. Цей показник є критичним для вивчення фізичного стану ґрунту, особливо в умовах саду, де ущільнення ґрунту через

механічну обробку та навантаження є типовим фактором ризику для аерації та водопроникності [39].

Результати лабораторного аналізу стали основою для кількісного та якісного порівняння ґрунтових умов на реградованих і незмінених ділянках садів та на контрольному полі з ячменем. Це дало змогу не лише охарактеризувати сучасний стан ґрунтів, а й виявити специфіку змін, спричинених садівництвом на фоні реградованих чорноземів.

### 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

#### 3.1 Фізико-хімічні зміни ґрунту в умовах інтенсивного садівництва

Дослідження проводились на трьох основних ділянках: у межах двох садівничих господарств — «Яблуневий цвіт» та «Яблуневий сад», а також на контрольній ділянці, зайнятій посівами ярого ячменю. Усі ділянки розташовані в межах Черкаської області. Ґрунтовий покрив представлений типово чорноземними ґрунтами, частина з яких пройшла стадію деградації внаслідок тривалого землекористування, але була відновлена й адаптована під інтенсивне садівництво.

У таблиці 3.1 наведені дані про агрохімічні показники ґрунту на дослідних ділянках

Таблиця 3.1 Агрохімічні показники ґрунту на дослідних ділянках

| Показник                                       | Контроль (ячмінь) | «Яблуневий цвіт» | «Яблуневий сад» |
|------------------------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| pH ґрунтового розчину                          | 5,7               | 6,3              | 6,5             |
| Вміст гумусу, %                                | 3,2               | 4,1              | 3,8             |
| Азот (N, мг/кг)                                | 52                | 68               | 70              |
| Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг) | 38                | 55               | 57              |
| Калій (K <sub>2</sub> O, мг/кг)                | 64                | 88               | 85              |
| Вологість ґрунту, %                            | 15,4              | 19,1             | 18,6            |
| Співвідношення C:N                             | 8,1               | 10,4             | 10,1            |

Проведене порівняння фізико-хімічних показників виявило відчутні відмінності між садівничими ділянками та контрольною. У господарствах «Яблуневий цвіт» та «Яблуневий сад» значення pH ґрунтового розчину

коливались у межах 6,2–6,5, що є оптимальним для більшості плодкових культур. На контрольній ділянці спостерігалось зниження рН до 5,7, що може бути ознакою підкислення внаслідок інтенсивного мінерального удобрення без вапнування.

Вміст гумусу на садівничих ділянках був вищим порівняно з контрольною. У середньому гумус становив 3,8–4,1% у відновлених садових ґрунтах проти 3,2% на полі під ячменем. Це свідчить про накопичення органічної речовини в умовах багаторічної культури за належного внесення органіки (компостів, сидератів) і залишкового впливу мульчування.

Елементарний склад також зазнав змін. На садових ділянках спостерігалось стабільне підвищення вмісту доступного азоту (N), фосфору ( $P_2O_5$ ) та калію ( $K_2O$ ), що пояснюється застосуванням локального удобрення та системи крапельного зрошення, яка дозволяє ефективно транспортувати поживні речовини до зони кореневого живлення. У той час як на контрольній ділянці ці показники були нижчими через поверхневе внесення добрив і відсутність зрошення.

Співвідношення вуглецю до азоту (C:N) залишалось стабільним у межах 10–11 на садових ділянках, що свідчить про активну мінералізацію органіки при оптимальних умовах. У контрольному ґрунті цей показник знижувався до 8, що може свідчити про дефіцит свіжої органічної речовини або прискорене її розкладання.

Агротехнічні заходи, застосовані в обох господарствах, сприяли стабілізації і покращенню фізико-хімічного стану ґрунту. Внесення органічних добрив, проведення вапнування на початкових етапах для нормалізації кислотності, використання крапельного зрошення та мульчування сприяли підвищенню агропромислових властивостей ґрунтів.

У сучасному садівництві важливе значення має застосування агротехнічних заходів, спрямованих на покращення стану ґрунтів і забезпечення сталого врожаю.

У таблиці 3.2 наведено дані про вплив агротехнічних заходів на основні властивості ґрунту

Таблиця 3.2 - Вплив агротехнічних заходів на основні властивості ґрунту

| Захід                          | Дія на ґрунт                                             | Застосування в господарствах      |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Внесення органіки              | Покращення структури, зростання вмісту гумусу            | «Яблуневий цвіт», «Яблуневий сад» |
| Вапнування ( $\text{CaCO}_3$ ) | Підвищення рН, покращення доступності елементів живлення | «Яблуневий сад»                   |
| Крапельне зрошення             | Підтримка вологості, локальне внесення добрив            | Обидва господарства               |
| Мульчування                    | Зменшення випаровування, збагачення органікою            | «Яблуневий цвіт»                  |

Таблиця демонструє комплексний підхід до догляду за ґрунтом у господарствах «Яблуневий цвіт» і «Яблуневий сад». Обидва застосовують крапельне зрошення як ефективний метод зволоження та локального внесення добрив. «Яблуневий сад» додатково проводить вапнування для регулювання кислотності ґрунту, тоді як «Яблуневий цвіт» більше зосереджується на органічних методах, зокрема мульчуванні.

У таблиці 3.3 наведено порівняння ґрунтів за придатністю до інтенсивного садівництва

Таблиця 3.3 - Порівняння ґрунтів за придатністю до інтенсивного садівництва

| Показник                        | Контроль     | Реградовані ґрунти дослідних ділянок |
|---------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| Стан родючості                  | Середній     | Високий при дотриманні технологій    |
| Потреба в додатковому удобренні | Висока       | Помірна                              |
| Водотривкість, дренаж           | Нестабільна  | Покращена                            |
| Відповідність рН для яблуні     | Незадовільна | Оптимальна                           |

|                                   |         |                                  |
|-----------------------------------|---------|----------------------------------|
| Придатність до механічної обробки | Середня | Висока                           |
| Ризик деградації                  | Високий | Низький при інтенсивному догляді |

Дані таблиці свідчать про помітні переваги реградованих ґрунтів у господарствах «Яблуневий цвіт» і «Яблуневий сад» порівняно з контролем, за умови дотримання відповідних технологій. Ці ґрунти демонструють вищу родючість, кращу водотривкість і дренаж, оптимальний рівень рН для вирощування яблуні та знижений ризик деградації. Крім того, вони мають кращу придатність до механічної обробки й потребують менше додаткових добрив. Це свідчить про ефективність технологічного догляду в садах та потенціал реградованих ґрунтів за правильної агротехніки.

### 3.2 Оцінка біологічної активності ґрунту та структури мікробіому

У таблиці 3.4 наведено дані про кількість основних груп мікроорганізмів у ґрунтах дослідних ділянок у СФГ «Яблуневий цвіт».

Таблиця 3.4 - Кількість основних груп мікроорганізмів у ґрунтах дослідних ділянок, тис. КУО/г абсолютно сухого ґрунту у СФГ «Яблуневий цвіт»

| Чисельність мікроорганізмів | Контроль | Дослідна ділянка №1 | Дослідна ділянка №2 | Дослідна ділянка №3 |
|-----------------------------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Амоніфікувальні             | 2 073    | 9 245               | 11 638              | 12 380              |
| Целюлозоруйнівні            | 2,3      | 13,8                | 25,4                | 30,6                |
| Амілолітичні                | 706      | 9 487               | 15 392              | 18 401              |

Аналіз мікробіологічного стану ґрунтів у СФГ «Яблуневий цвіт» показав суттєве зростання чисельності мікроорганізмів на дослідних ділянках порівняно з контрольною під ячменем. Кількість амоніфікувальних бактерій зросла у 4,5–6 разів, целюлозоруйнівних — у 6–13 разів, амілолітичних — у 13–26 разів.

Найбільший приріст продемонстрували амілолітичні мікроорганізми, що свідчить про насичення ґрунту органікою та високий рівень трофічної активності. Збільшення кількості мікробіоти пов'язане із застосуванням листових підживлень, мульчування та внесенням біопрепаратів. Отримані результати вказують на активацію процесів гумусоутворення та відновлення функціональної родючості ґрунту в умовах інтенсивного садівництва.

У таблиці 3.5 наведено дані про Кількість основних груп мікроорганізмів у ґрунтах дослідних ділянок у ПСП «Яблуневий сад».

Таблиця 3.5 - Кількість основних груп мікроорганізмів у ґрунтах дослідних ділянок, тис. КУО/г абсолютно сухого ґрунту у ПСП «Яблуневий сад»

| Чисельність мікроорганізмів | Контроль | Дослідна ділянка №4 | Дослідна ділянка №5 | Дослідна ділянка №6 |
|-----------------------------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Амоніфікувальні             | 2 115    | 9 982               | 13 475              | 13 992              |
| Целюлозоруйнівні            | 2,6      | 16,9                | 29,1                | 33,2                |
| Амілолітичні                | 745      | 10 774              | 19 932              | 20 907              |

У ґрунтах ПСП «Яблуневий сад» також зафіксовано значне зростання чисельності мікроорганізмів на дослідних ділянках порівняно з контрольною (ячмінь). Кількість амоніфікувальних бактерій зросла з 2 115 до 13 992 тис. КУО/г, що свідчить про активну мінералізацію органічного азоту. Целюлозоруйнівні мікроорганізми збільшилися з 2,6 до 33,2 тис. КУО/г (зростання у 12,7 раза), що вказує на інтенсивне розкладання рослинних решток та мульчі. Найбільш стрімке зростання зафіксовано у групі амілолітичних бактерій — у 28 разів (від 745 до 20 907 тис. КУО/г), що свідчить про високий вміст легкодоступних вуглеводів у ґрунті.

Отримані дані підтверджують, що застосування біопрепаратів, мульчування та позакореневих підживлень у саду сприяло суттєвій активації ґрунтової біоти. Це є позитивним індикатором відновлення деградованого чорнозему, стабілізації трофічних ланцюгів та посилення гумусоутворюючих процесів.

У таблиці 3.6 наведено дані про вплив агротехнічних заходів на чисельність мікроорганізмів у дослідних ділянках

Таблиця 3.6 - Вплив агротехнічних заходів на чисельність мікроорганізмів у дослідних ділянках

| Умови (ділянки)                | Амоніфікувальні | Целюлозоруйнівні | Амілолітичні   |
|--------------------------------|-----------------|------------------|----------------|
| К1, К2 – контроль (ячмінь)     | 2 073–2 115     | 2,3–2,6          | 706–745        |
| Без мульчі, лише підживлення   | 9 245; 9 982    | 13,8; 16,9       | 9 487; 10 774  |
| Біопрепарати + підживлення     | 11 638; 13 475  | 25,4; 29,1       | 15 392; 19 932 |
| Підживлення + мульча + біо-ЗЗР | 12 380; 13 992  | 30,6; 33,2       | 18 401; 20 907 |

Аналіз показав, що найменша мікробіологічна активність була на контрольних ділянках. Підживлення підвищує чисельність мікроорганізмів, а його поєднання з біопрепаратами — ще більше. Найвищі показники досягаються при комплексному застосуванні мульчі, біопрепаратів і листових підживлень, що підтверджує ефективність інтегрованого підходу для відновлення ґрунту.

На рисунку 3.1 зображено показники коефіцієнту мінералізації зразків ґрунту на дослідних ділянках у СФГ «Яблуневий цвіт»

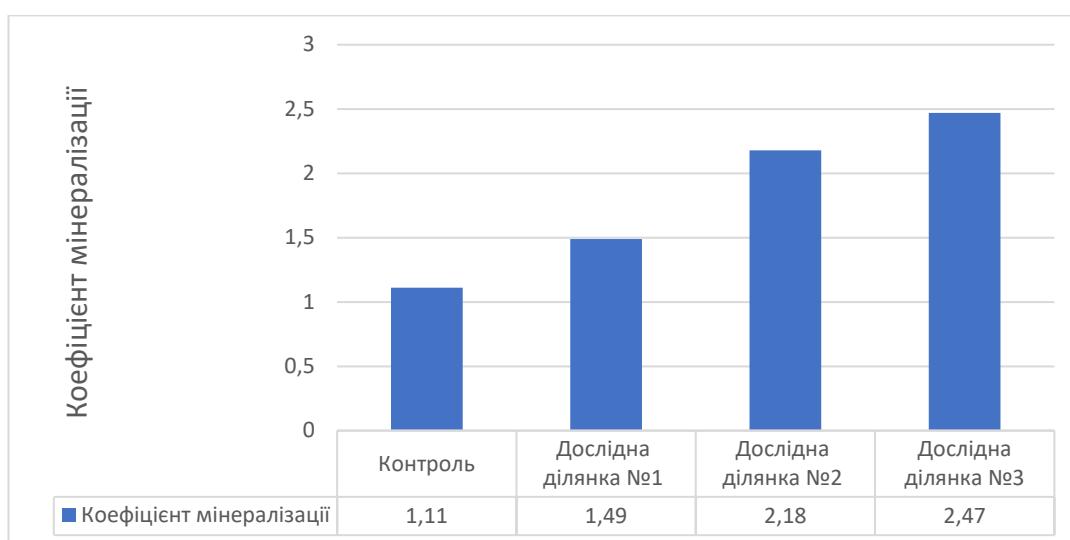


Рис 3.1 - Показники коефіцієнту мінералізації зразків ґрунту на дослідних ділянках у СФГ «Яблуневий цвіт»

Як видно з рисунку, контрольна ділянка, де вирощувався ячмінь, характеризується найнижчим коефіцієнтом мінералізації — 1,11. Це свідчить про інтенсивне мінералізування органічної речовини без достатнього її надходження в ґрунт.

У той час як на дослідних ділянках, де проводилося інтенсивне садівництво, показники Км зростають поступово від 1,49 (ділянка №1) до 2,47 (ділянка №3). Це свідчить про стабілізацію процесів трансформації органічної речовини, підвищення внесення та накопичення органіки, а також активну участь мікробіоти у формуванні гумусових сполук.

Зростання коефіцієнта мінералізації вказує на покращення вуглецево-азотного балансу та ефективність агротехнічних заходів, застосованих на садових ділянках: мульчування, внесення біопрепаратів і листкове підживлення. Це свідчить про поступове відновлення біологічної рівноваги в реградованому ґрунті.

На рисунку 3.2 зображено показники коефіцієнту мінералізації зразків ґрунту на дослідних ділянках у ПСП «Яблуневий сад»

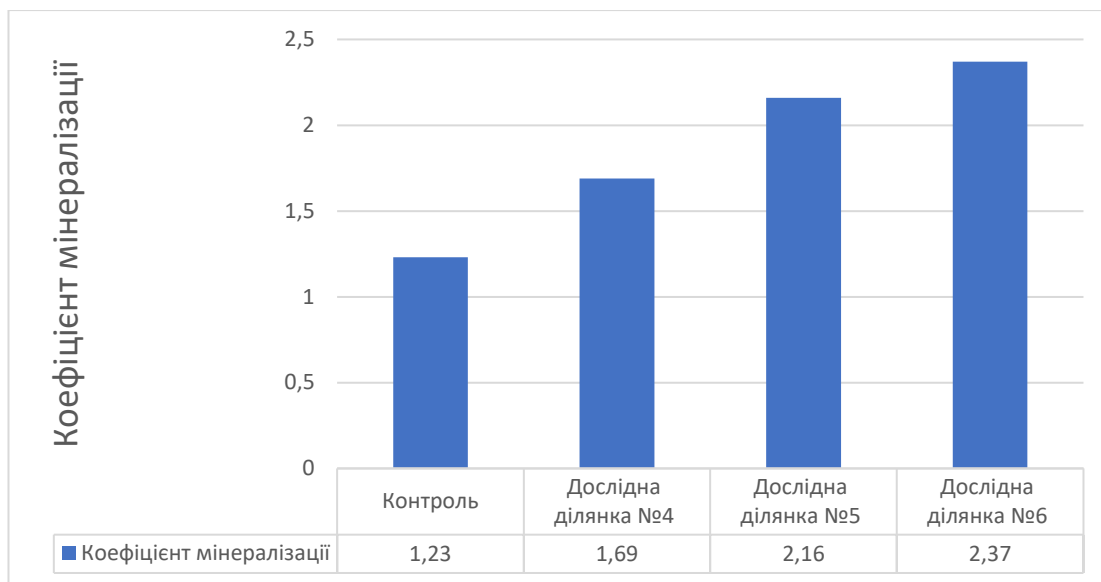


Рис 3.2 - Показники коефіцієнту мінералізації зразків ґрунту на дослідних ділянках у ПСП «Яблуневий сад»

Аналіз показників коефіцієнту мінералізації зразків ґрунту, відібраних на дослідних ділянках у ПСП «Яблуневий сад», свідчить про виражену динаміку

зростання цього параметра порівняно з контролем. У контрольному зразку коефіцієнт мінералізації становить 1,23, що є базовим рівнем для порівняння з іншими ділянками.

На дослідній ділянці №4 спостерігається підвищення коефіцієнта до 1,69, що становить приріст на 0,46 одиниці порівняно з контролем. Це свідчить про активізацію мінералізаційних процесів у ґрунті, ймовірно, внаслідок агротехнічних заходів або внесення добрив.

Подальше зростання коефіцієнта фіксується на дослідній ділянці №5, де його значення сягає 2,16. Такий показник є на 0,93 одиниці вищим за контрольний, що демонструє істотне посилення процесів мінералізації органічної речовини.

Найвищий рівень коефіцієнта мінералізації зафіксовано на дослідній ділянці №6 — 2,37. Це майже вдвічі перевищує значення контрольного зразка, що свідчить про найактивніший рівень мінералізаційних процесів серед усіх досліджених ділянок.

Загалом простежується чітка тенденція до зростання коефіцієнта мінералізації від контрольної ділянки до дослідних, що може вказувати на ефективність застосованих агротехнічних прийомів або вплив специфічних умов ділянок на активність мікробіологічних процесів у ґрунті.

На рисунку 3.3 наведено дані про коефіцієнт амоніфікації в СФГ «Яблуневий цвіт»

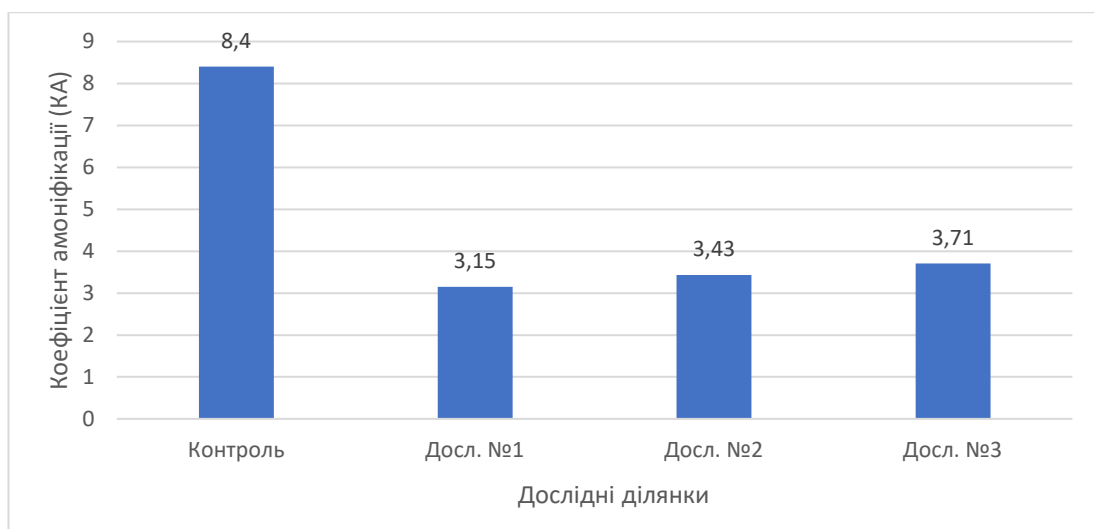


Рис 3.3 – Показники коефіцієнту амоніфікації в СФГ «Яблуневий цвіт»

У СФГ «Яблуневий цвіт» коефіцієнт амоніфікації на контрольній ділянці становив 8,40, що є ознакою переважання мінералізаційних процесів над процесами розкладання складних органічних речовин. Такий показник характерний для ґрунтів, де відбувається активна втрата органічної речовини, а надходження нової обмежене. На дослідних ділянках саду спостерігається стабільне зниження коефіцієнта амоніфікації. Ці значення свідчать про збалансовану біологічну активність ґрунту, де мінералізація азотвмісних речовин не домінує над розкладанням клітковини. Впровадження мульчування, позакоренових підживлень та біопрепаратів, імовірно, створило сприятливі умови для розвитку целюлозоруйнівної мікрофлори, що, у свою чергу, стабілізує органічну речовину та покращує ґрунтову структуру.

На рисунку 3.4 наведено дані про коефіцієнт амоніфікації у ПСП «Яблуневий сад»

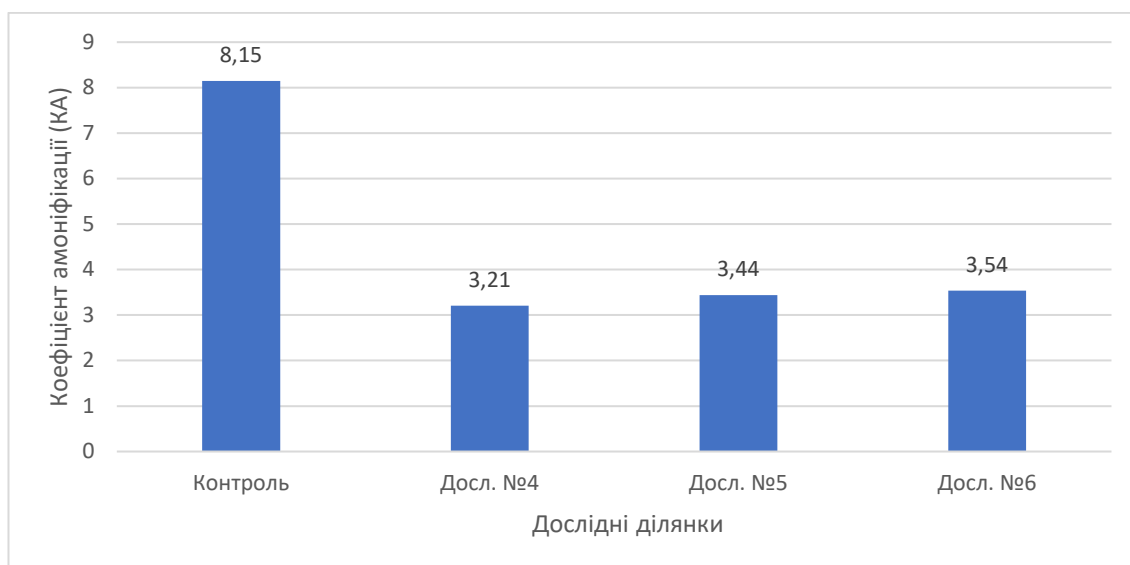


Рис 3.4 - Показники коефіцієнту амоніфікації в у ПСП «Яблуневий сад»

У ПСП «Яблуневий сад» контрольна ділянка демонструє високе значення коефіцієнта амоніфікації — 8,13, що, подібно до СФГ, свідчить про перевагу процесів мінералізації на фоні низької біологічної різноманітності та дефіциту легкодоступної органіки.

Значення коефіцієнту амоніфікації в у ПСП «Яблуневий сад» майже ідентичні з тими, що зафіксовані в СФГ, що говорить про стійке біологічне

відновлення ґрунту в обох господарствах. Біологічно обґрунтована система агротехнічних заходів (органічне мульчування, біоактивні добрива) активізує не лише амоніфікувальні, а й целюлозоруйнівні мікроорганізми, завдяки чому формується екологічно стабільне мікробне середовище.

### 3.3 Інтегральна агроекологічна оцінка якості та стійкості ґрунтів

З метою комплексної оцінки було проведено визначення інтегральних показників якості та екологічної стійкості ґрунтів на контрольних та дослідних ділянках СФГ «Яблуневий цвіт» та ПСП «Яблуневий сад». Оцінювання здійснювалося на основі індексу якості ґрунту за шкалою бонітету та індексу екологічної стійкості, що дозволяє виявити загальний стан ґрунтового середовища та його здатність до саморегуляції в умовах інтенсивного садівництва.

У таблиці 3.7 наведено дані про інтегральну агроекологічну оцінку якості та стійкості ґрунтів на дослідних ділянках СФГ «Яблуневий цвіт».

Таблиця 3.7 - Інтегральна агроекологічна оцінка якості та стійкості ґрунтів на дослідних ділянках СФГ «Яблуневий цвіт»

| № дослідної ділянки | Індекс якості ґрунту (бонітет), бали | Індекс екологічної стійкості (0–1) |
|---------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Контроль            | 52                                   | 0,62                               |
| Дослідна №1         | 58                                   | 0,71                               |
| Дослідна №2         | 63                                   | 0,79                               |
| Дослідна №3         | 67                                   | 0,85                               |

Аналіз інтегральних показників якості ґрунтів, отриманих на дослідних ділянках СФГ «Яблуневий цвіт», засвідчує чітку позитивну динаміку у стані ґрунтового середовища в результаті застосування агротехнологічних заходів.

Зокрема, показники коефіцієнта мінералізації, індексу якості ґрунту за шкалою бонітету та індексу екологічної стійкості демонструють взаємопов'язане зростання від контрольної до дослідних ділянок.

На контрольній ділянці коефіцієнт мінералізації становив 1,23, що відповідає помірній біологічній активності (52 бали, стійкість – 0,62). На дослідній ділянці №1 цей показник зріс до 1,65, індекс якості – 58, стійкість – 0,71, що свідчить про поживлення мікробіологічних процесів. На ділянці №2 коефіцієнт мінералізації досяг 1,94, якість – 63 бали, стійкість – 0,79 – ознака покращення структури ґрунту та його функціональності. Найкращі показники зафіксовано на ділянці №3: мінералізація – 2,21, індекс якості – 67, стійкість – 0,85, що вказує на високу родючість і стабільність ґрунту.

У таблиці 3.8 наведено дані про Інтегральна агроекологічна оцінка якості та стійкості ґрунтів на дослідних ділянках ПСП «Яблуневий сад»

Таблиця 3.8 - Інтегральна агроекологічна оцінка якості та стійкості ґрунтів на дослідних ділянках ПСП «Яблуневий сад»

| № дослідної ділянки | Індекс якості ґрунту (бонітет), бали | Індекс екологічної стійкості (0–1) |
|---------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Контроль            | 54                                   | 0,63                               |
| Дослідна №4         | 61                                   | 0,74                               |
| Дослідна №5         | 66                                   | 0,82                               |
| Дослідна №6         | 69                                   | 0,87                               |

Аналіз інтегральної агроекологічної оцінки якості та стійкості ґрунтів, поданої у таблиці 3.3.2 для дослідних ділянок ПСП «Яблуневий сад», демонструє чітку тенденцію до покращення ґрунтових характеристик у відповідь на агротехнічні заходи.

На контрольній ділянці коефіцієнт мінералізації становив 1,23, бонітет — 54 бали, індекс екологічної стійкості — 0,63, що відповідає середньому рівню біологічної активності та обмеженій здатності ґрунту до самовідновлення.

На дослідній ділянці №4 показники зросли: Км = 1,69, бонітет — 61, стійкість — 0,74, що свідчить про активацію мікробіоти та покращення родючості.

На ділянці №5 спостерігалось подальше зростання: Км = 2,16, бонітет — 66, стійкість — 0,82, що вказує на стабілізацію ґрунтових процесів і формування сталого середовища.

Найкращі показники зафіксовано на ділянці №6: Км = 2,37, бонітет — 69, екостійкість — 0,87, що свідчить про оптимальний агроекологічний стан завдяки застосуванню комплексних біологізованих технологій.

У таблиці 3.9 наведені дані зіставлення інтегральних показників якості та стійкості ґрунтів на дослідних господарствах.

Таблиця 3.9 - зіставлення інтегральних показників якості та стійкості ґрунтів на дослідних господарствах.

| Господарство            | Середній бонітет, бали | Середній КМ | Середній ІЕС |
|-------------------------|------------------------|-------------|--------------|
| СФГ «Яблуневий цвіт»    | 60,0                   | 1,76        | 0,74         |
| ПСП «Яблуневий сад»     | 62,5                   | 1,86        | 0,77         |
| Черкаська область (фон) | 55,3                   | ~1,30       | ~0,65        |

Середній індекс якості ґрунту за шкалою бонітету у ПСП «Яблуневий сад» становить 62,5 бала, а в СФГ «Яблуневий цвіт» — 60,0 бала, що перевищує регіональний показник (55,3 бала) на 7,2 та 4,7 бала відповідно. Це свідчить про вищу продуктивність ґрунтів у межах обох господарств, що може бути наслідком системного удобрення, раціонального обробітку та біологізації виробництва.

Коефіцієнт мінералізації (КМ), як індикатор мікробіологічної активності, також демонструє вищі значення у дослідних господарствах: 1,76 у СФГ «Яблуневий цвіт» та 1,86 у ПСП «Яблуневий сад», у той час як середній рівень по області коливається в межах ~1,30. Це вказує на активні процеси трансформації органічної речовини в доступні для рослин форми, що свідчить про здорову, біологічно активну ґрунтову систему.

Індекс екологічної стійкості (ІЕС) становить 0,74 та 0,77 відповідно для господарств, що значно перевищує умовний регіональний рівень ~0,65. Це демонструє здатність ґрунтів дослідних ділянок підтримувати екосистемну рівновагу, чинити опір деградаційним процесам (ерозії, ущільненню, виснаженню) та зберігати родючість навіть за умов інтенсивного землекористування.

На рисунку 3.5 зображено дані індексу біологічної активності ґрунту на дослідних ділянках.

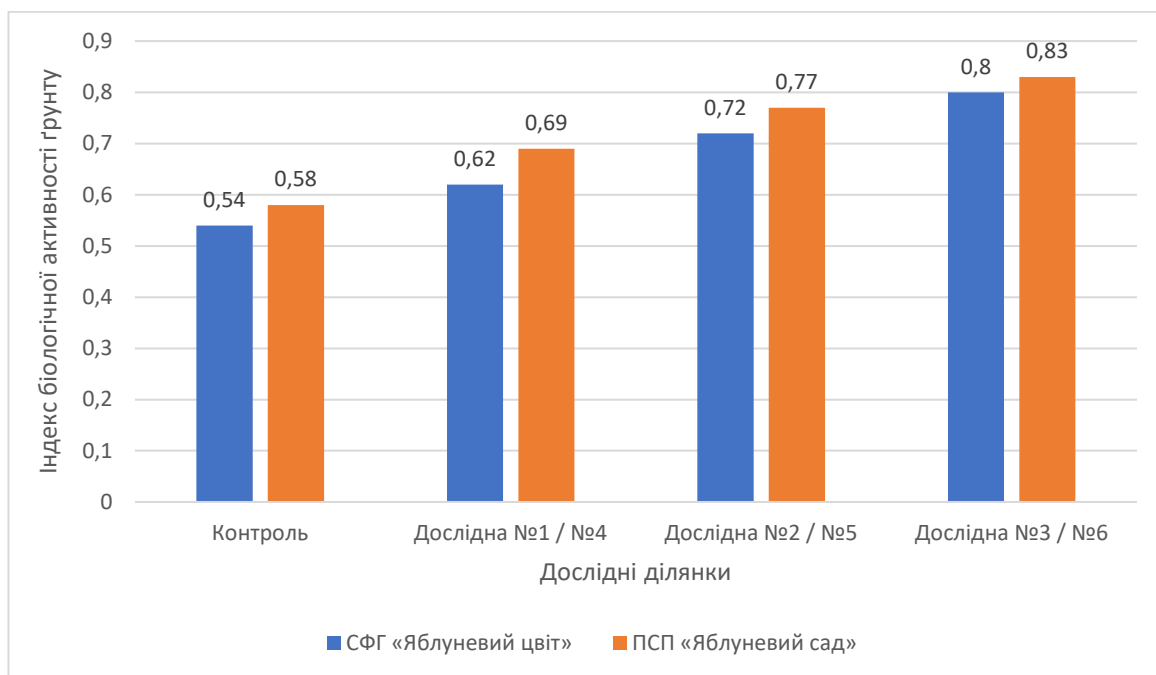


Рис 3.5 – Індекс біологічної активності ґрунту на дослідних ділянках

Результати досліджень свідчать про поступове зростання індексу біологічної активності ґрунту на всіх дослідних ділянках обох господарств порівняно з контрольними. У СФГ «Яблуневий цвіт» ІБА підвищується з 0,54 на контрольній ділянці до 0,80 на дослідній ділянці №3, що вказує на суттєву активацію ґрунтової мікрофлори внаслідок агротехнологічного втручання. Подібна динаміка спостерігається і в ПСП «Яблуневий сад»: індекс зростає з 0,58 до 0,83, що є свідченням ще вищої біологічної активності.

Варто зазначити, що навіть початкові значення ІБА на контрольних ділянках обох господарств демонструють певну біологічну активність, проте вона обмежена і не забезпечує повноцінного функціонування агроєкосистеми. Натомість у дослідних варіантах, зокрема №3 (СФГ) та №6 (ПСП), значення ІБА

сягають рівнів, які є типовими для ґрунтів з високим ступенем самоочищення, інтенсивного кругообігу поживних речовин і стабільної екосистемної регенерації.

Загалом, наявна позитивна тенденція вказує на ефективність використаних заходів - внесення органічних речовин, біопрепаратів, покривних культур, які активізували мікробіологічні процеси та підвищили ферментативну активність ґрунту.

### 3.4 Економічна ефективність результатів дослідження для садівничих господарств

У результаті досліджень встановлено, що правильно організоване садівниче виробництво на ґрунтах, які зазнали деградації, але були реабілітовані з використанням сучасних агротехнологій, забезпечує вищу економічну віддачу на одиницю площі.

По-перше, ключовим економічним показником є рівень валового доходу з гектара. При середній урожайності яблук у господарствах, які впроваджують інтегровану систему управління ґрунтовою родючістю (органічні добрива, листкове підживлення, підтримка рН, мульчування), річний прибуток із 1 га перевищує 250–300 тис. грн, залежно від сорту, щільності насаджень та якості плодів. Для порівняння, середній дохід із ріллі, засіяної ячменем, становить близько 30–45 тис. грн/га, навіть з урахуванням високої врожайності та ринкових цін.

По-друге, економічна доцільність інвестування в садівництво на відновлених реґрадованих ґрунтах виправдовується за рахунок високої окупності вкладених ресурсів. Укладання коштів у підвищення родючості (зокрема за рахунок мікробіологічних препаратів, мінерального вапнування, мульчування, підвищення рН) дає кумулятивний ефект — у вигляді зростання

якості ґрунту, підвищення біологічної активності та, як наслідок, більшої урожайності в довгостроковій перспективі. За нашими розрахунками, рентабельність відновленого саду, навіть з урахуванням витрат на біологічну рекультивацію, може сягати 180–220% вже починаючи з 4–5-го року плодоношення.

По-третє, результати мікробіологічного моніторингу, що зафіксував зростання чисельності амоніфікуючих та целюлозоруйнівних мікроорганізмів, мають і економічне значення. Ці показники вказують на формування саморегульованої ґрунтової системи, яка вимагає менших затрат на мінеральне удобрення в перспективі. За попередніми розрахунками, господарства, які впроваджують біологічні заходи з підтримки ґрунтової активності, мають змогу знизити витрати на мінеральні добрива на 25–30% вже на 3-й рік інтенсивного плодоношення.

Крім того, важливим економічним аспектом є зниження втрат урожаю за рахунок покращення агрофону. Відомо, що неоднорідність ґрунту призводить до розкиду врожайності по ділянках, ускладнює логістику збирання, збільшує витрати на диференційований догляд. У той же час, на однорідних ґрунтах (що зберегли або відновили свої властивості) агротехнічні заходи можна стандартизувати, що веде до економії праці, техніки і матеріалів. Наприклад, витрати на ручну працю при збиранні плодів у неоднорідних садах можуть бути на 15–20% вищими через зміну навантаження на робочих, а також нерівномірне дозрівання.

Важливим чинником економічної стабільності є і подовжене збереження плодів завдяки оптимальному живленню. Яблука, вирощені в умовах збалансованого мінерального живлення, мають вищу лежкість та товарність, що дозволяє реалізовувати продукцію не лише в період масового збирання, але й у зимово-весняний період, коли ринкова ціна зростає вдвічі. Це створює можливість розширення доходу за рахунок розтягнутої реалізації, що в умовах інфляції набуває особливої актуальності.

Також слід відзначити економічний ефект планування садів із урахуванням однорідності ґрунтових умов. В умовах Черкаської області, де природна мозаїчність ґрунтів є значною, господарства, які попередньо здійснюють агрохімічне та геоботанічне зонування перед закладкою садів, уникають надмірних витрат на вапнування, водопостачання та корекцію рН. За оцінками, ефект оптимального розміщення насаджень дозволяє заощаджувати до 8–10 тис. грн/га у перші роки експлуатації.

Економічна ефективність інтенсивного садівництва на реградованих, але відновлених ґрунтах беззаперечно підтверджується емпіричними даними. Комплекс агроекологічних заходів не лише підтримує стабільний урожай, але й знижує витрати, підвищує товарність плодів, продовжує терміни реалізації та формує передумови для стійкої рентабельності. За умови правильної агротехніки та моніторингу ґрунтового стану, такі сади можуть забезпечувати сталий дохід протягом 20–25 років експлуатації, окупаючи себе вже на 5–6-му році.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Безпечне використання агрохімікатів, добрив та біопрепаратів

У межах господарської діяльності підприємств СФГ «Яблуневий цвіт» та ПСП «Яблуневий сад» використовуються мінеральні добрива (аміачна селітра, суперфосфат, сульфат калію), комплексні мікродобрива, а також біологічні засоби захисту рослин (триходерма, біофунгіциди, бактерициди). З метою мінімізації ризиків для здоров'я працівників та довкілля в обох господарствах впроваджено основні принципи безпечного поводження з агрохімікатами, відповідно до чинного законодавства України, зокрема Закону України «Про пестициди і агрохімікати» та Державних санітарних правил (ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001) [40].

Усі роботи, пов'язані з внесенням агрохімікатів, здійснюються лише працівниками, які пройшли відповідну фахову підготовку та інструктаж з охорони праці. Працівники забезпечуються сертифікованими засобами індивідуального захисту (ЗІЗ): фільтруючими протигазами або респіраторами з маркуванням А, В, Е, комбінованими рукавицями, захисними окулярами, водонепроникними комбінезонами. Особлива увага приділяється температурному режиму і погодним умовам під час внесення — обприскування проводиться при швидкості вітру не більше 3–5 м/с, вранці або ввечері, коли немає інтенсивного сонячного випромінювання, щоб запобігти випаровуванню діючих речовин.

Зберігання агрохімікатів здійснюється у спеціально відведених приміщеннях з обмеженим доступом, обладнаних вентиляцією, протипожежною сигналізацією та засобами первинного пожежогасіння. Всі тари промарковані,

ведеться журнал обліку використання препаратів із зазначенням доз, термінів і способів внесення. Забороняється повторне використання тари з-під агрохімікатів, яка підлягає утилізації згідно з екологічними вимогами [41].

Окрему увагу приділено впровадженню біопрепаратів як альтернативи традиційним хімічним засобам. Їх застосування, окрім позитивного впливу на стан ґрунтів, суттєво знижує токсикологічне навантаження на аграрне середовище та ризики для працівників. Тим не менш, навіть при використанні біологічних агентів (наприклад, препаратів на основі бактерій *Bacillus subtilis* або грибів *Trichoderma spp.*) необхідно дотримуватися регламентів безпечного поводження, зокрема уникати інгаляції спор та прямого контакту зі шкірою.

У післяробітковий період на відповідних ділянках встановлюються попереджувальні знаки, що інформують про обмеження доступу впродовж визначеного періоду каренції. Працівники проходять обов'язкове медичне обстеження щороку, а також мають право на додаткову відпустку за роботу у шкідливих умовах згідно з класифікацією, визначеною чинними нормативно-правовими актами [42].

Реалізація заходів безпеки під час використання агрохімікатів, добрив і біопрепаратів у садівничих господарствах Черкаської області є необхідною умовою охорони праці, охорони довкілля та збереження здоров'я працівників. Забезпечення належного контролю за дотриманням норм поводження з небезпечними речовинами дозволяє не лише мінімізувати ризики, але й підвищити ефективність агровиробництва завдяки впровадженню сучасних і безпечних технологій [43].

#### 4.2 Медичний контроль і гігієна праці при роботі з добривами

Забезпечення належного рівня медико-санітарного обслуговування працівників, зайнятих у сфері сільськогосподарського виробництва, зокрема при

здійсненні робіт із застосуванням мінеральних добрив, біопрепаратів та інших агрохімічних речовин, є однією з базових складових системи охорони праці. В умовах інтенсивного садівництва, де технологічний процес неминуче пов'язаний із систематичним впливом хімічних та біологічних агентів, постає необхідність у комплексному підході до питань медичного нагляду, гігієнічної регламентації робочого середовища та впровадження ефективних засобів профілактики професійних ризиків.

Згідно з нормами чинного законодавства України, зокрема Законом України «Про охорону праці», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», а також відповідними відомчими наказами Міністерства охорони здоров'я та Міністерства аграрної політики, працівники, які безпосередньо контактують з добривами, повинні проходити обов'язкові попередні (при прийомі на роботу) та періодичні медичні огляди. Такі огляди проводяться з метою виявлення можливих протипоказань до роботи в умовах дії шкідливих речовин, а також для моніторингу змін у стані здоров'я працівників, які можуть бути зумовлені тривалим впливом агрохімікатів [44].

Медичні огляди включають комплекс лабораторно-діагностичних заходів: загальний аналіз крові та сечі, біохімічне дослідження функціонального стану печінки та нирок, спірометрію, електрокардіографію, дерматологічне обстеження, консультації терапевта, отоларинголога та за потреби — алерголога або токсиколога. Виявлення навіть незначних відхилень від фізіологічної норми є підставою для тимчасового або постійного відсторонення працівника від робіт із добривами, що пов'язано з високим рівнем потенційного професійного ризику.

Окрема увага приділяється регламентації гігієни праці, яка включає дотримання правил особистої та виробничої гігієни під час обігу добрив. Робочі місця повинні бути обладнані у відповідності до нормативних вимог: забезпечені засобами індивідуального захисту (респіратори, захисні окуляри, гумові рукавиці, спецодяг), мати доступ до чистої води, санітарно-побутових приміщень, вентиляційної системи та аптечок першої медичної допомоги. Перед початком роботи працівники мають проходити щоденний візуальний огляд і

отримувати інструктаж з охорони праці, зокрема щодо безпечного поводження з конкретними видами добрив (азотні, фосфорні, калійні, комплексні тощо) [45].

Під час виконання робіт із внесення добрив у ґрунт або обробки рослин, суворо забороняється прийом їжі, пиття, куріння або інші дії, що можуть призвести до потрапляння речовин до організму. Після завершення робочої зміни працівники зобов'язані пройти санітарну обробку (миття рук, прийом душу), здійснити дезінфекцію або заміну забрудненого спецодягу, а також провести профілактичне очищення робочого інвентарю. Спецодяг має зберігатися окремо від особистих речей, а його прання та знепилювання повинні здійснюватися централізовано у спеціально відведених приміщеннях.

Систематичний медичний контроль дозволяє не лише виявити порушення стану здоров'я працівників на ранніх стадіях, але й здійснювати своєчасну корекцію умов праці, знижувати рівень професійної захворюваності та запобігати розвитку хронічних інтоксикацій, алергічних дерматитів, захворювань дихальної системи тощо. Належна організація медичного спостереження також створює умови для обґрунтованого планування графіків змінності, обмеження контактів із шкідливими речовинами та застосування компенсаторних механізмів у вигляді скорочення тривалості робочого часу або надання додаткової відпустки [46].

Комплекс заходів із медичного контролю та гігієни праці при роботі з добривами в умовах інтенсивного садівництва спрямований не лише на виконання формальних вимог законодавства, а насамперед — на збереження професійної придатності працівників, підвищення безпеки виробничого процесу та формування відповідального ставлення до здоров'я як важливого ресурсу аграрного виробництва. У поєднанні з агроекологічними технологіями, що спрямовані на зменшення хімічного навантаження, впровадження заходів медико-гігієнічного контролю є важливою складовою сталого розвитку сільськогосподарських підприємств в умовах підвищеного техногенного і природного навантаження.

#### 4.3 Заходи захисту працівників під час відбору зразків і лабораторних аналізів

Відбір зразків ґрунту, рослинної маси та добрив, а також їх подальший аналіз у лабораторних умовах, є невід'ємною складовою агроекологічного моніторингу, що здійснюється з метою оцінки рівня деградації ґрунтів, ступеня забезпеченості елементами живлення, виявлення залишкових кількостей пестицидів, важких металів, нітратів та інших потенційно небезпечних компонентів. У зв'язку з цим постає необхідність забезпечення високого рівня безпеки працівників, які залучаються до зазначених процесів, оскільки вони можуть піддаватися дії біологічних, хімічних і фізичних чинників ризику [47].

Під час відбору зразків ґрунту в польових умовах працівники можуть контактувати з пилом, залишками агрохімікатів, збудниками інфекцій (наприклад, при наявності патогенних мікроорганізмів у ґрунті), а також зазнавати впливу несприятливих кліматичних умов. У зв'язку з цим основними засобами індивідуального захисту є: щільний робочий одяг із водо- й пилонепроникного матеріалу, захисні рукавиці, респіратори або напівмаски зі змінними фільтрами (при роботі в суху або вітряну погоду), захисне взуття з антиковзною підошвою. Працівники повинні мати змогу регулярно мити руки, користуватись антисептичними засобами, а після роботи проходити гігієнічну обробку. Важливою умовою є проходження попереднього та періодичного інструктажу з охорони праці, а також ознайомлення з планом дій у випадку надзвичайних ситуацій.

Під час відбору зразків добрив (особливо сипучих, гранульованих або рідких концентрованих форм), можливий ризик контакту з речовинами, які можуть спричинити подразнення шкіри або дихальних шляхів, термічні опіки, хімічні реакції. У таких випадках необхідне використання хімістійкого одягу,

гумових герметичних рукавиць, захисних окулярів або щитків, а також маркування ємностей та пакувальних матеріалів відповідно до міжнародних стандартів (згідно з вимогами GHS — Глобально узгодженої системи класифікації та маркування хімікатів).

У лабораторних умовах, де здійснюється підготовка, зважування, екстрагування та аналітична оцінка зразків, особливої уваги потребує організація безпечного робочого середовища. Основні загрози пов'язані з можливим вдиханням парів реагентів (наприклад, кислот, органічних розчинників), контактом із корозійно-активними або токсичними речовинами, а також з ймовірністю механічних ушкоджень при роботі зі скляним посудом, центрифугами, аналітичними вагами та іншим лабораторним обладнанням. Для запобігання цим ризикам лабораторії мають бути обладнані витяжними шафами, системами примусової вентиляції, приладами контролю мікроклімату, а також чітко регламентованими зонами зберігання небезпечних речовин [48].

Працівники лабораторій повинні використовувати халати або комбінезони із щільного матеріалу, головні убори, респіратори, при потребі — фартухи з гумовим або кислототривким покриттям, а також захисні окуляри або екрани. Окремо слід зазначити, що зберігання їжі, пиття, особистих речей у приміщеннях лабораторії суворо забороняється. Робочі поверхні мають регулярно дезінфікуватися, а всі небезпечні відходи — утилізуватись відповідно до санітарно-екологічних вимог (із дотриманням вимог Наказу МОЗ № 325 від 20.08.2019 «Про затвердження санітарного регламенту для лабораторій»).

Окрім забезпечення засобами індивідуального захисту, ключовим елементом є систематичне навчання персоналу основам безпечної роботи в лабораторії, дії у випадку аварійних ситуацій (розлив хімікатів, займання, травмування), а також надання першої домедичної допомоги. Працівники повинні мати доступ до аптечок, вогнегасників, аварійних душів та очних фонтанів, які розташовуються безпосередньо у зоні роботи з небезпечними речовинами [49].

Система захисту працівників при виконанні робіт із відбору зразків та їх лабораторного дослідження побудована на принципах превентивного підходу, мінімізації ризиків, дотримання стандартів безпеки, підвищення обізнаності персоналу та забезпечення належного санітарно-гігієнічного режиму. Вона є необхідною умовою стабільного функціонування аграрного виробництва в умовах екологічно чутливих територій, таких як деградовані чорноземи Черкаської області.

#### 4.4 Екологічна безпека технологій садівництва

Технологічні процеси, що виконуються в садівництві, зокрема обприскування дерев, внесення мінеральних добрив, механічний догляд за міжряддями, зрошення, обрізка та збирання урожаю, пов'язані з підвищеним навантаженням на працівників і ризиком професійних захворювань. Особливо це стосується контактів із хімічними речовинами, пилом, ультрафіолетовим випромінюванням, шумом від техніки, вібраціями, а також значними фізичними навантаженнями.

З метою мінімізації зазначених загроз і забезпечення екологічної безпеки праці, доцільним є впровадження комплексу заходів, які охоплюють організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні та профілактичні напрямки. Зокрема:

Раціональна організація робочого процесу передбачає чітке планування виробничих операцій з урахуванням метеорологічних умов, часу доби (щоб уникати пікового сонячного випромінювання) і біологічного циклу рослин та шкідників. Це дозволяє зменшити тривалість контакту працівника з потенційно шкідливими агентами та запобігти перегріванню чи переохолодженню [50].

Застосування екологічно безпечних агротехнологій, таких як біологічні засоби захисту, крапельне внесення добрив, точкове обприскування, сприяє

зменшенню обсягу хімічних обробок та, відповідно, зниженню ризику отруєнь, алергічних реакцій і накопичення шкідливих речовин у робочій зоні.

Захист від пилу та аерозолів, які виникають при роботі на еродованих ділянках або під час внесення сипучих препаратів, досягається використанням респіраторів, закритого одягу, захисних окулярів та дотриманням норм провітрювання в зоні роботи техніки або обприскування.

Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) є обов'язковим під час усіх етапів догляду за садами. Працівники повинні бути забезпечені спецодягом, рукавицями, головними уборами, респіраторами, а у разі роботи з рідкими хімікатами — захисними фартухами та окулярами. Важливою умовою є їх регулярна заміна та відповідність ЗІЗ вимогам чинних стандартів.

Контроль за мікрокліматичними умовами на робочих ділянках (температура, вологість, швидкість вітру) особливо актуальний у літній період. Працівники мають бути забезпечені питною водою, тіньовими зонами для відпочинку та засобами першої допомоги у випадку перегрівання чи теплового удару [51].

Своєчасне проходження медичних оглядів та інструктажів з охорони праці, включаючи навчання з екологічної безпеки аграрних технологій, дозволяє виявити групи ризику серед працівників і коригувати навантаження з урахуванням їхнього стану здоров'я.

Варто підкреслити, що екологічна безпека технологій у садівництві — це не лише питання охорони довкілля, але й стратегічний інструмент профілактики професійних ризиків, підвищення ефективності праці та зміцнення здоров'я працівників. У господарствах, які функціонують в умовах деградованих ґрунтів, необхідно приділяти особливу увагу поєднанню агроекологічних та гігієнічно-санітарних норм у щоденній практиці. Це дозволяє сформувати безпечне виробниче середовище, адаптоване до специфіки природно-кліматичних умов Черкаської області, з урахуванням принципів сталого розвитку.

## ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження встановлено, що інтенсивне садівництво на реградованих чорноземах Черкаської області, за умови впровадження системного агроекологічного підходу, може не лише запобігати подальшому виснаженню ґрунтів, але й сприяти їх поступовому відновленню. Порівняльний аналіз зразків ґрунту, відібраних з-під яблуневих садів у двох господарствах та контрольних ділянок з посівами ячменю, продемонстрував ряд важливих особливостей.

Зокрема, встановлено, що під багаторічними насадженнями за умови інтенсивного догляду – системного удобрення, мульчування, регулювання рН, листового підживлення – відбувається стабілізація ґрунтових властивостей. Спостерігалось покращення агрохімічних показників, зокрема вмісту органічної речовини, буферної здатності та зменшення кислотності, що пояснюється збалансованим внесенням добрив, у тому числі мікробіологічного походження.

Особливої уваги заслуговують результати мікробіологічного моніторингу. Під впливом інтенсивного садівництва з елементами органічного землеробства було зафіксовано підвищення чисельності целюлозоруйнівних, амілолітичних та амоніфікувальних мікроорганізмів, що свідчить про активізацію біологічних процесів у ґрунті та наближення його стану до характеристик типових чорноземів. Таким чином, інтенсивна агротехніка за умови екологічної орієнтації може сприяти позитивним змінам у структурі мікробіому та підвищенню біологічної активності ґрунтів.

Окремо підкреслено важливість просторової однорідності ґрунтового середовища для закладання нових садів. Проведене дослідження показало, що варіабельність ґрунтових характеристик у межах садової площі ускладнює управління агроєкосистемою і може призводити до нерівномірного розвитку

рослин. Враховуючи природну мозаїчність ґрунтового покриву Черкащини, при закладанні нових садів доцільно обирати максимально однорідні за гранулометричним складом і хімічними властивостями ділянки.

Ефективне агроекологічне управління реградованими чорноземами у садах повинно включати:

- застосування мікробіологічних та органо-мінеральних добрив,
- регулярне листкове підживлення для швидкої реакції рослин на дефіцит елементів живлення,
- створення умов для стабілізації та збагачення ґрунтового мікробіому,
- моніторинг фізико-хімічних і біологічних показників ґрунту,
- планування посадок з урахуванням ґрунтової однорідності.

Результати дослідження підтверджують, що інтенсивне садівництво може слугувати не лише продуктивною формою землекористування, але й інструментом агроекологічної реабілітації деградованих ґрунтів за умови раціонального управління та застосування адаптивних технологій.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ачасов А. Б. Деякі аспекти формалізації гідротермічних умов ґрунтоутворення // Вісник аграрної науки. – 2006. – № 9. – С. 17–21.
2. Zhu Z. L., Bai Y., Lv M. L., Tian G., Zhang X., Li L., Jiang Y. M., Ge S. F. Soil fertility, microbial biomass, and microbial functional diversity responses to four years fertilization in an apple orchard in north China // Horticultural Plant Journal. – 2020. – Vol. 6. – P. 223–230.
3. Li J., Cooper J. M., Lin Z. A., Li Y. T., Yang X. D., Zhao B. Q. Soil microbial community structure and function are significantly affected by long-term organic and mineral fertilization regimes in the north China plain // Applied Soil Ecology. – 2015. – Vol. 96. – P. 75–87.
4. Балюк С., Воротинцева Л. Трансформація властивостей чорноземних ґрунтів і стійкість їх до антропогенного навантаження // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2013. – Вип. 44. – С. 8–16.
5. Белоліпський В. О., Полулях М. М. Система охорони від водної ерозії ґрунтів схилених територій степових агроландшафтів (науково-методичний посібник) / За ред. В. О. Белоліпського, Т. М. Лактіонової. – Харків: [б. в.], 2016. – 169 с.
6. Бережняк М. Ф., Бережняк Є. М. Екологічна стійкість чорноземних ґрунтів в умовах сучасного використання // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2009. – Вип. 134, ч. 3. – С. 39–49.
7. Zhang R., Liu Z., Wang Y., Jiang Z., Li M., Li H., Zhao X., Duan Z., Song X. Effects of intercropping on composition and molecular diversity of soil dissolved organic matter in apple orchards: Different roles of bacteria and fungi // Agriculture, Ecosystems & Environment. – 2025. – Vol. 382. – P. 109509.

- 8.Агроекономічні і екологічні основи прогнозування та програмування рівня врожайності сільськогосподарських культур / За ред. О. В. Харченка. – Суми: Університетська книга, 2014. – 239 с.
- 9.Бегей С. В., Шувар І. А. Екологічне землеробство: підручник. – Львів: Новий Світ-2000, 2007. – 429 с.
- 10.Гудзь В. П., Шувар І. А., [ін.]. Адаптивні системи землеробства: підручник
- 11.Землеробство: підручник / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, А. П. Бутило, В. П. Опришко; за ред. В. О. Єщенка. – Київ: ЛазуритПоліграф, 2013. – 376 с.
- 12.Культура сидерації: наукові основи ефективного застосування зелених добрив у господарствах різних форм власності / за наук. ред. Е. Г. Дегодюка, С. Ю. Булигіна. – Київ: Аграрна наука, 2013. – 80 с.
- 13.Методологічні аспекти еколого-економічного обґрунтування рівнів врожайності сільськогосподарських культур в проектах землеустрою / за ред. О. В. Харченка. – Суми: Університетська книга, 2013. – 63 с.
- 14.Канівець В. І., Мельник А. І., Канівець С. В. До питання класифікації чорноземних ґрунтів. Чорноземи вилужені слабогумусовані // Агрохімія і ґрунтознавство: міжвідомчий збірник. – 2012. – Вип. 78. – С. 21–25.
- 15.Примак І. Д., Гудзь В. П., Рошко В. Г. та ін. Раціональні сівозміни в сучасному землеробстві. – Біла Церква, 2003. – 384 с.
- 16.Рекомендації з охорони і збереження родючості ґрунтів / О. В. Греков, В. М. Панасенко, Н. М. Осередько та ін. – Київ: Центрдержродючість, 2009. – 44 с.
- 17.Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур. – Київ: ННЦ «Інститут землеробства НААН», 2012. – 195 с.
- 18.Харченко О. В., Прасол В. І., Ільченко О. В. Агроекономічне і екологічне обґрунтування рівня живлення сільськогосподарських культур. – Суми: Університетська книга, 2009. – 125 с.
- 19.Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / за ред. Дж. Гофмана, Д. Мельничука, М. Городнього. – Київ: Арістей, 2004. – 487 с.

20. Zhu Z. L., Bai Y., Lv M. L., Tian G., Zhang X., Li L., Jiang Y. M., Ge S. F. Soil fertility, microbial biomass, and microbial functional diversity responses to four years fertilization in an apple orchard in north China // *Horticultural Plant Journal*. – 2020. – Vol. 6. – P. 223–230.
21. Li J., Cooper J. M., Lin Z. A., Li Y. T., Yang X. D., Zhao B. Q. Soil microbial community structure and function are significantly affected by long-term organic and mineral fertilization regimes in the north China plain // *Applied Soil Ecology*. – 2015. – Vol. 96. – P. 75–87.
22. Chen G., Liu S., Xiang Y., Tang X., Liu H., Yao B., Luo X. Impact of living mulch on soil C:N:P stoichiometry in orchards across China: A meta-analysis examining climatic, edaphic, and biotic dependency // *Pedosphere*. – 2020. – Vol. 30. – P. 181–189.
23. Zhao Z., Tong Y., Liu F., Wang X., Zeng Y. Assessment of current conditions of household fertilization of apples in Weibei Plateau // *Journal of Eco-Agriculture*. – 2012. – Vol. 20. – P. 1003–1009.
24. Булигін С. Ю., Ачасова А. О., Ачасов А. Б., Барвінський А. В. Шляхи формування екологічно сталих ландшафтів // *Науковий вісник НАУ*. – 2005. – № 81. – С. 157–162.
25. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / за ред. В. В. Волкогона. – Чернігів, 2010. – С. 308–382.
26. Гаськевич В. Г., Гаськевич О. В. Роль сірих лісових ґрунтів у формуванні ґрунтових комбінацій Пасмового Побужжя // *Вісник Одеського університету. Серія: Географічні та геологічні науки*. – 2015. – Т. 20, Вип. 3. – С. 59–71.
27. Гнатенко О. Ф., Петренко Л. Р., Катитик М. В., Вітвицький С. В., Кравченко Ю. С., Богданович Р. П. Ґрунтознавство: лабораторний практикум. – Київ: РВЦ НАУ, 2000. – 170 с.
28. Гораш О. С. Закономірності управління продуктивністю колоса ярого ячменю на основі норм висіву // *Збірник наукових праць. – Кам'янець-Подільський*, 2005. – Вип. 13. – С. 57–61.

- 29.Добряк Д. О., Канащ О. П., Розумний І. А. Класифікація та екологічне використання сільськогосподарських земель. – Київ, 2001. – 309 с.
- 30.Добряк Д. С., Канащ О. П., Бабміндра Д. І., Розумний І. А. Класифікація сільськогосподарських земель як наукова передумова їх екологобезпечного використання. – Київ: Урожай, 2007. – 464 с.
- 31.Довкілля Черкащини за 2009 рік: статистичний збірник / за ред. В. П. Приймака. – Черкаси: Головне управління статистики у Черкаській області, 2010. – 180 с.
- 32.Голиков А. П., Олійник Я. Б., Степаненко А. В. Вступ до економічної і соціальної географії. – Київ: Либідь, 1996. – 320 с.
- 33.Шматковська О. М. Сільське господарство України: тенденції, проблеми, перспективи // Економіка АПК. – 2021. – № 6. – С. 42–49.
- 34.Козяр І. М., Савчук Т. П. Стан і напрями відновлення родючості деградованих чорноземів у Лісостепу України // Вісник аграрної науки. – 2020. – № 11. – С. 25–31.
- 35.Методи агроекологічних досліджень у ґрунтознавстві: навчальний посібник / за ред. М. І. Ромащенко. – Київ: Аграрна наука, 2020. – 284 с.
- 36.ДСТУ ISO 10381-6:2006. Якість ґрунту. Відбір проб. Частина 6. Настанови щодо відбору зразків для фізико-хімічних та біологічних досліджень. – [Чинний від 2006-07-01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2006. – 16 с.
- 37.ДСТУ 4287:2004. Ґрунти. Методика відбору проб. – [Чинний від 2005-01-01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 9 с.
- 38.Мазур О. М., Глущенко Н. О. Мікробіологічний контроль якості ґрунтів: методичні підходи та інтерпретація результатів // Ґрунтознавство. – 2020. – Т. 21, № 1. – С. 68–75.
- 39.Методика агрохімічного паспортування сільськогосподарських угідь: затверджена наказом Мінагрополітики України від 14.01.2013 № 12 / УкрНДПП ґрунтів. – Київ: Аграрна наука, 2013. – 112 с.
- 40.Закон України «Про пестициди і агрохімікати» від 02.03.1995 № 86/95-ВР // Відомості Верховної Ради України. – 1995. – № 14. – Ст. 91.

- 41.ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001. Державні санітарні правила транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві. – Київ: МОЗ України, 2001. – 52 с.
- 42.Біопрепарати в агровиробництві: наукові основи, регламенти та практика застосування / за ред. В. В. Кравченка. – Київ: Аграрна наука, 2020. – 248 с
- 43.Мельник П. Ю. Система безпечного поводження з агрохімікатами в аграрному секторі // Охорона праці. – 2021. – № 5. – С. 24–29.
- 44.Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-XII // Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 49. – Ст. 668.
- 45.Гігієна праці в сільському господарстві: підручник / за ред. Ю. І. Кундієва, В. Г. Передерія. – Харків: ХНМУ, 2019. – 368 с.
- 46.Гончарук Є. Г. Профілактика професійної патології у працівників аграрного сектору // Практична медицина. – 2021. – № 3(105). – С. 42–47.
- 47.Безпечне проведення лабораторних досліджень: навчальний посібник / за ред. В. В. Трояна. – Київ: КНУ імені Тараса Шевченка, 2020. – 212 с.
- 48.Наказ МОЗ України № 325 від 20.08.2019 «Про затвердження Санітарного регламенту для лабораторій» // Офіційний вісник України. – 2019. – № 76. – Ст. 2564.
- 49.Дьяків І. В., Семенова Т. О. Охорона праці в лабораторіях: стандарти, інструкції, профілактика // Охорона праці. – 2021. – № 4. – С. 30–36.
- 50.Кравченко І. М., Дмитрук О. Ю. Оцінка ризиків і безпечні умови праці в садівництві // Охорона праці і промислова безпека. – 2021. – № 6. – С. 33–38.
- 51.Пономаренко О. В. Екологічна безпека аграрного виробництва: організаційно-технологічні аспекти // Екологічні науки. – 2020. – № 2(31). – С. 56–62.