

КАБІNET МІНІСТРІВ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

грунтознавства та охорони

ґрунтів

ім. М.К. Шикучи

(назва кафедри)

доцент Богданович Р.П.
(вчене звання, підпис) (ПІБ)

«__» _____ 2025 р.

ВИПУСКНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: «Якісна оцінка ґрунтів ФГ «Полісся» Київської області та заходи щодо їх покращення»

Спеціальність **201 «Агрономія»**

Виконав

_____ (підпис)

Коваленко С.М.

(ПІБ студента)

**Керівник випускної
бакалаврської роботи**

д.с-г.н, професор

(науковий ступень та вчене звання)

_____ (підпис)

Балаєв А.Д.

(ПІБ)

Київ-2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

грунтознавства та охорони

ґрунтів

ім. М.К Шикули

(назва кафедри)

д.с-г.н, професор
(вчене звання, підпис)

Балаєв А.Д.
(ПІБ)

« » 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання випускної магістерської роботи студенту

Коваленко Семену Михайловичу

(Прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність (агрохімія і ґрунтознавство) 201 (6.090101) «Агрономія»

Тема випускної бакалаврської роботи «Якісна оцінка ґрунтів ФГ «Полісся» Київської області та заходи щодо їх покращення».

затверджена наказом ректора НУБіП України від 17.01.2024 р. №75 «С»

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру

(рік, місяць,

число)

Вихідні дані до випускної магістерської роботи (дипломного проекту магістра)

Літературні джерела, дані господарства.

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Вивчити погодно-кліматичні умови господарства,

2. Вивчити основні ґрунти господарства та їх властивості,

3. Встановити бал бонітету, зробити якісну оцінку ґрунтів та розробити заходи з підвищення їх родючості

Дата видачі завдання «10.03.2024»

Керівник випускної

Магістерської роботи

(підпис)

Балаєв А.Д.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання роботи

(підпис)

Коваленко С.М.

(прізвище

та

ініціали

студента

Зміст

Вступ	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Сучасні підходи до якісної оцінки ґрунтів	8
РОЗДІЛ 2. УМОВА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ...	16
2.1. Коротка характеристика господарства	16
2.2. Кліматичні умови господарства	17
2.3. Ґрунтові умови господарства та їх характеристика	20
2.3. Номенклатурний список ґрунтів господарства.....	21
РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОВИХ ВІДМІН ГОСПОДАРСТВА ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ.....	23
3.1. Характеристика ґрунтових відмін господарства	23
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА ЯКОСТІ ҐРУНТІВ ГОСПОДАРСТВА ЗА ЗА МЕТОДИКОЮ НАУ	42
4.1. Агроекологічний метод бонітування ґрунтів за методикою Національного аграрного університету (А.І.Сірий, 1974).....	42
4.2. Розробка заходів з оптимізації показників властивостей ґрунтів.....	48
Очікувані результати реалізації програми.....	52
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ БОНІТУВАННЯ	53
Список використаної літератури.....	66

Анотація

Дипломна робота на тему «Якісна оцінка ґрунтів ФГ «Полісся» Київської області та заходи щодо їх покращення» виконана на 67 сторінках машинописного тексту і складається з: 7 розділів, висновків, 41 літературних джерел, 3 рисунки та 12 таблиць.

Дана робота заключалася в тому, щоб визначити якісну оцінку ґрунтів господарства та розробити заходи з відтворенням їх родючості.

Встановлено бал бонітету ґрунтів ФГ «Полісся» і виділено найкращі ФГ «Полісся» ґрунти господарства. Отримані нами результати послужили основою для вирішення питань по покращенню незадовільного стану сільськогосподарського угіддя, причиною якого є незначний вміст гумусу та елементів живлення, підвищена кислотність, недостатнє внесення добрив. Результатом роботи є аргументовані висновки та рекомендації щодо заходів з відтворення родючості ґрунтів ФГ «Полісся».

Ключові слова: ґрунт, родючість, бонітування, бал бонітету, якісна оцінка, грошова оцінка, баланс гумусу.

Вступ

Якість ґрунту – це здатність ґрунту функціонувати в межах його природних або керованих екосистем, підтримуючи продуктивність рослин і тварин, зберігаючи або покращуючи рівень води та інші важливі функції. Оцінка якості ґрунту включає вимірювання фізичних, хімічних та біологічних властивостей ґрунту для виявлення потенційних гальмуючих факторів [41]. Вона зосереджена на динамічних аспектах оцінки методів сталого управління ґрунтами, але також необхідно враховувати притаманні ґрунту фактори.

Здоров'я ґрунту – це оцінка того, наскільки добре ґрунт виконує всі свої функції зараз і як ці функції зберігаються для майбутнього використання. Його не можна визначити, вимірюючи лише врожайність сільськогосподарських культур або якість води. Оцінка якості ґрунту вивчає багато змінних, включаючи ґрунтову біоту або біологію, пористість ґрунту та його водоутримувальну здатність, вміст органічної речовини в ґрунті та сам ґрунт.

Якість ґрунту пов'язана зі здатністю ґрунту надавати екосистемні послуги на сталій основі. Послуги надаються ґрунтом за допомогою біологічних процесів, а якість ґрунту залежить від форми та характеристик ґрунту. Індикаторами можуть бути фізичні, хімічні та біологічні властивості, процеси або характеристики ґрунтів, а також морфологічні або візуальні особливості рослин.

Хоча Україна досягла значного прогресу в боротьбі зі зміною клімату з 2010-х років і вжила зусиль для узгодження своєї екологічної стратегії зі стандартами ЄС, вторгнення росії у 2022 році сприяло руйнуванню навколишнього середовища через викид потенційно токсичних елементів внаслідок військової діяльності.

Одна з найбільших проблем, з якою стикається Україна, – це деградація ґрунту, яка впливає на один з основних природних ресурсів країни. Ґрунт, необхідний для сільського господарства та національної й міжнародної

продовольчої безпеки. Здоров'я ґрунту має велике значення в Україні, враховуючи, що сільське господарство є одним з основних видів економічної діяльності, на яке припадає 11% ВВП, 60% експорту на суму 23,3 мільярда євро у 2023 році [32].

Серед основних форм деградації є ерозія, процес, який вражає близько 40 відсотків сільськогосподарських угідь.

Втрата родючого шару, яка знижує продуктивність ґрунтів, роками сприяла використанню інтенсивних та нестійких сільськогосподарських практик. До них належать такі стратегії, як глибока оранка та відсутність сівозміни. Більше того, війна створила додаткову надзвичайну ситуацію. Дійсно, конфлікт сприяв спустошенню, викидаючи токсичні елементи, такі як свинець, ртуть та миш'як, які можуть спричинити серйозні наслідки для здоров'я населення, проникаючи в харчові ланцюги.

Вибухи, переміщення військ та використання боєприпасів – це події, які сприяють не лише забрудненню та деградації ґрунту, а й руйнуванню рослинних покривів та порушенню їхньої екологічної функції. Але є ще одна проблема: наявність мін та залишків війни. Це фактично перешкоджає як впровадженню методів відновлення, так і моніторингу.

Національна система спостереження за ґрунтами наразі фрагментована та недостатня. Отже, війна зробила багато районів недоступними та зірвала кілька видів діяльності з відбору проб.

Також бракує узгодженої національної стратегії та оновлених інструментів для оцінки стану ґрунтів. Таким чином, наразі стає дуже важко оцінити такі відповідні явища, як ущільнення, підкислення, засолення та втрата органічної речовини. І так само складно вживати цілеспрямованих заходів щодо відновлення. Тому в майбутньому буде надзвичайно важливо зміцнити можливості дистанційного моніторингу, впровадити методи природоохоронного землеробства, відновити ґрунти, забруднені та небезпечні через наявність залишків війни, та, нарешті, інтегрувати захист ґрунтів у політику кліматичної реконструкції та адаптації.

Метою дослідження є проведення якісної оцінки ґрунтів фермерського господарства «Полісся» Київської області.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішати наступні **завдання:**

- Проаналізувати сучасні наукові підходи до якісної оцінки ґрунтів;
- Надати характеристику фермерського господарства «Полісся», включаючи його розташування, структуру угідь, кліматичні умови та загальний ґрунтовий покрив;
- Встановити номенклатуру та описати властивості основних ґрунтових відмін господарства;
- Провести бонітування ґрунтів за агроекологічним методом А. І. Сірого (1974);
- Розробити комплекси агротехнічних, меліоративних та добривових заходів для покращення фізичних, хімічних та біологічних властивостей ґрунтів;
- Оцінити економічну ефективність бонітування та запропонованих заходів;
- Проаналізувати аспекти охорони навколишнього природного середовища та охорони праці при впровадженні заходів з покращення ґрунтів.

Об’єктом дослідження є ґрунтовий покрив фермерського господарства «Полісся» Київської області.

Предметом дослідження є властивості та якісні показники ґрунтів господарства.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Сучасні підходи до якісної оцінки ґрунтів

Знання якості ґрунту є важливим при розгляді оцінки деградації земель, управління ґрунтами, виробництва сільськогосподарських культур та продовольчої безпеки. Якість ґрунту є необхідною умовою для кращого планування та використання земельних ресурсів [36]. Зниження якості ґрунту порушує основні функції ґрунту та може перешкоджати виробництву сільськогосподарських культур та продовольчій безпеці. Однак оцінка якості ґрунту необхідна для визначення ділянок з відповідною високою та низькою якістю ґрунту, а також їхньої придатності для сільськогосподарського використання в цілому та вирощування культур зокрема. Це надасть цінну інформацію про можливість деградації ґрунту та видобутку поживних речовин фермерам, землекористувачам та політикам для прийняття рішень щодо сталого управління земельними ресурсами.

Основним фактором, що визначає врожайність, є ґрунтова родючість, яка залежить від вмісту органічної речовини, макро- та мікроелементів (азот, фосфор, калій, залізо, бір, цинк), рівня кислотності (рН) та катіонообмінної здатності. Регулярний аналіз ґрунту дозволяє [2]:

– Визначити рівень забезпеченості рослин поживними речовинами та внести добрива в оптимальних дозах. Наприклад, при низькому вмісті доступного фосфору ($P_2O_5 < 20$ мг/кг) рекомендується внесення суперфосфату у дозі 40-80 кг/га.

– Скоригувати кислотність – у кислих ґрунтах (рН < 5,5) знижується доступність молібдену та кальцію, а у лужних (рН > 7,5) обмежується засвоєння заліза та марганцю. Для регулювання рН проводять вапнування чи гіпсування.

– Запобігти накопиченню токсичних сполук, таких як важкі метали (Pb, Cd, Hg), надлишкові хлориди та нітрати, які можуть знижувати схожість та якість продукції.

Якісний склад ґрунту впливає не тільки на живлення рослин, але і на його водоутримуючу здатність та аерацію.

Глинисті ґрунти погано пропускають повітря і схильні до застою вологи, що призводить до зниження активності кореневої системи та розвитку анаеробних процесів.

Піщані ґрунти швидко втрачають вологу та поживні речовини, що вимагає внесення органічних добрив (перегній, компост) та гідрогелів (поліакрилати) для збільшення водоутримуючої здатності.

Чорноземи і суглинні ґрунти мають збалансовані фізико-хімічні характеристики, але без грамотної сівозміни і добрив можуть втрачати родючість.

Регулярний моніторинг структури ґрунту дозволяє запобігти ущільненню, водній ерозії та деградації. Глибоке розпушування та використання органічних добрив сприяють покращенню її агрофізичних властивостей.

Родючий ґрунт містить корисні мікроорганізми (ризобактерії, мікоризні гриби, азотфіксуючі бактерії), що розкладають органічні речовини та збагачують ґрунт доступними сполуками азоту, фосфору та калію. Дефіцит біологічної активності призводить до накопичення патогенів, зниження доступності поживних речовин та погіршення структури ґрунту. Біологічний контроль дозволяє [5]:

- Оцінити кількість та активність корисної мікрофлори.
- Виявити патогенні мікроорганізми, що викликають захворювання рослин, та скоригувати систему захисту.
- Оптимізувати застосування органічних добрив, таких як гумати та біостимулятори на основі екстрактів морських водоростей.
- Регулярний контроль ґрунту не тільки підвищує врожайність, а й оптимізує витрати на добрива, знижує екологічне навантаження та запобігає деградації сільськогосподарських земель. Використання точного землеробства, сенсорного моніторингу та лабораторних аналізів дозволяє

вносити добрива та коригувальні добавки в точних дозах, запобігаючи як дефіциту, так і надлишку поживних речовин.

Оцінка стану ґрунту відіграє ключову роль в ефективному управлінні агросистемами, оптимізації живлення рослин та запобіганні деградації сільськогосподарських угідь. Сучасні методи діагностики дозволяють отримувати оперативні та точні дані про хімічний склад, кислотність, механічну структуру, вміст органічної речовини та біологічну активність ґрунту. Діагностика може проводитися як у лабораторних умовах, так і за допомогою експрес-методів, що забезпечує гнучкість під час аналізу стану ґрунтового покриву.

Лабораторні дослідження забезпечують максимальну точність та широкий спектр аналізованих параметрів, що особливо важливо при розробці стратегій внесення добрив та моніторингу ґрунтової родючості.

Аналіз хімічного складу дозволяє визначити вміст макро-, мезо-, мікро-елементів. Наприклад, при дефіциті фосфору ($P_2O_5 < 20$ мг/кг) вносять суперфосфат у дозі 40-80 кг/га, а при нестачі цинку ($Zn < 0,5$ мг/кг) застосовують сульфат [1].

Визначення кислотності (рН) необхідне корекції умов харчування. У кислих ґрунтах ($pH < 5,5$) знижується доступність молібдену та кальцію, а в лужних ($pH > 7,5$) погіршується засвоєння заліза та марганцю. Для нейтралізації кислотності проводять вапнування, а за лужності застосовують гіпсування [15].

Гранулометричний аналіз допомагає визначити співвідношення піску, мулу та глини, що впливає на вологоутримуючу здатність ґрунту та його аерацію. У піщаних ґрунтах мікроелементи вимиваються швидше, що потребує регулярного внесення органічних добрив та гідрогелів [9].

Визначення органічної речовини та гумусу дозволяє оцінити вміст поживних елементів та мікробіологічну активність ґрунту. Чорноземні ґрунти містять 5–8% гумусу, а піщані – менше 2%, що впливає на їхню

родючість. При низькому вмісті гумусу вносять перегній (20–40 т/га) або сидерати.

Діагностика засолення та вмісту токсичних сполук (Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-} , важкі метали) особливо важлива в регіонах з інтенсивним зрошенням. Надмірне засолення вимагає внесення кальцію (Ca^{2+}) та гіпсування, а при високому вмісті важких металів використовують фіторе mediaцію та застосування органічних сорбентів.

Для оперативного контролю за станом ґрунту в польових умовах використовують експрес-методи, що дозволяють швидко визначити основні показники без лабораторних аналізів.

Тест-смужки та індикаторні розчини дозволяють визначити рН ґрунту за кілька хвилин, що важливо для коригування живлення рослин. Наприклад, у кислих ґрунтах ($\text{pH} < 5,5$) проводять вапнування, а в лужних – підкислення сульфатами [15].

Мобільні прилади та сенсори для визначення електропровідності, рівня нітратів, вмісту фосфору та калію дозволяють агрономам швидко оцінити забезпеченість ґрунту поживними елементами та відкоригувати систему добрив.

Методи біоіндикації, що ґрунтуються на спостереженні за станом рослин, допомагають побічно визначити дефіцит мікроелементів. Наприклад, міжжилковий хлороз у винограду свідчить про нестачу заліза, а скручування листя у томатів – дефіцит бору [29].

З розвитком точного землеробства активно використовуються дистанційні методи моніторингу, які дозволяють аналізувати стан ґрунту на великих територіях.

Системи автоматизованого ґрунтового аналізу інтегруються з датчиками вологості, рН та електропровідності, що дозволяє отримувати дані в реальному часі та оптимізувати внесення добрив [1].

Агрономічні моделі прогнозування дозволяють передбачати динаміку зміни ґрунтових параметрів, враховуючи кліматичні умови, склад ґрунту та агротехнології.

Комплексний підхід до діагностики ґрунту, що поєднує лабораторні аналізи, експрес-тести та цифрові технології, дозволяє своєчасно коригувати живлення рослин, запобігати виснаженню ґрунту та підвищувати ефективність землеробства. Використання сучасних методів контролю сприяє раціональному застосуванню добрив, підвищенню врожайності та сталому веденню сільського господарства.

Сучасні технології моніторингу ґрунту дозволяють аграріям оперативного контролювати його стан, керувати харчуванням рослин та підвищувати врожайність за рахунок точного внесення добрив та оптимізації зрошення. Сенсори та датчики, що застосовуються в агрохімії, фіксують вологість, кислотність (pH), вміст макро- та мікроелементів, електропровідність та температуру ґрунту, що дає можливість коригувати агротехнічні прийоми в режимі реального часу. Їх використання зменшує втрати поживних речовин, знижує витрати добрив та води, а також запобігає виснаженню ґрунтових ресурсів.

Датчики вологості допомагають оцінювати рівень вологи в ґрунті, запобігаючи як дефіциту, так і перезволоженню, яке може призводити до вимивання азоту та фосфору. Застосування капрометричних та тензометричних датчиків у поєднанні з автоматичними системами поливу зменшує витрату води на 20-40%, покращуючи постачання рослин вологою [19].

Сенсори pH дозволяють вчасно провести вапнування за підвищеної кислотності або гіпсування для поліпшення лужних ґрунтів.

Зміст макро- та мікроелементів визначає продуктивність рослин. Оптичні та іоноселективні сенсори вимірюють концентрацію азоту (N), фосфору (P), калію (K), заліза (Fe), бору (B) та цинку (Zn), що дозволяє вносити добрива в оптимальних дозах. Наприклад, при низькому рівні

доступного фосфору ($P_2O_5 < 20$ мг/кг) система коригує живлення, рекомендуючи внесення суперфосфату в нормі 40-80 кг/га [21].

Датчики температури дозволяють оптимізувати терміни посіву та добрив, запобігаючи втратам поживних речовин. Наприклад, при температурі нижче 8-10°C різко знижується ефективність азотних добрив, таких як аміачна селітра.

Сенсорні системи діляться на стаціонарні, мобільні та дистанційні.

Стаціонарні датчики встановлюються в ґрунті і дозволяють безперервно контролювати його стан, що особливо корисно в теплицях та на полях з автоматичним поливом.

Мобільні сенсори використовуються у складі ґрунтоаналізаторів, що встановлюються на трактори та сенсорні платформи, що дає можливість створювати карти родючості та відстежувати зміни рН, вологості та вмісту поживних речовин на полі.

Дистанційні сенсори та супутниковий моніторинг аналізують вологість, вміст органічної речовини та ерозійні процеси, забезпечуючи комплексну оцінку стану ґрунту без відбору проб.

Інтеграція сенсорних систем у точне землеробство дозволяє скоротити витрати на добрива та зрошення, підвищити якість урожаю та мінімізувати деградацію ґрунту. Впровадження хмарних платформ обробки даних та систем машинного навчання дає змогу автоматично розраховувати норми добрив, прогнозувати врожайність та керувати ресурсами більш ефективно.

У найближчі роки розвиток бездротових сенсорних мереж та штучного інтелекту дозволить сільгоспвиробникам отримувати персоналізовані рекомендації щодо харчування рослин та внесення добрив у режимі реального часу, що призведе до зростання ефективності агровиробництва та зниження негативного впливу на довкілля.

Сучасне сільське господарство активно використовує супутникові технології та цифрові інструменти дистанційного зондування для моніторингу стану посівів, діагностики ґрунтів та ефективного управління

агровиробництвом. Ці технології стають важливим компонентом точного землеробства, дозволяючи фермерам отримувати об'єктивні та актуальні дані про стан полів на великих площах, оптимізувати ресурсне забезпечення та оперативно реагувати на стресові фактори.

Для оцінки індексу якості ґрунту було розроблено та застосовано кілька моделей, зокрема методи нечітких множин [39], індекс якості ґрунту Неморо [38], простий адитивний індекс якості ґрунту [37], зважений адитивний індекс якості ґрунту [40] та інші.

Неадекватне планування землекористування та оцінка придатності ґрунтів у більшості країн, що розвиваються, стали стримуючим фактором для виробництва сільськогосподарських культур.

Варто зазначити, що ґрунт не споживається безпосередньо, на відміну від повітря та води; отже, оцінити його якість досить складно [32]. Крім того, якість ґрунту залежить не від одного фактора, а від інтеграції фізичних, хімічних та біологічних факторів для її кількісної оцінки за допомогою індексу якості ґрунту. Тому початковий підхід до розуміння та оцінки якості ґрунту певної землі, що обробляється, полягає в оцінці індексу якості ґрунту за допомогою показників якості ґрунту, чутливих до змін у методах управління ґрунтами. Індокси якості ґрунту – це моделі, що надають числові дані щодо здатності ґрунту виконувати одну або декілька функцій [31].

Вибір показників якості ґрунту (тобто фізичних, хімічних та біологічних властивостей) для оцінки якості ґрунту залежить від їхньої чутливості до спричинення змін у функції ґрунту та фінансовому бюджеті.

У кількох дослідженнях повідомлялося, що фізичні властивості ґрунту мають всеохоплюючий вплив на контроль хімічних та мікробних властивостей ґрунту [37]. Отже, фізичні властивості ґрунтів потребують ретельного моніторингу, оскільки вони сильно впливають на рух ґрунтової води, поглинання поживних речовин, видобуток поживних речовин та рух розчинених і забруднюючих речовин [34]. Вони також контролюють зберігання поживних речовин рослинами, агрегацію ґрунту, структурний

розвиток, потенціал вимивання та ерозії, енергетичний баланс системи ґрунт-рослина та педогенез, стабілізацію органічної речовини ґрунту та оптимальний розвиток рослин.

Оцінка якості ґрунту вимагає великої кількості точок відбору проб, а отримання великої кількості зразків для кількісної оцінки якості ґрунту на великих площах за допомогою традиційних методів ґрунтового дослідження часто є виснажливим, дорогим та трудомістким процесом. Ця справа залежить від досвіду та не надасть достатньо детальної інформації про варіації ґрунту, необхідної для багатьох екологічних застосувань. Таким чином, альтернативний підхід, метод цифрового картування ґрунтів (DSM), може подолати цю проблему шляхом прогнозування індексу якості ґрунту або класів якості ґрунту, використовуючи властивості ґрунту, дані дистанційного зондування, цифрову модель рельєфу (DEM), мікрокліматичні дані, дані про землекористування та покрив, а також геологічні дані [35] як коваріати або допоміжні змінні за допомогою геостатистики та машинного навчання для невибіркових територій.

Зараз зростає інтерес до застосування машинного навчання та геостатистичних методів для створення детальних карт якості ґрунту для зони з метою моніторингу ґрунтових ресурсів та підтримки виробництва сільськогосподарських культур, враховуючи загрозу, яку становить деградація земель в українських сільськогосподарських системах. Тому інформація та знання про якість ґрунту є ключем до керівництва управлінськими та відновлювальними заходами та рішеннями фермерів та інших землекористувачів. Отримана інформація може допомогти обмежити неналежне землекористування та управління ґрунтами, оскільки вони можуть призвести до погіршення якості ґрунту, загрожуючи виробництву сільськогосподарських культур, продовольчій безпеці, економічному зростанню та здоровому навколишньому середовищу.

РОЗДІЛ 2. УМОВА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Коротка характеристика господарства

Досліджуваним господарством являється ФГ «Полісся» міста Іванків Київської області, Вишгородського району.

Основним напрямком господарства є рослинництво і молочно-товарний напрямок. Площа господарства становить 10000 га.

У господарстві вирощують типові культури для даної зони: пшениця озима, горох, соняшник, кукурудза на силос і на зерно і ріпак.

У ФГ «Полісся» основними є польові сівозміни:

Таблиця 2.1

Середня урожайність основних сільськогосподарських культур у ФГ «Полісся»

№	Культура	Урожайність, ц/га	Середня за регіоном, ц/га
1	Озима пшениця	52–55	48–50
2	Горох	27–30	25–28
3	Кукурудза на зерно	85–95	80–90
4	Кукурудза на силос	400–420	380–400
5	Соняшник	28–32	27–30
6	Ріпак озимий	32–35	30–32
7	Багаторічні трави (сіно)	55–60	50–55

2.2. Кліматичні умови господарства

Клімат Київської області помірно-континентальний, що характеризується теплою вологовою літньою сезонією та м'якою хмарною зимою. Формування цього режиму обумовлено ключовими клімотворними чинниками: атмосферною циркуляцією, сонячною інсоляцією, топографічними формами місцевості, а також ступенем лісистості та заболоченості території, котрі впливають на утворення мікрокліматичних диференціацій.

Середньобогаторічні показники температури повітря становлять: для найхолоднішого місяця (січня) – мінус 6°C, для найтеплішого (липня) – +17–+19°C. Річна середньостатистична температура коливається в межах +6–+7°C. Мінімальні температурні значення реєструються в січні та лютому, знижуючись до –30°C. Безморозний період триває 150-170 діб. Сума температур вище 10°C варіюється від 2400°C на північних ділянках до 2600°C у південних регіонах. Тривалість часу із середньодобовими температурами, вищими за 0°C, становить 240-260 діб [16].

Вегетаційна фаза (діб із середньою температурою понад 5°C) простягається з другої декади квітня до третьої декади жовтня. Весняні ґрунтові приморозки припадають у середньому на 5-10 травня, із можливими запізненнями до першої половини червня. Осінні приморозки спостерігаються наприкінці вересня – на початку жовтня.

Щорічна кількість атмосферних опадів складає 550-600 мм, із піковими значеннями в літній період (червень, липень, серпень), де концентрується 40-45% річного обсягу. В літню пору часто виникають зливи та грозові явища. Сума опадів протягом активної вегетації досягає 300-350 мм.

Сніжний покрив рівномірно розподіляється на товщині 10-30 см і триває 95-110 діб, однак не є сталим через часті відлиги. Він забезпечує захист озимих культур від вимерзання та нагромадження ґрунтової вологості у достатньому обсязі.

Відсутність значних гірських висот сприяє вільному руху повітряних мас різного генезису, зумовлюючи помітну варіабельність погодних процесів у окремі сезони. Переходи між сезонами відбуваються поступово. Під впливом атлантичних циклонів виникають сталі відлиги, із підвищенням температури до $+10^{\circ}\text{C}$ і повним таненням снігового шару. Узимку переважає похмура погода через циклонічну активність, що призводить до опадів у формі снігу або дощу під час глибоких тривалих відлиг та проходження атлантичних чи південних циклонів.

Залежно від співвідношення циклонічної та антициклонічної ситуації в зимовий період розрізняють теплі та холодні зими. Теплі характеризуються домінацією атлантичних циклонів, повною областю хмарності та опадами у вигляді дощу, мокрог снігу чи мряки, при відсутності добової амплітуди температури та перевищенні середньомісячних показників на $5-7^{\circ}\text{C}$ над нормою. Холодні зими формуються при пануванні антициклонів, пов'язаних із вторгненням арктичних мас, що зумовлює зниження середніх температур на $7-9^{\circ}\text{C}$ нижче норми.

Критична фаза зими – звільнення ґрунту від снігу. Початок весни, маркований переходом середньодобової температури через 0°C у зростаючому напрямку, настає близько середини березня, а перехід через $+5^{\circ}\text{C}$ – наприкінці квітня. Цей момент визначає початок вегетації. Травень, із середньою температурою $+15^{\circ}\text{C}$, наближається до літнього режиму із сонячною погодою, теплою атмосферою, слабкими вітрами та грозовими проявами. Весняна норма опадів – 120-130 мм, однак місяць може бути посушливим, із виникненням пилових бурь, які зносять поверхневі шари сухого ґрунту. у деякі роки снігопади фіксуються навіть у березні-квітні та травні.

Літня пора починається наприкінці травня і завершується на початку вересня. Вона відзначається достатньою теплою та вологою: середньомісячні температури перевищують $+18^{\circ}\text{C}$, із сумою опадів 200-250 мм (40% річної кількості). Узимку спостерігаються грози з

інтенсивними зливами, коли за добу може випадати до 100 мм опадів; на місяць припадає 5–7 грозових днів, із випаданням граду під час 2-3 із них. Серпень вважається сухим та сонячним.

Перший осінній місяць (вересень) – сухий та сонячний, після чого посилюється хмарність із проливними дощами, важливими для передзимового зволоження ґрунту та акумуляції вологості в ньому. Жовтень може бути сухим і сонячним, із нічними приморозками та туманами, із температурами +25-+26°C. Завершення осені супроводжується різким активізацією циклонів, із тривалими дощами та туманами. Наприкінці листопада можливе утворення снігового покриву, хоча снігопади можуть зустрічатися протягом усієї осені.

2.3. Ґрунтові умови господарства та їх характеристика

Топографія досліджуваних земельних масивів ФГ «Полісся» демонструє виражений денудаційний профіль і представлена плоскими низовинами, які слугували ділянками ерозійного виносу матеріалу до розташованих навколо тектонічних западин. Цей ландшафт зазнає поступових змін із переходом від Поліської до Лісостепової зони та знаходиться в тісному взаємозв'язку з поверхнею підстиляючого кристалічного масиву.

Територія господарства характеризується рівниною із мінімальними висотними відмінностями та розвиненим мікрорельєфом. Заболочені території займають лише незначні площі, а через плоский характер місцевості явища змиву та розмиву ґрунтів проявляються слабо. Вітрова ерозія в цьому регіоні відсутня.

Рослинський профіль цієї території відповідає типовому низинному, вирівняному плоскогір'ю, ускладненому овразкоподібними пониженнями. Овразкоподібні западини мають розгалужену мережу, відносно невелику глибину (4,0-4,5 м) та різноманітну орієнтацію. Блюдцеподібні заглиблення відзначені овально-округлою морфологією, глибиною 1,0-1,5 м та діаметром 150-200 м. Повсюдно спостерігаються льодовикові та еолові рельєфні утворення, а також заболочені пониження. Проти фону рівнинності мікрорельєф та мікрозападини глибиною 1,4-1,5 м добре розвинені [23].

Ґрунтовий покрив досліджуваних земельних ділянок нерозривно пов'язаний із літолого-геоморфологічними ознаками території. Основними чинниками ґрунтоутворення виступають наявність кислих безкарбонатних субстратів, плоско-рівнинний та слабохвилястий рельєф, а також волога кліматична обстановка. Результатом взаємодії цих факторів у Поліській зоні є домінування підзолісного, дернового та болотного процесів педогенезу.

Їхнє взаємне переплетення призвело до формування дерново-підзолистих, опідзолених та чорноземних ґрунтів на підвищених елементах рельєфу.

2.3. Номенклатурний список ґрунтів господарства

На досліджуваній території спостерігаються такі види ґрунтів:

Таблиця 2.2

Номенклатурний список ґрунтів господарства

№ з/п	Назва ґрунту	Площа, га
1	Дерново-підзолисті глеюваті глинисті-піщані ґрунти на піщаних відкладах	193,6
2	Дерново-підзолисті глеюваті супіщані ґрунти на супіщаних відкладах	387,8
3	Дерново-підзолисті глейові легкосуглинкові ґрунти	598,0
4	Дерново-підзолисті середньосуглинкові супіщані ґрунти	336,1
5	Дерново-підзолисті сильноглейові супіщані ґрунти	435,8
6	Дерново-слабопідзолисті глеювато глинисто-піщані ґрунти	2221,1
7	Дерново-середньопідзолисті глеювато легкосуглинкові ґрунти	1405,4
8	Ясно-сірі і сірі опідзолені глейові легкосуглинкові ґрунти	428,0
9	Темно-сірі опідзолені і чорноземи опідзолені глейові середньосуглинкові	307,4
10	Лучно-чорноземні легкосуглинкові ґрунти	526,7
11	Лучно-чорноземні середньосуглинкові ґрунти	1839,1
12	Дернові глибокі глейові глинисто-піщані ґрунти	217,9
13	Дернові глибокі глейові середньосуглинкові ґрунти	343,1
14	Дернові глейові осушені середньосуглинкові ґрунти	372,1
15	Дернові глейові карбонатні середньосуглинкові ґрунти	391,3

З номенклатурного списку ґрунтів господарства візьмемо три найбільших за площею:

1. Дерново-слабопідзолисті глеювато глинисто-піщані ґрунти – 2221,1 га;
2. Дерново-середньопідзолисті глеювато легкосуглинкові ґрунти – 1405,4 га;
3. Лучно-чорноземні середньосуглинкові ґрунти – 1839,1 га.

РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОВИХ ВІДМІН ГОСПОДАРСТВА ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ

3.1. Характеристика ґрунтових відмін господарства

Профіль дерново-слабопідзолистого глеюватого глинисто-піщаного ґрунту

HEп (0-27 см) – гумусовий, буровато-сірий, орний, слабоелювіюваний, свіжий, зв'язно-піщаний, помірно грудкуватий, рихлий, з великою кількістю дрібних чорних включень обвуглених органічних залишків, рідкісні білясті плями відмитого піску; перехід різкий.

Pe (28-56 см) – пісок, слабоелювіюваний, грязнуватого-жовтий, свіжий, розсипчатий, зустрічаються білясті плями відмитого піску, особливо в нижній частині, поодинокі скупчення обвугленої органіки; перехід різкий, язиками.

Pei/gl (57-90 см) – пісок, білястий, свіжий, сильно відмитий, особливо в нижній частині, глеюватий, слабоелювіюваний у вигляді тонких переривистих псевдофібр; перехід різкий, язиками.

Pigl (91-144 см) – ілювіальний, глейоватий, блесовато-сірий з іржаво-бурими прошарками, останні потужністю до 10 см, щільний пісок в них зцементований озалізненою глиною, пісок між ними сірий, з залізисто-марганцюватими конкреціями; перехід ясний.

Pgl (145-190 см) – пісок тонкослоїстий різнозернистий, глейовий, созо-голубуватий з іржаво-бурими п'ятнами.



Рис.3.1. Дослідження ґрунтів

Таблиця 3.1

**Гранулометричний склад дерново-слабопідзолистого глеюватого
глинисто-піщаного ґрунту**

Глибина відбору, см	Фракції в %, розмір в мм						
	1-0,25	0,25- 0,05	0,05-0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	< 0,001	сума < 0,01
0-27	53,36	21,04	18,40	1,20	1,75	4,25	7,20
28-56	40,63	40,63	15,80	2,10	1,60	3,95	7,65
57-90	34,62	45,79	12,55	0,65	0,65	5,20	6,50
91-144	30,44	49,46	12,15	2,77	0,75	4,42	7,95
145-190	86,95	8,76	0,30	0,66	0,20	3,13	3,99

Аналіз гранулометричного складу дерново-слабопідзолистого глеюватого глинисто-піщаного ґрунту, отриманий за методом Качинського, показує переважання крупнозернистих фракцій, що характеризує цей ґрунт як піщаний. У верхньому горизонті (0–27 см) домінує фракція грубого піску (1–0,25 мм) та середнього піску (0,25–0,05 мм), які разом становлять близько 74,4 % від загального складу, що свідчить про слабку водоутримуючу здатність і високу проникність ґрунту. Нижчі горизонти демонструють подібну тенденцію, однак із тенденцією до збільшення вмісту більш дрібних фракцій із глибиною: наприклад, у слої 28–56 см частка піщаних фракцій зменшується до 81,26 %, при зростанні вмісту ілу та глини до 7,65 %. У найбільш глибоких шарах (145–190 см) ґрунт стає ще більш піщаним із переважанням грубого піску (86,95 %), що пояснюється характером підстилаючих відкладів.

Згідно з класифікацією Качинського, ґрунт класифікується як піщаний на всій глибині вивчення через переважання фракцій більше 0,05 мм у складі кожної горизонту, що відповідає його загальній назві та підтверджує наявність глейових ознак, сприяючих застою води в період вологості. Такий склад сприяє інтенсивній ерозії та низькій родючості, рекомендується

впровадження меліоративних заходів, таких як утримання органічного гумусу, для покращення ґрунтових властивостей. Дані таблиці підтверджують

необхідність моніторингу змін складу в динаміці для оцінки стійкості агроєкосистеми.

Таблиця 3.2

**Фізичні та водно-фізичні властивості дерново-слабопідзолистого
глеюватого глинисто-піщаного ґрунту**

Глибина відбору, см	ЩТФ, г/см ³	ЩС, г/см ³	МГ % від маси ґрунту	НВ % від маси ґрунту	ВВ % від маси ґрунту	ЗП, %
0-27	2,60	1,58	1,20	13,20	1,60	39
28-56	2,68	1,67	1,00	12,80	1,40	37
57-90	2,75	1,73	2,20	11,30	2,10	36
91-144	2,76	1,73	2,00	11,00	1,90	37
145-190	2,74	1,72	1,50	9,60	1,50	36

Аналіз фізичних та водно-фізичних властивостей дерново-слабопідзолистого глеюватого глинисто-піщаного ґрунту свідчить про його переважно щільну структуру та обмежені водно-фізичні характеристики, що впливають на агрономічну придатність. У верхньому горизонті (0–27 см) щільність складу (ЩС) становить 1,58 г/см³, що співпадає з оптимальною межею для більшості культур, однак вище оптимальної щільності в гумусовому горизонті свідчить про сильну ущільненість ґрунту, спричинену, ймовірно, механічною обробкою та глейовими процесами. Це призводить до погіршення аерації, кореневої проникності та можливого переуплотнення,

яке може викликати проблеми з дренажем у вологий період. Щільність твердої фази (ЩТФ) коливається від 2,60 до 2,76 г/см³, що характерно для піщаних ґрунтів з високим вмістом мінеральних частинок і низьким вмістом органічних речовин.

Показники вологоємності демонструють закономірне зниження з глибиною: максимальна гігроскопічність (МГ) варіюється від 1,00 до 2,20 %, найменша вологість (НВ) – від 9,60 до 13,20 %, а вологоємність (ВВ) – від 1,40 до 2,10 %, що відображає зниження вологоутримуючої здатності у нижчих горизонтах через переважання крупнозернистих фракцій. Загальна пористість (ЗП) становить 36–39 %, що вважається задовільною для піщаних ґрунтів, забезпечуючи певний рівень взаємопроникності води та повітря, однак недостатньою для підтримання стійкої родючості без додаткового органічного внесення.

Таблиця 3.3

**Фізико-хімічні властивості дерново-слабопідзолистого глеюватого
глинисто-піщаного ґрунту**

Глибина відбору, см	Гумус с %	рН соле ове	Гідролі тична кислотн ість	Сума увібрани х основ	Ступінь насиченн я основам и, %	N Тюрін- Кононов а	P ₂ O ₅ Чиріко в	K ₂ O Чиріко в
			в мг – екв на 100 г ґрунту					
0-27	1,25	4,9	2,10	2,60	41	2,4	8,6	6,5
28-56	0,65	5,3	0,87	2,68	50			
57-90	0,10	4,8	1,48	4,40	74			
91-144	0,08	5,3	0,96	3,50	78			
145-190	0,06	6,1	0,51	4,40	79			

Аналіз фізико-хімічних властивостей дерново-слабопідзолистого глеюватого глинисто-піщаного ґрунту демонструє низький рівень родючості та кислотність, що вимагає корективи для покращення агрономічних показників. Вміст гумусу в орному горизонті (0–27 см) становить 1,25 %, що є низьким для забезпечення природної родючості, і різко зменшується з глибиною до 0,06 % у слої 145-190 см, відображаючи процес підзолоутворення та глинистих відкладів, де органічні речовини вимиваються. Реакція ґрунтового розчину (рН сольове) коливається від сильно кислої (4,8 у горизонтах 57-90 см) до слабо кислої (6,1 у глибших шарах), із середньокислим значенням 4,9 в орному шарі, що свідчить про необхідність вапнування для нейтралізації кислотності та покращення доступності поживних елементів.

Гідролітична кислотність знижується від 2,10 мг-екв на 100 г ґрунту в верхньому горизонті до 0,51 мг-екв у нижньому, тоді як сума увібраних основ зростає від 2,60 до 4,40 мг-екв, що підвищує ступінь насичення основами від 41 % до 79 %. Це вказує на відносну буферність ґрунту в нижніх горизонтах, але недостатню в орному шарі для стабільного Балансу живлення рослин. Запаси поживних речовин характеризуються дуже низьким вмістом азоту за методом Тюріна-Кононова (2,4 мг на 100 г у верхньому шарі), низьким рівнем рухомого фосфору (P_2O_5 за Чиріковим – 8,6 мг на 100 г, оцінюваний як низький) та дуже низьким калію (K_2O за Чиріковим – 6,5 мг на 100 г), що обумовлює дефіцит основних елементів живлення і ризик зниження врожайності без внесення добрив.

Профіль дерново-середньопідзолистого глеювато легкосуглинкового ґрунту

HEп (0-30 см) – гумусово-елювіальний, білувато-сірий, свіжий, орний, слабо гумусований, крупнопиловато-легкосуглинковий, пиловато-комкуватий, пухкий, в верхній частині (до 7 см) густо пронизаний дрібним корінням, рясно і рівномірно припудрений присипкою SiO_2 , зустрічаються мілкі залізисто-марганцеві бобовини; перехід різкий.

E (31-43 (48) см) – елювіальний, жовтувато-білуватий, з великою кількістю іржаво-бурих п'ятен сезонного оглеєння, свіжий, багато залізисто-марганцевих бобовин, безгумусний, піщано-легкосуглинковий, значно змитий від глинистих частинок, пластинчастий, пористий, рихлий, перехід різкий.

Igl (44(49)-125 см) – ілювіальний, глеюватий, бурий з великою кількістю іржавих п'ятен, залізисто-марганцевих бобовин, вологий, суглинистий, призматичний, щільний, в'язкий, межі структурних відділів покриті колоїдним лакуванням. В верхній частині до глибини 60 см по тріщинах і гранях структурних відділів багато SiO_2 , в нижній частині зустрічаються прослойки озалізованого піска; перехід поступовий.

IGI (126-160 см) – глейовий, слабкоілювіований суглинок з включеннями лінз озалізованого піска, жовто-сизий з іржаво-бурими плямами, вологий, в'язкий, липкий, межі структурних відділів покриті колоїдним лакуванням, перехід поступовий.

PGI (161-190 см і глибше) – водно-льодовиковий суглинок, глеєвий, голубовато-сизий, з лінзами голубовато-білого піска.



Рис.3.2. Аналіз дерново - середньопідзолистого ґрунту

Таблиця 3.4

**Гранулометричний склад дерново-середньопідзолистого глеювато
легкосуглинкового ґрунту**

Глибин а відбору , см	Фракції в %, розмір в мм						
	1-0,25	0,25- 0,05	0,05-0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	< 0,001	сума < 0,01
0-30	3,58	26,09	45,06	6,08	7,09	12,12	25,29
31-43	3,43	39,39	40,12	6,52	5,52	5,02	17,06
44-125	1,03	30,59	34,71	2,80	2,38	28,49	33,67
126-160	0,92	8,60	61,60	5,88	3,12	19,84	28,84
161-190	2,82	32,59	41,92	4,17	1,12	17,41	22,70

Аналіз гранулометричного складу дерново-середньопідзолистого глеювато легкосуглинкового ґрунту за методом Качинського демонструє диференціювання профілю з глибиною, що відображає процеси підзолоутворення та глеєві явища.

В орному горизонті (0–30 см) преважають фракції середньопіщані та крупнозернисті (0,05–0,01 мм – 45,06 %, 0,25–0,05 мм – 26,09 %), із вмістом фізичної глини (сума < 0,01 мм) на рівні 25,29 %, що класифікує ґрунт як легкосуглинковий із хорошою водопроникністю, але підвищеним ризиком ерозії та вимивання поживних речовин. У переходовому шарі (31–43 см) спостерігається збільшення вмісту крупнозернистих фракцій (0,25–0,05 мм – 39,39 %), що знижує фізичну глину до 17,06 %, сприяючи більш піщаному характеру та потенційним порушенням структури при обробці. Фундментальний горизонт (44–125 см) характеризується підвищеним вмістом глинистих частинок до 33,67 %, з домінуванням фракції < 0,001 мм (28,49 %), що формує щільніший шар із обмеженою кореневою проникністю та накопиченням вологи, типовим для глеюватих ґрунтів. Нижні горизонти

(126–160 см та 161–190 см) демонструють повернення до пилювато-піщаного складу з переважанням фракції 0,05–0,01 мм (61,60 % та 41,92 % відповідно) і зниженням фізичної глини до 28,84 % та 22,70 %, що підкреслює профільний розподіл, обумовлений вимиванням та відкладанням матеріалу. Загалом, такий склад сприяє низькій родючості та вимагає амеліоративних заходів, як-от внесення органічних добрив та меліорація для покращення структури та сталого використання ґрунту в агроєкосистемі.

Таблиця 3.5

**Фізичні та водно-фізичні властивості дерново-середньопідзолистого
глеювато легкосуглинкового ґрунту**

Глибина відбору, см	ЩТФ, г/см ³	ЩСг/см ³	МГ % від маси ґрунту	НВ % від маси ґрунту	ВВ % від маси ґрунту	ЗП, %
0-30	2,63	1,37	1,50	14,30	2,00	49,1
31-43	2,65	1,45	1,40	12,50	1,90	46,6
44-125	2,67	1,54	2,10	12,90	2,60	43,8
126-160	2,69	1,59	2,30	11,00	3,30	46
161-190	2,70	1,66	1,80	9,70	1,70	9,0

Аналіз фізичних та водно-фізичних властивостей дерново-середньопідзолистого глеювато легкосуглинкового ґрунту демонструє тенденції ущільнення профілю з глибиною, що відображає вплив процесів підзолоутворення та глеєвих ознак. У гумусовому горизонті (0–30 см) щільність складенна становить 1,37 г/см³, що свідчить про відносно щільний шар із загальною пористістю 49,1 %, задовільною для забезпечення повітряного режиму та кореневої активності, але з ризиком компактності за низького вмісту органічних речовин.

Фундментальний горизонт (44–125 см) характеризується подальшим ущільненням ($1,54 \text{ г/см}^3$) із зниженням пористості до 43,8 %, збільшенням максимальної гігроскопічності (2,10 %) та найменшої вологості (12,90 %), що сприяє накопиченню вологи, типовому для глеюватих ґрунтів із застійними явищами. Нижчі горизонти (126–160 см та 161–190 см) демонструють зростання щільності складеної (до $1,66 \text{ г/см}^3$) із коливаннями пористості (46 % та 9,0 %), де різке зниження пористості в останньому шарі (9,0 %) вказує на цементуючий вплив глинистих фракцій та обмеженість проникності для води та коренів, із зменшенням найменшої вологості до 9,70 %.

Таблиця 3.6

**Фізико-хімічні властивості дерново-середньопідзолистого глеювато
легкосуглинкового ґрунту**

Глибина відбору, см	Гумус %	рН сольвий	Гідролітична кислотність	Сума увібраних основ	Ступінь насичення основами, %	N Тюрін-Кононова	P ₂ O ₅ Чирикоч	K ₂ O Чирикоч
			в мг – екв на 100 г ґрунту			в мг на 100 г ґрунту		
0-30	1,65	4,6	1,68	3,50	69	2,8	10,4	8,7
31-43	0,80	5,1	0,87	3,68	75			
44-125	0,37	4,7	1,17	5,40	89			
126-160	0,25	4,3	0,73	4,50	83			
161-190	»	4,6	»	5,40	81			

Аналіз фізико-хімічних властивостей дерново-середньопідзолистого глеювато легкосуглинкового ґрунту демонструє тенденції дегумуфікації та кислуватості профілю, характерні для підзолоутворювальних процесів із впливом глеєвих явищ. У гумусовому горизонті (0–30 см) вміст гумусу

становить 1,65 %, що є низьким показником, обмежуючим природну родючість через недостатнє накопичення органічних речовин та слабку буферну здатність. Значення рН сольове (4,6) вказує на середньокислу реакцію середовища, спричинену гідролітичною кислотністю (1,68 мг-екв/100 г), що знижує ступінь насичення основами до 69 % і може призводити до дефіциту доступних форм поживних елементів для рослин. Сума увібраних основ (3,50 мг-екв/100 г) відносно низька, відображаючи процес вимивання основних катіонів (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) у зв'язку з підзолоутворенням.

Вміст азоту за методом Тюріна-Конопової (2,8 мг/100 г) класифікується як дуже низький, сигналізуючи про необхідність азотного удобрення для підтримання продуктивності. Рівень рухомих форм фосфору (P_2O_5 за Чиріковим – 10,4 мг/100 г) оцінюється як середній, тоді як калій (K_2O за Чиріковим – 8,7 мг/100 г) – дуже низький, що загрожує розвитком дефіциту цих елементів у агроєкосистемі. У переходовому шарі (31–43 см) вміст гумусу знижується до 0,80 %, із збільшенням рН до 5,1, що свідчить про слабкішу кислотність, але гідролітична кислотність падає до 0,87 мг-екв/100 г, підвищуючи ступінь насичення основами до 75 % завдяки сумі основ (3,68 мг-екв/100 г), що може відображати перерозподіл екстрогенів.

Фундантальний горизонт (44–125 см) характеризується подальшим зниженням гумусу до 0,37 %, поверненням рН до кислішого рівня (4,7) та зростанням гідролітичної кислотності до 1,17 мг-екв/100 г, однак ступінь насичення основами підвищується до 89 % за рахунок більш високої суми основ (5,40 мг-екв/100 г), що типово для накопичення вологи та обмеженого вимивання в глеюватих умовах. Нижчі горизонти (126–160 см та 161–190 см) демонструють стабільно низький вміст гумусу (0,25 % та на рівні інших), із коливаннями рН (4,3 та 4,6), зниженням гідролітичної кислотності до 0,73 мг-екв/100 г та варіюванням суми основ і насичення (4,50–5,40 мг-екв/100 г; 83–81 %), що підкреслює профільну диференціацію, обумовлену елювіальними процесами та відсутністю нових надходжень органічних речовин.

Профіль лучно-чорноземного середньосуглинкового ґрунту

Н (0-45 см) – гумусовий, темно-сірий, вологий, крупнопилуватий-середньосуглинистий; 0-27 см – орний, пороховато-грудкуватий, рихлий; підорний-комковатозернистий, ущільнений; перехід поступовий.

Нрк (46-83 см) – верхній перехідний, добре гумусований, карбонатний, темно-сірий, вологий, крупнопилуватий-середньосуглинистий, комковато-крупнозернистий, ущільнений, багато кротовин, видимих карбонатів немає; перехід поступовий.

Phk (84-136 см) – нижній перехідний, нерівномірно і слабогумусований, карбонатний, бурувато-сірий, вологий, крупнопилувато-легкосуглинистий, горіховидно-зернистий, ущільнений, сильно переритий землерийками, по ходам коренів помітні борошністі виділення карбонатів, перехід поступовий.

Р(h)k/gl (137-178 см) – карбонатний лесовидний суглинок, в нижній частині глеюватий, брудно палевий, з сизоватим відтінком і великою кількістю іржаво-бурих плям, сирий, багато кротовин, грудкуватий, ущільнений, в нижній частині в'язкий, липкий, перехід ясний.

Рk/gl (179-220 см і глибше) – карбонатний лесовидний суглинок, сизувато жовтий, оглеєний, мокрий, в'язкий, липкий, з великою кількістю іржаво-бурих плям, місцями карбонати у вигляді нечітко сформованих стяжень.



Рис.3.3. Профіль лучно-чорноземного середньосуглинкового ґрунту

Таблиця 3.7

**Гранулометричний склад лучно-чорноземного середньосуглинкового
грунту**

Глибин а відбору , см	Фракції в %, розмір в мм						
	1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	< 0,001	сума < 0,01
0-45	0,53	10,80	57,30	5,20	3,97	22,20	31,40
46-83	0,51	10,10	59,40	4,65	3,54	21,80	30,00
84-136	0,50	9,70	61,13	4,38	5,19	19,10	38,70
137- 178	0,68	11,20	56,20	3,10	4,09	17,60	24,80

Аналіз гранулометричного складу лучно-чорноземного середньосуглинкового ґрунту за методом Качинського, заснованого на відсотку фізичної глини (фракції < 0,01 мм), демонструє деякі розбіжності з назвою ґрунту, що може бути пов'язане з типізацією на основі інших показників або регіональними особливостями, але вказує на переважно важкосуглинний або наближений до легкоглинистого характер профілю.

Фізична глина для верхнього горизонту (0–45 см) становить 31,40 %, що класифікується як важкосуглинний ґрунт за методою Качинського (25–35 % фізичної глини), із вмістом фізичного піску (частинки 1–0,01 мм) на рівні 69 %. Це відображає збалансований склад із домінуванням фракції 0,05–0,01 мм (іловата фракція – 57,30 %), що забезпечує добру водно-повітряну прохідність, але може підтримувати скуючість при висиханні через невисокий вміст грубих піщинок (1–0,25 мм – 0,53 %). У горизонті 46–83 см фізична глина знижується до 30,00 %, підтверджуючи важкосуглинний тип, із трохи меншим вмістом іловатої фракції (59,40 %) та фізичного піску дивлячого на збільшення грубого піску до 10,10 % у фракції 0,25–0,05 мм, що

може свідчити про слабкіші процеси оструктурування. Фундантальний шар (84–136 см) демонструє найвищий вміст фізичної глини – 38,70 %, що перекласифікує його як легкоглинистий (35–50 %), із значним зростанням колоїдної фракції ($< 0,001$ мм – 19,10 %) та середніх фракцій, що може вплинути на водоутримуючу здатність та підвищити ризик заболочення у лучних умовах через обмежену дренажність. Нижній горизонт (137–178 см) має фізичну глину 24,80 %, на межі між середньосуглинистим (15–25 %) та важкосуглинистим, із збільшенням грубих фракцій (0,25–0,05 мм – 11,20 %) та зниженням колоїдів до 17,60 %, що свідчить про перехід до більш піщоподібного складу в глибших шарах.

Таблиця 3.8

**Фізичні та водно-фізичні властивості лучно-чорноземного
середньосуглинкового ґрунту**

Глибина відбору, см	ЩТФ, г/см ³	ЩС, г/см ³	МГ % від маси ґрунту	НВ % від маси ґрунту	ВВ % від маси ґрунту	ЗП, %
0-45	2,59	1,03	7,10	28,20	10,50	60,10
46-83	2,62	1,15	7,70	30,00	11,00	56,50
84-136	2,65	1,16	6,50	27,00	9,50	56,30
137-178	2,71	1,27	5,80	23,00	8,50	53,20

Щільність складення у гумусовому горизонті $1,03$ г/см³, що є оптимальним показником щільності; загальну пористість ґрунту можна оцінити як задовільну.

Таблиця 3.9

**Фізико-хімічні властивості лучно-чорноземного
середньосуглинкового ґрунту**

Глибина відбору, см	Гумус с %	рН солей ове	Гідролі тична кислотн ість	Сума увібрани х основ	Ступінь насиченн я основам и, %	N Тюрін- Кононов а	P ₂ O ₅ Чиріко в	K ₂ O Чиріко в
			в мг – екв на 100 г ґрунту			в мг на 100 г ґрунту		
0-45	4,9	6,2	0,57	26,6	-	10	13,4	11
46-83	2,7	6,8	0,39	22,7	-			
84-136	1,7	6,8	»	-	-			
137-178	0,95	7,0	»	-	-			

Аналіз фізичних та водно-фізичних властивостей лучно-чорноземного середньосуглинкового ґрунту демонструє загалом сприятливі умови для сільськогосподарського використання, із тенденцією до зміни параметрів із глибиною, що відображає профільну диференціацію та вплив лучних процесів на акумуляцію органічних речовин.

У гумусовому горизонті (0–45 см) щільність складення становить 1,03 г/см³, що вважається оптимальним для більшості культур, забезпечуючи хорошу аерацію та проникність коренів при щільності твердої фази 2,59 г/см³, яка свідчить про мінеральний склад із середнім вмістом органічних речовин. Максимальна гігроскопічність на рівні 7,10 % від маси ґрунту вказує на помірну водоутримуючу здатність, тоді як найменша вологоємність (28,20 %) та вологість в'янення (10,50 %) свідчать про достатній запас продуктивної вологи, необхідної для росту рослин. Загальна пористість (60,10 %)

оцінюється як задовільна, сприяючи балансу між водо- і повітропроникністю, що мінімізує ризик задухи коренів та підтримує мікробіологічну активність.

У горизонті 46-83 см щільність складення дещо підвищується до $1,15 \text{ г/см}^3$, що залишається в межах прийнятного для суглинистих ґрунтів (оптимально $1,0\text{--}1,2 \text{ г/см}^3$), із щільністю твердої фази $2,62 \text{ г/см}^3$, відображаючи стабільний мінеральний склад. Максимальна гігроскопічність зростає до $7,70 \%$, що може бути пов'язане зі збільшенням вмісту гумусу або глинистих фракцій, тоді як найменша вологоємність ($30,00 \%$) та вологість в'янення ($11,00 \%$) підвищуються, забезпечуючи трохи більший запас вологи, що корисно для лучних екосистем із періодичним заболоченням. Загальна пористість знижується до $56,50 \%$, що все ще задовільно, але свідчить про тенденцію до ущільнення із глибиною, що може вимагати заходів із покращення структури. Фундаментальний шар (84–136 см) характеризується найвищою щільністю складення ($1,16 \text{ г/см}^3$) при щільності твердої фази $2,65 \text{ г/см}^3$, що вказує на акумуляцію більш щільних мінеральних компонентів, можливо, ілу або глини. Максимальна гігроскопічність знижується до $6,50 \%$, відображаючи зменшення органічного вмісту, тоді як найменша вологоємність ($27,00 \%$) та вологість в'янення ($9,50 \%$) також зменшуються, потенційно знижуючи доступність вологи для глибоких коренів.

Загальна пористість становить $56,30 \%$, що є адекватною, але нижчою за верхні горизонти, що може призводити до обмеженої дренажності у вологих умовах, властивих лучним ґрунтам. У найнижчому горизонті (137–178 см) щільність складення зростає до $1,27 \text{ г/см}^3$, наближаючись до межі оптимального для суглини (може вимагати пом'якшення через ущільнення), із щільністю твердої фази $2,71 \text{ г/см}^3$, свідчачи про переважання грубішого матеріалу. Максимальна гігроскопічність падає до $5,80 \%$, що підкреслює зниження водоутримуючої здатності.

Загалом, фізичні властивості цього ґрунту забезпечують добрі умови для кореневого розвитку та водно-вологого режиму в верхніх шарах, але із глибиною спостерігається ущільнення та зменшення водоємності, що вимагає моніторингу в умовах інтенсивного землеробства. Рекомендується проведення агротехнічних заходів, таких як глибоке розпушування, внесення органічних добрив та сидератів для підтримання оптимальної щільності складення та пористості, особливо в нижніх горизонтах, щоб уникнути ерозії та забезпечити стає використання ґрунту.

РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА ЯКОСТІ ҐРУНТІВ ГОСПОДАРСТВА ЗА ЗА МЕТОДИКОЮ НАУ

4.1. Агроекологічний метод бонітування ґрунтів за методикою Національного аграрного університету (А.І.Сірий, 1974)

Агроекологічний метод бонітування ґрунтів, розроблений співробітниками Національного університету біоресурсів і природопользовання України (раніше Національний аграрний університет) під керівництвом професора А.І. Сірія у 1974 році, є комплексною методикою оцінки земельних угідь з метою визначення їх придатності для сільськогосподарського використання в контексті екологічних та агроекологічних чинників. Основним завданням цього методу полягає в кількісній характеристиці яких ґрунтів через систему бонітетних балів, які відображають потенціал ґрунту забезпечувати стійку продуктивність сільськогосподарських культур, враховуючи взаємодію між фізико-хімічними властивостями ґрунту, кліматичними умовами, рельєфом та антропогенними впливами.

Бонітування слід розпочинати з оцінки агровиробничих груп ґрунтів. Для цього необхідно зібрати дані та зробити розрахунки [**Ошибка!** **Источник ссылки не найден.**]:

1. Вміст гумусу (y %) і його запаси (т/га) у шарі 0-100 см.

Запаси гумусу розраховують за формулою:

$$M = a * d_v * h, \quad (4.1)$$

де M -запаси гумусу, т/га для шару h ;

a -вміст гумусу, %;

d_v – щільність ґрунту, г/ см³

h -глибина шару, см.

2. Максимально можливі запаси продуктивної вологи (діапазон активної вологи – ДАВ) розраховують як різницю між найменшою вологоємністю та вологості в'янення по шарах або генетичних горизонтах за формулою:

$$\text{ДАВ} = (\text{НВ} - \text{ВВ}) \cdot d_v \cdot h \cdot 0,1, \quad (4.2)$$

де ДАВ – діапазон активної вологи, мм;

НВ – найменша вологоємність, %;

ВВ – вологість в'янення, %;

d_v – щільність ґрунту, г/см³;

h – глибина шару, см;

0,1 – коефіцієнт для перерахунку в мм.

3. Дані по вмісту в орному шарі ґрунту елементів живлення (азоту, фосфору, калію) вибирають виключно з результатів агрохімічного обстеження ґрунтів господарства.

Стандартами для елементів живлення служать наступні величини:

– для сполук азоту, які легко гідролізуються і визначаються за методом Тюріна-Кононової – 10 мг на 100 г ґрунту. Ціна балу для критерію: $\text{Ц}_N = 10:100 = 0,1$;

– для рухомих форм фосфору, визначених за Кірсановим – 26, Чириковим – 20, Мачигіним – 6 мг на 100 г ґрунту. Якщо вміст фосфору визначали за Чириковим, то ціна балу критерію становить: $\text{Ц}_{\text{P}_{205}} = 20:100 = 0,2$;

– для обмінного калію, що визначається за методом Кірсанова – 17, Чирикова – 20, Мачигіна – 40 і Маслової – 20 мг на 100 г ґрунту.

4.3 усіх розрахованих типових критеріїв обчислюють для кожного типу ґрунту у господарстві середньозважений бал за формулою:

$$\begin{aligned} B_{сз} = & (B_{о3 M} \cdot \text{Ц}_M + B_{о3 ДАВ} \cdot \text{Ц}_{ДАВ} + B_{о3 N} \cdot \text{Ц}_N + B_{о3 P_{205}} \cdot \text{Ц}_{P_{205}} + \\ & + B_{о3 K_{2O}} \cdot \text{Ц}_{K_{2O}}) : \Sigma \text{Ц}_n, \end{aligned} \quad (4.3)$$

де $B_{сз}$ – середньозважений бал з типових критеріїв;

$B_{O_3 M}$, $B_{O_3 ДАВ}$, $B_{O_3 N}$, $B_{O_3 P_2O_5}$, $B_{O_3 K_2O}$ – бали типових критеріїв (гумусу, ДАВ, азоту, фосфору, калію);

C_M , $C_{ДАВ}$, C_N , $C_{P_2O_5}$, C_{K_2O} – ціна балу критерію;

ΣC_n – сума цін балів усіх критеріїв.

Після обчислення середньозваженого балу для кожного типу ґрунту на основі стандартних критеріїв, здійснюється корекція цього показника для всіх різновидів ґрунтів у межах зазначеного типу. Така корекція враховує деструктивні характеристики ґрунту, що обмежують продуктивність сільськогосподарських культур, а також кліматичні умови та режим зволоження. Процедура корегування середньозважених балів виконується із використанням формули.

$$B_6 = B_{сз} \cdot K_n, \quad (4.5)$$

де, B_6 – бал бонітету ґрунтів;

$B_{сз}$ – середньозважений бал типових критеріїв;

K_n – коефіцієнти поправок на негативні властивості ґрунтів і клімату (поправочних коефіцієнтів може бути від 1 до 7).

Отже, остаточний показник бонітету ґрунту формується шляхом ступінчастого перемноження усереднено зваженого балу ($B_{сз}$) на відповідні корегувальні множники. Кількість обчислених усереднено зважених балів бонітету має відповідати кількості типів ґрунтів, наявних у господарстві, тоді як загальна кількість балів бонітету повинна дорівнювати числу ґрунтових різновидів.

Таблиця 4.1.

Якісна оцінка бонітування ґрунтів

Ґрунт	Запас гумусу в шарі 0-100 см, т/га	ДАВ в шарі 0-100 см, мм	Вміст в орному шарі ґрунту	Бал	Коефіцієнти поправок на	Бал	Клас бонітету
-------	------------------------------------	-------------------------	----------------------------	-----	-------------------------	-----	---------------

					азоту сполук, що легко гідролізу- ються		рухомих фосфатів (P ₂ O ₅)		обмінного калію (K ₂ O)			Клімат	Кислотність	Гідроморфність	Щільність		
	т/га	бал	мм	Бал	мг/100 г	бал	мг/100 г	Бал	мг/100 г	бал							
дерново- слабопідзолистий глеювато глинисто- піщаний	90,8	18	171	85,5	7	70	8,2	31,5	7,4	43,5	49, 7	0,90	0,92	0,83	0,91	31	7
дерново- середньопідзолистий глеювато легкосуглинковий	119,3	23,8	284,6	142,3	5	50	6,7	25,8	5,5	32,4	54, 9	0,90	0,92	0,92	0,91	38	7
лучно-чорноземний середньосуглинковий	373,6	74,7	195,3	97,6	10	100	13,4	67	11	55	78, 9	0,90	1	1,16	0,97	79, 9	3

Аналіз даних табл. 4.1, свідчить про домінування ґрунтів низької якості в господарстві ФГ «Полісся». Основні типи включають дерново-малопідзолистий слабogleйкуватий глинисто-піщаний ґрунт із коефіцієнтом бонітету 31 та дерново-середньопідзолистий слабogleйкуватий легкосуглинкуватий ґрунт із показником 38. Натомість наявні також ґрунти вище середнього рівня якості, зокрема лучно-чорноземний середньосуглинкуватий ґрунт із рейтингом 79,9 бали. Загалом, тенденції переважно негативні, що зумовлює необхідність реалізації заходів з оптимізації ґрунтового покриву.

Основними інтегрованими захисними стратегіями з підвищення якості ґрунтів у ФГ «Полісся» виступають агротехнічні підходи. Вони передбачають дотримання схем чергування культур та реалізацію протитерозійного оброблення ґрунтів, а також збалансоване внесення органічних і мінеральних добрив із періодичним вапнуванням для зниження кислотності. На нашу думку, зазначені заходи забезпечують адекватну підтримку ґрунтового покриву в задовільному стані.

4.2. Розробка заходів з оптимізації показників властивостей ґрунтів

Інтегральна система регулювання родючості ґрунтів у господарстві повинна спиратися на результати агрохімічного обстеження полів і бути спрямованою на підвищення вмісту гумусу, покращення кислотно-лужного балансу та збалансування елементів живлення. Для умов ФГ «Полісся» Іванківського району Київської області, де переважають дерново-підзолисті супіщані ґрунти, характерні середній або знижений вміст гумусу (1,2–1,8%), кисла реакція середовища (рН 4,8–5,5) і дефіцит фосфору та калію.

Для зниження кислотності та підвищення ефективності добрив необхідно провести суцільне вапнування полів, де рН нижче 5,2.

Рекомендовано:

- Вапнування вапняковим борошном або дефекатом з нормою 4–5 т/га раз на 5–6 років;
- Для підтримуючого ефекту — 1,0–1,5 т/га карбонату кальцію (CaCO_3) у період повторного висівання культур, чутливих до кислотності (горох, пшениця, люцерна);
- Перевагу слід надавати дефекату з цукрових заводів, який додатково збагачує ґрунт N, P, K і Ca.

Очікуваний результат: підвищення рН на 0,5–0,8 одиниці і покращення засвоєння фосфору на 20–25%.

Низький рівень гумусу потребує стабільного поповнення органічної маси. У господарстві, що має молочно-товарне тваринництво, доцільно використовувати такі заходи:

- Внесення гною — 35–40 т/га під кукурудзу на силос та 25 т/га під озиму пшеницю (раз на 3 роки), що забезпечує надходження 200–250 кг гумусу/га щорічно;
- Заорювання соломи зернових культур із додаванням 8–10 кг N на 1 т соломи у формі аміачної селітри для забезпечення оптимального співвідношення C:N=20:1;

- Вирощування сидеральних культур (гірчиця біла, редька олійна, ріпак яровий, суріпиця) після збирання озимих із наступним заорюванням маси (25–30 т/га зеленої речовини);
- Багаторічні трави (люцерна, конюшина) у структурі сівозміни — не менше 15% площі.

Результат — підвищення гумусу до 2,0–2,2% за 4–5 років, покращення структури ґрунту, водопроникності й зменшення ерозійних втрат.

Для підвищення врожайності необхідно перейти від орієнтації на середні норми добрив до диференційованої системи удобрення за агрохімічними картографіями.

Рекомендовано середні норми внесення добрив у сівозміні господарства (табл. 4.1).

Таблиця 4.2

Оптимальні дози мінеральних добрив для умов ФГ «Полісся» (в д.р.,
кг/га)

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Додаткові заходи
Озима пшениця	100–120	60–80	60–70	Вапнування, післяжнивні сидерати
Горох	30–40	60–70	60	Без азотних підживлень, бактеріальне інокулювання
Кукурудза на зерно	140–160	80–100	80–100	Органіка 25 т/га + локальне внесення добрив
Кукурудза на силос	100–120	60	70	Органіка 35–40 т/га, післяжнивне луцення
Соняшник	60–70	80	100	Обов'язкове внесення бору (1–2 кг/га В)
Багаторічні трави	60	60	60	Після другого укосу — N30, підживлення золою
Ріпак озимий	120–140	90	100	Вапнування, підживлення сіркою S20–25

Система удобрення повинна бути доповнена аналізом агрохімічних показників кожного поля раз на 3 роки, що дасть змогу точно регулювати співвідношення елементів і уникнути надлишку нітратів у ґрунті.

У дерново-підзолистих ґрунтах спостерігається дефіцит бору, цинку та марганцю, що особливо негативно позначається на соняшнику, ріпаку та кукурудзі.

Рекомендується:

Передусім необхідно здійснити вапнування кислих дерново-підзолистих ґрунтів, які переважають у структурі земель господарства. Оптимально застосовувати вапнякове борошно або дефекат із нормою 4–5 т/га раз на 5–6 років, а для підтримуючого ефекту — 1–1,5 т/га через 3–4 роки. Це дасть змогу підвищити показник рН на 0,5–0,8 одиниці, поліпшити доступність фосфору й активність ґрунтової мікрофлори.

Другим напрямом є систематичне внесення органічних добрив. З огляду на наявність молочно-товарного напрямку у господарстві, доцільно вносити 25–40 т/га гною під просапні культури (кукурудзу на силос, озиму пшеницю). Органічні добрива не лише постачають елементи живлення, а й відновлюють запаси гумусу, покращують водно-фізичні властивості ґрунту та сприяють утворенню стійкої зернистої структури.

Додатковим джерелом органічної речовини має стати заорювання соломи зернових культур з одночасним внесенням 8–10 кг азоту на кожен тону соломи. Такий прийом забезпечить оптимальне співвідношення вуглецю до азоту ($C:N \approx 20:1$), активізує мікробіологічні процеси та гумусоутворення.

Важливо також впровадити сидеральну систему удобрення з використанням гірчиці білої, ріпаку ярого чи редьки олійної. Після заорювання зелена маса сидератів збагачує орний шар на 25–30 т/га органічної речовини, знижує щільність і підвищує біологічну активність ґрунту.

З метою поповнення запасів елементів живлення необхідно оптимізувати систему мінерального удобрення за результатами агрохімічного аналізу. Для озимої пшениці рекомендовано застосовувати N100–120P60–80K60–70; для кукурудзи на зерно — N140–160P80–100K80–100; для соняшнику — N60–70P80K100 із додаванням 1–2 кг/га бору. Такий підхід дозволить досягти збалансованого живлення рослин і запобігти дефіциту основних елементів.

Оскільки дерново-підзолисті ґрунти бідні на мікроелементи, слід проводити позакореневі підживлення мікродобривами — борними, цинковими й марганцевими сполуками. Це сприятиме підвищенню якості врожаю олійних і зернових культур та їх стійкості до стресових факторів.

- Вносити бор у формі борної кислоти або комплексонатів (1–2 кг/га В);
- Для кукурудзи — цинкові добрива ($ZnSO_4$ — 5 кг/га) у позакореневих обробках;
- Для зернових — марганцеве підживлення ($MnSO_4$ — 3–5 кг/га) у фазі кушення.

Ці заходи дозволять підвищити врожайність зернових на 8–12%, олійних — на 10–15% і поліпшити якість насіння.

Зважаючи на хвилястий мікрорельєф і легкий гранулометричний склад ґрунтів, обов'язковими є:

- Безвідвальний обробіток і смугове розміщення культур, що зменшує ерозію на 25–30%;
- Мульчування стернею та залишками сидератів;
- Висівання культур із потужною кореневою системою (жито, люцерна, ріпак) у місцях зниження родючості.

Очікувані результати реалізації програми

- Підвищення середнього вмісту гумусу з 1,6% до 2,2%;
- Зростання рН ґрунтового розчину з 5,0 до 6,0;
- Збільшення вмісту рухомих форм фосфору та калію на 20–25%;
- Підвищення середньої врожайності пшениці до 60 ц/га, кукурудзи — до 100 ц/га, соняшнику — до 34 ц/га;
- Покращення екологічного стану ґрунтів, стабілізація структури орного шару та зниження ризику деградаційних процесів.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ БОНІТУВАННЯ

Економічна оцінка земель – це комплексний процес визначення грошової вартості та економічної ефективності земельних ділянок на основі їхніх властивостей, продуктивного потенціалу, розташування та інших факторів. Вона включає аналіз прибутковості, вартості сільськогосподарського використання, екологічних аспектів та впливу на загальну економіку регіону чи країни.

Ключові аспекти економічної оцінки земель включають:

1. Визначення продуктивності. Оцінка вмісту гумусу, поживних речовин (азот, фосфор, калій), фізико-хімічних властивостей ґрунтів, здатності до зрошення та потенціалу врожайності.

2. Розрахунок вартості. Використання нормативів, таких як кадастрова вартість (в Україні – на основі даних Держгеокадастру), ринкові ціни на аналогічні ділянки та доходи від експлуатації (оренда, продаж продукції).

3. Фактори впливу. Розташування (близькість до інфраструктури), кліматичні умови, рівень деградації ґрунтів, інвестиції в меліорацію (наприклад, зрошення або удобрення) та екологічні ризики.

4. Мета. Підтримка прийняття рішень щодо раціонального використання земель, оподаткування, інвестицій у сільське господарство чи захист від деградації. Наприклад, у контексті зрошуваних ґрунтів оцінка допомагає обчислити дохідність після вдосконалення системи удобрення.

Бонітування та економічна оцінка тісно пов'язані між собою спільністю мети, що полягає у всебічному аналізі природно-ресурсного потенціалу земель з урахуванням їхньої здатності до продуктивного використання у сільському господарстві.

Бонітування, як правило, окреслює якісну характеристику ґрунтів за шкалою їхньої природної родючості, інтегруючи морфологічні, фізико-хімічні та біологічні показники для класифікації земельних масивів у балах (від 1 до

100 або за шкалою відстані від еталонного ґрунту). Цей підхід спирається на зональні та регіональні нормативні бази, такі як методики Держгеокадастру України, де бонітування враховує гумусність, питому вагу, кислотність, наявність рухомих форм елементів живлення та мікробіологічну активність. На відміну від цього, економічна оцінка перекладає ці якісні показники на монетарну мову шляхом розрахунку чистого прибутку, рентабельності та капіталізованої вартості, використовуючи дані про ринкові ціни на продукцію, витрати на обробіток та дисконтні ставки для довгострокових проєкцій.

Спільність мети обох підходів реалізується через взаємодоповнення: бонітування надає фундаментальну основу для економічних розрахунків, забезпечуючи кореляцію між природними властивостями ґрунтів (наприклад, вмістом гумусу $>3\%$ для високобонітетних чорноземів) та економічними індикаторами (доходністю >5000 USD/га для зрошуваних земель у степовій зоні).

Економічна оцінка, у свою чергу, адаптує бонітування до ринкових чинників, включаючи інфляційні ризики, заміну меліоративних інвестицій (як-от закладка дренажу або вапнування) та вплив глобальних змін клімату на врожайність.

У практиці України бонітування та економічна оцінка об'єднані у державних кадастрах, де бонітування проводиться раз на 5–10 років із використанням геостатистичних моделей (наприклад, метод ступінчастих сум), а економічна оцінка – щорічно, адаптуючись до коливань цін на товари (зернові, технічні культури) та субсидій (державні компенсації за меліорацію до 30% вартості проєктів).

Отже, облік та оцінка якості землі є важливою та необхідною умовою її раціонального та високоефективного використання, засобом подальшого підвищення економічної ефективності сільськогосподарського виробництва.

Таблиця 5.1

Економічна ефективність проведення бонітування ґрунтів

Бал бонітету, б	Урожайність озимої пшениці, т/га	Ціна реалізації, грн	Вартість валової продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Затрати праці, люд-год/ц	Умовно чистий дохід, грн./га	Собівартість, грн./ц	Рівень рентабельності, %
31	3,8	4200	15960	12000	17	3960	316	33
38	4,1	4200	17220	12000	17	5220	293	43,5
79,9	5,8	4200	24360	12000	17	12360	207	103

Аналізуючи розрахункові дані у табл. 5.1, можна зробити висновок про значний вплив балу бонітету ґрунтів на економічні показники господарства. Так, можна спостерігати тенденцію до зниження урожайності культур за вирощування їх на ґрунтах з низьким балом бонітету. З таблиці бачимо, що урожайність озимої пшениці на ґрунтах з бонітетом 31 балів становить лише 3,8 т/га, тоді коли вирощуючи культуру на ґрунтах з бонітетом 79,9 балів можна отримати урожай 5,8 т/га. Це безумовно позначається на отриманні доходу підприємством. Оскільки на ґрунтах з низьким балом бонітету отримуємо меншу урожайність, то і чистий дохід буде значно менший, ніж на ґрунтах з високим балом бонітету. Можна сказати, що економічна ефективність виробництва продукції рослинництва залежить від ґрунтових показників, за рахунок яких ми отримуємо урожай.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

На виконання вимог ст. 19 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», підприємства, установи та організації погоджують з органами місцевого самоврядування поточні та перспективні плани роботи з питань охорони навколишнього природного середовища і використання природних ресурсів [28].

Відповідно до вимог, встановлених у статті 19 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», суб'єкти господарської діяльності, включаючи підприємства, установи та організації, повинні координувати з органами місцевого самоврядування як оперативні, так і стратегічні плани своєї роботи, спрямовані на забезпечення охорони навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів. Цей нормативний припис відіграє ключову роль у системі екологічного регулювання, сприяючи інтеграції місцевого самоврядування в процеси прийняття рішень щодо сталого розвитку території.

У контексті бонітування ґрунтів та економічної оцінки земель цей механізм узгодження набуває особливого значення, оскільки дозволяє інтегрувати якісні характеристики природно-ресурсного потенціалу з економічними аспектами діяльності суб'єктів. Наприклад, при розробці планів зрошування агроугідь підприємства зобов'язані враховувати дані бонітування, які визначають потенційну родючість ґрунтів за шкалою балів, що корелюють з очікуваною врожайністю та економічною рентабельністю. Економічна оцінка при цьому трансформує бонітувальні показники в монетарні індикатори, такі як чистий дохід від експлуатації земель [29].

Наукові дослідження, проведені в Україні, зокрема за методиками Держгеокадастру, свідчать про тісний зв'язок між узгодженими планами охорони довкілля та підвищенням балів бонітування земляних ресурсів. Зокрема, впровадження еко-сумісних практик, таких як органічне

землеробство або відновлення еродованих ґрунтів зеленим удобренням, може підвищити бонітет на 5-15 балів упродовж 3-5 років, що безпосередньо відбивається на економічній оцінці шляхом збільшення капіталізованої вартості земель на 20-40% залежно від ринкових умов. Однак без узгодження з органами місцевого самоврядування такі плани ризикують призвести до конфліктів інтересів, наприклад, через несанкціоновані викиди відходів у місцеві водойми або видобуток ресурсів без урахування біорізноманіття.

Практична імплементація ст. 19 сприяє формуванню клімат-резидентних стратегій, де узгодження планів враховує прогнози зміни, такі як зростання температури на 1,5-2°C до 2040 року за сценаріями IPCC.

До головних завдань в організації природоохоронної діяльності підприємств відноситься [17]:

- створення планів охорони навколишнього середовища, включаючи оцінку впливу на довкілля (ОВД), раціональне використання ресурсів і заходи з мінімізації негативного впливу;

- контроль за викидами, скиданнями, відходами та іншими антропогенними впливами, щоб не перевищувати гранично допустимі рівні (ГДК/ГДВ), встановлені законодавством;

- запровадження стандартів, таких як ISO 14001, та внутрішніх систем моніторингу для постійного покращення процесів (наприклад, через еко-аудит та сертифікацію);

- регулярний моніторинг екологічних показників, ведення обліку, подання звітів до державних органів та проведення екологічного контролю на підприємстві;

- заходи з енергозбереження, зниження ресурсомісткості виробництва, утилізації відходів, відновлення земель (враховуючи бонітування ґрунтів та економічну оцінку земель);

- проведення екологічного навчання співробітників, узгодження планів з місцевими органами самоврядування та громадами для забезпечення соціальної прийнятності та запобігання конфліктам.

План підприємств з питань охорони навколишнього природного середовища і раціонального використання природних ресурсів повинен складатися з таких розділів:

1. Загальні положення. Опис мети та завдань плану, характеристика підприємства (тип виробництва, види діяльності), правові основи (посилання на закони України та нормативні акти), період дії плану (на 3-5 років).

2. Оцінка сучасного стану навколишнього середовища та ресурсів. Аналіз екологічних аспектів діяльності підприємства: оцінка впливу на атмосферне повітря, водні ресурси, ґрунти, біорізноманіття; дані бонітування ґрунтів; економічна оцінка земель; прогнозні ризики (наприклад, зміна клімату за сценаріями IPCC).

3. Заходи з охорони навколишнього природного середовища. План заходів щодо зниження викидів, скидів, відходів; організація санації забруднених територій; впровадження еко-сумісних технологій (наприклад, зелених виробничих процесів, відновлення еродованих ґрунтів); інтеграція з системами екологічного управління (ISO 14001).

4. Заходи з раціонального використання природних ресурсів. Стратегії енергозбереження, водозбереження та ресурсощадних практик; плани зрошення земель з урахуванням бонітування ґрунтів; використання відновлюваних джерел енергії (наприклад, сонячних панелей для зрошення); економічна оцінка ефективності використання ресурсів.

5. Моніторинг, контроль та звітність. Системи спостереження за екологічними показниками; процедури внутрішнього та зовнішнього контролю; форми звітності до державних органів (Держекоінспекція, Держгеокадастр); екологічний аудит та корективні дії при відхиленнях.

6. Організаційно-технічні та економічні заходи. План ресурсного забезпечення (фінансування, кадри, обладнання); розрахунки вартості заходів; узгодження з місцевими громадами для соціальної прийнятності; інтеграція з кліматично стійкими стратегіями (враховуючи прогнозні зміни, як збільшення температури).

7. Строки реалізації та відповідальність. Графік виконання заходів (етапи, терміни); визначення відповідальних осіб чи відділів; механізми контролю за виконанням; критерії оцінки ефективності (наприклад, підвищення бонітування ґрунтів на 5-15 балів).

8. Висновки та пропозиції щодо подальшого впровадження. Резюме досягнених цілей, рекомендації для оновлення плану; шляхи інтеграції з національними та міжнародними ініціативами (як наближення до стандартів ЄС); можливі ризики та шляхи їх мінімізації.

РОЗДІЛ 8. ОХОРОНА ПРАЦІ

Основним завданням заходів та засобів із охорони праці в сільському господарстві є створення для працівників здорових, безпечних умов праці, попередження та профілактика виникнення професійних захворювань, нещасних випадків та аварій, пов'язаних із виробничими процесами в сільському господарстві, тобто захист працюючих від впливу шкідливих та небезпечних виробничих факторів (чинників) – фізичних, хімічних, біологічних та психофізичних.

При цьому сільськогосподарське виробництво характеризується цілою низкою структурних, організаційних, технологічних особливостей, що впливають на рівень виробничих ризиків та роблять цю галузь однією з найбільш травмонебезпечних (після вугільної промисловості).

Агропромислове виробництво характеризується наявністю цілого ряду негативних факторів, що вже стали традиційними [18]:

- старіння основних фондів, зростаюча кількість фізично зношеного і морально застарілого обладнання, машин і механізмів, що не відповідають безпечним умовам праці;
- постійно зростаюча кількість робочих місць, що не відповідають вимогам нормативно-правових актів з охорони праці, незабезпеченість працюючих засобами індивідуального захисту;
- значне послаблення трудової і виробничої дисципліни.

Основними особливостями організації виробничого процесу в аграрному секторі економіки є:

- сезонність робіт, що практично не дає можливості в окремі періоди року дотримуватися нормативної тривалості робочого дня, внаслідок чого щорічно травматизм досягає пікових значень в одні й ті самі місяці року. Перший пік припадає на липень-серпень (пора збирання ранніх зернових і зернобобових) – 22-23% річної кількості смертельно травмованих. Другий пік травматизму припадає на жовтень – понад 11% всіх смертельних випадків на виробництві);

– нерівномірна завантаженість працівників протягом року (кількість працюючих в агропромисловому виробництві в липні переважає середню за рік на 13-16%);

– залучення до роботи в напружені періоди підлітків та осіб пенсійного віку (в липні кількість їх досягає 4-5% від загальної кількості тих, що працюють у цей час у сільському господарстві).

Крім того, сільське господарство включає в себе основні галузі: рослинництво (рільництво, овочівництво, плодівництво, виноградарство, вирощування квітів тощо) та тваринництво (скотарство, свинарство, птахівництво, вівчарство тощо) а також обслуговуючі (експлуатація іригаційних меліоративних систем, ветеринарне обслуговування, технічне обслуговування машин та обладнання і тощо) та переробні, кожна з яких має цілий ряд специфічних шкідливих (вплив яких за певних умов може призвести до захворювання, зниження працездатності та (або) негативного впливу на здоров'я нащадків) та небезпечних (вплив яких на працівника в певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті) виробничих чинників [25].

Притаманними для рослинництва є різноманітні роботи, пов'язані з застосуванням пестицидів та мінеральних добрив; боротьба з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин, приготування робочих розчинів, протравлювання насіння, опилування, обприскування, фумігація рослин, ґрунту та приміщень, приготування та розкидання протруєних приманок, підживлювання рослин, внесення мінеральних добрив. Більшість пестицидів та мінеральних добрив є токсичними для людського організму. Потрапляючи до організму людини такі речовини можуть спричинювати порушення його нормальної життєдіяльності та виступати причиною гострих чи хронічних інтоксикацій.

Високий рівень небезпеки мають і механізовані роботи в рослинництві, оскільки працівники піддаються тривалому впливу підвищеного рівня шуму, вібрації, підвищеної температури в кабіні тракторів та комбайнів, нервовим

перенапруженням, що призводить до найвищого показника виробничого травматизму саме серед трактористів-машиністів сільськогосподарського виробництва.

З огляду на вищезазначене для найбільш ефективного правового регулювання охорони праці в сільському господарстві існує ряд спеціальних норм, що відображають саме специфіку виробничих процесів за галузями сільськогосподарського виробництва та, відповідно, особливості охорони праці в них. Ці норми містяться в галузевих нормативних актах з охорони праці (НПАОП), які являють собою правила з охорони праці за видами виробничих процесів, та примірних інструкціях за видами робіт чи за професіями, на підставі яких власником підприємства розробляються інструкції з охорони праці вже на конкретному сільськогосподарському підприємстві.

На сьогодні особливості охорони праці за галузями сільського господарства відображені в досить великій кількості нормативно-правових актів. Проте більшість з них були розроблені та прийняті ще в 70-90-х роках ХХ ст. і в сучасних умовах не в змозі ефективно врегулювати питання охорони праці в сільськогосподарських підприємствах на фоні докорінних змін як організаційних форм сільськогосподарських підприємств, так і технологій виробництва продукції рослинництва та тваринництва. У сучасному сільськогосподарському виробництві постійно зростає кількість технологічних процесів, різноманітних речовин, генетично-модифікованих організмів, що становлять небезпеку для життя та здоров'я працівників сільського господарства, і саме врахування цих нових небезпечних та шкідливих чинників з метою розробки ефективних заходів та засобів з охорони праці та їх закріплення на законодавчому рівні є підґрунтям для підвищення рівня безпеки сільського господарства як однієї з основних галузей економіки нашої країни.

Висновки

На основі проведених досліджень характеристик господарства ФГ «Полісся», аналізу кліматичних умов та ґрунтового покриву, а також оцінки якості ґрунтів за агроекологічним методом бонітування за методикою А. І. Сірого, можна зробити наступні висновки:

1. ФГ «Полісся» розташоване в Київській області, місто Іванків Вишгородського району. Площа господарства становить 10000 га. Основним напрямком господарства є рослинництво та молочно-товарний напрямок. У господарстві присутні такі типи ґрунтів, як дерново-слабопідзолисті глеюваті глинисто-піщані ґрунти, дерново-слабопідзолисті глейові легкосуглинкові ґрунти, дерново-середньопідзолисті глеюваті легкосуглинкові ґрунти, дерново-середньопідзолисті середньосуглинкові супіщані ґрунти, дерново-слабопідзолисті сильноглейові супіщані ґрунти, дерново-слабопідзолисті глеювато глинисто-піщані ґрунти, дерново-середньопідзолисті глеювато легкосуглинкові ґрунти, ясно-сірі і сірі опідзолені глейові легкосуглинкові ґрунти, темно-сірі опідзолені і чорноземи опідзолені глейові середньосуглинкові, лучно-чорноземні легкосуглинкові ґрунти, лучно-чорноземні середньосуглинкові ґрунти, дернові глибокі глейові глинисто-піщані ґрунти, дернові глибокі глейові середньосуглинкові ґрунти, дернові глейові осушені середньосуглинкові ґрунти, дернові глейові карбонатні середньосуглинкові ґрунти.

2. Найвищий бал бонітету ґрунту за агроекологічним методом бонітування ґрунтів за методикою А. І. Сірого в ФГ «Полісся» має лучно-чорноземний середньосуглинковий ґрунт (79,9 бала). Цей ґрунт є найкращим у господарстві завдяки високому вмісту гумусу, запасам продуктивної вологи та елементами живлення. Найнижчий бал мають дерново-слабопідзолисті глеюваті глинисто-піщані ґрунти (31 балів), що вказує на їх низьку родючість через високий вміст піскових фракцій, глейові ознаки та дефіцит поживних елементів.

3. На основі аналізу за методикою А. І. Сірого, ґрунти господарства поділені на класи бонітету: лучно-чорноземні середньосуглинкові – III клас (79,9 бала), дерново-середньопідзолисті глеюваті легкосуглинкові ґрунти – VII клас (38 бал), дерново-слабопідзолисті глеюваті глинисто-піщані ґрунти – VII клас (31 балів).

4. Можемо сказати, що бал бонітету ґрунтів господарства впливає на економічну ефективність господарства, оскільки економічна ефективність вирощування продукції рослинництва залежить від рівня родючості ґрунтів. На ґрунтах із низьким балом бонітету (наприклад, дерново-слабопідзолисті глеюваті – 31 балів) спостерігається нижча урожайність культур, ніж на ґрунтах із високим балом (лучно-чорноземні – 79,9 бала), що призводить до зниження прибутку. Рівень рентабельності при вирощуванні озимих культур у ФГ «Полісся» на ґрунтах із високим балом бонітету (79,9 бала) може досягати 65-70%, а на ґрунтах із низьким балом (31 балів) – лише 40-50%, що підтверджує необхідність оптимізації ґрунтових властивостей.

5. У господарстві є ґрунти високої якості (гарні землі) III класу – лучно-чорноземні середньосуглинкові, переважна більшість ґрунтів середньої якості (задовільні землі) – VII класу (дерново-середньопідзолисті глеюваті) та низької якості VII класу (дерново-слабопідзолисті глеюваті). Для отримання високих врожаїв необхідно вносити органічні і мінеральні добрива, проводити вапнування для зниження кислотності, використовувати сидерацію та застосовувати агротехнічні заходи з меліорації, щоб покращити фізичні та хімічні властивості ґрунтів та підвищити загальну родючість.

6. Пропонуються такі заходи з підвищення родючості ґрунтів, які включають вапнування кислих дерново-підзолистих ґрунтів, внесення різних видів органічних добрив для підвищення вмісту гумусу в ґрунтах, раціональну систему обробітку ґрунту і органо-мінеральну систему удобрення культур макро-і мікроелементами.

Важливим екологічним чинником є захист ґрунтів від ерозії. Рекомендується мінімізувати механічний обробіток, застосовувати

безвідвальну та смугову технологію, залишати післяжнивні рештки як мульчу, а також створювати багаторічні трав'яні смуги на схилах і низинних ділянках.

Комплексне виконання зазначених заходів дасть змогу поступово підвищити вміст гумусу до 2,0–2,2 %, зменшити кислотність, збалансувати вміст поживних речовин та підвищити бонітет ґрунтів господарства на 10–15 балів у середньостроковій перспективі.

Пропозиції господарству

Для покращення умов господарювання ФГ «Полісся» потрібно:

- Закупити більш нове обладнання для підвищення ефективності проведених заходів і зниження матеріальних витрат;
- Провести ремонтні роботи приміщень для працівників ферми для підвищення якості санітарно-гігієнічних умов праці;
- Посилити контроль за виконанням техніки безпеки, технологічних правил;
- Керівникам виробничих ділянок контролювати обов'язкове застосування засобів індивідуального захисту.

Список використаної літератури

1. Агрохімічний аналіз ґрунту – інструмент для правильного розрахунку норм та форм добрив. 2017. URL: <https://superagronom.com/blog/83-agrohimichniy-analiz-gruntu--instrument-dlya-pravilnogo-rozrahunku-norm-ta-form-dobriv#:~:text=>.
2. Аналіз ґрунту перед посівною, для чого робити? 2024. URL: <https://agroexp.com.ua/uk/analiz-pochvy-pered-posevnoy-zachem-delat>
3. Балаєв А. Д., Бережняк М. Ф. Ґрунтознавство: навчальний посібник. К.: ЦП «Компринт», 2016. 402 с.
4. Балюк С. А., Медведєв В. В., Воротинцева Л. І., Шимель В. В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. Вісник аграрної науки. 2017. № 8. С. 5-11.
5. Барвінський А. В., Тихенко Р. В. Оцінка і прогноз якості земель: підручник. Київ: Медінформ, 2015. 642 с.
6. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу / О. Голубцов, Л. Сорокіна, А. Сплодитель, С. Чумаченко. Київ : ГО Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. 32 с.
7. Госпадаренко Г. М. Агрохімія. Київ: ННЦ «ІАЕ», 2010. 400 с.
8. Госпадаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ: ННЦ «ІАЕ», 2015. 332 с.
9. Дацько Л. Гранулометричний склад ґрунту – навіщо знати? 2025. URL: <https://www.facebook.com/ludmila.dac.ko.476548/posts/>
10. Дребот О. І., Добряк Д. С., Мельник П. П., Сахарнацька Л. І. Бонітування ґрунтів за продуктивністю: досвід США. Збалансоване природокористування № 3/2022. 5-12 с.
11. Еколого-агромеліоративний моніторинг зрошуваних земель із застосуванням ГІС: практикум. В. В. Морозов, В. В. Гамаюнова, О. В. Морозов. Херсон: ХДУ, 2004. 163 с.
12. Земельні ресурси України. В. В. Медведєва, Т. М. Лактіонова. Київ: Аграрна наука, 1998. 150 с.

13. Землеробство та меліорація: підручник / За ред. І.І. Назаренка. Чернівці: Книги. XXI, 2006. 543 с.
14. Зінченко О. І. Рослинництво: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
15. Кислотність або рН ґрунту – основа ґрунтової хімії. Як підвищити урожайність. 2020. URL: <https://superagronom.com/blog/656-kislotnist-abo-rn-gruntu--osnova-gruntovoyi-himiyi-yak-pidvischiti-urojajnist>
16. Клімат і рельєф Київської області. Історія заселення. URL: <https://www.google.ru/search?q=%>
17. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення: керівний нормативний документ / За ред. Яцука І. П., Балюка С. А. 2-ге вид., допов. К., 2019. 108 с.
18. Морозов В. В. Еколого-меліоративні умови природокористування на зрошуваних ландшафтах України: навч. посіб. Київ; Херсон: Айлант, 2003. 273 с.
19. Навіщо потрібний датчик вологості? 2024. URL: <https://mora.zapisi.cx.ua/ukraincyam/navishho-potribniy-datchik-vologosti.html>
20. Основи законодавства України про охорону здоров'я: Закон України від 19.11.1992 р. № 2801-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text>
21. Основні елементи живлення і їх роль для рослин. URL: <https://artahg.com.ua/statti/osnovni-elementy-zhyvlennya-i-yikh-rol-dlya-roslyn.html#:~:text>
22. Патика В. П., Тараріко О. І. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. К.; Фітосоціоцентр. 2002. 295 с.
23. Природно-заповідний фонд Київської області. URL: <https://uk.wikisource.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%>
24. Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування: Закон України від 23.09.1999 р. № 1105-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14#Text>

25. Про охорону праці: Закон України 14.10.1992 р.№ 2694-ХІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
26. Світличний О. О., Чорний С. Г. Основи ерозієзнавства: Підруч. Для студ. ВНЗ. Суми: Унів. кн., 2007. 265 с.
27. Тараріко Ю. О. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур. Київ: Норапрінт, 2001. 60 с.
28. Теорія і практика ґрунтоохоронного моніторингу/ за наук. редакц. М.М. Мірошниченка. Харків:ФОП Бровін О. В., 2016. 384 с.
29. Ткачук О. П. Моніторинг довкілля: курс лекцій та практичні заняття: навчально-методичний посібник. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2014. 411 с.
30. Чорний С. Г. Оцінка якості ґрунтів: навч.-метод. посіб. Миколаїв: МНАУ, 2018. 233 с.
31. Asensio V., Guala S. D., Vega F. L., Covelo E. F. A soil quality index for reclaimed mine soils. Environ Toxicol Chem, 2013. P. 2240-2248.
32. Debi S. R., Bhattacharjee S., Aka T. D., Paul S. C., Roy M. C., Salam M. S., Islam M. S., Azady A. R. Soil quality of cultivated land in urban and rural area on the basis of both minimum data set and expert opinion. Int J Hum Capital Urban Manag, 2019. 4(4). P. 247-258.
33. How war is contributing to environmental degradation in Ukraine. 2025. URL: <https://resoilfoundation.org/en/environment/ukraine-war-contaminated-soil/>
34. Jat M. L., Stirling B. C. M., Jat H. S., Tatarwal J. P., Jat R. K., Singh R., Lopez-Ridaaura S., Shirsath P. B. Soil processes and wheat cropping under emerging climate change scenarios in South Asia. In: Sparks DL (ed) Advances in agronomy, vol 148. Academic Press, Cambridge, 2018. P. 111-171.
35. John K., Agyeman P. C., Kebonye N. M., Isong I. A., Ayito E. O., Ofem K. I., Qin C. Hybridization of cokriging and Gaussian process regression modelling techniques in mapping soil sulphur. Catena, 2021. URL: <https://www.sci-hub.ru/10.1016/j.catena.2021.105534>

36. Kalambukattu J.G., Ghotekar K.S. Spatial variability analysis of soil quality parameters in a watershed of Sub-Himalayan Landscape – a case study. *Eurasian J Soil Sci*, 2018. 7(3). P. 238-250.

37. Mukherjee A., Lal R. Comparison of soil quality index using three methods. *PLoS ONE*, 2014. URL: <https://archive.org/details/pubmed-PMC4141864>

38. Nabiollahi K., Taghizadeh-Mehrjardi R., Kerry R., Moradian S. Assessment of soil quality indices for salt-affected agricultural land in Kurdistan Province, Iran. 2017. P. 482-494.

39. Rezaee L., Akbar M. A., Naser D., Sepaskhah A. R. Soil quality indices of paddy soils in Guilan province of northern Iran: spatial variability and their influential parameters, 2020. URL: <https://www.researchgate.net/profile/Leila-Rezaee-2>

40. Vasu D., Singh S. K., Ray S. K., Duraisami V. P., Tiwary P., Chandran P., Nimkar A. M., Anantwar S. G. Soil quality index (SQI) as a tool to evaluate crop productivity in semi-arid Deccan Plateau, India. *Geoderma*, 2016. P. 70-79.

41. What Is Soil Quality Assessment? 2025. URL: <https://ecologiclife.com/what-is-soil-quality-assessment.html>