

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технологій і дизайну

Кафедра хімії та хімічної інженерії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Агрохімічний аналіз ґрунтів Хмельниччини для забезпечення
раціонального використання земельних ресурсів

Рівень вищої освіти другий магістерський


Галузь знань 16 – «Хімічна інженерія та біоінженерія»

Спеціальність 161 – «Хімічні технології та інженерія»

Освітня програма «Хімічні технології та інженерія»

Шифр КРМХТІ.2023221.23.02.00

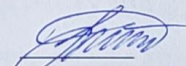
Виконала студентка 2 курсу
групи ХТІм-23-1



Підпис

Олена НАЛІСНІКОВСЬКА

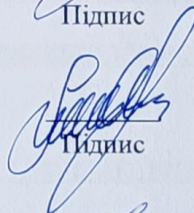
Керівник доктор технічних наук,
професор, завідувач кафедри
хімії та хімічної інженерії



Підпис

Ольга ПАРАСКА

Нормоконтролер



Підпис

Олександр СТРЕМЕЦЬКИЙ

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри хімії та
хімічної інженерії



Підпис

Ольга ПАРАСКА

19.12.2024

Хмельницький 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Технологій і дизайну
Кафедра Хімії та хімічної інженерії
Рівень вищої освіти другий магістерський
Галузь знань 16 Хімічна інженерія та біоінженерія
Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія
Освітня програма Хімічні технології та інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
хімії та хімічної інженерії
Ольга ПАРАСКА
26 серпня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Налісніковської Олени Миколаївни

1. Тема роботи Агрохімічний аналіз ґрунтів Хмельниччини для забезпечення раціонального використання земельних ресурсів

Керівник роботи Параска О. А., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри хімії та хімічної інженерії

Затверджено наказом ректора університету від 26.08.2024 р. № 60

2. Термін подання здобувачем роботи на кафедру 19.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи звіт з переддипломної практики, методичні вказівки виконання магістерської роботи

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вплив агрохімічного складу ґрунтів на їх родючість. Методи агрохімічного аналізу ґрунтів. Агрохімічні показники ґрунтів: вміст макроелементів, вміст гумусу, кислотність (рН), гранулометричний склад.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) 11 слайдів програми презентації Power Point

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота Налісніковської Олени Миколаївни, студентки групи ХТІмз-23-1, на тему: «Агрохімічний аналіз ґрунтів Хмельниччини для забезпечення раціонального використання земельних ресурсів» присвячена агрохімічному аналізу ґрунтів Хмельницької області з метою оптимізації використання земельних ресурсів. Керівник кваліфікаційної роботи доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри хімії та хімічної інженерії Ольга Анатоліївна Параска. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків, додатка. Тест кваліфікаційної роботи викладено на 91 сторінці друкованого тексту, містить 23 таблиці, 2 рисунки, перелік джерел посилань 29 найменувань. Графічні матеріали оформлено у програмі презентації.

Ключові слова: АГРОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ, ҐРУНТИ ХМЕЛЬНИЧЧИНИ, ГУМУС, КИСЛОТНІСТЬ, ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ СКЛАД, РАЦІОНАЛЬНЕ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ.

Дослідження кваліфікаційної роботи виконані на замовлення виробничої лабораторії аналізу ґрунтів ТОВ «Лотівка Еліт» (м.Красилів).

У дослідженні розглянуто особливості хімічного складу, гранулометричного складу, кислотності та вмісту гумусу в ґрунтах Хмельниччини. Виявлено основні проблеми, що обмежують продуктивність ґрунтів, а також надані рекомендації для їх покращення. Результати досліджень кваліфікаційної роботи спрямовані на забезпечення раціонального використання земельних ресурсів, підвищення ефективності аграрного виробництва та збереження екологічної рівноваги регіону.

На основі проведених досліджень визначено агрохімічний стан ґрунтів і розроблено рекомендації щодо ефективного використання та підвищення їх родючості. Це включає впровадження системи внесення добрив, заходів для запобігання деградації ґрунтів і покращення їх структури.

19.12.2024 р.

Здобувачка вищої освіти групи ХТІмз-23-1

Олена НАЛІСНІКОВСЬКА

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ.....	8
1.1 Вплив агрохімічних показників на родючість ґрунтів.....	8
1.2 Основні вимоги до якості ґрунтів у сільському господарстві.....	12
1.3 Нормативна документація для оцінки показників якості ґрунтів.....	15
2 ОСОБЛИВОСТІ ВІДБОРУ ПРОБ ТА МЕТОДИ АНАЛІЗУ ҐРУНТІВ.....	21
2.1 Відбір проб ґрунту.....	21
2.2 Визначення реакції ґрунтового розчину рН.....	30
2.3 Визначення сольового рН ґрунтових проб.....	33
2.4 Визначення гідролітичної кислотності.....	34
2.5 Визначення гранулометричного складу ґрунту мокрим польовим методом.....	36
2.6 Визначення повної вологості ґрунту.....	40
2.8 Визначення вмісту органічної речовини в ґрунті оксидиметрично.....	46
2.9 Визначення масової частки амонійного азоту.....	52
2.10 Визначення обмінного кальцію і магнію в ґрунті з трилоном Б.....	58
3 АГРОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ҐРУНТІВ ХМЕЛЬНИЧЧИНИ.....	64
3.1 Визначення вмісту основних елементів живлення для рослин в досліджуваних зразках.....	64
3.2 Аналіз кислотності (рН) зразків ґрунтів.....	68
3.3 Визначення гранулометричного складу ґрунту мокрим польовим методом.....	71
3.4 Дослідження вмісту гумусу в ґрунтах.....	75
3.5 Аналіз вмісту азоту в ґрунтах.....	80
3.6 Дослідження вмісту обмінного кальцію і магнію в ґрунті.....	82
ВИСНОВКИ.....	85
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	88
ДОДАТОК 1.....	91

ВСТУП

Раціональне використання земельних ресурсів є ключовим чинником для забезпечення сталого розвитку аграрного сектора України. Ґрунти Хмельницької області, відомі своєю природною родючістю, відіграють важливу роль у виробництві сільськогосподарської продукції. Однак інтенсивне використання земельних ресурсів, недотримання технологій обробітку ґрунту, порушення структури сівозмін і недостатнє застосування добрив призводять до деградації ґрунтового покриву, зниження його продуктивності та екологічного потенціалу [1-3].

Агрохімічний аналіз ґрунтів дозволяє оцінити їхній стан, виявити проблеми та визначити заходи для покращення родючості. Вивчення вмісту гумусу, кислотності (рН), макро- і мікроелементів у ґрунтах є основою для розробки раціональних систем внесення добрив, запобігання деградаційним процесам і підвищення продуктивності земель [3, 4].

Комплексний підхід до оцінки агрохімічного складу ґрунтів передбачає інтеграцію кількох методів дослідження, що дозволяють детально вивчити фізико-хімічні характеристики ґрунту та їх вплив на родючість і ефективність використання земель. Такий підхід є необхідним для отримання об'єктивних і всебічних результатів, що дозволяють сформулювати рекомендації для оптимізації землекористування.

Залежно від типу ґрунту, його структури та антропогенного навантаження, агрохімічні показники можуть значно варіюватися в межах однієї території [1, 2, 4]. Тому необхідно проводити зональне дослідження. Для оцінки просторової варіативності важливо здійснити агрохімічний аналіз у різних точках досліджуваної території (різні ландшафтні зони, типи ґрунтів) та визначити зміни показників у зв'язку з географічними факторами. Для картографічного відображення агрохімічних показників ґрунтів та створення карт зональних

відмінностей, що дозволяє отримати точну картину розподілу агрохімічних властивостей на великій території.

Взаємозв'язки між різними агрохімічними параметрами (наприклад, між вмістом гумусу та кислотністю ґрунту) необхідні для оцінки їх впливу на родючість та ефективність землекористування. Дозволяють прогнозувати зміни в агрохімічному складі ґрунтів при різних режимах внесення добрив та обробітку ґрунту. Зіставлення отриманих результатів з нормативами для відповідних типів ґрунтів дозволяє оцінити, наскільки ґрунти відповідають вимогам для сільськогосподарських культур та наявність можливих проблемних зон.

Агрохімічний аналіз також включає оцінку ризиків забруднення ґрунтів, вивчення впливу надлишку або дефіциту окремих елементів (наприклад, азоту чи фосфору) на екологічний стан регіону. Розробку заходів для збереження ґрунтових ресурсів у довгостроковій перспективі, таких як органічне землеробство, застосування покривних культур, агролісомеліорація.

Актуальність дослідження кваліфікаційної роботи полягає у необхідності комплексного підходу до оцінки агрохімічного стану ґрунтів Хмельниччини, що дозволить забезпечити їх ефективне використання та збереження в умовах зростаючого антропогенного навантаження [5, 6]. Мета кваліфікаційної роботи – проведення агрохімічного аналізу ґрунтів Хмельницької області для оцінки їх стану і розробки рекомендацій щодо раціонального використання земельних ресурсів.

Завдання кваліфікаційної роботи:

- Дослідити основні фізико-хімічні властивості ґрунтів.
- Визначити вміст гумусу, кислотність, забезпеченість основними елементами живлення (азот, фосфор, калій).
- Надати рекомендації щодо раціонального використання земельних ресурсів та покращення стану ґрунтів.

Для вирішення поставлених завдань в кваліфікаційній роботі використано комплекс методів, які забезпечили якісний аналіз агрохімічного складу ґрунтів

Хмельницької області та дозволили надати практичні рекомендації для їх раціонального використання. Зокрема, аналітичні методи (титриметричні, електриметричні, фотоколориметричні, полум'яно-фотометричні), польові методи, математично-статистичні методи для обробки результатів аналізу даних (Excel). Застосування цих методів забезпечило комплексний підхід до оцінки агрохімічного стану ґрунтів Хмельниччини та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для їх раціонального використання.

Об'єкт дослідження – ґрунти Хмельниччини.

Предмет дослідження – агрохімічні показники ґрунтів.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків, додатка. Текст кваліфікаційної роботи викладено на 91 сторінці друкованого тексту, містить 23 таблиці, 2 рисунки, перелік джерел посилань 29 найменувань. Графічні матеріали оформлено у програмі презентації [7-9].

В кваліфікаційній роботі проведено детальний аналіз агрохімічного стану ґрунтів Хмельниччини з урахуванням сучасних викликів, що стоять перед аграрним сектором, та надано рекомендації для підвищення ефективності землекористування.

Результати проведених досліджень мають практичне застосування агровиробниками для оптимізації системи внесення добрив, структури сівозмін і запобігання деградаційним процесам у ґрунтах.

Комплексний підхід до оцінки агрохімічного складу ґрунтів забезпечує всебічне розуміння стану ґрунтових ресурсів і допомагає розробити ефективні заходи для їх раціонального використання та збереження. Це дозволяє не лише підвищити продуктивність сільськогосподарських земель, але й зберегти екологічну рівновагу в регіоні.

1 ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

1.1 Вплив агрохімічних показників на родючість ґрунтів

Агрохімічний склад ґрунтів є одним із основних чинників, що визначають їхню родючість і здатність забезпечувати рослини необхідними поживними речовинами. Оцінка впливу агрохімічного складу на сільськогосподарське виробництво дозволяє виявити потенціал ґрунтів, а також проблеми, які можуть обмежувати ефективність агровиробництва. Основними агрохімічними показниками ґрунтів, які необхідно враховувати під час агрохімічного аналізу, є [1, 2]:

-вміст гумусу (органічної речовини) – гумус є основним джерелом поживних речовин для рослин і важливим елементом для структури ґрунту. Визначення вмісту гумусу допомагає оцінити ступінь родючості ґрунту та необхідність додаткового внесення органічних добрив.

-кислотність ґрунту (рН) – рівень кислотності або лужності ґрунту впливає на доступність поживних елементів для рослин. Визначення рН допомагає коригувати кислотно-лужний баланс, використовуючи вапнування або додавання кислих добрив.

-вміст макроелементів (азот, фосфор, калій) – визначення рівня основних макроелементів у ґрунті дозволяє визначити потребу у внесенні добрив для забезпечення оптимального харчування рослин.

-вміст мікроелементи (бор, марганець, залізо, цинк тощо) – мікроелементи критичні для розвитку рослин, але їх вміст зазвичай дуже низький. Оцінка їхнього рівня дозволяє виявити дефіцит або надлишок цих елементів.

-гранулометричний склад – визначення частки піску, пилу та глини допомагає оцінити водопроникність ґрунту, його здатність утримувати вологу та поживні речовини.

Агрохімічний склад ґрунтів безпосередньо впливає на родючість, здоров'я та врожайність сільськогосподарських культур. Для забезпечення стабільної та високопродуктивної роботи сільськогосподарських підприємств необхідно регулярно проводити агрохімічний аналіз ґрунтів, коригувати агротехнічні та агрохімічні заходи, враховуючи конкретні потреби культури та стан ґрунтів [5, 6]. Це дозволяє визначати найкращі технології обробітку ґрунтів і внесення добрив для кожного типу ґрунту з урахуванням його агрохімічного складу. А також впроваджувати заходи щодо підвищення родючості та запобігання деградації ґрунтів (системи сівозмін, органічне землеробство, використання екологічно безпечних добрив), раціонального використання земель.

Дослідження фізико-хімічних властивостей передбачає аналіз механічного складу ґрунту, вмісту піску, мулу, глини, пористості, вологості, температури. А також визначення кислотно-лужного балансу ґрунту (рН) для вибору оптимальних агротехнічних заходів; визначення вмісту гумусу, який є індикатором родючості ґрунту.

ТОВ «Лотівка Еліт» спеціалізується на вирощуванні високоякісного та високопродуктивного насіння (1-а репродукція, еліта) [10]. Юридична особа ТОВ «Лотівка Еліт» було зареєстровано 29.09.2003 року. На базі насінневого господарства діє сучасний насінневий завод з очистки, калібрування, протруєння та фасування насіння зернових, круп'яних та бобових культур. Основними видами діяльності (за КВЕД) є:

01.11 Вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур;

01.13 Вирощування овочів і баштанних культур, коренеплодів і бульбоплодів;

01.19 Вирощування інших однорічних і дворічних культур;

01.50 Змішане сільське господарство;

01.61 Допоміжна діяльність у рослинництві;

01.63 Післяурожайна діяльність;

- 01.64 Оброблення насіння для відтворення;
- 10.61 Виробництво продуктів борошномельно-круп'яної промисловості
- 10.62 Виробництво крохмалів і крохмальних продуктів;
- 10.81 Виробництво цукру;
- 16.29 Виробництво інших виробів з деревини; виготовлення виробів з корка, соломки та рослинних матеріалів для плетіння;
- 46.12 Діяльність посередників у торгівлі паливом, рудами, металами та промисловими хімічними речовинами;
- 46.21 Оптова торгівля зерном, необробленим тютюном, насінням і кормами для тварин;
- 46.36 Оптова торгівля цукром, шоколадом і кондитерськими виробами;
- 77.31 Надання в оренду сільськогосподарських машин і устаткування;
- 46.71 Оптова торгівля твердим, рідким, газоподібним паливом і подібними продуктами;
- 46.90 Неспеціалізована оптова торгівля;
- 49.41 Вантажний автомобільний транспорт;
- 52.10 Складське господарство;
- 68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна;
- 70.22 Консультування з питань комерційної діяльності й керування;
- 77.11 Надання в оренду автомобілів і легкових автотранспортних засобів;
- 77.12 Надання в оренду вантажних автомобілів;
- 01.41 Розведення великої рогатої худоби молочних порід;
- 01.42 Розведення іншої великої рогатої худоби та буйволів;
- 01.43 Розведення коней та інших тварин родини конячих;
- 01.62 Допоміжна діяльність у тваринництві;
- 10.11 Виробництво м'яса;
- 10.51 Перероблення молока, виробництво масла та сиру;
- 10.85 Виробництво готової їжі та страв;

- 10.89 Виробництво інших харчових продуктів, н.в.і.у.;
- 46.23 Оптова торгівля живими тваринами;
- 46.32 Оптова торгівля м'ясом і м'ясними продуктами;
- 46.38 Оптова торгівля іншими продуктами харчування, у тому числі рибою, ракоподібними та молюсками;
- 46.76 Оптова торгівля іншими проміжними продуктами;
- 56.29 Постачання інших готових страв;
- 71.20 Технічні випробування та дослідження;
- 45.20 Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів;
- 20.15 Виробництво добрив і азотних сполук;
- 01.25 Вирощування ягід, горіхів, інших плодових дерев і чагарників.

З метою визначення складу, властивостей і родючості ґрунтів, а також оцінка їх екологічного стану ТОВ «Лотівка Еліт» обладнано спеціалізований підрозділ – сучасну виробничу лабораторію комплексного аналізу зразків ґрунту. В лабораторії здійснюють агрохімічний аналіз, екологічний моніторинг, аналіз фізико-хімічних властивостей ґрунтів.

Екологічний моніторинг – це оцінка забруднення ґрунту важкими металами (свинець, кадмій, ртуть), пестицидами, радіоактивними речовинами.

Агрохімічний аналіз ґрунтів полягає у визначенні вмісту основних елементів живлення для рослин (азот, фосфор, калій), кислотності (рН), органічної речовини, гумусу.

1.2 Основні вимоги до якості ґрунтів у сільському господарстві

Вимоги до якості ґрунтів у сільському господарстві та інших галузях визначаються їхніми фізико-хімічними, агрохімічними та екологічними показниками. Основними параметрами, які оцінюють для визначення якості ґрунтів, є вміст поживних речовин, рівень забруднення, структура, кислотність і вологість ґрунту [2, 5].

Для забезпечення ефективного використання ґрунтів у сільському господарстві, необхідно досягнення вимог до показників, наведених у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Вимоги до якості ґрунту для сільськогосподарських цілей

Показник	Нормативні значення
Азот	не менше 0,1 % від сухої маси
Фосфор	від 20 до 30 мг на 100 г ґрунту
Калій	від 20 до 30 мг на 100 г ґрунту
Органічна речовина (гумус)	від 2 % і більше
pH	від 6 до 7

Дотримання цих вимог дозволяє забезпечити сталу продуктивність ґрунтів та мінімізувати ризики екологічного забруднення.

Регулярний моніторинг є необхідним для підтримання родючості ґрунтів і запобігання деградації [3, 6]. Регулярний моніторинг ґрунтів це систематичний процес оцінки стану ґрунтів для визначення їхньої якості, родючості, екологічної стабільності та впливу людської діяльності. Моніторинг дозволяє вчасно виявити деградаційні процеси, запобігти забрудненню та сприяти сталому використанню ґрунтових ресурсів.

Перевірку поживних речовин здійснюють кожні 3-5 років для оптимізації добрив. Аналіз забруднення щорічно на територіях, що підлягають інтенсивному використанню. Оцінка структурності та механічного складу – при зміні виду використання земель (наприклад, перехід від природних до оброблюваних ґрунтів). Оптимальний агрохімічний склад забезпечує високий рівень родючості ґрунтів, що сприяє отриманню високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур. Неоптимальний склад (дефіцит або надлишок елементів) призводить до зниження ефективності виробництва, підвищення витрат на внесення добрив, необхідність коригування технологій обробітку ґрунту та застосування додаткових агротехнічних заходів.

Основні показники якості ґрунту наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Основні показники якості ґрунту

Показник	Характеристика
Хімічний склад	<p>Макроелементи: вміст азоту (N), фосфору (P) та калію (K) – ключових елементів для росту рослин;</p> <p>Мікроелементи: залізо, цинк, марганець, бор, мідь, молібден – для оптимального розвитку культур;</p> <p>Органічні речовини та гумус – чим вищий вміст органічних речовин, тим родючіший ґрунт;</p> <p>Кислотність (pH): оптимальним рівнем кислотності для більшості культур є нейтральний або слабокислий pH (від 6 до 7).</p>
Фізичні властивості	<p>Механічний склад: співвідношення часток піску, глини, мулу визначає здатність ґрунту утримувати вологу та поживні речовини;</p> <p>Структурність: гранули ґрунту мають бути добре зв'язані, що сприяє аерації та утриманню вологи;</p> <p>Щільність і пористість: оптимальна щільність ґрунту забезпечує хорошу циркуляцію повітря і доступ води до коренів;</p> <p>Вологість: здатність утримувати вологу залежить від механічного складу і вмісту органічної речовини. Вологість має бути достатньою для потреб вирощуваних культур.</p>
Екологічна безпека	<p>Важкі метали: вміст таких елементів, як свинець, кадмій, ртуть, мідь, цинк, має бути в межах гранично допустимих концентрацій;</p> <p>Залишки пестицидів: недопустимий вміст залишків пестицидів, які можуть накопичуватися у ґрунті та негативно впливати на рослини й ґрунтові організми;</p> <p>Радіонукліди: наявність радіоактивних елементів (цезій-137, стронцій-90) не повинна перевищувати безпечні межі.</p>

Таким чином, аналіз ґрунтів для сільського господарства є важливим етапом для визначення його родючості та ефективного планування агротехнічних заходів. Метою аналізу є вивчення хімічного, фізичного і біологічного складу ґрунту, щоб визначити, які елементи живлення потрібні для вирощування сільськогосподарських культур [1, 2, 5]. А саме:

- визначення основних елементів (азот, фосфор, калій), які відповідають за ріст рослин, коренеутворення і фотосинтез;
- визначення рівня кислотності (рН) для вибору культур та заходів щодо вапнування або підкислення;
- аналіз вмісту мікроелементів, таких як магній, кальцій, залізо, цинк, мідь, які впливають на розвиток і здоров'я рослин;
- визначення органічної речовини ґрунту (гумусу), яка покращує його фізичні властивості, водоутримуючу здатність і родючість;
- визначення співвідношення механічного складу – піску, мулу і глини для оцінки структури ґрунту (пухкий, суглинистий, глинистий);
- визначення здатності ґрунту утримувати вологу і пропускати повітря (вологоємність і здатність до аерації), що є важливим для здоров'я кореневої системи рослин;
- оцінка ущільнення ґрунту (щільність), яке може обмежувати ріст коренів і доступ поживних речовин;
- оцінка кількості корисних мікроорганізмів (мікробіологічний склад), що сприяють розкладанню органічної речовини, утворенню гумусу та засвоєнню поживних речовин;
- визначення активності ферментів (фосфатаз, уреаз тощо), що показують інтенсивність мікробіологічних процесів у ґрунті.

На основі отриманих даних лабораторного аналізу ґрунтів складають рекомендації щодо внесення добрив, вибору культур і заходів з покращення властивостей ґрунту. Наприклад, вапнування для нейтралізації підвищеної кислотності; внесення органічних добрив для підвищення вмісту гумусу; внесення

мінеральних добрив відповідно до потреб культур у N-P-K; збагачення мікроелементами – у разі дефіциту заліза, цинку або інших важливих елементів.

Регулярне дослідження властивостей ґрунтів, має ряд переваг:

- ефективне планування посівів (допомагає підібрати оптимальні культури для вирощування з урахуванням особливостей ґрунту);
- оптимізація використання добрив (зменшує витрати на добрива та знижує ризик забруднення ґрунту через надлишок хімічних речовин);
- підвищення врожайності (забезпечення рослин необхідними поживними речовинами на основі реальних потреб ґрунту сприяє росту урожайності);
- стійкість до захворювань (збалансоване внесення елементів живлення підвищує стійкість рослин до шкідників і хвороб).

1.3 Нормативна документація для оцінки показників якості ґрунтів

Контроль якості ґрунтів – це комплекс заходів, спрямованих на оцінку фізико-хімічних, біологічних і агрохімічних властивостей ґрунту для визначення його придатності для сільськогосподарського використання, екологічного стану та прогнозування змін унаслідок антропогенного впливу. Аналіз ґрунту є основою раціонального управління земельними ресурсами та підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва [3, 6].

З цією метою, багато країн розробили нормативи для оцінки якості ґрунтів, які регламентують вміст хімічних елементів і забруднювачів, наприклад, ДСТУ в Україні. Міжнародні стандарти ISO 11074 Ґрунти як середовище, ISO 10381 Якість ґрунтів – визначають методики аналізу і вимоги до якості ґрунтів. Гранично допустимі концентрації (ГДК) регламентують максимальний вміст токсичних елементів (важких металів, пестицидів тощо).

Стандартизація у виробничих лабораторіях допомагає уніфікувати процеси, обладнання, вимоги до персоналу та контроль якості досліджень. При проведенні

аналізу ґрунтів у виробничих лабораторіях керуються міжнародними та державними нормативними документами [11, 12-15]. А саме:

ISO/IEC 17025. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій. Це основний міжнародний стандарт, що регулює функціонування лабораторій і забезпечує відповідність методів дослідження; компетентність персоналу; стандарти щодо обладнання, технічного обслуговування та калібрування; вимоги до ведення документації, обробки та зберігання даних.

ISO 10381 (серія стандартів щодо відбору проб ґрунту) включають вимоги до процесів відбору проб ґрунту, зокрема, методику відбору для різних типів ґрунтів; порядок підготовки та зберігання проб до аналізу; стандарти для уніфікації процесів збору проб.

ISO 11464 Підготовка проб для фізико-хімічного аналізу. Описує процедури підготовки проб до лабораторного аналізу, такі як висушування, подрібнення, просіювання тощо.

ISO 11465 Визначення вологості ґрунтів методом висушування. Стандарт встановлює методи для визначення вмісту вологи, що важливо для аналізу вологомістких властивостей ґрунту.

ISO 11074 Терміни та визначення для якості ґрунту. Застосовується для уніфікації термінології в процесі опису властивостей ґрунтів і методів їхнього дослідження.

Основними аспектами контролю якості ґрунтів є:

- оцінка стану родючості ґрунтів;
- моніторинг змін під впливом природних і антропогенних чинників;
- запобігання деградації ґрунтів і зниження ризику екологічних проблем;
- розробка рекомендацій для збереження та покращення якості ґрунтів.

Контроль основних показників якості ґрунтів включає оцінку таких параметрів, як агрохімічні властивості, фізичні властивості, біологічні властивості, рівень забруднення. До агрохімічних властивостей належать вміст гумусу, рівень

кислотності (рН), вміст макро- (N, P, K) та мікроелементів (бор, мідь, цинк тощо). Фізичні властивості ґрунту полягають у визначенні гранулометричного складу, щільності, пористості, водопроникності, водоутримувальної здатності. Біологічні властивості ґрунту це активність ґрунтових мікроорганізмів, здатність ґрунту до самоочищення. Рівень забруднення характеризують наявністю важких металів, пестицидів, радіонуклідів, солонцюватістю, засоленням.

В Україні використовують державні стандарти, які регламентують роботу виробничих лабораторій, наприклад, ДСТУ [12-16]. Вони можуть стосуватися агрохімічного аналізу, контролю за забрудненням ґрунтів, фізичних та хімічних властивостей.

У галузі агрохімічного аналізу ґрунтів використовують низку нормативних документів, які регламентують методики, вимоги та стандарти досліджень. До них належать міжнародні, державні стандарти (ДСТУ), інструкції, методичні рекомендації та законодавчі акти. Основні з них Закон України «Про охорону земель» (регламентує загальні принципи раціонального використання та охорони земельних ресурсів, зокрема проведення моніторингу стану ґрунтів), Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (визначає вимоги до збереження та відновлення родючості ґрунтів і проведення відповідних агрохімічних заходів), Земельний кодекс України (статті, що регламентують обов'язковість дотримання норм агрохімічного обстеження земель сільськогосподарського призначення).

Державні стандарти України (ДСТУ) [12-16] визначають терміни, поняття та класифікацію основних властивостей ґрунтів, описують правила відбору проб ґрунту для подальшого агрохімічного аналізу, встановлюють порядок і методику агрохімічного обстеження земель, регламентують методики аналізу механічного складу ґрунту, методи визначення кислотності ґрунту, аналіз вмісту органічної речовини у ґрунті.

Методичні вказівки та інструкції:

- Методичні рекомендації з агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. Документ визначає порядок проведення агрохімічної паспортизації ґрунтів.

- Інструкція з агрохімічного обстеження земель (затверджена Мінагрополітики) регламентує процедури відбору проб, аналізу та оцінки результатів агрохімічних досліджень.

- Методика проведення моніторингу ґрунтів (затверджена Міндовкілля України) описує методи та підходи до оцінки екологічного стану ґрунтів.

Крім того, в Україні застосовують додаткові регламентуючі документи. Наприклад, Накази Міністерства аграрної політики та продовольства України, Державна програма збереження родючості ґрунтів. Накази Міністерства аграрної політики та продовольства України визначають порядок здійснення агрохімічного паспортизації ґрунтів. Державна програма збереження родючості ґрунтів встановлює загальні принципи раціонального використання та відновлення ґрунтових ресурсів.

Основні аспекти впровадження системи стандартизації виробничої лабораторії ґрунтів передбачають реалізацію комплексних заходів з метою забезпечення належної оцінки якості дослідних зразків. Наприклад, вимоги до обладнання та його калібрування. Всі прилади повинні відповідати міжнародним і національним стандартам, регулярно калібруватися, а дані калібрувань мають бути задокументовані.

Компетентність персоналу лабораторії, персонал повинен проходити навчання відповідно до вимог ISO/IEC 17025 [17]. Підтвердження кваліфікації та регулярні переатестації. А саме ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT)

Процедури аналізу, чіткі інструкції для виконання кожного виду аналізу відповідно до затверджених методик. Використання сертифікованих матеріалів і

реагентів для аналітичних методів. Дотримання стандартів під час відбору, транспортування та зберігання проб, щоб уникнути контамінації.

Управління якістю. Виконання внутрішнього контролю якості шляхом перевірки повторюваності результатів і порівняння їх із зовнішніми еталонами.

Валідація методик і процедур, особливо якщо застосовують нові методи досліджень. Регулярні перевірки, наприклад, аудит відповідно до ISO/IEC 17025.

Документування і ведення звітності. Ведення точних записів про відбір, обробку та аналіз проб, а також зберігання результатів. Прозорість документації, щоб дані могли бути перевірені та підтверджені.

Дотримання вимог екологічної безпеки при утилізації хімічних відходів. Безпечні умови для персоналу, дотримання норм щодо поводження з хімічними реагентами і використання засобів індивідуального захисту.

Дотримання високих стандартів, стандартизації лабораторій ґрунту сприяє та забезпечує:

- підвищення точності і надійності результатів. Стандарти дозволяють мінімізувати помилки і покращити якість аналізу;
- міжнародне визнання результатів, лабораторії, що працюють за стандартами ISO, визнають в багатьох країнах.
- ефективність і зниження ризиків. Стандартизовані процеси підвищують ефективність лабораторії та зменшують ризик отримання неточних даних;
- підтримка екологічної безпеки, контроль забруднень і дотримання екологічних норм забезпечують мінімальний вплив на довкілля.

Таким чином, система стандартизації дозволяє лабораторіям функціонувати відповідно до міжнародних вимог, підвищуючи якість і надійність отриманих даних, що особливо важливо для прийняття рішень у сільському господарстві та екологічному моніторингу.

Стандартизація включає встановлення норм, правил і методів, які регулюють оцінку властивостей ґрунтів, їх класифікацію, облік і використання. Встановлення

уніфікованих методів аналізу ґрунтів для визначення їх фізико-хімічних, біологічних та агрохімічних показників. Розробка стандартів для класифікації ґрунтів за їх родючістю, якістю та придатністю до використання. Регулювання термінів і понять, пов'язаних із ґрунтами, для забезпечення єдиної термінології. Визначення критеріїв родючості, придатності для сільськогосподарського використання та відновлення деградованих земель.

Перспективами розвитку системи стандартизації в агротехнологіях є розширення мережі лабораторій і впровадження сучасного обладнання, інтеграція українських стандартів із міжнародними (ISO, FAO). Впровадження цифрових технологій для моніторингу та сертифікації ґрунтів. Створення єдиної бази даних ґрунтів України для покращення управління земельними ресурсами.

Стандартизація та сертифікація ґрунтів є основою для забезпечення стійкого використання земельних ресурсів, підвищення врожайності та збереження екосистем.

Дотримання нормативних документів є важливим для забезпечення точності агрохімічних аналізів, правильного управління земельними ресурсами та ефективного вирішення проблем, пов'язаних із деградацією ґрунтів. Впровадження державних та міжнародних стандартів гарантує раціональне використання ґрунтів та сталий розвиток аграрної галузі.

2 ОСОБЛИВОСТІ ВІДБОРУ ПРОБ ТА МЕТОДИ АНАЛІЗУ ҐРУНТІВ

Для агрохімічного аналізу та визначення фізико-хімічних властивостей ґрунтів використовують основні методи аналізу:

- спектрометрія (для визначення вмісту мікро- та макроелементів (напр., атомно-абсорбційний або рентгенофлуоресцентний аналіз);
- титриметрія (для аналізу кислотності, вмісту карбонатів та органічних сполук);
- фізико-хімічні методи (гравіметричний метод для визначення вологи, щільності, механічного складу);
- хроматографія (для аналізу вмісту пестицидів та органічних забруднень).

Обладнання виробничої лабораторії ТОВ «Лотівка Еліт» складають фотометри та спектрофотометри для визначення елементного складу; рН-метри для визначення кислотності ґрунту; гравіметричні ваги для аналізу механічного складу та вологи; хроматограф для виявлення органічних речовин і пестицидів; аналізатори вологості та термостати для оцінки фізичних властивостей та ін.

2.1 Відбір проб ґрунту

Відбір проб ґрунту – це ключовий етап аналізу, що забезпечує точність результатів дослідження. Для того щоб результати відображали реальний стан ґрунту на всій площі ділянки, необхідно дотримуватись певних правил і методик [8, 9].

Регулярний моніторинг ґрунтів є важливим інструментом для забезпечення сталого розвитку, підтримки аграрного виробництва та збереження екосистем. Рекомендовано здійснювати відбір проб та моніторинг для сільськогосподарських угідь 1 раз на 3 – 5 років; для природніх екосистем 1 раз на 5 – 10 років або за

необхідності; для рекультивованих земель регулярно протягом перших 3–5 років після відновлення; щорічно для техногенно забруднених територій.

Дотримання точності відбору проб ґрунту є ключовою умовою для отримання об'єктивних результатів агрохімічного аналізу. Якісний відбір проб дозволяє приймати ефективні агротехнічні рішення, сприяє раціональному використанню ресурсів та забезпеченню високої продуктивності земель.

Проби повинні відображати характеристики всієї досліджуваної ділянки (репрезентативність проб). Для цього необхідно відбирати зразки з кількох точок на ділянці, особливо якщо рельєф, тип ґрунту або попередні культури відрізняються. Оптимальний час для відбору проб – осінь або рання весна, коли вміст вологи стабільний, і внесення добрив або пестицидів ще не відбулося. Рекомендовано відбирати проби не раніше ніж через 2-3 тижні після внесення добрив або обробки хімічними засобами.

Розрізняють два типи проби. Одинична проба – зразок ґрунту, взятий з однієї точки. Об'єднана проба – змішування кількох одиничних проб з різних точок (зазвичай від 10 до 20 точок) однорідної ділянки для отримання середньої проби.

Глибина відбору – орний шар (від 0 до 20 см). Найважливіший для оцінки родючості, адже саме цей шар містить більшість поживних речовин. Підорний шар (від 20 до 40 см або глибше). Використовують для оцінки резервів вологи, глибини проникнення коренів, забруднення та визначення особливостей структури ґрунту.

Для відбору проб ґрунту найчастіше використовують (копачки або бур) бур для стандартного відбору на необхідну глибину. На великих ділянках відбір проводять за схемою зигзага (зигзагоподібний або систематичний метод), що дозволяє охопити більше точок. На менших або однорідних ділянках може застосовуватися систематичний підхід (наприклад, за певними інтервалами).

Кількість проб залежить від розмірів і однорідності ділянки. Наприклад, для ділянки площею 1 га відбирають від 15 до 20 проб, для великих ділянок (понад 5 га) – від 20 до 30 проб на кожен гектар. Процес відбору проб здійснюють за алгоритмом, наведеним в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порядок відбору проб ґрунту

Процедура	Опис процедури
Підготовка інструменту та контейнерів	Використовують чисті інструменти, щоб уникнути контамінації проби. Проби поміщають у спеціальні контейнери або пакети.
Відбір проб	На кожній точці бур або копачку занурюють на потрібну глибину, після чого ґрунт кладуть у контейнер.
Змішування і підготовка об'єднаної проби	З відібраних проб кожної точки утворюють об'єднану пробу (звичайно близько 500 г ґрунту), ретельно перемішуючи всі зразки.
Маркування і документація	Проби підписують, вказуючи номер ділянки, глибину, дату і час відбору, а також інші необхідні дані.

При відборі проб ґрунту важливо точно дотримуватися операцій наведених в таблиці 2.1, а також уникати помилок. Основні помилки та ризики під час відбору проб:

- недостатня кількість проб – занадто мала кількість проб призводить до недостовірних результатів, оскільки не враховує просторову варіативність;
- неправильна глибина відбору – це може призвести до недооцінки або переоцінки вмісту поживних речовин та інших параметрів;
- змішування різних типів ґрунту – при змішуванні ґрунтів з різних частин ділянки можливе отримання неточних даних, особливо якщо ділянка неоднорідна;
- контамінація проб – брудні інструменти або неправильна упаковка можуть вплинути на результати аналізу.


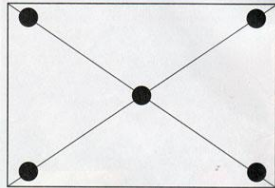
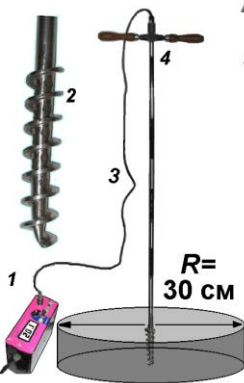
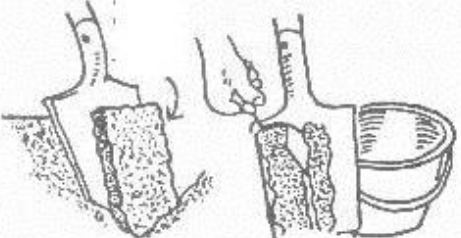
Відбір проб ґрунту є важливим етапом агрохімічного аналізу, оскільки саме точність і репрезентативність зразків визначають якість отриманих результатів.

Невірний відбір може призвести до спотворення даних і неправильних агротехнічних рішень.

Дотримання правильної методики дозволяє отримати надійні дані та скласти обґрунтовані рекомендації щодо обробки та покращення якості ґрунтів.

Схема відбору проб ґрунту для агрохімічного аналізу у виробничій лабораторії ТОВ «Лотівка Еліт» представлена в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Схема відбору проб ґрунту для аналізу у виробничій лабораторії ТОВ «Лотівка Еліт»

№ з/п	Опис операції	Зображення
1	2	3
1	Інструменти: бур для відбору проб, лотки, або пакети, лопата)	
2	Варіант розміщення проб на території (відбирання проб ґрунту методом конверта)	
3	Відбір ґрунту буром (глибина відбору від 0 до 30 і від 30 до 60 см)	
4	Відбір ґрунту лопатою (глибина відбору від 0 до 30, від 30 до 60 см)	

Кінець таблиці 2.2

1	2	3
5	Рельєф території	<p>На рівній території, нахил менше 4 %. З території 10 га відбирають від 4 до 5 проб. Зсипають у відро чи на підстилку (пакет) перемішують. З перемішаного відбирають від 0,7 до 0,8 кг ґрунту у пакет (одна змішана проба).</p> <p>На нерівній території, схил більше 4 %. Територію від 10 га розділяють по зонах (наприклад, вершина схилу, схил, низ схилу), і відбирають окремо по 1 змішаному зразку з кожної зони.</p>
6	Ідентифікація зразка (номер поля, номер точки, глибина відбору та дату відбору)	Ґрунт перемішують, формують зразок масою від 0,7 до 0,8 кг, висипають в лоток або пакет, підписують етикетку (номер поля, номер точки, глибина відбору та дату відбору).
7	Карта поля	Позначають на карті місця відбору проб ґрунту.
8	Доставка зразків	Максимально швидко доставляють зразки ґрунту в лабораторію для агрохімічного аналізу.

Таким чином, відбір проб є важливою процедурою, яка забезпечує точність подальших агрохімічних або екологічних досліджень ґрунту.

Проведення комплексного аналізу ґрунтів у виробничій лабораторії ТОВ «Лотівка Еліт» здійснюється відповідно нормативної документації та інструкцій [18]. Наведемо деякі з них.

Робоча інструкція РІ-Л-1 Прийому і реєстрація зразків для фізико-хімічного аналізу розроблена відповідно до ДСТУ ISO 11464:2001. Якість ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу [12].

Прийом зразків. Контейнери зі зразками приймає оператор/лаборант. Він проводить кількісний облік отриманих зразків, перевіряє ідентифікацію (нумерацію) зразків, визначає правильність заповнення супровідної документації.

Опис зразка. Обстежити зразок в тому вигляді, як його одержано, та записати його характеристику відповідно до національної термінології, включаючи подробиці щодо сторонніх матеріалів і залишків рослинності та інші помітні або важливі особливості. Визначити, чи маса зразка достатня для проведення аналізів. Рекомендована вага відібраної проби ґрунту – 500 г.

Ідентифікація зразка. Перевірити ідентифікацію (номер, назву) зразка, яка відображена на контейнері. Перевірити правильність оформлення супровідної документації. Супровідна документація (та/або етикетка до зразка) має містити такі відомості:

- найменування організації, що надсилає зразок на аналіз;
- найменування об'єкту (ділянки, поля, grs-координат, якщо є, тощо);
- глибина відбирання зразка;
- посада і прізвище особи, яка здійснила відбір зразка, та її підпис;
- дата відбирання зразка;
- контактна інформація про замовника/особу, що відбирала зразок і що привезла зразок в лабораторію;
- перелік аналізів, які необхідно провести з даним зразком;
- короткий опис ґрунту (візуальний) (за необхідності, визначеної замовником);
- будь-яка додаткова інформація, яка визначена необхідною замовником.

Якщо у супровідній документації відсутня мінімально необхідна інформація для ідентифікації зразка, оператор/лаборант зв'язується з замовником/особою, що відбирала зразки / особою, що привезла зразки в лабораторію для уточнення необхідної інформації.

Реєстрація зразка. Усі дані про зразок згідно даної інструкції оператор/лаборант заносить у комп'ютер.

Передача зразка на пробопідготовку/аналіз. У відповідності із замовленням і методиками виконання аналізів оператор/лаборант передає зразок на пробопідготовку/аналіз.

Матеріали: папір офісний, принтер, ножиці або ніж канцелярський, маркер. Час опису зразка складає від 5 до 15 хв залежно від стану зразка.

Робоча інструкція РІ-Л-Грунт_2_П Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу розроблена відповідно до ДСТУ ISO 11464:2001. Якість ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу.

Розкладання зразків на сушку. Зразок, зареєстрований у відповідності до інструкції РІ-Л-Грунт_2_П, перекласти в алюмінієвий або паперовий контейнер. На дно контейнера покласти етикетку з ідентифікацією зразка. Зразок у контейнері подрібнити вручну, розім'явши великі грудки (більші за 15 мм). Відібрати рослинні рештки і сторонні матеріали. При виявленні сторонніх матеріалів їх необхідно описати і зважити. Розподілити зразок рівномірно по контейнеру. Поставити контейнер на стелаж для сушки зразків.

Висушування зразка. Висушування зразка проводити у кімнаті для сушки зразків. Слідкувати за температурою – температура у кімнаті сушки має бути не вище 40 °С. Зразок має висушуватися від 8 до 48 год. до повітряно сухого стану. Час висушування зразка залежить від гранулометричного складу ґрунту, польової вологості зразка.

Вторинний відбір зразків вручну/квартування (за необхідності)

Відбір вторинного зразка необхідний, коли зразок не може бути повністю збережений (лабораторний зразок та архівний зразок) або повністю використаний (аналітичний зразок) з причини його розмірів. Якщо маса первинного зразка велика, ретельно перемішати ґрунтовий зразок, застосовуючи придатний механічний міксер та розподілити тонким шаром на підносі такого типу, який не вплине на склад зразка. Розділити ґрунт на чотири рівні порції (квадранти).

Об'єднати діагонально дві порції з чотирьох, відкинувши інші дві. Повторювати цю процедуру доти, поки не буде одержано потрібну кількість ґрунту.

Подрібнення зразка до розміру 2 мм Зразок у повітряно-сухому стані подрібнити на подрібнювачі RETCH таким чином, щоб увесь зразок після подрібнення пройшов через сито з діаметром отворів 2 мм. Подрібнений зразок перемістити у контейнер, і прикріпити до нього етикетку з ідентифікацією зразка. Подрібнений зразок передати оператору/лаборанту для проведення подальшої пробопідготовки відповідно до визначених видів аналізів.

Подрібнення зразка до розміру 0,25 мм. Якщо для аналізу має бути взятий аналітичний зразок, менший за 2 г, важливо далі подрібнити фракцію менше за 2 мм. Розмелювати репрезентативний вторинний зразок висушеного, роздрібненого та просіяного ґрунту доти, поки вторинний зразок пройде повністю крізь сито на 250 мкм або інше, встановлене аналітичним методом.

Запис інформації. Усю інформацію про умови попереднього оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу, що є додатковою або уточнюючою до даної інструкції, записати у журнал реєстрації.

Матеріали, обладнання: контейнери алюмінієві, пластикові або паперові, об'ємом не менше 1 дм³. 1 шт./зразок, оновлення відповідно до зносу контейнерів; папір офісний (для етикеток, 1 листок на 8 етикеток /8 зразків); стелажі для сушки зразків; осушувач повітря; електронагрівач; термометр (для контролю температури у кімнаті сушки); дробилка щоква RETCH; сито алюмінієве з діаметром комірок 2,0 мм; халат лабораторний; рукавиці нітрилові; респіратор типу «Росток» або маска медичка; косинка для захисту голови від пилу.

При дотриманні точності відбору проб, агрохімічний аналіз ґрунтів дозволяє здійснювати оцінку родючості ґрунтів для сільськогосподарського використання; виявлення забруднень (важких металів, пестицидів, радіонуклідів, органічних забруднювачів); попередження деградаційних процесів (ерозії, засолення, опустелювання, ущільнення); забезпечення екологічної безпеки; контроль ефективності агротехнічних та рекультиваційних заходів.

Алгоритм попередньої обробки ґрунтового зразка наведена на рисунку 2.1.

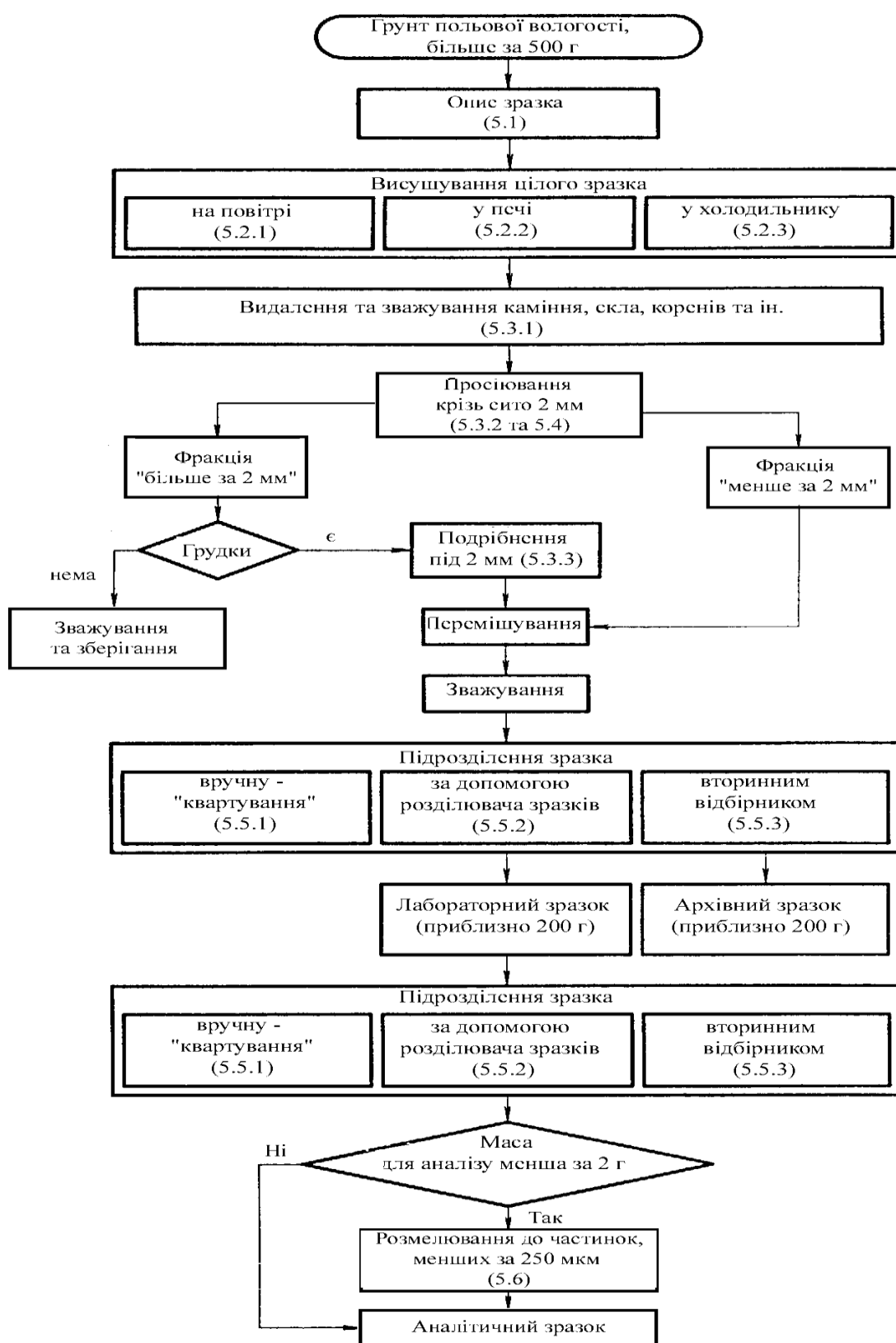


Рисунок 2.1 – Алгоритм попередньої обробки ґрунтового зразка

Нормативи витрати часу для попередньої обробки ґрунтових зразків для фізико-хімічного аналізу наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Нормативи витрати часу для обробки ґрунтових зразків

№з/п	Операція	Час
1	Підготовка етикетки	2 хв/зразок
2	Розкладання зразка на сушку	3 хв/зразок
3	Сушка	від 8 до 48 год.
4	Подрібнення*	3 хв/зразок

*Режим роботи працівника з подрібнювачем: подрібнення зразків (не довше) – 15 хв; провітрювання приміщення і відпочинок приладу – 15 хв.

Для забезпечення точності відбору та підготовки ґрунтових проб необхідно використовувати лише чисті та справні інструменти, залучати кваліфікований персонал, чітко дотримуватися затверджених методик, ретельно фіксувати всі параметри пробовідбору (місце, час, глибина), зберігати зразки у відповідних умовах до моменту аналізу (у прохолодному, сухому місці).

2.2 Визначення реакції ґрунтового розчину рН

Визначення реакції ґрунтового розчину проведено відповідно до Робочої інструкції РІ-Л-Ґрунт_3_рН, розробленої згідно з ДСТУ 10390-2007 Якість ґрунту. Визначання рН [14].

Для визначення рН готують суспензію ґрунту у п'ятикратному об'ємі однієї з наступних рідких фаз:

- дистильованої води;
- 1 моль/л розчину хлориду калію (KCl) у воді (75 г KCl на 1 л дистильованої води);
- 0,01 моль/л розчину хлориду кальцію (CaCl₂) у воді.

Рівень рН суспензії вимірюють за допомогою рН-метра.

Прилади і реактиви: рН-метр; калібрувальні розчини з рН 4,01, 6,86, 9,18 (готують з фіксаналу, зберігають у холодильнику до 1 місяця, перед використанням розчини достають з холодильника і нагрівають до кімнатної температури); дистильована вода з рН в межах від 5,6 до 6; розчин 1 моль/л калію хлориду (КСІ) у воді (75 г КСІ на 1 л дистильованої води, розчин повинен мати рН від 5,6 до 6, якщо рН відрізняється від вказаного, розчин підкислюють 0,1 М НСІ або підлужують 0,1 М КОН для досягнення вказаного діапазону рН); мірна ложка об'ємом 5 мл або 10 мл; колби об'ємом 50 або 100 мл.; мірні циліндри або пляшка з дозатором.

Для приготування суспензії за допомогою мірної ложки відбирають аналітичну порцію 5 мл (або 10 мл) з лабораторного зразка, висушеного і подрібненого, пересіяного через сито з діаметром отворів 2 мм. Аналітичну порцію вносять в посудину для зразка та додають 25 мл (або 50 мл) води дистильованої з рН від 5,6 до 6, або розчину калію хлориду 1М (рН від 5,6 до 6). Інтенсивно струшують або перемішують суспензію протягом 5 хв, застосовуючи механічний струшувач, та витримують від 2 до 24 годин.

Далі калібрують рН-метр, застосовуючи буферні розчини з рН 4,01; 6,86; 9,18. Калібрування проводять згідно інструкції користування приладом.

При вимірюванні рН температура калібрувальних розчинів і температура суспензій має бути однаковою (різниця не більше 1°C). Ретельно струшують суспензію перед самим вимірюванням рН. Вимірюють рН в осідаючій суспензії. Знімають покази рН після того, як буде досягнена стабільність. Фіксують одержані величини з точністю до двох десяткових знаків. Покази можуть вважатися стабільними, коли протягом 5 с величина рН змінюється не більше, ніж на 0,02 рН одиниці.

Під час роботи налаштування приладу періодично контролюють за буферним розчином з рН 6,86. Після кожного вимірювання електрод промивають дистильованою водою і протирають акуратно фільтрувальним папером.

Нормативи витрати робочого часу для визначення реакції ґрунтового розчину рН наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Нормативи витрати робочого часу для визначення реакції ґрунтового розчину рН

Назва процесу	№ операції	Складові процесу	Витрати часу
Підготовка реактивів	1	Перегонка дистильованої води	від 10 до 15 л/годину
	2	Приготування екстрагенту КСІ (довго розчиняється)	30 хв /2 літри
Реєстрація	3	Реєстрація і формування відомостей для аналізів	10 хв/зразок, за умови масових аналізів час збільшується непропорційно кількості зразків)
Визначення рН	4	Формування наважок	2 хв/зразок
	5	Заливання екстрагентом (50 мл/зразок)	1 хв/зразок
	6	Збовтування і відстоювання	5 хв/партію 2 год/партію
	7	Калібрування рН-метра	15 хв
	8	Вимірювання рН промивання електроду	2 хв/зразок 0,5 хв/зразок
	9	Миття колб після вимірювання	2 хв/зразок
Занесення результатів вимірювань у базу даних			1 хв/зразок
Прибирання робочого місця			15 хв

У бланку виконання аналізу вказують наступну інформацію: дата проведення аналізу, ідентифікація зразка (номер поля, номер зразка тощо), рН дистильованої води або розчину КСІ, який використовували для аналізу; виміряні значення рН для кожного зразка, з точністю до другого знаку після коми.

Усю інформацію про умови підготовки проб ґрунту і приготування екстракту з ґрунту, що є додатковою або уточнюючою до даної інструкції, записати у бланк виконання аналізу.

2.3 Визначення сольового рН ґрунтових проб

Визначення сольового рН ґрунтових проб здійснено відповідно інструкції РМ.7.2-09.2023 розробленої згідно ДСТУ 7881:2015 Добрива органічні та органо-мінеральні. Номенклатура показників якості [16].

рН визначають в пробі органічного добрива з вихідною вологістю. Готують суспензію ґрунту у п'ятикратному об'ємі 1 моль/л розчину калію хлориду (КСІ) у воді. Рівень рН суспензії вимірюють за допомогою рН-метра.

Для приготування суспензії відбирають аналітичну порцію 5 г лабораторного зразка, з точністю 0,1 г. Аналітичну порцію поміщають в посудину для зразка та додають 50 мл розчину калію хлориду 1М (рН від 5,6 до 6).

Приготування розчину калію хлориду калію 1М (рН від 5,6 до 6): (74,6±0,1) г калію хлориду поміщають в мірну колбу об'ємом 1000 мл, додають від 500 до 600 мл дистильованої води, струшують до повного розчинення солі, доводять об'єм до мітки. Розчин повинен мати рН від 5,5 до 6. При необхідності регулювати рН розчину додаванням про краплях 10 %-го розчину КОН або 10%-ого розчину НСІ.

Приготування 10%-го розчину КОН: 10,0 г КОН розводять у мірній колбі об'ємом 100 мл дистильованою водою, доводять об'єм до мітки.

Приготування 10%-го розчину НСІ: 25 мл НСІ концентрованої розводять у мірній колбі об'ємом 100 мл до мітки дистильованою водою.

Ретельно перемішують суспензію скляною паличкою 1 хв., закривають посудину кришкою і залишають від 15 хв до 5 год. Суспензію, приготовану з добрива з вмістом вологи менше 70% від 4 до 5 год до повного змочування, періодично помішуючи її скляною паличкою. Суспензію, приготовану з добрива з вмістом вологи більше 70% на 15 хв.

Калібрують рН-метр, застосовуючи буферні розчини з рН 4,01; 6,86; 9,18.

При вимірюванні рН температура калібрувальних розчинів і температура суспензій для вимірювання має бути однаковою, різниця не більше 1°C.

Перед вимірюванням рН ретельно струшують суспензію. Вимірюють рН в осідаючій суспензії. Знімають покази рН після того, як буде досягнена стабільність. Фіксують одержані величини з точністю до двох десяткових знаків. Покази можуть вважатися стабільними, коли протягом 5 с величина рН змінюється не більше, ніж на 0,02 рН одиниці.

Під час роботи калібрування приладу періодично контролюють за буферним розчином з рН 6,86. Допустиме відхилення результатів двох паралельних вимірювань при довірчій ймовірності $P=0,95$ не повинно перевищувати 0,1 од. рН.

Усю інформацію про умови підготовки проб ґрунту і приготування екстракту з ґрунту, що є додатковою або уточнюючою до даної інструкції, записують у журнал та заносять у програму «Емсілаб».

2.4 Визначення гідролітичної кислотності

Визначення гідролітичної кислотності $pH_{Нг}$ проведено відповідно до інструкції РІ-Л-Ґрунт-11-Нг розробленої згідно з ДСТУ 7537:2014 Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності [19].

Метод базується на оброблянні ґрунту розчином натрію оцтовокислого концентрації 1М при співвідношенні ґрунт:розчин 1:25 для мінеральних, 1:150 для торфових і інших органічних горизонтів ґрунтів та порід, з подальшим визначенні гідролітичної кислотності $pH_{Нг}$ за значеннями рН суспензії.

Приготування натрію оцтовокислого (CH_3COONa) концентрації 1 моль/дм³ з рН від 8,3 до 8,4.

Приготування із натрію оцтовокислого. Зважують ($82,0 \pm 0,1$) г безводного або ($136,0 \pm 0,1$) г 3-водного натрію оцтовокислого і розчиняють у воді, доводячи об'єм до 1 дм³. Вимірюють рН приготованого розчину. Для встановлення необхідного рівня рН додають розчин оцтової кислоти з масовою часткою 10 % (якщо рН > 8,4) або розчин натрію гідроксиду концентрації 100 г/дм (якщо рН < 8,3).

Приготування з оцтової кислоти і натрію гідроксиду. Змішують рівні об'єми розчинів оцтової кислоти CH_3COOH молярної концентрації 2 моль/дм³ і натрію гідроксиду NaOH молярної концентрації 2 моль/дм³. Для встановлення необхідного рівня рН додають розчин оцтової кислоти з масовою часткою 10 % (якщо рН > 8,4) або розчин натрію гідроксиду концентрації 100 г/дм (якщо рН < 8,3).

Розчин зберігають не більше 3 діб.

Для приготування суспензії при аналізі проб мінеральних горизонтів беруть аналітичну порцію ($30 \pm 0,1$) г в конічну колбу або технологічну ємкість. До проби додати 75 см³ розчину натрію оцтовокислого концентрації 1М. Ґрунт з розчином перемішують впродовж 1 хв. і залишають від 18 до 20 год. Перед вимірюванням рН, суспензію перемішують впродовж 1 хвилини.

Для приготування суспензії при аналізі торф'яних і органічних ґрунтів беруть аналітичну порцію ($1,0 \pm 0,01$) г в конічну колбу або технологічну ємкість. До проби додають 150 см³ розчину натрію оцтовокислого концентрації 1М. Ґрунт з розчином перемішують впродовж 5 хв. і залишають від 18 до 20 год. Перед вимірюванням рН суспензію струшують декілька разів.

Для вимірювання рН прилад калібрують за буферними розчинами з рН 4,01; 6,86; 9,18. Під час роботи калібрування приладу періодично контролюють за буферним розчином з рН 6,86. При визначенні рН суспензій покази приладу знімають не раніше, ніж через 1 хвилину після занурювання електроду. Значення рН записують з точністю 0,01. Електроди водою не промивають.

Гідролітичну кислотність ґрунтів визначають за таблицями, наведеними у ДСТУ 7537:2014. Бланк аналізування має містити наступну інформацію дату проведення аналізу; ідентифікація зразка (номер поля, номер зразка тощо); рН розчину натрію оцтовокислого триводного, який використано для аналізу; виміряні значення рН для кожного зразка, з точністю до другого знаку після коми.

Усю інформацію про умови підготовки проб ґрунту і приготування екстракту з ґрунту, що є додатковою або уточнюючою до даної інструкції, записати у бланк аналізування.

2.5 Визначення гранулометричного складу ґрунту мокрим польовим методом

Визначення гранулометричного складу ґрунту мокрим польовим методом здійснювали відповідно до робочої інструкції РМ.7.2-17.2023 [20-22]. Метод базується на властивості ґрунту пластичності, яка дозволяє скачувати окремі фігури з ґрунту у м'яко-пластичному стані. За показниками скачування визначають гранулометричний склад ґрунту.

Цей метод широко використовують в агрономії, екології та геології для швидкої оцінки стану ґрунту під час виконання польових робіт.

Мокрий польовий метод визначення гранулометричного складу ґрунту використовують для оцінки ґрунтових фракцій без складного обладнання. Цей метод заснований на ручному аналізі фізичних властивостей ґрунту (пластичність, липкість, структура) зручний і простий, потребує мінімального досвіду.

Для підготовки зразка відбирають невелику кількість ґрунту, до 50 г. Ґрунт очищують від рослинних залишків, каміння та інших великих домішок. Зволожують ґрунт водою до стану, при якому він стає пластичним, але не занадто мокрим.

Оцінка гранулометричного складу:

- розтирають сухий ґрунт між пальцями, оцінюють його текстуру. Грубий і сипучий – ґрунт переважно піщаний. Шовковистий і порошкоподібний – ґрунт містить багато пилу. Липкий і гладкий – наявність глини.

- формування кульки – вологий зразок зліплюють в кульку. Якщо ґрунт не тримає форму, це піщаний або супіщаний ґрунт. Якщо тримає форму, але легко розсипається, це суглинок. Якщо кулька міцна і пластична, це глинистий ґрунт.

- скручування шнурка – зліплюють кульку ґрунту, потім розкачують її у шнурок до 3 мм у діаметрі. Шнурок не утворюється – піщаний або супіщаний ґрунт. Шнурок утворюється, але тріскається – суглинок. Шнурок утворюється і не тріскається – глинистий ґрунт.

- розмазування на долоні – вологий ґрунт розтирають між пальцями чи по долоні. Відчувається грубозернистість – піщаний ґрунт.

Метод простий, не потребує спеціального обладнання, можливість виконання в польових умовах. Однак, існує суб'єктивність оцінки, яка залежить від досвіду виконавця, а також неможливість точного кількісного визначення фракцій.

Цей метод ідеально підходить для попередньої оцінки ґрунтових характеристик у польових умовах.

Обладнання, прилади, матеріали, реактиви: чашка фарфорова або інша ємність, фарфорова, пластикова або скляна; дистильована вода; рукавиці нітрилові або латексні.

Визначення гранулометричного складу проводити у ґрунті після визначення рівня рН згідно інструкції РІ-Л-Ґрунт_3_рН Визначення реакції ґрунтового розчину [18].

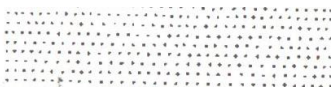
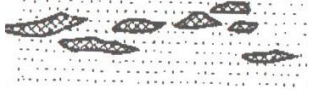

Невелику кількість ґрунту об'ємом від 5 до 10 мл насипають у широку ємність. За умови, коли рН сольової витяжки становить нижче 7, з промивалки приливають по краплях невелику кількість дистильованої води, одночасно помішуючи ґрунт. Доводять ґрунт до м'яко-пластичного (тістоподібного) стану.

За умови, коли рН сольової витяжки становить вище 7,1, з промивалки прилити по краплях невелику кількість 10%-го розчину хлоридної кислоти для руйнування ґрунтових агрегатів, одночасно помішуючи ґрунт. Доводять ґрунт до м'яко-пластичного (тістоподібного) стану.

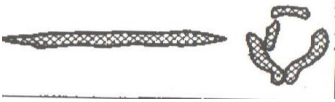


Необхідно слідкувати, щоб не було перезволоження, коли надмірна кількість води виділяється з грудки ґрунту. З ґрунту зліплюють наступні фігури у вказаній послідовності: кульку, шнур діаметром від 2 до 3 мм розкачують на долоні, обкручують кільце навколо пальця.

Гранулометричний склад ґрунту визначають за таблицею 2.5.

Таблиця 2.5 – Аналіз гранулометричного складу ґрунту мокрим польовим методом

Назва ґрунту за гранулометричним складом	Відношення ґрунту до скачування	Орієнтовний вигляд фігури
1	2	3
Пісок	Під час скачування шнур не утворюється; кулька як правило не скочується	
Глинистий пісок	Під час скачування шнур не утворюється, кулька як правило скачується порівняно добре.	
Супісок	Під час скачування утворюється сплющений шнур, діаметром більше 3 мм, або зачатки шнура	
Легкий суглинок	Під час скачування утворюється шнур, але відразу розпадається на короткі негнучкі циліндрики	

Кінець таблиці 2.5

1	2	3
Середній суглинок	Під час скачування шнур формується добре, але під час згинання в кільце розламується.	
Важкий суглинок	Під час скачування шнур формується добре, легко згинається в кільце, але зверху дає шпаруни (тріщини).	
Глина	Під час скачування шнур формується добре, легко згинається в кільце, шпарун (тріщин) не утворює	

Результати визначення гранулометричного складу мають бути записані у бланк аналізування. Бланк аналізування має містити посилання на дану інструкцію, дату виконання аналізу, прізвище виконавця.

2.6 Визначення повної вологості ґрунту

Повна вологості ґрунту – такий стан ґрунту, коли всі пори і пустоти як всередині агрегатів, так і між ними, заповнені водою. Визначення повної вологості ґрунту здійснено відповідно до Робочої інструкції РІ-Л-Ґрунт-13-Водн [18, 21].

Прилади і матеріали: скляна трубка діаметром від 3 до 5 см, і довжиною від 10 до 15 см, обв'язана з одного кінця тканиною (штапелем, батистом); фарфорова чашка об'ємом 100 мл; стакан висотою від 10 до 15 см, щоб туди вміщлася трубка; ваги технічні, точністю 0,01 г; вода водопровідна.

Скляну трубку, нижній кінець якої обв'язаний тканиною (штапелем, батистом), кладуть у фарфорову чашку на 100 мл, і зважують на технічних терезах (маса тари А).

Заповнюють трубку повітряно-сухим ґрунтом так, щоб незаповненими залишилися від 1,5 до 2 см. Зважують трубку з повітряно сухим ґрунтом і чашкою (маса тари з повітряно-сухим ґрунтом Б).

Трубку з повітряно сухим ґрунтом кладуть у стакан і наливають в нього стільки води, щоб вона була на одному рівні з ґрунтом у трубці. Зверху трубку прикривають склом. Для повного насичення водою зразка ґрунту необхідно від 1 до 3 діб.

Після повного насичення водою трубку з ґрунтом виймають зі стакана, швидко переносять у фарфорову чашку і зважують (маса тари з ґрунтом, повністю насиченого водою, В). Повну вологоємність (ПВ, %) до наважки повітряно-сухого ґрунту обчислюють за формулою:

$$\text{ПВ} = \frac{\text{В}-\text{Б}}{\text{Б}-\text{А}} \cdot 100 \%,$$

де А – маса тари, г;

Б – маса тари з повітряно-сухим ґрунтом, г;

В – маса тари з ґрунтом, повністю насиченого водою, г.

Бланк аналізування має містити наступні відомості: дата аналізу, прізвище виконавця, ідентифікація зразка, масу тари, масу наважки сухого ґрунту, масу ґрунту, насиченого вологою, результати згідно розрахунків, будь-яку інформацію, яка є додатковою або уточнюючою до даної інструкції.

2.7 Визначення вмісту обмінного фосфору і калію в ґрунті за модифікованим методом Чирикова

Визначення вмісту обмінного фосфору і калію в ґрунті за модифікованим методом Чирикова здійснювали відповідно до Робочої інструкції РІ-Л-Ґрунт-4-РК-Ч розробленої згідно ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова [13].

Метод заснований на вилученні рухомих сполук фосфору і калію з ґрунту розчином оцтової кислоти концентрації $C(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,5$ моль/дм³ при відношенні ґрунту до розчину 1:25 і наступному визначенні фосфору і калію.

Прилади, обладнання, матеріали і реактиви: ваги технічні точності $\pm 0,01$ г; мірний циліндр місткістю 50 або 100 мл або пляшка з дозатором для реактивів; колби для приготування екстрактів; мірні колби для підготовки калібрувальних розчинів, об'ємом 1000 мл, 100 мл, 50 мл; фільтрувальний папір; воронки лабораторні, діаметром 75 мм; пробірки для заповнення касети спектрофотометру FiaStar 5000; полум'яний фотометр для визначення калію; іономір з калій-селективним електродом (якщо калій визначаємо іонометрично); спектрофотометр FiaStar 5000 для визначення фосфору; холодильник для зберігання реактивів і калібрувальних розчинів; посуд для приготування реактивів: колби мірні, піпетки мірні, стакани хімічні, промивалки.

Оцтова кислота льодяна. Витрата реактиву 30 мл на 1 л робочого розчину, 100 мл робочого розчину на 1 зразок, 3 мл реактиву на 1 зразок, 3 мл реактиву* для 12 калібрувальних розчинів. Реагент молібденовокислого амонію (*) 10 г амонію молібденовокислого на 1 л розчину, 1 л розчину вистачає для аналізу 500 зразків (реагент стабільний впродовж 2 тижнів). Реагент олова двохлористого 0,1 г на 500 мл розчину, 500 мл розчину вистачає для аналізу 250 зразків (реагент стабільний впродовж 2 тижнів при зберіганні в холодильнику). ДЕНА, 1 мл реактиву на 500 мл розчину, 500 мл розчину вистачає для аналізу 250 зразків (реагент стабільний впродовж 2 тижнів при зберіганні в холодильнику). Натрію

гідроксид – промивочний розчин для FiaStar 5000. На 1 день роботи використовують 50 мл розчину (3,75 г реактиву/день) 65 г/л реактиву, 1 л розчину використовують на 20 робочих днів. Калій однозаміщений фосфорнокислий, 2 г реактиву необхідно для приготування 1 л стандартного розчину. Стандартний розчин стабільний впродовж 1 місяця зберігання в холодильнику. Калій хлорид х.ч. (2 г) необхідно для приготування 1 л стандартного розчину. Стандартний розчин стабільний впродовж 3 місяців зберігання в холодильнику.

Кальцію ацетат 5 % розчин, якщо калій визначають іонометрично. Для 1000 мл робочого розчину використовують 50 г реактиву. По 2 мл робочого розчину на 1 зразок, або по 0,1 г реактиву на 1 зразок.

Приготування екстрагувального розчину – розчину оцтової кислоти концентрації $C(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,5$ моль/дм³. Для приготування 1 дм³ розчину відмірюють 30 см³ оцтової кислоти. Відміряний об'єм кислоти при перемішуванні вливають у воду і доводять об'єм водою до 1 дм³. Точну концентрацію одержаного розчину встановлюють титруванням. Для титрування в три конічні колби відбирають по 5 см³ розчину, приливають по 50 см³ води, 2 краплі фенолфталеїну і титрують розчином натрію гідроксиду концентрації $C(\text{NaOH}) = 0,1$ моль/дм³ до слабо-рожевого забарвлення, що не зникає протягом 1 хв. Для обчислення точної концентрації використовують середнє арифметичне значення результатів трьох титрувань. Точну концентрацію розчину (С), моль/дм³, обчислюють за рівнянням:

$$C = \frac{c_1 \cdot V}{V_1}$$

де c_1 – концентрація розчину натрію гідроксиду, моль/дм³;

c натрію гідроксиду, витрачений на титрування, см³;

V_1 – об'єм розчину оцтової кислоти, відібраний для титрування, см³.

Допускається використання розчину оцтової кислоти концентрації від 0,49 до 0,51 моль/дм³.

Приготування еталонного розчину однозаміщеного калію фосфорнокислого.

Попередньо висушений до сталої маси 1,916 г при температурі від 105 до 110°C однозаміщений калій фосфорнокислий розчиняють в дистильованій воді в колбі місткістю 1000 мл, додають 10 мл концентрованої сульфатної кислоти на 1 л розчину, і доводять до мітки дистильованою водою. В 1 мл даного розчину міститься 1 мг P_2O_5 .

Приготування розчинів порівняння. Розчин P_2O_5 5 мл, який містить 1000 мг/л розводять дистильованою водою у мірній колбі ємкістю 100 мл. Отримують розчин з концентрацією P_2O_5 50 мг/л.

У мірні колби об'ємом 50 мл послідовно приливають 0; 1; 2; 3; 4; 5 мл розчину, що містить 50 мг/л P_2O_5 , доводять до мітки 0,5 н. оцтовою кислотою. Розчини порівняння містять відповідно 0; 1; 2; 3; 4; 5 мг/л P_2O_5 . В таблиці 2.6 наведено об'єми P_2O_5 для розчину порівняння

Таблиця 2.6 – Об'єми P_2O_5 для розчину порівняння

Концентрація P_2O_5 , мг/л	0	1	2	3	4	5
Об'єм проміжного стандартного розчину (20 мг/л P_2O_5)	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Кінцевий об'єм (доводити екстрагувальним розчином)	50	50	50	50	50	50

Для колориметрії на визначення фосфору наливають 250 мл дистильованої води в мірну колбу ємністю 500 мл. Додають 5 г амонію молібденовокислого, перемішують. Додають 17,5 мл концентрованої сульфатної кислоти. Ретельно перемішують. Доводять до мітки дистильованою водою. Переносять вміст колби в бутиль для реагентів з позначкою *. Цей реагент стабільний впродовж декількох місяців.

Приготування реагент олова двохлористого (**). В мірній колбі ємністю 500 мл розчиняють 0,1 г олова двохлористого в 250 мл дистильованої води. Додають 14 мл концентрованої сульфатної кислоти, 1 мл ДЕНА і ретельно перемішують.

Доводять до мітки дистильованою водою, перемішують. Перенести вміст колби в бутиль для реактивів, позначену як **. Реагент стабільний впродовж 2 тижнів при зберіганні в холодильнику. Перед використанням нагріти до кімнатної температури.

Приготування еталонного розчину калію із калію хлориду. Розчин готують з калію хлориду х.ч., попередньо прокаленого до сталої маси при 500 °С. Наважку масою 1,9100 г зважують на часовому склі або в стаканчику, через лійку кількісно змивають в мірну колбу місткістю 1000 см³, розчиняють у воді і доводять об'єм розчину водою до мітки. В 1 см³ приготованого розчину міститься 1,000±0,001 мг калію (1000 мг/дм³ К). Розчин зберігають у поліетиленовому/скляному посуді не більше 3 міс.

Для перерахунку масової концентрації калію на калію оксид (K₂O) отриманий результат множать на коефіцієнт 1,205.

Приготування проміжного еталонного розчину. Розчин, який містить 1000 мг/л К 5 см³, розводять 0,2 М розчином оцтової кислоти 0,5 н. у мірній колбі ємністю 100 мл. Отримують розчин з концентрацією К 50 мг/л.

Для приготування калібрувальних розчинів у мірні колби об'ємом 50 см³ послідовно приливають 0; 2; 4; 6; 8 мл розчину, що містить 50 мг/л К, доводять до мітки розчином оцтової кислоти 0,5 н. Розчини порівняння містять відповідно 0; 2; 4; 6; 8 мг/ дм³ К. Об'єми К необхідні для приготування розчину порівняння наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Об'єми К для приготування розчину порівняння

Концентрація К, мг/дм ³	0	2	4	6	8
Об'єм проміжного стандартного розчину (50 мг/дм ³ К)	0	2,0	4,0	6,0	8,0
Кінцевий об'єм (доводять екстрагувальним розчином), см ³	50	50	50	50	50

Для визначення концентрації іонів калію на іономірі за допомогою калій-селективного електрода 50 г кальцію ацетату розчиняють у мірній колбі об'ємом 1000 мл у дистильованій воді. Перемішують і доводять до мітки. Розчин використовують свіжоприготований.

Проби ґрунту масою $4,0 \pm 0,1$ г, підготовані відповідно до Робочих інструкцій [12, 18], помістити у конічні колби або технологічні ємності. До проб приливають по 100 см^3 екстрагувального розчину (розчин CH_3COOH концентрації $0,5 \text{ моль/дм}^3$). У виробничих аналізах дозволяється пропорційно зменшувати наважку і об'єм екстрагенту 2 г ґрунту з 50 мл см^3 екстрагувального розчину.

Ґрунт з розчином перемішують протягом однієї години на струшувачі і залишають у вертикальному положенні від 18 до 20 год. Потім суспензію збовтують вручну і фільтрують через паперові фільтри, внаслідок чого отримують ґрунтові екстракти.

Екстракти заливають у пробірки, поміщають у пронумеровані комірки касет семплера, і передають на аналіз оператору приладу FiaStar 5000 для визначення концентрації фосфору P_2O_5 .

Для визначення концентрації фосфору P_2O_5 з амоній-молібденовим реактивом і олова хлоридом використовують прилад FiaStar 5000. Калібрувальні розчини ставлять у штативи для калібрувальних розчинів. Касету з пробірками з екстрактами ставлять до семплера. Під'єднують трубки касети «Р» до реагентів (*), (**). Запускають програму визначення фосфору. Визначають концентрацію фосфору в екстрактах в $\text{мг/л P}_2\text{O}_5$.

Для визначення концентрації калію за допомогою калій-селективного електроду мірною піпеткою відбирають 20 см^3 екстракту в пластикові стаканчики об'єму 50 см^3 . Ту саму процедуру проводять з калібрувальними розчинами. Додають 2 мл РІС (розчин калію ацетату 5 %).

Проводять калібрування за калібрувальними розчинами. Записують для кожного розчину концентрацію іонів калію і показ приладу (мВ). За результатами

будують калібрувальний графік, вимірюють екстракти зразків. Через кожні 20 екстрактів проводять повторне калібрування приладу.

Для визначення концентрації калію за допомогою полуменевого фотометра екстракти заливають у пробірки, поміщають у пронумеровані комірки штатива, і передають на аналіз оператору полум'яного фотометра. Оператор проводить калібрування і визначає концентрацію калію в екстрактах, в мг/л.

Розрахунок концентрації рухомих сполук фосфору у ґрунті, мг/100 г

$$[\text{P}_2\text{O}_5, \text{мг/100 г}] = [\text{Концентрація } \text{P}_2\text{O}_5, \text{мг/л}] \cdot 2,5$$

Розрахунок концентрації обмінних сполук калію у ґрунті, мг/100 г

$$[\text{K}_2\text{O}, \text{мг/100 г}] = [\text{Концентрація K}, \text{мг/л}] \cdot 2,5 \cdot 1,2$$

1,2 – перевідний коефіцієнт сполук K у сполуки K_2O . Розрахунки приведені для умов, коли співвідношення ґрунт / екстрагент становить 1:25

Бланк аналізу має містити дату аналізу, прізвище виконавця аналізу, назву методу. Усю інформацію про умови підготовки проб ґрунту і приготування екстракту з ґрунту, що є додатковою або уточнюючою до даної інструкції, записати у бланк аналізу.

2.10 Визначення вмісту органічної речовини в ґрунті оксидиметрично

Визначення вмісту органічної речовини в ґрунті оксидиметрично проведено відповідно до Робочої інструкції РІ-Л-Ґрунт-14-н розробленої згідно з ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини [22].

Оксидиметричний метод полягає в окиснюванні органічної речовини ґрунтів і порід розчином калію двохромовокислого в сульфатній кислоті з подальшим визначанням вмісту органічного вуглецю через визначення калію двохромовокислого калію після окиснення методом титриметрії.

Обладнання і реактиви: аквадистилятор; ваги аналітичні точності 0,0001 г; шафа сушильна з терморегулятором від 10 до 200 °С; бюретка місткістю 25 см³ або 50 см³; колби конічні місткістю 100 см³; колби термотривкі 3000 см³; лійки

діаметром 4 см чи корки-холодильники; сито з вічками 2 мм, 0,25 мм; калій двохромовокислий; калій марганцевокислий, стандарт-титр для приготування розчину концентрації $C (1/5 \text{ KMnO}_4) = 0,1 \text{ г-екв/дм}^3$, 0,1н; сульфатна кислота або сульфатна кислота, розведена 1/1 дистильованою водою (48 % концентрації); фенілантранілова кислота, розчин з масовою часткою 0,2 %; вода дистильована.

Для приготування хромової суміші ($0,4 \text{ г-екв/дм}^3$) $0,4 \text{ г-екв/дм}^3 (40,0 \pm 0,1) \text{ г}$ тонкоподрібненого калію двохромовокислого поміщають у колбу 1 дм^3 , розчиняють дистильованою водою, доводять об'єм до 1 дм^3 і переливають у термотривку колбу місткістю 3 дм^3 або фарфоровий кухоль. До цього розчину доливають порціями по 100 см^3 з інтервалом в 10 хвилин 1 дм^3 концентрованої сульфатної кислоти. Колбу чи кухоль з розчином накривають склом і залишають до повного охолодження. Після охолодження суміш перемішують і переливають у колбу з темного скла з пришліфованим корком.

Для приготування розчину солі Мора (0,2 М) у мірну колбу місткістю 1000 см^3 приливають близько 300 см^3 дистильованої води, додають 40 см^3 сульфатної кислоти розведеної 1/1 (або 20 см^3 сульфатної кислоти концентрованої). Зважують 80 г солі Мора (амоній-залізо (II) сірчаноокисле), переносять у мірну колбу з водою і кислотою, перемішують до повного розчинення солі Мора. Довести дистильованою водою до мітки, ще раз ретельно перемішати. Розчин використовують свіжим.

Для встановлення нормальності солі Мора за калієм марганцевокислим. Приготований розчин солі Мора 10 см^3 перенести у конічну колбу місткістю 100 см^3 , прилити 2 мл кислоти сульфатної розведеної 1/1 (або 1 см^3 кислоти сульфатної концентрованої), додати 40 см^3 дистильованої води. Титрувати 0,1 н. розчином калію марганцевокислого (приготованого з фіксаналу), до появи слабо-рожевого забарвлення, що не зникає протягом 1 хв. Концентрацію солі Мора розраховують за формулою:

$$C_1 = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1}$$

де C_1 – концентрація розчину солі Мора, Моль/л;

C_2 – концентрація розчину калію марганцевокислого, 0,1 Моль/л;

V_1 – об'єм розчину солі Мора, взятий для аналізу, 10 см³;

V_2 – об'єм розчину калію марганцевокислого 0,1 Моль/л, який використано на титрування, см³.

Для приготування 0,2 г-екв/л розчину калію двохромовокислого калію в сульфатній кислоті, 10 г калію біхромату розчиняють у водному розчині сульфатної кислоти 1/ 1 (48 %), у мірній колбі місткістю 1 дм³, доводять до мітки, ретельно перемішують. У конічну колбу об'ємом 100 см³ переносять 10 см³ приготованого розчину калію біхромату 0,2 г-екв/л, додають від 6 до 8 крапель індикатора фенілантранілової кислоти, титрують сіллю Мора до переходу забарвлення від брудно-зеленого через чорно-фіолетове у пляшково-зелене.

Концентрацію солі Мора розраховують за формулою:

$$C_1 = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1},$$

де C_1 – концентрація розчину солі Мора, Моль/л;

C_2 – концентрація розчину калію двохромовокислого 0,1 Моль/л;

V_1 – об'єм розчину солі Мора, 10 см³;

V_2 – об'єм розчину калію двохромовокислого 0,2 г-екв./л, який використано на титрування, см³.

Для підготовки фенілантранілової кислоти, розчин 0,2 % у скляний стакан для зважування місткістю 50 см³ зважують 0,2 г фенілантранілової кислоти і 0,2 г натрію вуглекислого (Na₂CO₃). Додають від 0,2 до 0,3 см³ дистильованої води і розтирають суміш скляною паличкою до кремоподібного стану. Розтерту масу переносять в мірну колбу 100 см³ і доводять дистильованою водою до мітки.

Для підготовки пемзи чи піску пемзу або пісок подрібнюють в фарфоровій ступці, прожарюють в муфельній печі за червоного жару від 1 до 1,5 годин, періодично перемішуючи, не допускаючи спікання.

Для підготовки ґрунту до аналізування із проби, підготованої для агрохімічного аналізу (подрібненої і пересіяної через сито з діаметром вічок 2 мм) відбирають середню пробу (методом конверта) масою від 10 до 15 г, видаляють з неї рослинні рештки, поступово подрібнюючи до розміру часток менше 0,25 мм. З маси, пропущеної через сито з діаметром вічок 0,25 мм відбирають наважку для аналізування.

Окиснення органічної речовини розчином калію дихромовокислого в сульфатній кислоті застосовують для визначання вмісту органічного вуглецю титруванням. Маса проби ґрунту чи породи визначають, виходячи із можливого вмісту органічної речовини:

- за вмістом органічної речовини від 7 до 10 % – 0,1 г;
- за вмістом органічної речовини від 4 до 7 % – 0,2 г;
- за вмістом органічної речовини від 2 до 4 % – 0,3 г.

Для піщаного ґрунту і порід з низьким вмістом гумусу наважку збільшують до 1 г. Проби ґрунту чи породи зважують з точністю не більше ніж 1 мг і поміщають у сухі конічні колби на 100 см³ або 50 см³.

З кожною партією аналізування ставлять контрольну пробу, при цьому у конічну колбу на кінчику шпателя додають прокалену пемзу або пісок. Контрольні проби проводять через всі стадії аналізування разом з аналізованими пробами. В кожну колбу повільно краплями наливають з бюретки по 10 мл хромової суміші. Розчин наливають з бюретки кожен раз з нульової позначки з однаковою швидкістю. Після цього колби закривають лійками діаметром 4 см і обережно круговими рухами перемішують їх вміст, стежачи, щоб частки ґрунту не залишились на стінках колби. Потім проводять нагрівання колб з сумішшю. Роботи по нагріванню проводять у витяжній шафі або у кімнаті, оснащених витяжною вентиляцією.

Варіант 1. Колби з ґрунтом і хромовою сумішшю, а також контрольні проби вміщують у попередньо нагріту до 155 ± 5 °С сушильну шафу. Колби ставлять на відстані від 3 до 4 см від стінок шафи і витримують 20 хв за температури від 150 до 160 °С.

Варіант 2. Колби з ґрунтом і хромовою сумішшю, а також контрольні проби ставлять на попередньо нагріту до 160°С електроплитку з терморегулятором, і витримують рівно 5 хв від початку закипання суміші у колбах. При цьому слідкують, не допускаючи бурного кипіння. Початок кипіння суміші у колбах настає приблизно через 2 хв після поміщення колби на плитку.

Колір хромової суміші після окиснення повинен бути жовтим чи бурувато-коричневим. Позеленіння кольору окисника свідчить про недостатню його кількість. В цьому випадку спалювання потрібно повторити, зменшивши наважку проби.

Колби з окисненими пробами охолоджують, лійки ретельно обмивають дистильованою водою в колби і доводять загальний об'єм суміші від 25 до 30 см³. Визначають вміст вуглецю безпосередньо в цих самих колбах.

В колби з окисненою органічною речовиною додають від 6 до 8 крапель 0,2 %-го розчину фенілантранілової кислоти, і титрують розчином солі Мора до переходу забарвленості із буруватої через чорно-фіолетову до пляшково-зеленого кольору. Титрування від фіолетового до зеленого слід вести особливо повільно, краплями наливаючи розчин. Титрувати необхідно за однакового освітлення.

Масову частку вуглецю (С, %) органічної речовини, у відсотках від маси ґрунту чи породи розраховують за формулою:

$$C = \frac{(a - b) \cdot n_1 \cdot 0,0003}{P \cdot n_0} \cdot 100 \%$$

де С – вміст вуглецю, %;

а – солі Мора, що витрачена на титрування контрольної проби, см³;

b – об’єм розчину солі Мора, що витрачена на титрування хромової суміші проби, см^3 ;

n_1 – нормальність робочого розчину солі Мора;

n_0 – нормальність точного розчину солі Мора 0.1 г-екв/дм^3 ;

$0,0003$ – грамівий еквівалент вуглецю, що відповідає 1 см^3 розчину солі Мора, г/см^3 ;

P – наважка ґрунту, г ;

100 – коефіцієнт перерахування, %.

Вміст органічної речовини у зразку ґрунту може бути розрахований, виходячи з вмісту органічного вуглецю, з використанням наступного рівняння:

$$W_{om} = f \cdot W_{C,o},$$

де W_{om} – вміст органічної речовини в ґрунті, %;

$W_{C,o}$ – вміст органічного вуглецю в ґрунті, %;

f – коефіцієнт перерахування.

Коефіцієнт перерахування f залежить від типу ґрунту і становить:

2,09 для дерново-підзолистих ґрунтів;

2,05 для сірих лісових ґрунтів;

1,88 для чорноземів;

1,97 для каштанових ґрунтів;

2,06 для бурих лісових ґрунтів.

Для інтразональних ґрунтів застосовують перерахункові коефіцієнти зональних типів ґрунтів.

Допустимі відносні відхилення результатів визначення вмісту вуглецю за титрометричним методом від атестованого значення стандартного зразка для довірчої імовірності $P=0,95$, наведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Допустимі відносні відхилення вмісту вуглецю

Масова частка органічної речовини, %	Допустимі відносні похибки, %
До 3	20
Від 3 до 5	15
Більше ніж 5	10

2.9 Визначення масової частки амонійного азоту

Визначення масової частки амонійного азоту здійснено відповідно до Робочої інструкції РІ-Л-5.5, розробленої згідно з ДСТУ 7911:2015 Добрива органічні та органо-мінеральні. Методи визначення сумарної масової частки азоту та масової частки амонійного азоту [23]. Метод базується на вилученні амонійного азоту із проби органічного добрива розчином хлоридної кислоти молярної концентрації 0,05 моль/л, з наступною відгонкою аміаку в розчин борної кислоти і титрування хлоридною кислотою.

Для визначення масової частки загального азоту, фосфору, калію, кальцію використовують наважку свіжого органічного добрива. Паралельно проводять визначення вмісту вологи у добриві. Зразок ретельно перемішують, відбирають не менше ніж з 5 точок наважку для аналізу. Маса наважки $5 \pm 0,05$ г.

Паралельно у сухий зважений бюкс з кришкою відбирають наважку для визначення масової частки вологи у зразку. Замість алюмінієвого бюкса з кришкою допускають використовувати фарфоровий тигель, прокалений до сталої маси у муфельній печі при температурі 800°C , з подальшим визначенням масової частки золи в органічному добриві.

Для приготування розчину хлоридної кислоти молярної концентрації 0,05 моль/л, 4,1 мл концентрованої хлоридної кислоти розводять дистильованою водою в мірній колбі місткістю 1000 мл, доводять об'єм до мітки.

Розчин хлоридної кислоти молярної концентрації 0,1 моль/л готують із фіксаналу, вміст ампули фіксаналу розводять дистильованою водою до 1000 мл у мірній колбі.

Для приготування розчину борної кислоти 4 %, 40 г борної кислоти розчиняють при нагріванні в дистильованій воді, в мірній колбі на 1 л, після охолодження розчин доводять до мітки дистильованою водою.

Для приготування натрію гідроксиду 40 % 400 г натрію гідроксиду розчиняють в стакані з 600 мл дистильованої води при постійному помішуванні скляною паличкою. Після охолодження розчин поміщають в поліетиленовий флакон і закривають пробкою. Розчин зберігають у витяжній шафі не більше 3 місяців.

Наважку добрива поміщають в колбу місткістю 250 мл, додають 100 мл соляної кислоти концентрації 0,05 моль/л. Колбу поміщають у струшувач і струшують 30 хв. Допускається замість струшування – настоювання розчину від 12 до 15 год. Отриманий розчин фільтрують через сухий складчастий фільтр в мірну колбу місткістю 200 мл. Осад на фільтрі промивають порціями (по 30 мл кожна) розчину хлоридної кислоти концентрації 0,05 моль/л. Об'єм фільтрату доводять до мітки тією ж кислотою.

Для визначення амонійного азоту в реакційну колбу дистилятора поміщають 50 мл аналізованого розчину. В приймач поміщають 25 мл розчину борної кислоти 4 %. Проводять відгонку аміаку. Повноту відгонки можна контролюють індикаторним папером до нейтрального рН від 6 до 7.

Титрування азоту проводять на автоматичному титраторі. Паралельно через всі стадії аналізу проводять контрольний дослід для визначення амонію у реактивах.

Масову частку загального азоту (X , %) в добриві вихідної вологості обчислюють за формулою:

$$X = \frac{0,0014 \cdot (V_1 - V_0) \cdot 200}{V_2 \cdot m} \cdot 100 \%$$

де 0,0014 – маса азоту, яка відповідає 1 мл розчину сульфатної кислоти концентрації 0,05 моль/л (0,1 моль/л соляної кислоти), яка витрачена на титрування даного аналізованого розчину, г;

V_1 – об’єм розчину 0,05 моль/л сульфатної кислоти (0,1 моль/л соляної кислоти), витрачений на титрування аналізованого розчину, мл;

V_0 – об’єм розчину 0,05 моль/л сульфатної кислоти (0,1 моль/л соляної кислоти), витрачений на титрування в контрольному досліді, мл;

200 – об’єм вихідного розчину, мл;

V_2 – об’єм аналізованого розчину, взятий для відгонки, мл;

m – маса наважки, г.

Допустимі відхилення між результатами двох паралельних вимірювань при довірчій ймовірності $P=0,95$ наведені в таблиці 2.9

Таблиця 2.9 – Допустимі відхилення між результатами двох паралельних вимірювань

Масова частка амонійного азоту, % на продукт вихідної вологості	Допустимі відхилення, %
До 0,1	$\pm 0,03$
Від 0,4 до 4	$\pm 0,07$
Більше 4	$\pm 0,10$

Усю інформацію про умови підготовки проб і аналізування, що є додатковою або уточнюючою, записують у журнал та заносять у програму Емсілаб.

Визначення вмісту амонійного і нітратного азоту (NH_4+NO_3) в ґрунті здійснюють за Робочою інструкцією РІ-Л-Ґрунт-15-Nmin розробленою відповідно до ДСТУ ISO 4729:2007 Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського [24]. Метод заснований на вилученні мінеральних сполук азоту з ґрунту польової вологості розчином калію

сірчанокислового 1 %-го у співвідношенні 1:5, і наступним визначенням концентрацій амонійного і нітратного азоту

При проведенні аналізу на вміст амонійного азоту необхідно отримати воду, вільну від аміаку. Якщо наявне пожовтіння, побуріння або випадання бурого осаду – дистильована вода містить аміак. Для видалення аміаку дистильовану воду необхідно пропустити через катіонітову колонку, заповнену катіонітом КУ-8, і перевірити повноту видалення аміаку з води на виході з колонки.

Водний екстрагувальний розчин K_2SO_4 концентрації 1 % готують на дистильованій воді, вільній від аміаку. Наважку 10 г K_2SO_4 розводять у мірній колбі ємністю 1000 мл і доводять до мітки дистильованою водою, вільною від аміаку. Розчин можна зберігати 1 місяць.

Розчин NaOH 0,5 М готують на дистильованій воді, вільній від аміаку. Розчиняють наважку 10 г NaOH в 500 мл дистильованої води. Розчин переносять в бутиль з написом *.

Індикаторний розчин готують на дистильованій воді, вільній від аміаку. Базовий індикаторний розчин 0,5 г індикаторної суміші розчиняють в 10 мл 0,01 М NaOH, добре перемішують. Розводять до 100 мл дистильованою водою, добре перемішують (0,01 М NaOH: 1,0 мл 0,5 М розчину NaOH розвести до 50 мл дистильованою водою). Базовий індикаторний розчин 10 мл розводять в 250 мл дистильованої води, вільної від аміаку, додають 4 мл NaN_2PO_4 , доводять до 500 мл дистильованою водою, вільною від аміаку. Реактив готують за 1 день до аналізування. Щоразу перед роботою перевіряють оптичне поглинання даного розчину.

Для приготування буферного розчину амонію хлориду з рН 8,5 розчиняють 85 г амонію хлориду в 500 мл дистильованої води (амонію хлорид при розчиненні охолоджує розчин). Дати розчину досягти кімнатної температури. Додають 12 мл аміаку для досягнення рН 8,5. Розмішують, доводять до 1000 мл дистильованою водою.

Для приготування розчину сульфаніаміду у мірній колбі місткістю 500 мл розчиняють 5 г сульфаніаміду в 250 мл дистильованої води. Додають 25 мл концентрованої хлоридної кислоти, обережно перемішують (допускається натомість додати 100 мл 10 %-ої хлоридної кислоти, або додати 50 мл фосфорної кислоти). Довести об'єм до мітки. Перелити вміст колби в бутиль для реагентів з написом **. Реагент стабільний декілька місяців.

У мірній колбі місткістю 500 мл розчинити 0,5 г N-(1-нафтил)-етилен діамін дигідрохлориду у 250 мл дистильованої води. Довести дистильованою водою до мітки. Перенести вміст колби у бутиль для реагентів з написом ***. Цей реагент необхідно готувати свіжим щотижня.

Для приготування базового стандартного розчину, 1000 мг/л $\text{NH}_4\text{-N}$ висушують амоній хлорид впродовж 2 годин при 105°C . Розчиняють наважку 3,819 г амонію хлориду в дистильованій воді, вільній від аміаку, розводять до 1000 мл в мірній колбі. Базовий стандартний розчин стабільний впродовж декількох місяців.

Для приготування проміжного базового розчину 1,5 мг/л $\text{NH}_4\text{-N}$ відмірюють піпеткою 5 мл базового стандартного розчину в 100 мл мірної колби, розводять до об'єму дистильованою водою, вільною від аміаку. Щоденно готують новий розчин.

Об'єми речовин в калібрувальних розчинах, робочий діапазон від 0 до 5 мг/л $\text{NH}_4\text{-N}$ готують щоденно свіжі за даними таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Об'єми речовин в калібрувальних розчинах, робочий діапазон від 0 до 5 мг/л $\text{NH}_4\text{-N}$

Концентрація $\text{NH}_4\text{-N}$, мг/л	0	1	2	3	4	5
Об'єм проміжного стандартного розчину, 50 мг/л	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Кінцевий об'єм (доводити дистильованою водою, вільною від аміаку)	50	50	50	50	50	50

Для приготування базового стандартного розчину $\text{NO}_3\text{-N}$, 1000 мг/л у мірній колбі місткістю 1000 мл розчиняють 6,086 г натрію нітрату, попередньо висушеного при температурі 105 °С у сушильній шафі протягом 2 год. Доводять об'єм до мітки. Базовий стандарт стабільний впродовж 3 місяців.

Для приготування проміжного базового розчину 1,5 мг/л $\text{NO}_3\text{-N}$ відміряють піпеткою 5 мл базового стандартного розчину в 100 мл мірну колбу і розводять до об'єму екстрагувальним розчином. Щоденно необхідно готувати новий розчин.

Об'єми речовин в калібрувальних розчинах, робочий діапазон від 0 до 5 мг/л $\text{NH}_3\text{-N}$ готують щоденно свіжі за даними таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Об'єми речовин в калібрувальних розчинах, робочий діапазон від 0 до 5 мг/л $\text{NH}_3\text{-N}$

Концентрація $\text{NO}_3\text{-N}$, мг/л	0	1	2	3	4	5
Об'єм проміжного стандартного розчину, 50 мг/л	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Кінцевий об'єм (доводити екстрагувальним розчином)	0	50	50	50	50	50

Лабораторну пробу виготовляють гомогенізуванням оригінального або глибоко замороженого та розмороженого зразка ґрунту. Гомогенізування можна виконати ретельним перемішуванням повного зразка ґрунту вручну або з застосуванням механічного міксеру, що забезпечує розділення ґрунтових агрегатів на частинки, менші від 5 мм діаметром. Перемішуючи ґрунт вручну, застосовують гумові рукавички.

Частину лабораторної проби застосовують для визначення вмісту води згідно з ISO 11465.

Проби ґрунту масою $30 \pm 0,1$ г з підготованого ґрунту поміщають у конічні колби або технологічні ємності. До проб масою 30 г приливають по 150 см³ екстрагувального розчину (розчин K_2SO_4 концентрації 1 %). Допускається зменшення наважки до 20 г і приливання 100 мл екстрагувального розчину.

Ґрунт з розчином перемішують протягом одної годин шейкером. Або ґрунт з розчином перемішують 5 хв, і залишають на ніч.

При підготовці екстрактів для визначення мінеральних форм азоту суспензії збовтують вручну, фільтрують через паперові безаміачні фільтри, що зберігалися в ексикаторі над парами концентрованої сульфатної кислоти, внаслідок чого отримують ґрунтові екстракти.

Екстракти заливають у пробірки, вміщують у пронумеровані комірки касет семплера, передати на аналіз оператору FiaStar 5000. Оператор проводить запуск приладу, калібрування, визначення концентрації нітратного і амонійного азоту в екстрактах.

Розрахунок концентрації сполук азоту нітратів N-NO₃ в ґрунті, мг/100 г

$$[N-NO_3, \text{мг/100 г}] = [\text{Концентрація N-NO}_3, \text{мг/л}] / 2$$

Розрахунок концентрації сполук азоту амонію N-NH₄ в ґрунті, мг/100 г

$$[N-NH_4, \text{мг/100 г}] = [\text{Концентрація N-NH}_4, \text{мг/л}] / 2$$

Розрахунки наведені для умов, коли співвідношення ґрунт:екстрагент становить 1:5 (20 г ґрунту/100 мл екстрагенту).

Усю інформацію про умови підготовки проб ґрунту і приготування екстракту з ґрунту, що є додатковою або уточнюючою до інструкції, записують у відомість аналізування.

2.10 Визначення обмінного кальцію і магнію в ґрунті з трилоном Б

Визначення обмінного кальцію і магнію в ґрунті з трилоном Б проведено відповідно до Робочої інструкції РІ-Л-Ґрунт-9-Са-Mg, розробленої згідно з ДСТУ 4288:2004 Якість ґрунту. Паспорт ґрунтів [25]. Метод базується на вилученні обмінних катіонів з ґрунту розчином калію хлориду 1М при співвідношенні ґрунт:розчин 1:2,5. Концентрацію кальцію в екстракті визначають титруванням трилоном Б при рН від 12,5 до 13 з використанням індикаторів (хром кислотний

темно-синій). При рН ґрунтової витяжки нижче 4,5 метод не застосовують, оскільки у даному випадку вміст кальцію і магнію в ґрунті дуже низький.

Для приготування стандартного розчину кальцію Са концентрації 0,05 моль/дм³ (0,05 н) наважку 2,502 г кальцію карбонату висушеного при 105 °С, зважують з точністю 0,001 г, поміщають в мірну колбу на 1000 мл, приливають 10 см³ хлоридної кислоти, розведеної дистильованою водою 1:1. Після повного розчинення наважки розчин доводять до мітки дистильованою водою. Термін зберігання – 3 місяці.

Для приготування стандартного розчину магнію Mg концентрації 0,025 моль/л (0,025 н) наважку 0,504 г магнію оксиду, прокаленого до постійної маси при 500 °С, зважують з точністю 0,001 г, переносять у мірну колбу на 1000 мл і приливають 10 мл хлоридної кислоти, розведеної дистильованою водою 1:1. Після повного розчинення наважки доводять до мітки дистильованою водою і ретельно перемішують. Розчин зберігають 3 місяці.

Для приготування хлоридно-аміачного буферного розчину наважку 20 г амонію хлориду в колбі на 1000 мл розчиняють у 500 мл води дистильованої, приливають 100 см³ аміаку 25 % водного і доводять до мітки дистильованою водою.

Для приготування індикатору хром кислотного темно-синього 5 мг/мл наважку 0,5±0,01 г хрому кислотного темно-синього поміщають в мірну колбу на 100 см³, додають 10 см³ хлоридно-аміачного буферного розчину і доводять об'єм до мітки етиловим спиртом, розведеним 1:4 дистильованою водою. Розчин зберігають 6 місяців.

Для приготування 5 %-го розчину гідроксиламіну гідрохлориду наважку 5 г гідроксиламіну гідрохлориду розчиняють в 100 см³ дистильованої води. На 1 зразок використовують 1 мл реактиву.

Для приготування розчину натрію гідроксиду концентрації 1 моль/л наважку 40 г NaOH розчиняють в 1000 см³ дистильованої води.

Для приготування розчину хлоридної кислоти 1:4 концентровану хлоридну кислоту розводять дистильованою водою у співвідношенні 1:4. Або готують із хлоридної кислоти іншої концентрації 8 %-ий розчин.

Для приготування натрію диетилдитіокарбамату (розчин трилона Б концентрації 0,05 моль/дм³) наважку 9,3 г трилону Б зважують з точністю 0,1 г, поміщають в мірну колбу на 1000 см³, розчиняють в дистильованій воді, доводять об'єм до мітки. Приготований розчин ретельно перемішують.

Точну концентрацію трилону Б визначають титруванням. У конічну колбу місткістю 100 см³ відбирають 5 см³ розчину кальцію (стандартного), додають 50 см³ дистильованої води. При постійному перемішуванні додають чітко у вказаній послідовності: 1 см³ розчину гідроксидаміну гідрохлориду, 4 см³ розчину натрію гідроксиду, кілька кристалів натрію диетилдитіокарбамату натрію (на кінчику шпателя), 6 крапель індикатора хром кислотний темно-синій. Вміст колби титрують розчином трилону Б до переходу рожевого забарвлення в бузкове/фіолетове. Аналогічно титрують контрольну пробу.

При необхідності встановлення точної концентрації розчину трилону Б за магнієм, проводять вказану операцію, взявши 5 см³ розчину магнію (стандартну). У колбу додають 50 см³ дистильованої води. При постійному перемішуванні додають чітко у вказаній послідовності: 1 см³ розчину гідроксидаміну гідрохлориду, 5 см³ хлоридно-аміачного буферу, кілька кристалів натрію диетилдитіокарбамату (на кінчику шпателя), 6 крапель індикатора хром кислотний темно-синій. Вміст колби титрують розчином трилону Б до переходу рожевого забарвлення в бузкове/фіолетове. Аналогічно титрують контрольну пробу. Точну концентрацію трилону Б розраховують за формулою:

$$X = \frac{C \cdot 5}{V - V_0}$$

де C – концентрація розчину кальцію $C(1/2 \text{ Ca}^{2+})$ або магнію, $C(1/2 \text{ Mg}^{2+})$;
 5 – об'єм розчину кальцію або магнію, взятий для титрування, см³;

V – об'єм розчину трилону Б, витрачений на титрування розчину кальцію або магнію, мл;

V_0 – об'єм розчину трилону Б, витрачений на титрування контрольної проби, мл.

Для аналізу використовують фільтрати витяжок після визначення обмінної кислотності, а також підготовані для визначення мінерального азоту в ґрунті (30 г ґрунту з 75 см³ КСІ 1,0 Н, ґрунт з розчином перемішують 1 хв). Після вимірювання рН суспензії залишають від 18 до 24 год, потім перемішують 1 хв, фільтрують через паперові фільтри, відкидаючи перші мутні порції фільтрату. Замість настоювання від 18 до 24 год допускається перемішування колб протягом 1 год.

Для визначення кальцію в конічну колбу місткістю 100 см³ відбирають 5 см³ фільтрату ґрунтів, насичених основами (рН витяжки вище 6), або 10 см³ фільтрату ненасичених основами ґрунтів (рН витяжки менше 6). Пробу розбавляють дистильованою водою до 50 см³, додають при неперервному помішуванні у вказаній послідовності:

- 1 мл розчину гідроксиламіну гідрохлориду;
- 5 мл натрію гідроксиду 1 Н;
- кілька кристалів диетилдитіокарбамату натрію;
- 5 крапель хрому кислотного темно-синього.

Титрують кальцій розчином трилону Б до переходу забарвлення від рожевого до бузкового/фіолетового. Аналогічно титрують контрольну пробу. Витрату трилону Б реєструють за бюреткою. Для точного визначення кінця титрування ставлять перетитровану пробу для порівняння забарвлення.

Для визначення магнію (сумарного кальцію і магнію) використовують колбу після титрування кальцію в присутності індикатора хром кислотного темно-синього. Відтитрований розчин підкислюють розчином хлоридної кислоти при постійному перемішуванні, до переходу до вихідного рожевого забарвлення, намагаючись, щоб надлишок кислоти не перевищував від 1 до 2 крапель. Додають 5 см³ хлоридно-аміачного буферного розчину, і титрують магній розчином трилону

Б до переходу забарвлення від рожевого до синього. У кінці титрування титрують повільно, для можливості розвитку кольору. Аналогічно титрують контрольну пробу.

Кінцевий показник за бюреткою використовують для розрахунку суми кальцію і магнію, ммоль/100 г ґрунту (мг-екв/100 г ґрунту). Різниця між кінцевим показом бюретки і показом кальцію використовують для розрахунку вмісту магнію в ґрунті.

Кількість еквівалентів кальцію (суми кальцію і магнію) в аналізованому ґрунті розраховують за формулою:

$$X = \frac{(V - V_0) \cdot C \cdot 100 \cdot K_B \cdot V_1}{H \cdot V_2},$$

де V – об'єм розчину трилону Б, витраченого на титрування кальцію (суми кальцію і магнію) в пробі екстракту, см^3 ;

V_0 – об'єм розчину трилону Б, витраченого на титрування кальцію (суми кальцію і магнію) в контрольній пробі, см^3 ;

V_1 – об'єм 1Н розчину КСІ, прилитий до зразка, см^3 ;

V_2 – об'єм проби екстракту, взятий для титрування, см^3 ;

C – концентрація розчину трилону Б $C(1/2\text{Na}_2\text{ЕДТА})$ за кальцієм, ммоль/ см^3 (0,05 ммоль/ см^3);

K_B – коефіцієнт вологості. У випадку аналізування вологих зразків, паралельно проводять визначення вологості ґрунту і розраховують коефіцієнт вологості для переведення результатів аналізу на повітряно-сухий зразок.

Використовують коефіцієнти переведення ммоль/100 г ґрунту в мг/100 г ґрунту:

$$1 \text{ ммоль } \text{Ca}^{++} = 20,04 \text{ мг } \text{Ca}^{++}$$

$$1 \text{ ммоль } \text{Mg}^{++} = 12,16 \text{ мг } \text{Mg}^{++}$$

Усю інформацію про умови підготовки проб ґрунту і приготування екстракту з ґрунту, що є додатковою або уточнюючою до інструкції, записують у відомість проведення аналізу.

Отже, дотримання стандартизованих методик при проведенні аналізу ґрунтів у виробничій лабораторії забезпечує якість і достовірність результатів досліджень, що особливо важливо для сільського господарства, екології.

3 АГРОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ҐРУНТІВ ХМЕЛЬНИЧЧИНИ

3.1 Визначення вмісту основних елементів живлення для рослин в досліджуваних зразках

Ґрунт складається з кількох основних компонентів, кожен з яких виконує важливу роль у забезпеченні родючості та підтриманні екосистеми. Надлишок або дефіцит окремих елементів може викликати дисбаланс і погіршення росту рослин. Для досягнення оптимального рівня живлення важливо регулярно проводити аналіз ґрунту та коригувати внесення добрив [1, 2].

До основних хімічних макроелементів ґрунту належать: фосфор (P), азот (N), калій (K), кальцій (Ca), магній (Mg), сірка (S).

Фосфор (P) є одним із найважливіших макроелементів для росту рослин та підтримання родючості ґрунту. Хоча його загальний вміст у ґрунті може бути значним, доступна для рослин форма часто є обмеженою. Фосфор знаходиться в ґрунтах у розчинних формах (іони ортофосфатів H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}) – найбільш доступних для рослин, але їх концентрація в ґрунтовому розчині дуже низька; у вигляді солей – фосфати кальцію, заліза та алюмінію, однак малодоступні для рослин через низьку розчинність, особливо в кислих або лужних ґрунтах. Органічний фосфор входить до складу гумусу, доступний після мінералізації органічної речовини.

Фосфор сприяє формуванню міцних і розгалужених коренів, стимулює ріст кореневої системи, що дозволяє рослинам ефективніше поглинати воду та поживні речовини. Достатній рівень фосфору стимулює утворення бутонів, плодів і насіння, що покращує цвітіння і плодоношення. Фосфор входить до складу АТФ, це в свою чергу забезпечує рослини енергією для фізіологічних процесів, підвищує енергообмін. За оптимального рівня фосфору рослини дають вищий урожай, покращується якість плодів, вміст цукрів, білків та інших корисних речовин у продукції стає вищим.

Фосфор в ґрунтах необхідний для активного розкладання органічної речовини та засвоєння інших мікро- і макроелементів. Мікроорганізми, що розкладають органічну речовину, залежать від вмісту фосфору для своєї діяльності. Наявність необхідної кількості фосфору в ґрунтах сприяє розвитку корисної мікрофлори, забезпечує баланс поживних речовин. Достатня кількість фосфору в ґрунтах підвищує стійкість рослин до посухи та морозів. Розвинута коренева система дозволяє рослинам легше переносити нестачу води та низькі температури. Крім того, покращує імунітет рослин. Рослини краще протистоять хворобам і шкідникам за достатнього вмісту фосфору.

Зовнішніми ознаками дефіциту фосфору в ґрунтах є затримка цвітіння і дозрівання рослин, поява пурпурового або червоного забарвлення листя. Природними джерелами фосфору є фосфатні мінерали, органічні залишки. У ґрунті більша частина фосфору зв'язується з кальцієм (у лужних ґрунтах) або з залізом і алюмінієм (у кислих ґрунтах), утворюючи нерозчинні сполуки. Тому лише невелика частина фосфору доступна для рослин. Оскільки органічний фосфор розкладається повільно, то природний процес забезпечення рослин фосфором може бути недостатнім. Так як фосфор є ключовим елементом для забезпечення продуктивності ґрунту та життєздатності рослин, контроль його вмісту та доступності є критичним для отримання стабільного врожаю. Для цього важливо підтримувати оптимальний рН ґрунту та вносити відповідні фосфорні добрива [24, 25]. Наприклад, прості суперфосфати ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$), подвійні суперфосфати (мають вищий вміст фосфору), фосфоритне борошно (для кислих ґрунтів, де поступово вивільняється фосфор). Фосфорні добрива необхідно вносити у ґрунт восени або навесні перед посівом, щоб забезпечити рослини поживними речовинами протягом усього вегетаційного періоду. Рекомендовано вносити добрива ближче до коренів рослин, оскільки фосфор малорухомий у ґрунті.

Внесення фосфатних добрив необхідне для підтримання родючості ґрунту та отримання високих урожаїв. Це дозволяє компенсувати природний дефіцит фосфору, особливо на ґрунтах із низькою доступністю цього елемента. Моніторинг

вмісту фосфору в ґрунтах і збалансоване застосування фосфатних добрив сприяє оптимальному росту та розвитку рослин.

Визначення вмісту обмінного фосфору і калію, рухомих сполук фосфору і калію в ґрунті проведено за модифікованим методом Чирикова за Робочою інструкцією РІ-Л-Ґрунт-4-РК-Ч, розробленої відповідно до ДСТУ 4115-2002 Ґрунти [13]. В таблиці 3.1 наведено результати досліджень вмісту обмінного фосфору і калію, їх рухомих сполук в зразках ґрунту.

Таблиця 3.1 – Вміст обмінного фосфору і калію, їх рухомих сполук в зразках ґрунту

№ поля	№ точки	P ₂ O ₅ , мг/л	К, мг/л	P ₂ O ₅ , мг/100г	K ₂ O, мг/100г	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	7,1638	2,2	17,91	6,63	179	66
	2	7,8498	2,2	19,62	6,63	196	66
	3	7,007	2,5	17,52	7,53	175	75
	4	5,97	2,3	14,93	6,93	149	69
	5	5,89	1,8	14,73	5,42	147	54
2	1	5,6	2,7	14,05	8,13	141	81
	2	6,7	2,5	16,68	7,53	167	75
	3	6,7	2,4	16,78	7,23	168	72
	4	7,8	3,0	19,55	9,04	196	90
	5	7,6	2,9	19,35	8,46	175	85
3	1	6,2	2,9	15,50	8,73	155	87
	2	5,6	3,2	13,88	9,64	139	96
	3	4,3	2,1	10,85	6,33	109	63
	4	5,3	3,0	13,15	9,04	132	90
	5	4,7	2,4	11,70	7,23	117	72

Кінець табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
4	1	6,1	2,5	15,18	7,53	152	75
	2	5,6	2,3	14,00	6,93	140	69
	3	4,9	2,2	12,25	6,63	123	66
	4	3,9	2,2	9,80	6,63	98	66
	5	4,3	2,1	10,70	6,33	107	63
5	1	5,3	3,4	13,35	10,24	134	102
	2	4,3	2,8	10,83	8,43	108	84
	3	4,1	2,7	10,23	8,13	102	81
	4	2,8	3,7	7,05	11,14	71	111
	5	3,2	2,1	7,95	6,33	80	63

За даними таблиці 3.1 визначено вміст обмінного фосфору і калію, їх рухомих сполук в ґрунтах, що дозволяє підбирати сільськогосподарські культури для отримання високої врожайності, а також регулювати вміст основних макроелементів у відповідних ділянках поля. Адже вміст фосфору в ґрунті безпосередньо впливає на якість і врожайність. За оптимального рівня фосфору рослини дають вищий урожай. Регулярні дослідження аналіз ґрунту на вміст фосфору дозволяють уникати агроекологічних ризиків, як дефіциту, так і надлишку фосфору. Дефіцит фосфору призводить до уповільнення росту, погіршення утворення коренів і листя, зниження врожайності. Характерними ознаками дефіциту фосфору може бути пурпурове забарвлення листя рослин, затримка дозрівання. Надлишок фосфору в ґрунтах може спричинити дисбаланс інших елементів (наприклад, дефіцит заліза або цинку) та забруднення водою через вимивання фосфатів, що викликає евтрофікацію.

Для підвищення доступності фосфору можна використовувати органічні добрива (компост), мікробні інокулянти (бактерії, що розчиняють фосфати), а також регулювання рН ґрунту для підвищення розчинності фосфатів.

3.2 Аналіз кислотності (рН) зразків ґрунтів

Показник кислотності або лужності ґрунтового розчину (рН) визначає хімічні та біологічні процеси в ґрунті, а також доступність поживних речовин для рослин. Оптимальний рН ґрунту забезпечує доступність макро- та мікроелементів для рослин, сприяє ефективному засвоєнню поживних речовин рослинами. Корисні бактерії, що фіксують азот і розкладають органічну речовину, найкраще працюють при нейтральному рН. Висока або низька кислотність ґрунту (неправильний рН) може призвести до дефіциту поживних елементів і накопичення токсичних сполук. Взаємозв'язок показників кислотності ґрунту та засвоєння поживних речовин рослинами наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вплив показників кислотності ґрунту рН на засвоєння поживних речовин рослинами

Тип ґрунту	Значення рН	Доступність поживних речовин в ґрунтах
Кислі ґрунти	Від 4,0 до 6,5 (рН < 7)	Погіршення доступності фосфору, кальцію та магнію. Підвищення доступності токсичних для рослин металів (алюміній, марганець).
Нейтральні ґрунти	Від 6,5 до 7,5 (рН ≈ 7)	Найкраща доступність більшості поживних елементів, зокрема фосфору, азоту, калію та мікроелементів.
Лужні ґрунти	Понад 7,5 (рН > 7)	Погіршення доступності фосфору, заліза, цинку, марганцю. Кальцій і магній доступні у великій кількості.

За даними таблиці 3.2 при неправильному рН родючість ґрунту знижується, оскільки поживні речовини не засвоюються рослинами. Контроль рН ґрунту є ключовим для забезпечення оптимальних умов росту рослин і підтримки родючості ґрунту. Від рівня кислотності або лужності залежить доступність поживних речовин, активність мікроорганізмів і загальний стан рослин. В агротехнологіях

рекомендовані оптимальні значення рН для вирощування сільськогосподарських культур. Наприклад, для злакових рекомендовані значення рН від 5 до 7,5, для овочевих – від 5 до 7, для бобових від 6 до 7, для коренеплодів від 6 до 7,5, для фруктів та ягід від 5,5 до 7,5 відповідно. Оптимальні значення рН для вирощування сільськогосподарських культур наведено на рисунку 3.1.

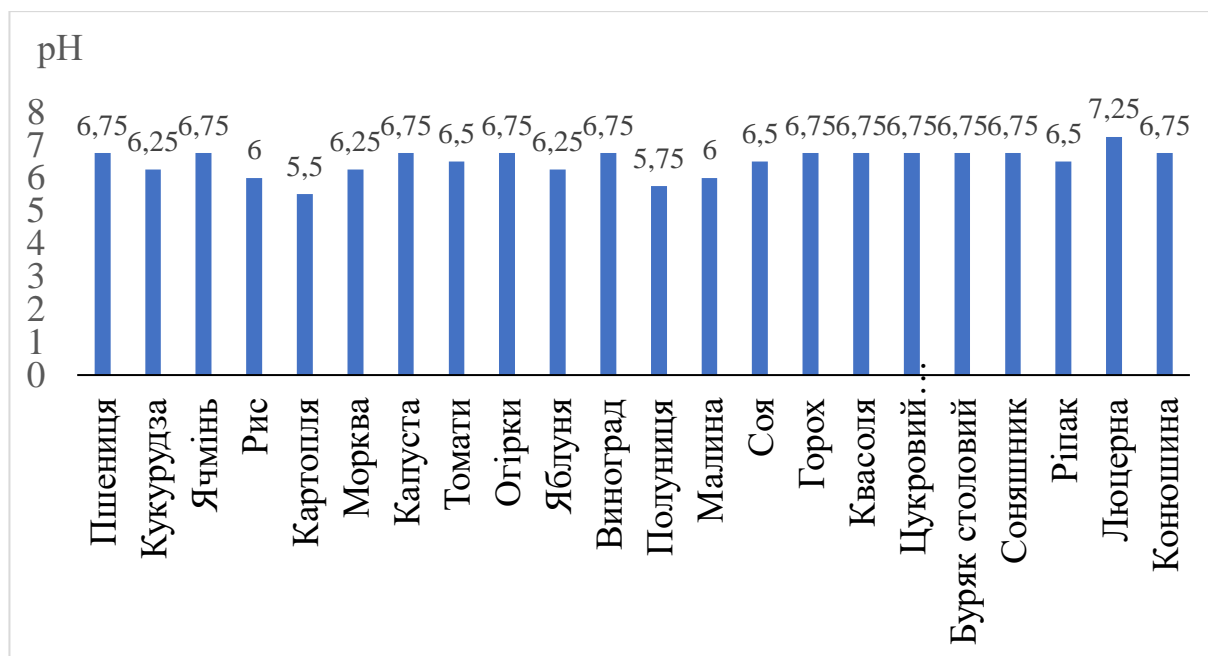


Рисунок 3.1 – Оптимальні значення рН для вирощування сільськогосподарських культур

Контроль кислотності ґрунту дозволяє раціонально використовувати посівні площі, вносити необхідні добрива та знижувати витрати.

Визначення реакції ґрунтового розчину рН, рН_{КСІ} сольове, гідролітичної кислотності (рН_{НГ}) здійснено відповідно розроблених робочих інструкцій [14 -16] РІ-Л-Ґрунт_3_рН (за ДСТУ 10390-2007 Якість ґрунту. Визначання рН), РІ-Л-Ґрунт-11-НГ (за ДСТУ 7537:2014 Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності), РМ.7.2-09.2023 (за ДСТУ 7881:2015 Добрива органічні та органо-мінеральні. Номенклатура показників якості). Результати досліджень наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Визначення реакції ґрунтового розчину рН

№ поля	№ точки	pH _{KCl} сольове	pH _{нон}	pH _{нr}
1	1	7,48	8,1	0,28
	2	7,37	8,12	0,23
	3	7,32	8,03	0,46
	4	7,31	8,02	0,32
	5	7,36	8,08	0,28
2	1	7,50	8,2	0,35
	2	7,44	7,88	0,31
	3	7,37	8,14	0,35
	4	7,42	8,06	0,35
	5	7,41	8,1	0,34
3	1	7,28	8,02	0,28
	2	7,12	7,67	0,31
	3	7,32	8,06	0,23
	4	7,36	8,1	0,23
	5	7,46	8,06	0,28
4	1	7,40	8,03	0,28
	2	7,47	8,07	0,23
	3	7,45	8,22	0,23
	4	7,30	8,19	0,23
	5	7,45	8,1	0,30
5	1	7,15	7,81	0,54
	2	7,27	7,96	0,39
	3	7,32	8,05	0,23
	4	7,36	8,11	0,23
	5	7,41	8,17	0,23

Результати дослідження рН показують, що значення рН (рН_{нон}) досліджуваних зразків ґрунту знаходяться в межах від до 7,67 до 8,22.

Контроль і коригування рН ґрунту є важливою умовою для забезпечення високої врожайності та здорового росту рослин. Для підвищення рН ґрунту (зменшення кислотності) здійснюють вапнування з використанням вапна, доломітового борошна, додають золу або кальцієвмісні добрива. Для зниження рН ґрунту (зменшення лужності) вносять сірку, сульфати, органічні речовини (торф, компост), мінеральні добрива (суперфосфат). Регулярний аналіз ґрунту допомагає визначити необхідні заходи для підтримки оптимальної кислотності.

3.3 Визначення гранулометричного складу ґрунту мокрим польовим методом

Гранулометричний склад ґрунту є важливою характеристикою, яка допомагає вибирати правильні сільськогосподарські культури, методи обробітку та меліорації. Від складу ґрунту, величини ґрунтових частинок залежить родючість сільськогосподарських земель. Глинисті та суглинні ґрунти містять в собі багато різних матеріалів (польовий шпат, слюда та ін.) У цих мінералах можуть міститися різні речовини необхідні рослині: сірка, мідь, магній, кальцій, калій, фосфор, залізо та ін. Найбільш цінні для живлення є дрібні колоїдні частинки тому що поживні речовини ґрунтів, легше розчиняються водою. Піщані та супіщані ґрунти містять в собі в великій кількості мінерал кварц, який не може забезпечити живлення рослин.

Гранулометричний склад ґрунту (співвідношення часток різного розміру в ґрунті) визначає його фізичні властивості, водопроникність, повітропроникність і придатність для сільськогосподарського використання.

За гранулометричним складом ґрунти класифікують на основі співвідношення піску, пилу і глини.

Повітропроникність вища в піщаних ґрунтах, менша в глинистих. Піщані та супіщані ґрунти легко обробляти, тоді як глинисті важчі в обробці через високу пластичність.

Основні типи ґрунтів за гранулометричним складом наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Основні типи ґрунтів за гранулометричним складом

Тип ґрунту	Співвідношення піску, пилу і глини	Властивості
Піщаний	Вміст піску понад 85 %, пилу та глини до 25 %	Низька родючість, погано утримують воду, високопроникні.
Супіщаний	Вміст піску від 70 до 85 %, пилу та глини від 25 до 30 %	Кращі властивості для сільського господарства, але потребують частого зрошення.
Суглинок	Збалансований вміст піску від 40 до 70 %, пилу від 20 до 40 %, глини від 10 до 30 %	Добрі фізичні властивості для рослинництва.
Глинистий	Вміст глини понад 30 %	Погана проникність води, але висока здатність утримувати поживні речовини.
Пилуватий	Вміст пилових часток понад 50 %, вміст піску та глини до 50 %	Схильні до ущільнення та водної ерозії.

За даними таблиці 3.5 глинисті та суглинкові ґрунти забезпечують кращі умови для накопичення поживних речовин. Збалансований вміст піску від 40 до 70 %, пилу від 20 до 40 %, глини від 10 до 30 % в суглинку.

Таким чином, гранулометричний склад ґрунту значною мірою впливає на його родючість, оскільки визначає фізичні властивості, які прямо чи опосередковано впливають на ріст рослин, доступність води, поживних речовин і повітря.

Піщані ґрунти мають високу водопроникність, але низьку здатність утримувати вологу. Висока повітропроникність, забезпечує гарний доступ кисню до коренів. Але можуть бути недостатньо родючими через погане утримання

поживних речовин. Рослини швидко втрачають доступ до води, що може призводити до посухостійких стресів. Частки піску великі, з малою поверхнею, що обмежує утримання катіонів і поживних речовин. Схильні до вітрової ерозії через легкість часток. Часто вимагають додаткового внесення добрив. Легко обробляються, проте швидко втрачають структуру і потребують постійного догляду.

Глинисті ґрунти добре утримують воду, але мають погану водопроникність. Надмірна вологість може спричинити затоплення, що шкодить кореням рослин. Мають погану аерацію, особливо у вологому стані, яка може спричинити кисневе голодування кореневої системи. Мають велику поверхню часток, що дозволяє накопичувати іонні форми поживних речовин. Проте можуть затримувати деякі елементи у важкодоступних формах для рослин. Мають кращу стійкість до ерозії, але після пересихання утворюють тріщини. Важкі в обробці, особливо після зволоження, але добре зберігають структуру.

Суглинкові ґрунти мають збалансовані показники водопроникності та вологоутримання. Помірна повітропроникність, оптимальні умови для росту коренів більшості сільськогосподарських культур. Збалансований склад дозволяє ефективно утримувати і віддавати поживні речовини. Помірна стійкість до ерозії, залежно від органічного складу. Найкращі для обробки, добре підтримують структуру і не вимагають великих зусиль.

Суглинкові ґрунти вважають найбільш родючими, оскільки мають збалансований вміст піску, пилу і глини. Вони забезпечують добру водопроникність та вологоутримання, оптимальну аерацію, ефективне накопичення та доступність поживних речовин.

Визначення гранулометричного складу ґрунту дослідних зразків здійснювали мокрим польовим методом [20-22]. Результати досліджень наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Гранулометричний склад ґрунту дослідних зразків

№ поля	№ точки	Склад ґрунту	Вміст вологи, %
1	1	важкий суглинок	3,02
	2	середній суглинок	3,02
	3	важкий суглинок	3,02
	4	важкий суглинок	2,74
	5	важкий суглинок	2,74
2	1	середній суглинок	2,73
	2	важкий суглинок	2,54
	3	важкий суглинок	2,73
	4	важкий суглинок	2,54
	5	важкий суглинок	2,56
3	1	важкий суглинок	2,96
	2	середній суглинок	3,80
	3	важкий суглинок	2,96
	4	середній суглинок	2,96
	5	важкий суглинок	3,23
4	1	глина	3,05
	2	глина	2,77
	3	глина	2,77
	4	важкий суглинок	2,95
	5	важкий суглинок	2,62
5	1	глина	2,96
	2	важкий суглинок	2,96
	3	важкий суглинок	2,96
	4	глина	2,96
	5	важкий суглинок	2,81

Дослідження таблиці 3.6 свідчать про те, що за гранулометричним складом

дослідні зразки це важкий суглинок, середній суглинок, глина. Вміст вологи в дослідних зразках знаходиться в межах від 2,54 до 3,8 %.

Оскільки, гранулометричний склад ґрунту є ключовим фактором, що впливає на його агрономічну якість та вибір культур для вирощування. Для підвищення родючості залежно від гранулометричного складу ґрунту рекомендоване впровадження заходів для різних типів ґрунту. А саме, додавати органічні речовини (гній, компост) для підвищення вологоутримання піщаних ґрунтів, використовувати мульчування для збереження вологи. Для глинистих ґрунтів необхідно проводити аерацію, глибоке розпушування, додавати пісок або органічні матеріали для покращення структури. Для піщаних ґрунтів рекомендовано використовувати сидерати (зелені добрива) для закріплення ґрунту, регулювати зрошення, щоб уникати ущільнення.

3.4 Дослідження вмісту гумусу в ґрунтах

Гумус – це органічна складова ґрунту, що утворюється в результаті розкладу рослинних і тваринних решток. Він має важливе значення для родючості ґрунту, забезпечення рослин поживними речовинами, водоутримувальними властивостями і біологічною активністю [2, 5].

Гумус сприяє утворенню агрегатів ґрунту, що покращує аерацію та водообмін, поліпшує структуру. Гумус містить елементи, такі як азот, фосфор, калій, сірка, кальцій, магній, що забезпечує поживними речовинами доступними для рослин. Гумус утримує вологу, підвищує вологозабезпечення, що особливо важливо в посушливих умовах. Гумус підтримує чисельність і активність корисних мікроорганізмів, їх біологічну активність. Вміст гумусу в різних типах ґрунтів наведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Вміст гумусу в різних типах ґрунтів

Тип ґрунту	Вміст гумусу, %	Родючість ґрунту
Чорнозем	Від 8 до 10	Дуже висока
Сірі лісові ґрунти	Від 3 до 5	Нормальний
Підзолисті ґрунти	Від 1 до 2	Обмежена
Піщані ґрунти	Від 1 до 3	Обмежена
Глеєві ґрунти	Від 2 до 4	Середня

Таким чином, для забезпечення високої родючості ґрунту необхідний вміст гумусу від 8 до 10 %. Низький вміст гумусу – до 3 % створює обмежені умови родючості ґрунтів.

Основний спосіб збільшення вмісту гумусу в ґрунті це внесення органічних добрив (компост, гній). Також застосовують покривні культури (сидерати), їх корені сприяють утворенню органічних решток. Зменшення оранки, мінімальна обробка ґрунту знижує руйнування гумусу. Покриття ґрунту органічними матеріалами (мульчування) запобігає ерозії і покращує структуру ґрунту.

Високий вміст гумусу зазвичай свідчить про високу родючість ґрунту, що важливо для ефективного вирощування рослин. Однак збільшення вмісту гумусу не завжди призводить до автоматичного підвищення врожайності. Потрібно враховувати й інші фактори, такі як рН ґрунту, наявність мікроелементів та водопроникність.

Для визначення вмісту гумусу застосовують хімічні та фізико-хімічні методи. А саме: визначення вмісту гумусу через визначення вмісту органічного вуглецю (оксидиметрично), визначення вмісту гумусу за допомогою сульфатної кислотної екстракції або інших реагентів. Визначення вмісту органічної речовини в ґрунті оксидиметрично проведено відповідно інструкції РІ-Л-Ґрунт-14-н, розробленої згідно з ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини [22]. В таблиці 3.8 наведено результати досліджень визначення вмісту гумусу в ґрунтах.

Таблиця 3.8 – Вміст гумусу в ґрунтах

№ поля	№ точки	Вміст ОР на С, %	Вміст ОР, гумус, %
1	1	2,45	4,23
	2	2,45	4,23
	3	2,45	4,23
	4	2,38	4,10
	5	2,38	4,10
2	1	2,91	5,02
	2	2,24	3,86
	3	2,91	5,02
	4	2,24	3,86
	5	2,25	3,91
3	1	2,91	5,02
	2	3,32	5,72
	3	2,91	5,02
	4	2,91	5,02
	5	2,25	3,88
4	1	1,92	3,31
	2	2,03	3,49
	3	2,03	3,49
	4	1,53	2,64
	5	2,13	3,67
5	1	2,18	3,75
	2	2,18	3,75
	3	2,18	3,75
	4	2,18	3,75
	5	2,11	3,63

Результати визначення вмісту гумусу свідчать про те, що рівень гумусу

досліджуваних зразків ґрунту знаходиться в межах від 2 до 6 %. Ґрунти з рівнем гумусу від 2 до 4 % мають середній вміст гумусу, потребують внесення добрив для підвищення їх продуктивності. Ґрунти з рівнем гумусу від 4 до 6 % помірно багаті гумусом, мають достатню придатність для сільськогосподарського використання.

Таким чином, гумус є важливою складовою здорового ґрунту. Вміст гумусу є критерієм оцінки якості ґрунту, що впливає на вибір культур, технологій обробітку та заходів внесення добрив. Вміст гумусу в ґрунті впливає на родючість, водоутримувальні властивості та біологічну активність. Для підтримки або збільшення вмісту гумусу необхідно регулярно вносити органічні добрива та застосовувати методи, які допомагають зберігати і відновлювати органічну складову ґрунту.

Для збагачення ґрунтів гумусом ефективними є:

- внесення органічних добрив (гній, компост, сидерати);
- мінімізація ерозійних процесів;
- використання багаторічних трав для відновлення родючості.

3.5 Аналіз вмісту азоту в ґрунтах

Визначення вмісту азоту в ґрунтах є важливим етапом оцінки їх родючості, оскільки азот – один із ключових елементів живлення рослин [2, 5]. Основними формами азоту в ґрунті є:

- мінеральний азот (нітрати NO_3^- , нітрити NO_2^- , амоній NH_4^+);
- органічний азот у складі гумусових речовин і залишків органічної речовини.

Визначення азоту в ґрунтах є важливим з кількох причин, оскільки цей елемент є одним із ключових для росту та розвитку рослин. Азот входить до складу білків, ферментів, ДНК, хлорофілу та інших біологічно важливих сполук.

Азот є основним показником родючості. Без достатньої кількості азоту рослини не можуть ефективно рости, що призводить до зниження врожайності.

Аналіз його вмісту допомагає оцінити потенціал ґрунту для вирощування певних культур.

Визначення вмісту азоту допомагає уникнути надмірного чи недостатнього внесення азотних добрив. Надлишок азоту може спричинити нитрифікацію та вимивання нітратів у підґрунтові води, що погіршує їх якість. Недостатня кількість азоту може призвести до дефіциту поживних речовин, затримки росту та зниження продуктивності культур.

Високий рівень нітратів у ґрунті може сприяти забрудненню ґрунтових і поверхневих вод. Зниження втрат азоту через вимивання або газові втрати (денітрифікація) зменшує негативний вплив на навколишнє середовище. Азот впливає на мікробіологічну активність ґрунту, що відіграє ключову роль у розкладанні органічної речовини та кругообігу поживних речовин. Вміст азоту визначає темпи гуміфікації та мінералізації органічної речовини.

Достатній рівень доступного азоту в період вегетації рослин є критичним для отримання високих урожаїв. Регулярний аналіз азоту допомагає аграріям прогнозувати врожайність та планувати агротехнічні заходи [1, 2]. Аналіз азоту допомагає оцінити стан ґрунту після вирощування певних культур, наприклад, бобових, які збагачують ґрунт азотом, чи злакових, які інтенсивно його споживають. Дає можливість планувати сівозміну з урахуванням азотного балансу.

Вміст азоту є одним із показників деградації ґрунтів. Виснаження запасів азоту свідчить про необхідність заходів для відновлення ґрунтової родючості.

Визначення масової частки амонійного азоту здійснено відповідно до Робочої інструкції РІ-Л-5.5, розробленої згідно з ДСТУ 7911:2015 Добрива органічні та органо-мінеральні. Методи визначення сумарної масової частки азоту та масової частки амонійного азоту [23]. Результати досліджень наведено в таблиці 3.9.

Ці показники допомагають забезпечити стабільну врожайність та підтримувати сталий баланс у системі ґрунт–рослина.

Таблиця 3.9 – Масова частка амонійного азоту

№ поля	№ точки	V H ₂ SO ₄ 0,02 Н, мл	N мг/1000г ґрунту
1	1	0,72	87
	2	0,72	87
	3	0,72	87
	4	0,95	119
	5	0,95	119
2	1	1,2	154
	2	1,04	132
	3	1,2	154
	4	1,04	132
	5	1,2	154
3	1	0,72	87
	2	0,86	106
	3	0,72	87
	4	0,72	87
	5	1,04	132
4	1	0,94	118
	2	0,9	112
	3	0,9	112
	4	0,83	102
	5	0,79	97
5	1	0,84	104
	2	0,84	104
	3	0,84	104
	4	0,84	104
	5	0,81	99

Результати аналізу вмісту азоту в ґрунті наведені в таблиці 3.9 дають комплексне уявлення про його стан, родючість, екологічну якість та потребу у коригуванні агротехнічних заходів.

Вміст азоту в ґрунті також показує його родючість, зокрема здатність забезпечувати рослини одним із ключових елементів живлення. Він характеризує потенціал ґрунту для вирощування культур. Відображає, наскільки ґрунт здатний задовольнити потреби рослин у азоті протягом вегетації. Показує баланс між органічними та мінеральними формами азоту, доступними для рослин.

Таким чином, аналіз азоту допомагає забезпечити раціональне використання ґрунтових ресурсів, покращити врожайність культур і сприяти сталому землеробству.

3.6 Дослідження вмісту обмінного кальцію і магнію в ґрунті

Кальцій (Ca) і магній (Mg) є макроелементами, які грають важливу роль у ґрунтових процесах і живленні рослин. Їхній вміст і доступність у ґрунті впливають на родючість, структуру ґрунту, рівень рН і здатність забезпечувати рослини поживними речовинами.

Кальцій у ґрунті покращує його структуру, сприяючи утворенню стійких агрегатів, підвищує рН кислих ґрунтів. Необхідний для формування клітинних стінок і зміцнення тканин.

В обмінному стані доступний для рослин, адсорбований на поверхні ґрунтових часток у вигляді сполук кальцит CaCO_3 , гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. У розчинах – кальцієві йони Ca^{2+} , у ґрунтовій волозі.

Кислотність ґрунтів рН, впливає на вміст кальцію. У кислих ґрунтах кальцій може вимиватися, знижуючи його доступність. Карбонатні та чорноземи багаті на кальцій, тоді як піщані та підзолисті ґрунти часто мають його дефіцит. У районах з високою кількістю опадів кальцій вимивається з верхнього шару ґрунту [2, 26, 27].

Ознаками дефіциту кальцію в ґрунтах є загнивання верхівок коренів рослин, погіршення якості плодів. Наприклад, гірка ямчастість у яблук, листя рослин стає деформованим або скрученим.

У ґрунтах з нейтральним і слабколужним рН вміст кальцію має становити від 0,5 до 5 % у формі оксиду кальцію СаО.

Магній є центральним елементом хлорофілу. Бере активну участь у ферментативних процесах, активації ферментів, синтезу білків. Регулює іонний баланс, забезпечує транспортування фосфатів.

В обмінному стані магній доступний для рослин і адсорбований на колоїдних частинках ґрунту у вигляді сполук доломіту $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, магнезиту MgCO_3 . У розчині доступні магнієві йони Mg^{2+} .

На вміст магнію, як і на вміст інших макроелементів впливають кислотність, тип ґрунту. У кислих ґрунтах магній легко вимивається. Чорноземи, каштанові та карбонатні ґрунти багаті на магній. У піщаних і підзолистих ґрунтах він може бути в дефіциті. Надлишок кальцію може блокувати доступність магнію.

Ознаками дефіциту магнію в ґрунтах є хлороз між жилками старого листя, затримка росту, зниження врожайності, листя рослин набуває червонувато-коричневого відтінку. Зазвичай у ґрунтах нормований вміст магнію становить від 0,1 до 0,5 % у вигляді оксиду магнію MgO . Оптимальне співвідношення між кальцієм і магнієм у ґрунтового поглинального комплексу (ГПК) становить від 5:1 до 10:1. Дисбаланс може впливати на доступність інших елементів. Наприклад, надлишок кальцію знижує доступність магнію та калію. А надлишок магнію ущільнює ґрунт і може заважати засвоєнню кальцію [28, 29].

Джерелами кальцію та магнію для ґрунту є вапно CaCO_3 , гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ органічні добрива (гній, компост), доломітове вапно $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, калімагнезія $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$. Дослідження вмісту обмінного кальцію і магнію в ґрунті з трилоном Б проведено відповідно до Робочої інструкції РІ-Л-ґрунт-9-Са-Мг, розробленої згідно з ДСТУ 4288:2004 Якість ґрунту. Паспорт ґрунтів [25]. Результати досліджень наведено в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Вміст обмінного кальцію і магнію в ґрунті

№ поля	№ точки	Са, мг/100 г	Mg, мг/100 г
1	1	341	6
	2	346	6
	3	341	9
	4	346	9
	5	356	6
2	1	346	12
	2	346	12
	3	356	6
	4	356	6
	5	346	12
3	1	371	9
	2	407	9
	3	387	6
	4	371	6
	5	361	6
4	1	346	6
	2	326	6
	3	331	9
	4	361	9
	5	326	9
5	1	341	12
	2	346	12
	3	341	9
	4	351	9
	5	331	6

За даними таблиці 3.10 вміст обмінного кальцію в ґрунті становить від 326 до 407 мг на 100 г зразка. А вміст обмінного магнію – становить від 6 до 12 мг на 100 г ґрунту.

Визначення вмісту кальцію та магнію допомагає коригувати кислотність ґрунту, покращувати його структуру і забезпечувати рослини необхідними елементами. Баланс цих елементів сприяє здоровому розвитку рослин і підвищенню врожайності.

Для забезпечення збалансованого вмісту кальцію (Ca) та магнію (Mg) у ґрунтах необхідно враховувати специфіку ґрунтових властивостей, співвідношення цих елементів у ґрунтовому поглинальному комплексі (ГПК) і потреби вирощуваних культур.

Накопиченню кальцію і магнію в ґрунті сприяє вирощування бобових культур наприклад, гороху, сої. Для поповнення запасів мінералів в ґрунтах доцільно використовувати залишки рослин.

У регіонах із високими опадами необхідно зменшувати вимивання кальцію та магнію через дренажні заходи. У посушливих умовах необхідно контролювати засоленість, оскільки надлишок натрію може витіснити кальцій і магній із ґрунтового комплексу.

Отже, збалансоване управління кальцієм і магнієм не лише підтримує родючість ґрунту, але й забезпечує здоровий ріст рослин та ефективне використання добрив.

ВИСНОВКИ

Аналіз ґрунту є основою раціонального управління земельними ресурсами та підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. Агрохімічний аналіз ґрунтів полягає у визначенні вмісту основних елементів живлення для рослин (азот, фосфор, калій, кальцій), кислотності (рН), органічної речовини, гумусу.

Екологічний моніторинг – це оцінка забруднення ґрунту важкими металами (свинець, кадмій, ртуть), пестицидами, радіоактивними речовинами.

Дослідження фізико-хімічних властивостей передбачає аналіз механічного складу ґрунту, вмісту піску, мулу, глини, пористості, вологості, температури. А також визначення кислотно-лужного балансу ґрунту (рН) для вибору оптимальних агротехнічних заходів; визначення вмісту гумусу, який є індикатором родючості ґрунту.

В кваліфікаційній роботі розглянуто особливості відбору проб та аналізу ґрунтів, вимоги до якості ґрунтів, порядок проведення комплексного аналізу ґрунтів за стандартизованими методиками та інструкціями на базі виробничої лабораторії ТОВ «Лотівка Еліт» (м. Красилів).

З метою визначення складу, властивостей і родючості ґрунтів, а також оцінки їх екологічного стану в лабораторії ТОВ «Лотівка Еліт» проведено агрохімічний аналіз, екологічний моніторинг, аналіз фізико-хімічних властивостей ґрунтів.

Відбір проб є важливою процедурою, яка забезпечує точність подальших агрохімічних або екологічних досліджень ґрунту. Вимоги до якості ґрунтів у сільському господарстві та інших галузях визначають їх фізико-хімічні, агрохімічні та екологічні показники. Основними параметрами, які оцінюють для визначення якості ґрунтів, є вміст поживних речовин, рівень забруднення, структура, кислотність і вологість ґрунту.

Проведення комплексного аналізу ґрунтів у виробничій лабораторії ТОВ «Лотівка Еліт» здійснено відповідно інструкцій лабораторії, розроблених згідно

нормативної документації (ДСТУ ISO 11464:2001, ДСТУ 4115-2002, ДСТУ 10390-2007, ДСТУ 7537:2014 тощо). Проведений агрохімічний аналіз показав, що ґрунтовий покрив регіону є різноманітним і включає переважно чорноземи, сірі лісові ґрунти та дерново-підзолисті ґрунти. Дослідження ґрунтового покриття свідчать про те, що за гранулометричним складом дослідні зразки це важкий суглинок, середній суглинок, глина. Вміст вологи в дослідних зразках знаходиться в межах від 2,54 до 3,8 %.

Визначено вміст макроелементів – вміст обмінного фосфору і калію, їх рухомих сполук в ґрунтах, що дозволяє підбирати сільськогосподарські культури для отримання високої врожайності, а також регулювати вміст основних макроелементів у відповідних ділянках поля. Результати аналізу вмісту азоту в ґрунті дають комплексне уявлення про його стан, родючість, екологічну якість та потребу у коригуванні агротехнічних заходів.

За даними агрохімічного аналізу, вміст обмінного кальцію в ґрунті становить від 326 до 407 мг на 100 г зразка. А вміст обмінного магнію – становить від 6 до 12 мг на 100 г ґрунту. Визначення вмісту кальцію та магнію допомагає коригувати кислотність ґрунту, покращувати його структуру і забезпечувати рослини необхідними елементами. Баланс цих елементів сприяє здоровому розвитку рослин і підвищенню врожайності.

Результати дослідження рН показують, що значення рН (pH_{non}) досліджуваних зразків ґрунту знаходяться в межах від до 7,67 до 8,22. Аналіз показав поширення слабо лужних ґрунтів. Для зниження рН ґрунту (зменшення лужності) рекомендовано вносити сірку, сульфати, органічні речовини (торф, компост), мінеральні добрива (суперфосфат).

Результати визначення вмісту гумусу свідчать про те, що рівень гумусу досліджуваних зразків ґрунту знаходиться в межах від 2 до 6 %. Ґрунти з рівнем гумусу від 2 до 4 % мають середній вміст гумусу, потребують внесення добрив для підвищення їх продуктивності. Ґрунти з рівнем гумусу від 4 до 6 % помірно багаті гумусом, мають достатню придатність для сільськогосподарського використання.

Рівень гумусу в ґрунтах Хмельниччини залишається стабільним, проте на землях, де застосовують інтенсивні технології обробітку, можливе його зниження. Тому необхідне впровадження органічного внесення добрив та сидератів для підтримання вмісту гумусу.

Результати досліджень агрохімічного аналізу ґрунтів дозволяють надавати рекомендації щодо їх раціонального використання. А саме:

- ефективне планування посівів (допомагає підібрати оптимальні культури для вирощування з урахуванням особливостей ґрунту);
- оптимізація використання добрив (зменшує витрати на добрива та знижує ризик забруднення ґрунту через надлишок хімічних речовин);
- підвищення врожайності (забезпечення рослин необхідними поживними речовинами на основі реальних потреб ґрунту сприяє росту урожайності);
- стійкість до захворювань (збалансоване внесення елементів живлення підвищує стійкість рослин до шкідників і хвороб).

Дотримання стандартизованих методик, лабораторних інструкцій проведення досліджень, правил проведення аналізу дозволило отримати надійні дані, скласти обґрунтовані рекомендації щодо обробки та покращення якості дослідження ґрунтів. Отже, аналіз ґрунту є основою раціонального управління земельними ресурсами та підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. Проведення комплексного агрохімічного аналізу дозволяє забезпечити раціональне використання земельних ресурсів, підвищити продуктивність сільськогосподарських культур і зберегти родючість ґрунтів на довгострокову перспективу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Савосько В. М. Ґрунтознавство: опорний конспект лекцій / В. М. Савосько – Кривий Ріг : Криворізький державний педагогічний університет, 2021. – 306 с.
- 2 Господаренко Г. М. Агрохімія / Г. М. Господаренко – Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2015. – 476 с.
- 3 Поп С. С. Управління природокористуванням / С. С. Поп – Ужгород : УжНУ, 2021. – 86 с.
- 4 Екологія агросфери / О. І. Фурдичко, О. І. Дребот, О. С. Дем'янюк, Є. Д. Ткач, А. А. Бунас. – Київ : ДІА, 2022. – 336 с.
- 5 Панас Р. М. Ґрунтознавство / Р. М. Панас – Львів : Новий світ – 2000, 2018.– 372 с.
- 6 Фурдичко О. І. Екологічні основи збалансованого розвитку агросфери в контексті європейської інтеграції України / О. І. Фурдичко – Київ: ДІА, 2014. – 432 с.
- 7 Кваліфікаційна робота магістра : методичні рекомендації щодо її підготовки та виконання здобувачами вищої освіти спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / уклад.: О. А. Параска, Т. В. Іванішена. Хмельницький: ХНУ, 2024. – 44 с.
- 8 Текстові документи. Загальні вимоги. СОУ 207.01:2017 / Ю. М. Бойко, Г. В. Красильникова, Л. І. Першина, Т. Ф. Косянчук. – Хмельницький : ХНУ, 2017. – 45 с.
- 9 Бібліографічний запис. Загальні вимоги та правила складання. СОУ 207.02:2017 / Ю. М. Бойко, Л. І. Першина. – Хмельницький : ХНУ, 2017. – 37 с.
- 10 ТОВ «Лотівка Еліт» [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://lotivka-elit.agrobiz.net/> (дата звернення: 10.09.2024 р.).
- 11 ISO 14055-1:2017. Environmental management — Guidelines for establishing good practices for combatting land degradation and desertification. – 31 p.

- 12 ДСТУ ISO 11464:2001. Якість ґрунту. Попереднє обробляння зразків для фізико-хімічного аналізу.
- 13 ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова.
- 14 ДСТУ 10390-2007 Якість ґрунту. Визначання рН.
- 15 ДСТУ 7537:2014 Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності.
- 16 ДСТУ 7881:2015 Добрива органічні та орґано-мінеральні. Номенклатура показників якості.
- 17 ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT).
- 18 Робочі інструкції виробничої лабораторії ТОВ «Лотівка Еліт».
- 19 Тихоненко Д. Г. Практикум з ґрунтознавства / Д. Г. Тихоненко – Харків : Майдан, 2009 – 448 с.
- 20 Робоча інструкція РМ.7.2-17.2023 Визначення гранулометричного складу ґрунту мокрим польовим методом.
- 21 Juhasz A., Naidu R. Environmental and health hazards of military metal pollution. Explosives: fate, dynamics, and ecological impact in terrestrial and marine environments / A. Juhasz, R. Naidu // Environmental Research. 2021, Vol. 201, – С.111568.
- 22 ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини.
- 23 ДСТУ 7911:2015 Добрива органічні та орґано-мінеральні. Методи визначення сумарної масової частки азоту та масової частки амонійного азоту.
- 24 ДСТУ ISO 4729:2007 Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського.
- 25 ДСТУ 4288:2004 Якість ґрунту. Паспорт ґрунтів.
- 26 Мікробіологія / З. В. Пустова, Н. В. Пустов, Л. Й. Роговик, М. Остафін, К. Бульські – Кам’янець-Подільський, 2021. – 147 с.

27 Хацевич О. М. Мінеральні добрива: класифікація, властивості, застосування / О. М. Хацевич, Р. Р. Джус. Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. – Івано-Франківськ, 2018. – 80 с.

28 Пилипенко О. І. Системи захисту ґрунтів від ерозії / О. І. Пилипенко, В. Ю. Юхновський, М. М. Ведмідь – Київ: ТОВ КОВІЦ Златояр, 2004. – 436 с.

29 Тараріко О. Г., Кучма Т.Л., Ільєнко Т. В., Дем'янюк О. С. // Агроекологічний журнал. 2017, № 1. – С. 7–15.

ДОДАТОК 1

Завідувачу кафедри
хімії та хімічної інженерії
Ользі ПАРАСЦІ
Начальника виробничої лабораторії
аналізу ґрунтів ТОВ «Лотівка Еліт»
Діани ГРИНЧУК

ЛИСТ-ПОГОДЖЕННЯ

Просимо провести дослідження агрохімічного аналізу ґрунтів Хмельниччини з метою раціонального використання земельних ресурсів в рамках виконання кваліфікаційних робіт за освітньою програмою Хімічні технології та інженерія. Усіма необхідними засобами та умовами для проведення досліджень здобувачі вищої освіти будуть забезпечені.

28.06.2024 р.

Начальник виробничої лабораторії
аналізу ґрунтів
ТОВ «Лотівка Еліт»



Гричук Діана ГРИНЧУК