

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет агротехнологій

Кафедра ґрунтознавства та агрохімії

АГРОХІМІЯ

методичні рекомендації

для виконання практичних робіт здобувачами початкового рівня (короткий цикл) вищої освіти ОПП «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної форми здобуття вищої освіти

Миколаїв 2023

УДК 63+54

A26

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного університету від 22.06.2023 р., протокол № 10.

Укладачі:

Анна КУВШИНОВА – асистент кафедри ґрунтознавства та агрохімії, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

О.М. Дробітько – канд. с.-г. наук, голова ФГ «Олена» Братського району Миколаївської області;

Н.В. Нікончук – канд. с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри виноградарства та плодощовочівництва, Миколаївський національний аграрний університет.

©Миколаївський національний
аграрний університет, 2023

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| 1. Вступ..... | 4 |
| 2. Практична робота № 1. Порядок проходження лабораторних робіт з агрохімії та деякі рекомендації щодо техніки проведення лабораторних робіт..... | 6 |
| 3. Практична робота № 2. Відбір зразків і підготовка їх до аналізу..... | 8 |
| 4. Практична робота № 3. Визначення кислотності плодів та овочів..... | 13 |
| 5. Практична робота № 4. Відбір зразків ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу..... | 16 |
| 6. Практична робота № 5. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ннц іґа ім. О. Н. Соколовського..... | 30 |
| 7. Практична робота № 6. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна..... | 44 |
| 8. Практична робота № 7. Класифікація добрив. відбирання проб мінеральних добрив. визначення фізичних властивостей добрив..... | 51 |
| 9. Практична робота № 8. Розпізнавання добрив органолептичним методом та по якісним реакціям..... | 60 |
| 10. Практична робота № 9. Визначення вмісту азоту в добривах. визначення вмісту фосфору в добривах. визначення вмісту калію в добривах..... | 65 |
| 11. Практична робота № 10. Аналіз комплексних добрив..... | 74 |
| 12. Практична робота № 11. Аналіз вапнякових матеріалів..... | 77 |
| 13. Практична робота № 12. Аналіз органічних добрив..... | 80 |

ВСТУП

Добрива є ефективним засобом підвищення урожайності сільськогосподарських культур. Вітчизняний та закордонний досвід незаперечно доказує, що не менше половини приросту врожаю отримують за рахунок використання добрив.

Вносячи добрива, агроном сподівається одержати найбільший урожай високої якості з найменшими затратами. Але для цього він повинен мати уявлення про біохімічні процеси, за яких утворюються речовини, що визначають якість урожаю (білок, крохмаль, цукор, жир та інші) та умови, що впливають на ці процеси.

Хімічний аналіз рослин дає можливість визначити якість урожаю, правильно оцінити окремі агротехнічні прийоми, а також потребу рослин в елементах мінерального живлення.

Викладений у методичних рекомендаціях матеріал розрахований на самостійну роботу студента з виконання лабораторних робіт за модулем 1 «Живлення рослин», відповідно до програми курсу для вищих сільськогосподарських навчальних закладів.

Основні методи аналізу рослин викладено за існуючими класичними методиками досліджень відповідно до державних і галузевих стандартів.

У методичних рекомендаціях значну увагу приділено правилам техніки безпеки під час роботи в агрохімічній лабораторії та методам правильного відбору проб продукції рослинництва.

МОДУЛЬНА СТРУКТУРА дисципліни «Агрохімія»

Змістовий модуль 1. Живлення рослин

СТРУКТУРА МОДУЛЯ

1. Відбір зразків і підготовка їх до аналізу
2. Визначення кислотності плодів та овочів

Змістовий модуль 2. Властивості ґрунту в зв'язку з використанням добрив. Хімічна меліорація

СТРУКТУРА МОДУЛЯ

1. Відбір зразків ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу
2. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського
3. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна

Змістовий модуль 3 Мінеральні та органічні добрива

СТРУКТУРА МОДУЛЯ

1. Класифікація добрив. Відбирання проб мінеральних добрив. Визначення фізичних властивостей добрив.
2. Розпізнавання добрив органолептичним методом та по якісним реакціям.
3. Визначення вмісту азоту в добривах.
Визначення вмісту фосфору в добривах.
Визначення вмісту калію в добривах.
4. Аналіз вапнякових матеріалів.
5. Аналіз органічних добрив

Кількість академічних годин

Лекцій 13

Практичних 13

Практична робота № 1

ПОРЯДОК ПРОХОДЖЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З АГРОХІМІЇ ТА ДЕЯКІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ТЕХНІКИ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторно-практичні заняття проводяться в лабораторіях кафедри, де за кожним студентом закріплено постійне робоче місце. На столах встановлено необхідне обладнання та посуд для виконання аналізів.

Студент повинен підготуватися до занять і в зошиті записати назву лабораторної роботи, дату її виконання, значення аналізу, принцип методу, скорочено хід роботи та розрахунки. Хімічний аналіз вважається виконаним після подання викладачеві результатів аналізу. До занять допускаються студенти після перевірки викладачем підготовленості.

Студент зобов'язаний суворо дотримуватись і виконувати загальноприйняті правила роботи в хімічній лабораторії.

1. Правила техніки безпеки під час роботи в агрохімічній лабораторії:

Під час роботи в агрохімічній лабораторії потрібно дотримуватися таких правил:

1. Для роботи з концентрованими кислотами та лугами одягають гумові рукавиці, а на очі спеціальні окуляри. При подрібненні лугів (їдкого натру, їдкого калію) ніс і рот слід закривати маскою з марлі. Концентровані розчини кислот і лугів відмірюють тільки «автоматичною» піпеткою або мірним циліндром. Переливають концентровані кислоти і луги дуже обережно,

намагаючись не розливати. Якщо кислота або луг розіллється на підлогу, їх одразу засипають піском, який потім виносять з приміщення.

Облите місце промивають розчином соди, якщо було розлито кислоту, або слабким розчином кислоти, якщо було розлито луг.

Якщо концентрована кислота потрапила на шкіру рук або обличчя, слід добре промити пошкоджену ділянку спочатку водою, а потім слабким розчином питної соди. Концентрований луг, що потрапив на шкіру, змивають спочатку слабким розчином оцтової кислоти, а потім водою.

2. За змішування рідин, взаємодія яких викликає сильне розігрівання, необхідно дотримуватись обережності, тому що розчин може закипіти і розбризкатися. Наприклад, при розведенні концентрованої сірчаної кислоти слід заливати її у воду (а не навпаки) невеликими порціями, постійно помішуючи розчин, уникаючи його надмірного нагрівання.

3. Кислоти нагрівають тільки у витяжній шафі при опущеній шторці.

4. За визначення запаху речовини не можна підносити близько посудину, її слід держати на відстані, направляючи до носа невелику кількість парів речовини рухом руки.

5. Роботу з бензином, ефіром, ацетоном потрібно проводити далеко від вогню, їх не можна нагрівати на приладах з відкритим полум'ям.

6. Не можна включати електроприлади вологими руками, адже волога шкіра має більшу електропровідність, ніж суха.

7. Працювати в агрохімічній лабораторії потрібно в халатах, тому що реактиви можуть забруднити одяг або ж пошкодити його тканину.

Практична робота № 2

ВІДБІР ЗРАЗКІВ І ПІДГОТОВКА ЇХ ДО АНАЛІЗУ

Аналіз рослин - один із основних розділів агрохімічного аналізу, який широко використовується в науковій роботі та виробничій практиці. Аналіз рослин застосовують:

- 1) при спостереженні взаємодії між рослиною, ґрунтом та добривом;
- 2) для оцінки якості врожаю і для дослідження впливу на обмін речовин у рослинах;
- 3) для діагностики мінерального живлення рослин і визначення потреби рослин в добривах;
- 4) для встановлення цінності рослинницьких кормів.

Хімічний аналіз рослин на вміст азоту, фосфору, калію та інших елементів живлення в різні періоди їх росту та розвитку дозволяє вивчити динаміку засвоєння поживних речовин рослинами. Дані аналізу рослин протягом вегетації і кінцевого врожаю використовуються для встановлення біологічного і господарського винесення елементів живлення.

Аналіз урожаю дає можливість визначити коефіцієнт використання поживних речовин із ґрунту і добрив залежно від ґрунтово-кліматичних умов, природи рослин, впливу різних прийомів агротехніки. Вивчення надходження поживних речовин і

їх засвоєння рослинами в онтогенезі необхідне для розробки раціональної системи живлення та удобрення культур. Дані по винесенню поживних речовин урожаєм використовують для розрахунків видаткової частини балансу поживних речовин.

Усі сільськогосподарські рослини вирощують для одержання білка, жиру, цукру, клейковини, вітамінів, органічних кислот, ефірних масел, алкалоїдів та інших речовин. Ці речовини нагромаджуються в насінні, плодах, листках, стеблах, коренеплодах, бульбах та інших частинах рослин. Залежно від природи рослини і умов вирощування вміст таких цінних речовин в урожаї може коливатися в широких межах. Крім величини урожаю, велика увага приділяється якості сільськогосподарської продукції. Для оцінки якості продукції в ній визначають вміст білка, жиру, цукру, крохмалю, вітамінів і т. і.

Регулюючи умови живлення рослин внесенням добрив у відповідних нормах і у визначені терміни, можна змінювати інтенсивність і спрямованість біохімічних процесів у рослинах, щоб одержати більш високий урожай хорошої якості.

Для складання науково-обґрунтованих кормових раціонів необхідно знати загальну поживну цінність різних видів кормів, яка визначається шляхом хімічного аналізу їх на вміст загального азоту, «сирої» клітковини, «сирого» жиру; безазотистих екстрактивних речовин.

Визначають у кормах також кількість перетравного протеїну, вітамінів, «сирої» золи, вміст в золі кальцію та фосфору.

Відбір зразків і підготовка їх до аналізу. Для правильної оцінки окремих агротехнічних заходів важливо знати не лише загальний врожай сільськогосподарських рослин, а і його якість. Для оцінки якості продукції аналізу підлягає невелика наважка, яка характеризує всю порцію досліджуваного матеріалу. Навіть старанно виконаний аналіз може не дати об'єктивних результатів, якщо аналітичний зразок не відповідає середньому складу досліджуваного матеріалу. Тому особливо важливим і відповідальним є відбір початкової проби і виділення з неї середньої, а потім аналітичної проби. Початковий зразок або початкова проба складається з невеликих порцій, узятих з багатьох місць досліджуваного об'єкта. Відповідно до вимог аналізу рослинні зразки відбирають за фазами росту і розвитку рослин по-різному.

Так, для культур суцільного посіву виділяють 6-10 типових ділянок площею 0,5-1,0 м² рівномірно розміщених на полі або на цих ділянках зрізують по 2-3 ряди рослин протязі 0,5-1,5 м залежно від стану рослин. У міру нарощування маси рослин число рядків і їх довжину скорочують. У 5-10 місцях кожної ділянки чи прокошу відбирають разові проби, з яких складають об'єднану або середню пробу.

Після старанного перемішування із об'єднаної проби відбирають середній зразок масою 1-1,5 кг.

У високостебельних культур (кукурудза, соняшник) для складання

об'єднаної проби в 5-10 місцях поля відбирають по 10-20 рослин, перемішують і беруть середній зразок для аналізу.

Відбір проб коренеплодів і бульб проводять із 10 різних місць довільно і формують зразок з 10 коренеплодів, які поділяють залежно від розміру на 3 групи крупні, середні та дрібні. Кожну групу окремо зважують і відбирають 3-5 корінь з таким розрахунком, щоб середній зразок складався з 30-40 штук і щоб у зразку було таке співвідношення великих, середніх і дрібних коренеплодів, як у загальній масі.

Із середнього зразка відбирають аналітичний зразок або пробу масою в 1-2 кг. Якщо клубні, плоди, коренеплоди дуже великі, то аналітичну пробу складають з 1/2, 1/4, 1/8 частин, ріжучи їх по вертикалі через осьову лінію. Аналогічно відбирають аналітичну пробу капусти, кавунів, динь, гарбузів, яблук та ін.

За відбору середньої проби сипучих матеріалів з штабеля, купи, вагона проба відбирається руками або щупом із різних місць і різної глибини. Якщо партія сипучих матеріалів знаходиться в мішках, то зразок відбирається щупом з 3 місць кожного мішка.

Разові проби зерна в умовах виробництва відбирають вагонним щупом із 5 місць по кутам і в центрі з різної глибини. З кожних 10-20 т партії зерна відбирають середній зразок масою в 1-2 кг. Відібрану пробу старанно перемішують на брезенті, розстеляють тонким шаром у вигляді квадрата і ділять по діагоналі на 4 трикутники. Матеріал двох протилежних трикутників відкидають, а двох, які залишилися, перемішують. Таким чином зменшують проби до 300-500 гр.

Із соломи та сіна відбирають попередній зразок по 200-250 грамів з 3-10 місць скирти масою 20 т і від кожних послідуєчих 5 т по 2 зразки.

Проби пресованого сіна (соломи) відбирають від партії до 15 т із 5 тюків, від партії 15-50 т - із 15 тюків. Із відібраного попереднього зразка із 10 місць відбирають середній зразок масою біля 500 г.

Відбір проб силосу (сінажу) для аналізу проводять, як правило, через 1-2 місяці після його закладання з розрахунку 1 середній зразок на 400 т корму.

Проби відбирають вручну або пробовідбірником після відкриття траншеї зверху на глибину 1 м; від торцевих сторін на відстані 3-4 м.

Об'єднану пробу перемішують і відбирають середній зразок масою 1-2 кг.

Залежно від вимог досліджень рослинний матеріал може аналізуватися: в свіжому стані, повітряно-сухому або законсервованому. В свіжому стані рослини аналізуються тоді, коли необхідно визначити речовини, вміст яких швидко змінюється (цукор, форми азотних сполук, ферменти та ін.)

До повітряно-сухого стану висушують той рослинний матеріал, в якому необхідно визначити речовини, що мало змінюються (зола, клейковина, жир та ін.)

Для прискорення процесу сушіння і зберігання природного хімічного складу рослинного матеріалу сушити його необхідно у

сушильних шафах. Але перед тим, як сушити матеріал, необхідно припинити дію в ньому ферментів і мікроорганізмів, які можуть змінити його хімічний склад. Для цього подрібнений матеріал у відповідній тарі кладуть у сушильну шафу і витримують 20-30 хвилин за температури 100-105°C.

Убити ферменти можна шляхом пропарювання рослин водяною парою протягом 15-20 хвилин у закритій посудині. Потім матеріал сушать до повітряно-сухого стану в сушильній шафі за температури 60-70°C.

Доведений до повітряно-сухого стану рослинний матеріал подрібнюють на лабораторному млині (зразок просіюють через сито з діаметром отворів 0,25 мм) і використовують для відбору аналітичної проби.

Для відбору аналітичної проби подрібнений і просіяний матеріал розподіляють тонким рівномірним шаром на пергаментному папері у вигляді квадрата, який діагоналями поділяють на 4 трикутники, з яких 2 протилежних відкидають, а два трикутники, що залишилися, перемішують і таким чином зменшують пробу до 300-500 г. Відібраний аналітичний зразок переносять у склянку з притертою пробкою і зберігають, використовуючи для аналізу.

Свіжі овочі, плоди подрібнюють на тертках, соковижималках чи інших подрібнювачах і проводять необхідні аналізи або ж консервують. Однак, такі показники як вітаміни, вуглеводи, білки, органічні кислоти в плодах і овочах необхідно визначати негайно після відбору зразків.

Практична робота № 3

ВИЗНАЧЕННЯ КИСЛОТНОСТІ ПЛОДІВ ТА ОВОЧІВ

Значення аналізу. Визначення вмісту органічних кислот у свіжих плодах і овочах має важливе значення при їх безпосередньому використанні і консервуванні.

У рослинах органічні кислоти беруть участь в обміні речовин і є продуктом перетворення вуглеводів.

Найбільш поширеними в рослинах є яблучна, лимонна, винна, щавлева, оцтова, мурашина кислоти. Кислотність плодів і овочів та їх склад змінюються залежно від біологічних особливостей культур, сорту, умов вирощування, процесу досягання та зберігання.

В яблуках переважає вміст яблучної кислоти, в лимонах лимонної, у винограді - винної. У недостиглих плодах і молодих листках міститься більше янтарної кислоти, а в достиглих плодах і старих листках нагромаджується в основному яблучна і лимона кислота.

Вміст кислот визначає якість плодів та овочів за їх вживання в свіжому вигляді та для консервування.

Приципи методу. Метод оснований на титруванні відповідного об'єму екстракту із плодів і овочів 0,1 н розчином НОН. Результати титрування виражають у відсотках однієї із найбільш поширених кислот, що входять до складу об'єкта: яблучної (для сім'ячкових та кісточкових), лимонної (для ягід), винної (для винограду).

Хід аналізу. Відібрану середню пробу подрібнюють на кухонній тертці, старанно перемішують і відважують 20 г м'язги у фарфорову чашку. Наважку змивають дистильованою водою в мірну колбу на 250 мл, додають 150 мл води і 30 хвилин витримують на водяній бані при температурі 80°C, збовтуючи через кожні 5 хвилин. Потім колбу охолоджують, вміст її доливають дистильованою водою до мітки, збовтують і фільтрують.

50 мл фільтрату переносять у конічну колбу на 250-300 мл і титрують 0,1 н NaOH з індикатором фенолфталеїном до рожевого забарвлення. Якщо розчини забарвлені, титрування можна проводити по лакмусу. Для цього на часове скло кладуть синій лакмусовий папір і періодично за допомогою скляної палички перевіряють реакцію розчину.

Титрують до тих пір, поки лакмусовий папір від однієї краплі розчину не змінюватиме свого забарвлення.

Обчислення результатів проводять за формулою:

$$X\% = \frac{a \cdot T \cdot 100 \cdot K}{H}$$

де **X %** - кількість розчинних кислот; **a**-кількість мілілітрів лугу, витрачених на титрування; **T** - поправка до титру лугу, якщо нормальність розчину не відповідає заданій; **K** - коефіцієнт перерахунку на кислоту:

0,0067 - коефіцієнт перерахунку на яблучну кислоту;

0,0064 - коефіцієнт перерахунку на лимонну кислоту;

0,0075 - коефіцієнт перерахунку на винну кислоту;

H - маса наважки, що відповідає 50 мл фільтрату, взятого для титрування. Реактиви: 0,1 н розчин NaOH.

Обладнання: кухонна тертка, фарфорова чашка, лакмусовий папір, терези ВТК-500, мірна колба на 250 мл, мірний циліндр на 200 мл, лійка і паперовий фільтр, водяна баня, піпетка на 50 мл, конічна колба на 250 мл, бюретка.

Вміст розчинних кислот у свіжих плодах і ягодах, %
(у перерахунку на яблучну кислоту)

| <i>Плоди та ягоди</i> | <i>Загальна кислотність</i> | <i>Плоди та ягоди</i> | <i>Загальна кислотність</i> |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Яблука | 0,19-1,64 | Кизил | 1,56-2,89 |
| Груші | 0,10-0,79 | Виноград | 0,31-1,36 |
| Айва | 0,69-1,22 | Агрис | 0,90-2,27 |
| Слива | 0,39-1,72 | Малина | 1,07-2,04 |
| Персики | 0,28-1,51 | Суниця | 1,15-1,57 |
| Абрикоси | 0,75-2,50 | Апельсин | 0,42-2,55 |
| Черешня | 0,31-0,84 | Лимон | 5,74-8,33 |
| Вишня | 1,46-2,16 | Мандарин | 0,44-0,74 |
| Клюква | 2,45-2,55 | Помідори | 0,28-0,49 |
| Червона смородина | 1,54-2,57 | Цибуля | 0,05-0,14 |
| Диня | 0,05-0,09 | Капуста білокачанна | 0,09-0,33 |
| Гарбуз | 0,03-0,10 | Кавуни | 0,038-0,067 |

Практична робота № 4

ВІДБІР ЗРАЗКІВ ҐРУНТУ. ПОПЕРЕДНЄ ОБРОБЛЯННЯ ЗРАЗКІВ ДЛЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО АНАЛІЗУ

Площа репрезентативності точки відбирання проб - площа, на якій можна очікувати адекватне відображення певних властивостей, характерних для точки відбирання проб.

Генетико-літогранулометричний вид ґрунту - таксономічна одиниця класифікації ґрунтів, яку виділяють за комплексом властивостей ґрунтів у межах типу, підтипу і роду ґрунтів,

обумовлених їх походженням (генетичний аспект), гранулометричним складом (гранулометричний аспект), успадкованих від характеру ґрунготворних порід (літологічний аспект).

Точкова проба - порція ґрунту, вибрана з одного місця горизонту або одного шару ґрунтового профілю, типова для даного горизонту або шару.

Гніздова проба - проба ґрунту, складена з двох або більше точкових проб, змішаних у відповідних пропорціях і відібраних навколо попередньо визначеної точки відбирання проб.

Рівень NPK - середньорічна норма внесення азоту (N), фосфору (P) і калію (K) з добривами.

Загальні вимоги

1. Відбирати проби потрібно протягом усього вегетаційного періоду. У разі агрохімічного обстежування на території, де норма на 1 га внесених мінеральних добрив перевищує 60 кг діючої речовини (д. р.) кожного їх виду або органічних - 20 тонн, проби відбирають не раніше ніж через 2 міс. після внесення добрив. У разі багаторічного спостереження за динамікою окремих ґрунтових властивостей повторно відбирати проби потрібно за один строк.

2. Проби ґрунтів потрібно відбирати за вологості, що дозволяє їх просіювати.

3. Вибір картографічної основи для відбирання проб залежить від виду обстежування. У разі агрохімічного обстежування картографічною основою є план землекористування земельною ділянкою з нанесеними на нього елементами

внутрішньогосподарського землевпорядкування і межами ґрунтових виділень. У разі ґрунтового обстежування і обстежування на забрудненість картографічною основою є топографічна карта з нанесеними на неї елементами внутрішньогосподарського землевпорядкування. Масштаб картографічної основи повинен відповідати масштабу обстежування.

4. Слід знати історію території відносно рівня внесення добрив і меліорантів. зрошування, осушування, плантажування. можливої забрудненості хімічними сполуками та інших антропогенних чинників, що можуть вплинути на результат обстеження.

5. Максимально можливу площу репрезентативності точки відбирання проб і відповідно їх кількість на одиницю площі визначають видом обстежування, що залежить від категорії складності ґрунтового покриву, в генетичному і літогранулометричному аспектах, а у разі агрохімічного обстежування - і від щорічного рівня внесення мінеральних добрив (таблиця 1).

У разі сумісного обстежування ґрунтового, агрохімічного і на забрудненість за основу площі репрезентативності точки відбирання проб приймають вимоги до ґрунтового обстежування і додатково відбирають проби згідно з вимогами до обстежування агрохімічного і на забрудненість (таблиця 1).

6. У разі ґрунтового обстежування кожний генетико-літогранулометричний вид ґрунту в межах земельної ділянки

повинен мати повнопрофільну характеристику, для чого необхідно передбачити відбирання проб по горизонтах з ґрунтового розрізу. У межах поля кожне ґрунтове виділення у разі обстежування агрохімічного і на загальну забрудненість повинне мати характеристику орного і підорного шарів.

7. Місце відбирання проби у разі обстежування ґрунтового, агрохімічного та на загальну забрудненість повинне бути точно прив'язане до об'єктів картографічної основи та ідентифіковане на місцевості в системі географічних координат.

Таблиця 1

Максимальні площі репрезентативності точки відбирання проб за різних видів обстеження залежно від категорії складності ґрунтового покриву.

| Картографія складності ґрунтового покриву | Максимальні площі репрезентативності точки відбирання проб під час обстежування | | | |
|---|---|---|---------------|------------------|
| | ґрунтового | Агрохімічного за рівнинного кг/га д.р. кожного виду | | На забрудненість |
| | | Менше ніж 60 | Більше ніж 60 | |
| 1. Сухостепові, степові і частково лісостепові території з однорідним ґрунтовим покривом: 1 - 2 компонентні як у генетичному, так і літогранулометричному* аспектах за частки схилових ґрунтів менше ніж 10 % | 40 | 40 | 25 | 25 |
| 2. Сухостепові, степові і лісостепові території з 3 – 5 компонентним у генетичному чи літогранулометричному* відношенні ґрунтовим покривом або часткою схилових ґрунтів 10-35 % | 35 | 25 | 15 | 15 |
| 3. а) сухостепові, степові і лісостепові території з 6 - 8 компонентним у генетичному чи літогранулометричному* відношенні ґрунтовим покривом або часткою схилових ґрунтів 30- 50%: | 30 | 15 | 10 | 10 |

| | | | | |
|---|----|----|---|---|
| б) поліські території з 3 - 5 компонентним у генетичному або літогранулометричному* відношенні ґрунтовим покривом; в) зрошувані ґрунти без ознак вторинних осолонцювання і гідроморфності; г) осушені ґрунти без ознак вторинного заболочування | | | | |
| 4. а) степові і лісостепові території з дуже неоднорідним ґрунтовим покривом - 9 - 10 компонентів у генетичному чи літогранулометричному* відношенні або частка схилових ґрунтів більше ніж 50 %; б) поліські території з неоднорідним ґрунтовим покривом - 6- 8 компонентів у генетичному або літогранулометричному* відношенні: в) передгірні території Криму і Карпат; г) осушені ґрунти з ознаками вторинного заболочування. | 25 | 10 | 5 | 5 |
| 5. а) гірські території; б) заплави річок і тераси-дельти Дніпра та Дунаю; в) поліські території з дуже неоднорідним ґрунтовим покривом - більше ніж 9 компонентів у генетико-літогранулометричному* відношенні; г) ґрунти інших зон з надзвичайно неоднорідним ґрунтовим покривом - більше ніж 1 1-компонентів у генетико-літогранулометричному* відношенні д) зрошувані ґрунти з ознаками вторинного осолонцювання і гідроморфізму на площі понад 10 %; е) осушені ґрунти з ознаками вторинного заболочування на площі понад 10% | 20 | 5 | 3 | 3 |
| *інтервал між групами за гранулометричним складом 5 % фізичної глини | | | | |

Устаткування і матеріали

Бури БП-25-15 або аналогічні, що мають такі самі метрологічні характеристики: ножі; лопати штикові (заступи): ємкості для змішування проб; пакети поліетиленові або паперові, картонні коробки; етикетки; каргографічна основа; прилад

супутникового геопозиціювання з точністю визначання розташування 1-5 м.

Відбирання проб: 1. Точку відбирання проб та її глибину визначають видом досліджування. Відповідно до намічених точок відбирання проб прокладають маршрутний хід. У разі ґрунтового обстежування не менше ніж 50 % точок відбирання проб повинні бути охарактеризовані повнопрофільно, для чого передбачають відповідну глибину відбирання.

2. Незалежно від виду обстежування точки відбирання проб закладають з таким розрахунком, щоб уникнути впливу стороннього фактора, який може позначитися на результатах аналізування. Не можна відбирати проби ближче ніж 50 м від доріг, лісосмуг, поблизу складів мінеральних добрив, куп органічних і мінеральних добрив, на ділянках з різко відмінним від фону станом рослинності.

3. На орних землях обов'язковим у разі ґрунтового обстежування є відбирання гніздових проб з глибини 0- 10 см і 15-25 см орного шару для контролювання за якістю його параметричної характеристики і 30- 40 см з підорного шару. У разі агрохімічного обстежування проби відбирають з орного шару (0-25 см). На ґрунгах сінокосів і пасовищ у разі обстеження ґрунтового, агрохімічного і на загальну забрудненість відбирають гніздові проби з верхнього гумусо-аккумулятивного горизонту з глибини 0-10 см і 15-25 см. Гніздова проба складається з 20 точкових, відібраних поблизу потрібної точки.

4. Точкову пробу для формування гніздової беруть лопатою або агрохімічним буром.

5. Для повнопрофільної характеристики ґрунту проби відбирають у розрізі до ґрунтоутворної породи. Послідовність відбирання проб у розрізі - з нижніх горизонтів до верхніх. Глибину відбирання проб визначають з обов'язковим урахуванням меж генетичних горизонтів або шарів ґрунту. Відібрана проба повинна містити матеріал тільки одного генетичного горизонту або шару. У разі потужності горизонту не більше ніж 10 см пробу відбирають з усієї товщини горизонту; у разі потужності горизонту до 30 см пробу відбирають з шару товщиною 10 см в його середній частині; у разі потужності горизонту понад 30 см проби відбирають із шарів товщиною 10 см з не менше ніж двох рівномірно розподілених на вертикальному розрізі горизонту глибини. Допускають безперервне за глибиною відбирання проб суцільною колонкою у межах ґрунтового горизонту у шарах товщиною не більше ніж 10 см.

6. Маса гніздової проби повинна бути не менше ніж 1 кг. У разі потреби відібрати проби ґрунту з непорушеною його структурою об'єм моноліту має бути не менше 100 см³.

7. Повнопрофільно відбирають проби зі стінок розрізу ножем або лопатою. Не можна відбирати проби з порушених шарів ґрунту, кротовин або горизонту максимальних сольових акумуляцій, якщо це не передбачено метою досліджування.

8. З відібраної проби необхідно видалити візуально помітні рештки рослинності та елементи ґрунтової фауни. сторонні домішки.

9. На скелетних ґрунтах обов'язковим під час відбирання проб є визначання частки скелета або дрібнозему.

10. Відібрані проби разом з етикеткою вміщують у мішечки або пакети.

11. На етикетці гніздової або окремої проби вказують:

- назву організації, що проводить обстежування: - визначення місцезнаходження (область, район, найближчий населений пункт);
- орган місцевого самоврядування: - землекористувач; - номер проби; - глибину відбирання; - дату відбирання: - прізвище виконавця.

12. Після того, як завершили відбирати проби треба скласти супровідну відомість, в якій зазначити:

- область;
- район;
- найближчий населений пункт;
- орган місцевого самоврядування;
- власника земельної ділянки або землекористувача;
- вид обстежування;
- порядковий номер місця відбирання проб;
- географічні координати або точна прив'язка до картографічної основи;
- глибину відбирання;
- індекс горизонту або шару ґрунту;
- назву ґрунту;
- дату відбирання.

Після цього треба відправити відібрані проби на аналізування.

13. Крім супровідної відомості складають акт у двох примірниках про вид досліджування, номеклагурний список обстежених ґрунтів та кількість відібраних проб з кожного їх виду. Акт підписує спеціаліст, що відбирав проби, і землекористувач. Один екземпляр акта залишається у виконавця, другий - у землекористувача.

Принципи. Ґрунтові зразки висушують на повітрі або в печі за температури, що не перевищує 40 °С. або висушують виморожуванням. Якщо необхідно, ґрунтовий зразок подрібнюють у ще вологому та крихкому стані, а після висушування подрібнюють знову. Ґрунт просіюють, і фракцію частинок, менших за 2 мм, механічно або вручну поділяють на порції для уможливлення репрезентативного вторинного відбору на аналіз. Якщо для аналізу потрібні малі (менші 2 г) вторинні зразки, розміри частинок фракції зменшують далі.

Примітка 1. Висушуванню в печі за температури 40 °С треба віддати перевагу перед повітряним висушуванням за кімнатної температури, тому що підвищена швидкість висушування обмежує зміни, що спричинюються мікробіологічною активністю.

Примітка 2. Слід зазначити, що кожний вид попередньої обробки впливає на декілька властивостей ґрунту.

Примітка 3. Довгочасне зберігання ґрунтових зразків, у тому числі необроблених, повітряно висушених, охолоджених або збережуваних за відсутності світла, може впливати на значення деяких ґрунтових параметрів, особливо на розчинність як неорганічних, так і органічних складових.

Примітка 4. Зазвичай треба вживати особливих заходів щодо зразків забруднених ґрунтів. Важливо уникати контакту зі шкірою, а для висушування таких зразків потрібні спеціальні прийоми (вентиляція, видалення повітря та ін.).

Обладнання. Важливо, щоб застосовуване обладнання не додавало і не видаляло жодних з досліджуваних речовин (наприклад, важких металів): сушильна піч, термостатно контрольована, з примусовою вентиляцією, здатна підтримувати температуру $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$; холодильник-висушувач (необов'язково); подрібнювач(і), млин(и), ступка з товкачиком, дерев'яний або інший молоток з м'якою ударною поверхнею; листове сито з отворами 2 мм; механічний міксер: механічний струшувач сита (необов'язково): відбирач вторинних зразків або розділювач зразків; іткове сито з отворами 250 мкм або розміру, визначеного відповідним методом аналізу; аналітичні ваги з точністю до 0.1 г: ваги з розрізненням і точністю до 1 г.

Процедура. Процедури висушування, розділення на фракції та зменшення розмірів викладено в пунктах 2 та 3. На декількох стадіях процедури від апалітика вимагається прийняття рішення, зокрема щодо того, чи фракції за розмірами мають бути об'єднані, чи оброблені окремо: це залежить від природи ґрунту та мети аналітичної програми.

Зразок має бути знову гомогенізований після Будь-якої операції розділення, просіювання, подрібнення або розмелювання (яка може спричинити сегрегацію за розмірами частинок).

Примітка 5. Треба забезпечувати відсутність забруднення зразка через політря або з пилом (наприклад, з навколишньої лабораторної агмосфери або зі зразків, які зберігають чи обробляють близько один від одного).

Примітка 6. Рекомендовано попередию обробку ґрунтового матеріалу завжди проводити в окремій кімнаті, пристосованій лише для цього.

Примітка 7. Якщо зразок має консистенцію пилу, частина його може бути втрачена, а це призводить до зміни фізико-хімічних властивостей.

1. Опис зразка. Обстежити зразок у одержаному вигляді, та записати його характеристику відповідно до національної або краще міжнародної прийнятої термінології, зокрема подробиці щодо сторонніх матеріалів і залишків рослинності та інші помітні або важливі особливості.

2. Висушування. Висушити весь зразок на повітрі чи у вентильованій печі. з якої було видалено вологи повітря, або у холодильнику-висувачі. Залежно від обраного методу висушування, здійсноваги процедури, визначені у пунктах 2.1, 2.2 чи 2.3.

Висушувати доти, поки втрата маси ґрунтового зразка не стане меншою за 5 % на 24 год.

Для прискорення процесу висушування подрібнити під час роботи найбільші грудки (більші за 15 мм). Якщо зразки висушують на повітрі, злегка роздрібнити їх вручну, застосовуючи дерев'яний молоток або ступку з товкачиком. Якщо зразки

висушують у печі, вийняти їх тимчасово з печі та обробити таким самим чином. Ця процедура також полегшує відокремлення частинок, більших за 2 мм.

Висушування виморожуванням має ту перевагу, що зразок рідко висихає грудками; він звичайно розпадається на частини.

2.1. На повітрі. Розподілити магеріал шаром, не товщим 15 мм, на підносі, що не вбирає з ґрунту вологи та не спричиняє забруднення. Важливо уникати прямого сонячного світла.

Примітка 8. Пряме сонячне світло може викликати у ґрунті великі температурні перепади, особливо між частково або повністю висушеним верхнім шаром та нижчи шарами, які ще с вологими.

2.2. У сушильній печі. Розподілити матеріал шаром, не товщим від 15 мм, на підносі, який не вбирає з ґрунту вологи і не спричиняє забрудисння. Помістити піднос у сушильну піч та висушувати за температури, не вище 40°C.

2.3. Висушування виморожуванням

Висушити весь матеріал у холодильнику-висушувачі відповідно до процедури рекомендованої виробником апарата.

Примітка 9. Час висушування залежить: від типу матеріалу, грубизни шару, ніхідного вмісту вологи у матеріалі та повітрі та від інтенсивності вентиляції. У сушильній печі час висушування піщаних ґрунтів звичайно не перевищує 24 год., а глинистих ґрунтів - 48 год. Для ґрунтів, що містять велику долю свіжої органічної речовини (наприклад, корені рослин та ін.), може знадобитися від 72 до 96 год.

3. Подрібнення та видалення твердого матеріалу

3.1. Видалення каменів та ін. Якщо ґрунтові зразки висушилися грудками, необхідне подрібнення. Перед подрібненням видалити камені, друзки скла, сміття та інші предмети, більші за 2 мм. способом просіювання та ручного вибирання. Вжити заходів для мінімізації кількості тонкого матеріалу, що пристає до видалених каменів та ін. Визначити і записати загальну масу висушеного зразка та масу будь-якого матеріалу, видаленого на цій стадії.

3.2. Відокремлення матеріалу, «природно» меншого за 2 мм
Після видалення стороннього матеріалу:

- а) відсіяти матеріал, менший за 2 мм, записуючи маси фракцій «більше» та «менше» 2 мм. подрібнити матеріал, більший за 2 мм, та знову об'єднати фракції за допомогою механічного міксера: або
- б) подрібнити повний зразок

3.3. Зменшення розмірів матеріалу, більшого за 2 мм
Подрібнити висушений ґрунт до частинок, не більших за 2 мм, використовуючи відповідні апарати. Необхідні апарати мають бути налаштовані або застосовані таким чином, щоб звести до мінімуму подрібнення вихідних частинок (конкрецій та коагломератів).

4. Просіювання. Просіяти висушений та подрібнений зразок вручну або застосовуючи механічний струшувач. Видалити з фракції, що лишається на ситі, та зважити камні, фрагменти свіжих рослин, скло та ін. Подрібнити окремо одна від одної всі грудки, що лишилися на ситі, та повернути їх у зразок. Зібрати весь або частину матеріалу, що залишився на ситі. та в разі необхідності обробити його окремо.

Вжити заходів для зведення до мінімуму кількості тонкого матеріалу, що пристає до окремих каменів та ін.

5. Відбір вторинного зразків. Відбір вторинного зразка необхідний у разі, коли зразок не може бути повністю збережений (лабораторний зразок та архівний зразок) або повністю використаний (аналітичний зразок) через його розміри. Для підготування лабораторного зразка розділити висушений, подрібнений та просіяний зразок (тепер менший за 2 мм) на репрезентативні порції від 200 до 300 г кожна відповідно до п.л. 5.1 чи 5.2, чи за іншою придатною процедурою. Для приготування аналітичного зразка розділяти лабораторний зразок на репрезентативні порції доти, доки не буде одержано необхідні розміри зразків. Уникати, настільки це можливо, пилоутворення. Вибрати метод вторинного відбору зразків (5.1, 5.2, або 5.3) відповідно до природи зразка. вимог наступних визначень та наявного обладнання.

5.1. Вторинний відбір зразків вручну (квартування). Ретельно перемішати ґрунтовий зразок, застосовуючи придатний механічний міксер, та розподілити тонким шаром на підносі такого типу, що 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.

5.2. Застосування розділовача зразка .Використовують розділювач багатопрорізного типу (жолобковий короб).

Він поділяє зразок на дві рівні частини.

5.3. *Механічний вторинний відбір.* Використовують механічне обладнання для вторинного відбору зразка. Воно працює відповідно подальшій процедурі.

б. *Розмелювання.* 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.

Якщо має бути зроблено більше одного аналізу, треба розмолоти до найменшого встановленого розміру частинок достатню кількість матеріалу для виконання всіх аналізів, що мають бути проведені на цьому самому вторинному зразку.

Практична робота № 5

ВИЗНАЧЕННЯ НІТРАТНОГО І АМОНІЙНОГО АЗОТУ В МОДИФІКАЦІЇ ННЦ ІГА ім. О. Н. СОКОЛОВСЬКОГО

Цей метод використовують для визначення масової частки нітратного і амонійного азоту в ґрунтах риродного і порушеного складення. Застосовують під час проведення моніторингу родючості ґрунтів, агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення та інших обстежувальних, пошукових і дослідних робіт. Метод не поширюється на ґрунти з масовою часткою органічної речовини більше ніж 25 %.

Суть методу. Принцип спектрофотометричного методу визначення нітратного азоту ґрунтується на здатності нітратних

іонів поглинати ультрафіолетове випромінювання за довжини хвиль від 220 нм до 240 нм. Вимірюючи оптичну густину розчину, визначають вміст нітратів.

Принцип методу визначання нітратного азоту фотометричним методом з дисульфогеноловою кислотою ґрунтується на здатності нітратів утворювати з цією кислотою тринітрофенол, що у лужному середовищі утворює тринітрофенолят амонію жовтого кольору, інтенсивність забарвлення якого пропорційна вмісту азоту. Фотометруючи розчин, визначають вміст нітратів.

Принцип методу визначання амонійного азоту фотометричним методом з реактивом Несслера ґрунтується на здатності амонію утворювати з реактивом Несслера комплексну сполуку - йодид меркурамонію, що забарвлює розчин у жовтий колір. Інтенсивність забарвлення розчину в певних концентраціях прямо пропорційна вмісту амонію в розчині. Фотометруючи розчин, визначають вміст амонію.

Вилучають азот з ґрунту для проведення аналізування вищезазначеними методами розчином калію сірчанокислого з масовою часткою | % і подальше вимірювання проводить з однієї витяжки.

Устаткування та посуд: спектрофотометр типу СФ-26, СФ-46, СФ-56, фотоелектроколориметр або інші аналогічні прилади, що дають змогу працювати в інтервалі довжини хвиль від 440 нм до 450 нм; ваги лабораторні 2-го класу точності з найбільшим порогом зважування 200 г і 4-го класу точності з найбільшим порогом

зважування 500 г; мішалка з частотою обертання лопастей не менше ніж 700 хв (для аналізування мінеральних горизонтів ґрунтів): касети десятипозиційні з побутовими банками або іншими місткостями з матеріалу, стійкого до дії реактивів, що їх застосовують для аналізування; установки фільтрувальні десятипозиційні; шафа сушильна, що забезпечує підтримування заданого температурного режиму від 40 °С до 150 °С з похибкою (+/-5) °С; баня електрична водяна; дозагор з похибкою дозування не більше ніжк 1 % або циліндр місткістю 250 см³ 2-го класу точності: піпетки місткістю 1 см³; 5 см³; 20 см³; 25 см³; 50 см³ 2-го класу точності; бюретки місткістю 100 см; колби мірні 2-го класу точності місткістю 50 см³; 100 см³; 1000 см³; колба плоскодонна місткістю 500 см³; колби конічні місткістю 250 см³; лійки скляні: склянки хімічні місткістю 25 см³; скляні палички і трубки; посуд фарфоровий; ексикатор: папір фільтрувальний лабораторний: папір масштабно-координатний.

Реактиви: хлорид амонію, калій азотнокислий; калій-натрій виннокислий 4-водний; калій сірчанокислий; кислота сірчана; натрію гідроксид, розчин з масовою часткою 10 %; реактив Неселера; вода дисгильована: фенол; стандартний зразок складу розчину амонійного азоту; стандартний зразок складу розчину нітратного азоту.

Відбирання проб. Відбирають проби для аналізування згідно з роботою 1.

1. *Підготовка до аналізування.* Підготовка ґрунту до аналізування.

Відібрані проби добре перемішують, розподіляють по рівній поверхні шаром не більше 2 см. Аналітичний зразок масою 150 г відбирають не менше ніж із п'яти різних місць, рівномірно розгашованих на площі, на всю глибину шару. Розминають скляною паличкою грудочки і видаляють видимі оком корені.

Для перетворення маси повітряно-сухого ґрунту на масу абсолютно сухого ґрунту з аналітичного зразка беруть дві наважки для визначання гігроскопічної вологи.

2. *Готування екстрагуючого розчину* - розчину калію сірчаноокислого з масовою часткою 1 %. $(1,0 \pm 0,01)$ г калію сірчаноокислого розчиняють у дистильованій воді й доводять об'єм розчину до 100 см^3 дистильованою водою. Зберігають розчин один місяць.

3. *Готування розчину сегнетової солі з масовою часткою 50 %* $(50 \pm 0,1)$ г солі калію-натрію виннокислого розчиняють у дистильованій воді й доводять об'єм розчину до 100 см^3 дистильованою водою. Сегнетова сіль часто буває забруднена аміаком, тому приготовлений розчин слід перевіряти на вміст іонів амонію. Для цього у пробірку наливають 5 см приготовленого розчину сегнетової солі, додають по дві краплі реактиву Несслера, збовтують. Якщо розчин набуває бурого або червонуватого відтінку, це свідчить про присутність іонів амонію, якщо жовтуватого - про їх відсутність. У разі присутності іонів амонію розчин кип'ятять до відсутності реакції на іони амонію з реактивом Неселера. Розчин розбавляють дистильованою водою до попереднього об'єму і повторюють пробу на амоній.

Зберігають розчин у склянці з темного скла один місяць.

4. *Готування дисульфохенолової кислоти* ($30 \pm 0,1$) г фенолу поміщають у термостійку плоскодонну колбу місткістю 500 см^3 , наливають 200 см^3 сірчаної кислоти і ретельно перемішують. Колбу закривають корковою пробкою зі скляною трубкою завдовжки 50 см, яка слугує зворотним холодильником. Колбу нагрівають протягом 6 год., зануривши її у посудину з киплячою водою. Після цього реактив охолоджують і використовують для аналізування.

Розчин зберігають у холодильнику три місяці.

5. *Готування запасного розчину нітратного азоту* з масовою концентрацією $0,1 \text{ мг/см}^3$. Готують із хімічно чистого перекристалізованого калію азотнокислого. Реактив перед взяттям наважки просушують у сушильній шафі за температури $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ до постійної ваги і охолоджують в ексікаторі. Наважку масою $0,7216 \text{ г}$ калію азотнокислого зважують з похибкою не більше ніж $0,001 \text{ г}$. розчиняють у розчині калію сірчаноокислого і доводять об'єм у мірній колбі до 1000 см^3 цим самим розчином.

Розчин зберігають у холодильнику один місяць.

6. *Готування робочого розчину нітратного азоту* з масовою концентрацією $0,01 \text{ мг/см}^3$.

Варіант 1. У мірну колбу місткістю 100 см^3 наливають 10 см^3 запасного розчину, приготовленого відповідно до п. 5, і доводять об'єм до позначки розчином калію сірчаноокислого, приготовленого відповідно до п. 2.

Варіант 2. Готують зі стандартного зразка складу розчину нітратного азоту з масовою концентрацією $0,1 \text{ мг/см}^3$

Розкривають дві ампули стандартного зразка, переливають вміст ампул у чисту суху хімічну склянку місткістю 25 см³. Зі склянки піпеткою місткістю 10 см³ відбирають 10 см³ стандартного зразка, переносять його у мірну колбу місткістю 100 см³ і доводять об'єм до позначки розчином калію сірчаноокислого, приготовленого відповідно до п. 2.

Робочий розчин готують у день проведення аналізування.

7. Встановлення калібрувальної характеристики для визначення масової частки нітритного своту спектродьютометричним методом

7.1. Готування калібрувальних розчинів

У мірні колби місткістю 50 см³ наливають об'єми, що вказані в таблиці 1, робочого розчину. приготовленого за одним із варіантів відповідно до п. 6, і доводять об'єм до позначки розчином калію сірчаноокислого, приготовленого відповідно до п. 2.

Таблиця 1

Калібрувальний розчин нітратного азоту

| Характеристика розчину | Номер калібрувального розчину | | | | | |
|--|-------------------------------|-----|-----|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Об'єм розчину приготовленого відповідно до п.6, см ³ | 0 | 2,5 | 5,0 | 10,0 | 10,0 | 25,0 |
| Масова концентрація нітратного азоту в калібрувальних розчинах, мг/дм ³ | 0 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 4,0 | 5,0 |
| Масова концентрація нітратного азоту в калібрувальних розчинах, мг/кг | 0 | 2,5 | 5,0 | 10,0 | 20,0 | 25,0 |

Калібрувальні розчини готують у день проведення аналізування використовують для калібрування приладу. Вимірювання проводять на спектрофотометрі відносно першого калібрувального розчину з пульолою концентрацією.

7.2. Побудова калібрувального графіка Під час побудови калібрувального графіка по осі абсцис відкладають масову концентрацію нітратного азоту в калібрувальних розчинах у міліграмах на кубічний дециметр, а по осі ординат-відповідну їй оптичну густину, зумовлену поглинанням нітратів, яку визначають за формулою:

$$D_n = D_{заг} - D_d \cdot 1,5$$

де D_n - оптична густина, що зумовлена поглинанням нітратів; $D_{заг}$ - оптична густина всієї витяжки, що визначена за довжини хвилі 220 нм; D_d - оптична густина всієї витяжки, що визначена за довжини хвилі 240 нм; **1,5** - коефіцієнт перерахування оптичної густини під час переходу від довжини хвилі 240 нм до робочої 220 нм.

8. Готування робочого розчину нітратного азоту з масовою концентрацією 0,002 мг/см³

Варіант 1. У мірну колбу місткістю 500 см³ наливають 10 см³ запасного розчину, приготовленого відповідно до п. 5, і доводять об'єм до позначки розчином калію сірчаноокислого, приготовленого відповідно до п. 2.

Варіант 2. Готують зі стандартного зразка складу розчину нітратного азоту з масовою концентрацією 0,1 мг/см³. Відкривають дві ампули стандартного зразка, переливають їх вміст у чисту сухохімічну склянку місткістю 25 см³. Зі склянки піпеткою місткістю 10 см³ відбирають 10 см³ стандартного зразка, переносять його у мірну колбу місткістю 500 см³ і доводять об'єм до позначки розчином калію сірчаноокислого, приготовленого відповідно до п. 2.

Робочий розчин готують у день проведення аналізування.

9. Встановлення калібрувальної характеристики для визначення масової частки нітратного азоту фотометричним методом з дисульфохеноловою кислотою

9.1. Приготувати калібрувальних розчинів. Для встановлення калібрувальної характеристики використовують розчин, приготовлений за одним із варіантів, відповідно до п. 8. Для цього у фарфорові чашки беруть об'єми розчинів, вказаних у таблиці 2, і проводять аналогічні операції як з витяжками, що їх аналізують фотометричним методом. Вміст чашок переносять у мірні колби місткістю 100 см³, кілька разів споліскують чашки дистильованою водою, додають до основного розчину, доводять об'єм до позначки дистильованою водою і збовгують.

Таблиця 2

Калібрувальний розчин нітратного азоту

| Характеристика розчину | Номер калібрувального розчину | | | | | | |
|--|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Об'єм розчину приготовленого відповідно до п.8, см ³ | 0 | 5,0 | 10,0 | 15,0 | 20,0 | 25,0 | 50,0 |
| Масова концентрація нітратного азоту в калібрувальних розчинах, мг/дм ³ | 0 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0004 | 0,0005 | 0,001 |
| Масова концентрація нітратного азоту в калібрувальних розчинах, мг/кг | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 5,0 |

Калібрувальні розчини готують у день проведення аналізування і використовують для калібрування приладу. Вимірювання проводять на фотоелектроколориметрі відносно першого калібрувального розчину з нульовою концентрацією.

9.2. Побудова калібрувального графіка. Під час побудови калібрувального графіка по осі абсцис відкладають масову

концентрацію нітратного азоту в калібрувальних розчинах у міліграмах на кубічний сантиметр, по осі ординат - відповідне їм показання фотоелектроколориметра. За калібрувальним графіком знаходять масову концентрацію, нітратного азоту у міліграмах на кубічний сантиметр.

10. Готування запасного розчину амонійного азоту з масовою концентрацією 0,1 мг/см³

Варіант 1. Готують зі стандартного зразка складу розчину амонійного азоту з масовою концентрацією 1,00 мг/см³.

Відкривають ампулу стандартного зразка, переносять вміст ампули у чисту суху хімічну склянку місткістю 25 см³. Зі склянки піпеткою місткістю 5 см³ відбирають 5 см³ стандартного зразка, переносять у мірну колбу місткістю 50 см³ і доводять об'єм до позначки розчином калію сірчаноокислого, приготовленого відповідно до п. 2.

11. Приготування робочого розчину амонійного азоту з масовою концентрацією 0.01 мг/см³

У мірну колбу місткістю 50 см³ наливають 5.0 см³ запасного розчину, приготовленого за одним із варіантів відповідно до п. 10, і доводять об'єм до позначки розчином калію сірчаноокислого, приготовленого відповідно до п. 2.

12. Установлення калібрувальної характеристики для визначання масової частки амонійного азоту фотометричним методом з реактивом Несслера

12.1. Готування калібрувальних розчинів. У мірці колби місткістю 50 см³ наливають об'єми, що вказані в таблиці 3,

робочого розчину, приготовленого відповідно до п. 11, і розбавляють дистильованою водою до 40 см³.

Таблиця 3

Калібрувальний розчин нітратного азоту

| Характеристика розчину | Номер калібрувального розчину | | | | | |
|--|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Об'єм розчину приготовленого відповідно до п.11, см ³ | 0 | 1,0 | 2,5 | 5,0 | 7,5 | 10,0 |
| Масова концентрація нітратного азоту в калібрувальних розчинах, мг/дм ³ | 0 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0010 | 0,0015 | 0,0020 |
| Масова концентрація нітратного азоту в калібрувальних розчинах, мг/кг | 0 | 1,0 | 2,5 | 5,0 | 7,5 | 10,0 |

Забарвлення калібрувальних розчинів проводять аналогічно забарвленню витяжок, що їх аналізують, і одночасно з ними.

12.2. Побудова калібрувального графіка. Під час побудови калібрувального графіка по осі абсцис відкладають масову концентрацію амонійного азоту в калібрувальних розчинах у міліграмах на кубічний сантиметр, по осі ординат - відповідне їм показання фотоелектроколориметра. За калібрувальним графіком знаходять масову концентрацію амонійного азоту в міліграмах на кубічний сантиметр.

Аналізування

1. Приготування витяжки з ґрунту. На лабораторних вагах беруть наважки ґрунту масою 30 г, зважені з похибкою не більше ніж 0.1 г., пересипають у місткості, встановлені в десятипозиційні касети, або у конічні колби місткістю 250 см³, доливають дозатором або циліндром по 150 см³ екстрагуючого розчину.

Касети або одинарні місткості встановлюють у мішалку, збовтують ґрунт з розчином протягом 1 год і фільтрують. Або збовтують 5 хв і залишають, на ніч. Відстояні за ніч суспензії скаламучують вручну і фільтрують на установках десятипозиційних фільтрувальних через паперові фільтри. Щоб мати прозорі витяжки, треба якомога більше перенести на фільтр ґрунту, який заповнює пори фільтрувального паперу і запобігає проходженню крізь фільтр дрібнодисперсних часточок ґрунту. Перші порції витяжок виливають. Витяжки використовують для визначання нітратного і амонійного азоту.

2. Визначання нітратного азоту

2.1. Спектрофотометричний метод. Після фільтрування у витяжках, одержаних відповідно до п. 1. вимірюють їх оптичну густина на спектрофотометрі у кюветі з товщиною шару, що просвічується. 10 мм. Спочатку вимірювання проводять за довжини хвилі 220 нм, а потім за 240 нм. Вимірюють оптичну густина витяжок відносно розчину контрольного аналізування на чистоту реактивів.

Результат, визначений за графіком, збільшують у стільки разів, у скільки разів була розбавлена витяжка.

2.2. Фотометричний метод з дисульфохеноловою кислотою

Відбирають дозатором або піпеткою у фарфорові чашки 25 см³ або 50 см³ витяжок, отриманих відповідно до п. 1, випаровують на водяній бані досуха й охолоджують. Паралельно проводять контрольне аналізування на чистоту реактиву. Потім у чашки з піпетки доливають 1 см³ дисульфохенолової кислоти, ретельно змочуючи осад на дні чашок. За допомогою скляних паличок

розтирають осад з дисульфифеноловою кислотою і залишають на 10 хв. Потім у чашки додають по 15 см³ дистильованої води за допомогою дозатора або бюретки місткістю 100 см. Вміст чашок перемішують тими самими скляними паличками і доводять до лужної реакції, додаючи розчин гідроокису натрію з масовою часткою 10 %. Про закінчення реакції нейтралізації свідчить поява стійкого жовтого забарвлення у тих чашках, де є нітрати. У чашки з контрольним аналізуванням додають таку ж кількість лугу, як у чашки з витяжками.

Після цього, залежно від інтенсивності забарвленості, вміст чашок переносять у мірні колби місткістю 50 см³ або 100 см³., декілька разів споліскують чашки дистильованою водою, додають до основного розчину, доводять об'єм до позначки і збовтують. Вимірюють оптичну густину витяжок відносно розчину контрольного аналізування на чистоту реактивів.

3. Визначення амонійного азоту фотометричним методом з реактивом Несслера. Після фільтрування, проведеного відповідно до п. 1, визначають, яку кількість витяжки треба брати для аналізування. Для цього у пробірку наливають 5 см³ витяжки, одержаної відповідно до п. 1, додають по дві краплі сегнетової солі і реактиву Несслера, збовтують. Якщо амонію так багато, що з'являється бурий осад для аналізування беруть 10 см³ витяжки, якщо розчин набуває червонуватого відтінку - від 15 см³ до 25 см³, якщо жовтого - від 30 см³ до 40 см³.

Погрібну кількість витяжки відміряють піпеткою і наливають у мірну колбу місткістю 50 см³, а також об'єми калібрувальних

розчинів, розбавляють дистильованою водою до об'єму 40 см³, додають 2 см³ сегнетової солі і ретельно перемішують. Потім додають 2 см³ реактиву Несслера, доводять дистильованою водою до позначки, ще перемішують і через 10 хв проводять вимірювання. Обов'язково паралельно проводять контрольне аналізування на чистоту реактивів. Вимірюють оптичну густину забарвленого розчину відносно розчину контрольного аналізування на чистоту реактивів.

Якщо результат визначення виходить за межі калібрувального графіка, його повторюють. попередньо розбавивши витяжку розчином калію сірчаноокислого. Результат, знайдений за графіком, збільшують у стільки разів, у скільки разів була розбавлена витяжка.

Опрацювання результатів

1. Розраховування масової частки нітратного азоту, визначеного спектрофотометричним методом

Масову частку нітратного азоту (N) у міліграмах на кілограм ґрунту обчислюють за формулою:

$$N = \frac{c \cdot V \cdot 1000}{1000 \cdot m} = \frac{C \cdot V}{m}$$

де **c** - масова концентрація азоту нітратного, знайдена за графіком, мг/дм³; **V**-об'єм екстрагувального розчину, взятого для отримання витяжки, см³; 1000 - коефіцієнт для перерахування на кілограм ґрунту; 1000 - коефіцієнт для перерахування см³ у дм³; **m** - маса наважки ґрунту г.

2. *Розрахування масової частки нітратного азоту, визначеного фотометричним методом з дисульфохеноловою кислотою.*

Масову частку нітратного азоту (N) у міліграмах на кілограм ґрунту обчислюють за формулою:

$$N = \frac{c \cdot V \cdot V_1 \cdot 1000}{m \cdot V_2}$$

де c - масова концентрація азоту нітратного, знайдена за графіком, мг/см³; V_1 , - місткість колби, в яку перенесли вміст чашки після випаровування і забарвлення, см³; V_2 - об'єм витяжки, изыгий для випаровування, см³.

3. *Розрахування масової частки амонійного азоту, визначеного фотометричним методом з реактивом Несслера*

Масову частку амонійного азоту (N) у міліграмах на кілограм ґрунту обчислюють за формулою:

$$N = \frac{c_1 \cdot V \cdot 50 \cdot 1000}{m \cdot V_1}$$

де c_1 , - масова концентрація амонійного азоту, знайдена за графіком, мг/дм³; **50** - місткість мірної колби, в якій проводили забарвлення, см³;

4. *Розрахування масової частки нітратного і амонійного азоту на абсолютно сухий ґрунт*

Під час аналізування проб у стані природної вологості масову частку азоту в перерахуванні на абсолютно сухий ґрунт (N_1) обчислюють за формулою:

$$N_1 = N \cdot K$$

де N - масова частка азоту у вологому ґрунті, мг/кг; K - коефіцієнт гігроскопічної вологи.

Коефіцієнт гігроскопічної вологи (К) обчислюють за формулою:

$$\underline{100}$$

$$K=100-Wr,$$

де **100**- коефіцієнт перерахування у відсотки; **Wr**- масова частка гігроскопічної вологи у ґрунті, %.

Практична робота № 6

ВИЗНАЧЕННЯ РУХОМИХ СПЛУК ФОСФОРУ І КАЛІЮ ЗА МОДИФІКОВАНИМ МЕТОДОМ МАЧИГІНА

Цей метод використовують для визначання рухомих сполук фосфору і калію в чорночемах опідзолених, темно-сірих опідзолених, сірих та світло-сірих лісових та інших ґрунтах опідзоленого ряду, чорноземах типових, звичайних, південних, темно-каштанових, катитанових, лучно-чорноземних, лучних та інших ґрунтах акумулятивного ряду, розкривних та вміщувальних породах лісостепової та степової зон. а також у карбонатних ґрунтах Українського Полісся. Метод не поширюється на ґрунтові горизонти, що містять гіпс.

Принцип методу. Метод базується на вилученні рухомих сполук фосфору і калію з ґрунту розчином вуглекислого амонію концентрації 10 г/дм³ за відношення ґрунту до розчину 1:20 і наступному визначенні фосфору у вигляді синього фосфорномолібденового комплексу на фотоелектрокалориметрі або спектрофотометрі і калію - на полумєневому фотометрі.

Відбирання проб. Відбирання проб для аналізів проводять згідно з роботою відбирання проб ґрунту.

Апаратура та посуд: фотоелектрокалориметр або спектрофотометр; фотометр полум'яний; рН-метр або іономір з похибкою вимірювань не більшою 0,05 одиниці рН; ротатор з обертом на 360° і частотою обертання не меншою ніж 30 - 40 хв або збовтувач із зворотно-посгупальним рухом і частотою коливань не меншою ніж 75 хв; ваги лабораторні рівноплечі 2-го класу типу ВЛР-200 г; ваги лабораторні квадрантні типу ВЛКТ-500 г-М; термостат з автоматичним регулюванням температури в межах $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ або кондиціонер; пристрій нагрівальний Н-1 (для колб) або інші нагрівальні пристрої; циліндр або дозатор для відмірювання 100 см^3 екстрагувального розчину: колби конічні або технологічні посудини місткістю не меншою 150 см^3 : колби конічні місткістю не менше 100 см^3 із термогрівкого скла; лійки; піпетка або дозатор для відмірювання 15 см^3 проб розчинів порівнювання і витяжок; бюретка місткістю 10 см^3 ; бюретка або дозатор для відмірювання 2 см^3 суміші сірчаної кислоти і марганцевокислого калію: циліндр місткістю 50 см^3 або дозатор для відмірювання 35 і 36 см^3 реактиву Б; колби мірні місткістю 250 см^3 і 1 дм^3 ; пацір фільтрувальний.

Реактиви: аміак водний, розчин з масовою часткою 25 %; амоній вуглекислий; амоній молібденовокислий: кислота аскорбінова; калій марганцевокислий. розчин концентрації 17.5 г/дм^3 ; калій сурм'яновиниокислий. калій фосфорнокислий однозаміщений; калій хлористий; індикатор метиловий орапжевий, розчин концентрації 10 г/дм^3 : кислота сірчана, розчин з масовою часткою 30 % і розчини концентрації $c(1/2\text{ H}_2\text{SO}_4) = 5$ і 6 моль/дм^3 ;

кислота соляна, титрований розчин концентрації $c(\text{HCl}) = 0,1$ моль/дм³; вода дистильована.

Підготовка до аналізу

1. *Приготування екстрагувального розчину розчину* – розчину вуглекислого амонію концентрації 10 г/дм³ з рН = 9,0.

Щоб приготувати 1 дм³ розчину, знажують $(10,0 \pm 0,1)$ г вуглекислого амонію, розчиняють його у воді і доводять об'єм до 1 дм³.

Якщо розчин готують із кислого вуглекислого амонію і аміаку, попередньо уточнюють концентрацію водного розчину аміаку. Для цього 1 см³ водного аміаку розбавляють водою у мірній колбі до 100 см³. Відбирають 20 см³ приготовленого розчину в конічну колбу, додають 2 краплі індикатора метилового оранжевого і титрують розчином соляної кислоти концентрації $c(\text{HCl}) = 0,1$ моль/дм³ до переходу жового забарвлення в оранжеве. Молярну концентрацію розчину аміаку (c), моль/дм³, обчислюють за рівнянням:

$$c = \frac{C_1 \cdot V \cdot 100}{V_1}$$

де c_1 , - концентрація розчину соляної кислоти, моль дм³; V - об'єм розчину соляної кислоти, витрачений на титрування, см³; V_1 - об'єм розчину аміаку, відібраний для титрування, см³: **100**-коефіцієнт розведення водного розчину аміаку перед титруванням.

Для приготування 1 дм³ екстрагувального розчину зважують $(8,22 \pm 0,01)$ г кислого вуглекислого амонію, додають 107,2 ммоль аміаку у вигляді водного розчину і доповнюють об'єм до мітки водою. Об'єм водного розчину аміаку (V_2), що містить 107,2 ммоль аміаку, обчислюють за рівнянням:

$$V_2 = \frac{107.2}{C}$$

де **107,2** - кількість мілімолей аміаку; **C** - молярна концентрація водного розчину аміаку, встановлена титруванням, ммоль/см³.

Приготовлений екстрагувальний розчин ретельно перемішують і вимірюють його рН. Якщо рН < 9,0 - до розчину додають водний аміак, якщо рН > 9,0 - додають вуглекислий амоній або кислий вуглекислий амоній. Після встановлення потрібного значення рН титруванням перевіряють концентрацію вуглекислого амонію в розчині. Для цього в три конічні колби відбирають по 5 см³ приготовленого розчину, додають по 50 см³ води, 2 краплі метилового оранжевого і титрують розчином соляної кислоти концентрації c_1 (НСІ) = 0,1 моль/дм³ до перетворення жовтого забарвлення на оранжеве. Точну концентрацію розчину вуглекислого амонію c_2 (1/2 (NH₄)₂ СО₃) (с₂) молей на дециметр кубічний, обчислюють за рівнянням:

$$C_2 = \frac{c_1 \cdot V_3}{V_4}$$

де c_1 - концентрація розчину соляної кислоти, моль/дм³:

V_3 - об'єм розчину соляної кислоти, витрачений на титрування. см³

V_4 - об'єм розчину вуглекислого амонію, відібраний для титрування, см³.

Дозволено використовувати розчин вуглекислого амонію концентрації (0,198- 0,202) моль/дм³. Якщо концентрація приготовленого розчину вища заданої, додають дистильовану воду. Якщо концентрація нижча заданої. додають вуглекислий амоній або кислий вуглекислий амоній і аміак. Потім знову вимірюють рН і

перевіряють концентрацію титруванням. Процес повторюють до встановлення потрібних значень рН і концентрації.

2. Готування суміші розчинів сірчаної кислоти і марганцевокислого калію

Розчини сірчаної кислоти з масовою долею 30% і марганцевокислого калію концентрації 17,5 г/дм³ змішують у відношенні 1:2,5. Розчин готують у день проведення аналізу.

Готування забарелювального розчину для визначення фосфору з окиснюванням органічної речовини

3.1. Готування реактиву А. (6,0±0,1)г молібденовокислого амонію і (0,15±0,01) г сурм'яновиннокислого калію розчиняють відповідно в 200 і 100 см³ за слабого нагрівання. Охолоджені розчини додають до 500 см³ розчину сірчаної кислоти концентрації $c(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4) = 5$ моль/дм³ і доповнюють об'єм водою до 1 дм³.

3.2. Готування реактиву Б. (2,5±0,1) г аскорбінової кислоти розчиняють у 220 см³ реактиву А і доповнюють об'єм водою до 1 дм³. Розчин готують у день проведення аналізу.

4. Готування забарелювального розчину для визначення фосфору без окиснювання органічної речовини

4.1. Готування реактиву А. (6,0±0,1) г молібденовокислого амонію і (0,15±0,01) г сурм'яновиннокислого калію розчиняють відповідно в 200 і 100 см³ води за слабого нагрівання. Охолоджені розчини додають до 500 см³ розчину сірчаної кислоти концентрації $c(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4) = 6$ моль/дм³ і доповнюють об'єм водою до 1 дм³.

5. Готування розчину з концентрацією P_2O_5 0,1 г/дм³ і K_2O 0,5 г/дм³. (0,192±0,001) г однозаміщеного фосфорнокислого калію і

(0.686+0.001) г хлористого калію поміщають у мірну колбу місткістю 1 дм³ і розчиняють в екстрагувальному розчині, доповнюючи об'єм до мітки.

6. *Готування розчинів порівнювання.* У мірні колби місткістю 250 см³ поміщають вказані в таблиці 1 об'єми розчину, приготовленого згідно з п. 5. Об'єми розчинів доповнюють до мітки екстрагувальним розчином.

Таблиця 1

Розчини порівнювання

| Характеристика розчину | Номер розчину порівняння | | | | | | |
|---|--------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Об'єм розчину, приготовленого згідно з п.5 | 0 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 5,0 | 7,5 | 10 |
| Концентрація P ₂ O ₅ в розчинах порівняння, г/дм ³ | 0 | 0,0004 | 0,0008 | 0,0012 | 0,002 | 0,003 | 0,004 |
| Масова доля P ₂ O ₅ в ґрунті, млн | 0 | 8 | 16 | 24 | 40 | 60 | 80 |
| Концентрація K ₂ O в розчинах порівнювання, г/дм ³ | 0 | 0,002 | 0,004 | 0,006 | 0,010 | 0,015 | 0,020 |
| Масова доля K ₂ O в ґрунті, млн | 0 | 40 | 80 | 120 | 200 | 300 | 400 |

Аналізування

1. *Готування витяжки з ґрунту.* Проби ґрунту масою (5,0±0,1) г поміщають у конічні колби або технологічні посудини. До проб додають по 100 см³ екстрагувального розчину. Ґрунт з розчином перемішують протягом 5 хв і залишають на 18 -20 год. за температури (25+2)°С. Суспензії збовують і фільтрують.

2. Визначення фосфору

2.1. *Забарвлення розчинів за визначення фосфору з окислюванням органічної речовини.* Відбирають по 15 см³ розчинів

порівнювання і витяжок у конічні колби або пробірки з термостійкого скла. До проб додають по 2 см³ суміші сірчаної кислоти і марганцевокислого калію і кип'ячать розчини протягом 2 хв. Після охолодження додають по 36 см³ реактиву Б.

2.2. *Забарвлення розчинів за визначання фосфору без окиснення органічної речовини.* Відбирають по 15 см³ розчинів порівняння і витяжок. До проб додають по 35 см³ реактиву Б.

2.3. *Фотометрування розчинів.* Забарвлені розчини фотометрують не раніше ніж через 10 хв і не пізніше ніж через 2.5 год. після доливання реактиву Б. Фотометрування проводять у кюветі з товщиною просвічуваного шару 1,5- 2 см відносно розчину порівняння № 1 за довжини хвилі 710 нм або використовуючи червоний світлофільтр з максимумом пропускання в діапазоні 600-750 нм.

3. *Визначення калію.* Калій визначають на полуменовому фотометрі, використовуючи світлофільтр з максимумом пропускання в області 766-770 нм.

Опрацьовування результатів. Вміст P₂O₅, і K₂O в ґрунті визначають безпосередньо за градувальним графіком.

Практична робота № 7

КЛАСИФІКАЦІЯ ДОБРІВ. ВІДБИРАННЯ ПРОБ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ. ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДОБРІВ

Добрива - це речовини, призначені для поліпшення живлення рослин і підвищення родючості ґрунту. Їх можна

класифікувати за способом виробництва, хімічним складом, фізичним станом, характером дії на ґрунт і рослини, походженням. ;

За способом виробництва розрізняють місцеві й промислові добрива. До промислових належать майже всі мінеральні добрива, які добувають на хімічних підприємствах. Місцеві добрива дістають на місці їх використання, безпосередньо в господарствах або поблизу них. До *місцевих* добрив належать гній, гноївка, пташиний послід, торф, вапнякові туфи, зола тощо.

За *хімічним складом* добрива поділяють на мінеральні, органічні та мікродобрива. До *мінеральних* належать добрива, що містять елементи живлення рослин у вигляді неорганічних сполук, до *органічних* - що містять елементи живлення у вигляді органічних сполук.

Вид мінерального добрива визначається типом основної поживної для рослин речовини, що міститься в ньому. Розрізняють азотні, фосфорні, калійні, борні, марганцеві, молібденові, цинкові, мідні та інші добрива.

Поживна речовина добрива - це основний елемент живлення, що міститься в ньому. В азотних добривах поживною речовиною є азот (N), у фосфорних - фосфор (P_2O_5), у калійних - калій (K_2O) і т.д. Співвідношення кількості поживної речовини, винесеної з урожаєм, до загальної кількості поживної речовини, внесеної з добривом, характеризується *коефіцієнтом використання поживної речовини добрива*.

Форма мінерального добрива є його характеристикою за хімічним складом, наприклад: сульфат амонію, аміачна селітра,

суперфосфат, - фосфоритне борошно, хлорид калію, сульфат калію тощо.

Мінеральні добрива, в свою чергу, поділяються на *прості* (містять один елемент живлення) і *комплексні* (містять кілька елементів живлення). За кількістю елементів живлення комплексні добрива називають подвійними (наприклад, азотно-фосфорні - амофос, метафосфат калію) чи *потрійними* або повними (наприклад, азотно-фосфорно-калійні - нітроамофоска).

Комплексні добрива поділяють на *складні*, *змішані* й *складнозмішані*.

Складні добрива містять два або більше елементів живлення у молекулі хімічної сполуки, з якої складається добриво (наприклад, амофос, діамофос тощо). Добувають їх внаслідок взаємодії вихідних хімічних сполук, а також спільною кристалізацією або сплавленням компонентів. *Змішані* добрива -- це механічна суміш простих та складних добрив у певному співвідношенні.

Складнозмішані добрива добувають змішуванням готових простих добрив та введенням у суміш рідких і газоподібних продуктів (нітрофос, нітрофоска, амонізований суперфосфат).

За характером дії на рослини бувають добрива прямої і побічної дії.

Добрива *прямої дії* вносять безпосередньо в ґрунт для забезпечення рослин погрібними елементами живлення. Це азотні, фосфорні, калійні й мікродобрива.

Добрива *побічної дії* вносять для поліпшення властивостей ґрунту і мобілізації в них поживних речовин. Наприклад, вапняк і гіпс поліпшують фізичні властивості ґрунту, його водний і повітряний режими тощо і тим самим впливають на врожайність сільськогосподарських культур.

За фізичним станом мінеральні добрива поділяють на *тверді* й *рідкі*.

Тверді добрива залежно від розміру часточок поділяють на порошкоподібні (розмір часточок < 1 мм) і *гранульовані* (1 - 4 мм). Ступінь подрібнення добрива визначає м'якість помелу. Гранулометричний склад добрива дає характеристику мінерального добрива за розміром часточок. Часточки гранульованих добрив мають форму зерен, гранул або кульок. Такі добрива краще зберігаються, менше злежуються внаслідок меншої їх гігроскопічності (гігроскопічність ще здатність добрива вбирати вологу із зовнішнього середовища).

Рідкі добрива добувають розчиненням у воді простих та складних добрив або взаємодією розчинів хімічних реагентів. Суміші на основі рідких добрив, які частково містять тверді компоненти, називають *суспендованими* добривами.

За характером дії на ґрунт добрива поділяють на фізіологічно лужні і фізіологічно кислі. Добрива, ідо підлужують ґрунтовий розчин внаслідок переважного використання рослинами аніонів, називають *фізіологічно лужними* (кальцієва і натрієва селітри).

Добрива, що підкислюють ґрунтовий розчин внаслідок переважного використання рослинами катіонів, називають фізіологічно кислими (аміачна селітра, суперфосфат). Усунути надмірну кислотність або лужність добрива можна за допомогою нейтралізуючих добавок (нейтралізація добрива)

Нейтральні добрива не змінюють кислотності ґрунтового розчину (преципітат).

Добрива бувають також *хімічно кислими* (простий суперфосфат), коли внаслідок особливостей технологічного процесу в продукті залишається 3 - 5 % вільних мінеральних кислот (ортофосфорної). Крім того, під час розчинення добрива у воді за рахунок гідролізу можуть утворюватися сильні кислоти (з NH_4NO_3 ,) або луки (з K_2CO_3), що впливають на рН ґрунтового розчину.

Біологічно кислі добрива (карбамід) підкислюють ґрунт внаслідок мікробіологічного перетворення амідної або амонійної форм азоту до нітратної (процес нітрифікації).

За концентрацією діючих речовин розрізняють мінеральні добрива *низькоконцентровані* (до 25 %), *концентровані* (до 60 %), *висококонцентровані* (понад 60 %).

Добрива вносять у ґрунт у певній кількості, що визначається нормами і дозами внесення. *Норма* - це загальна кількість добрива, внесеного під сільськогосподарські культури за період їх вирощування. Кількість добрива, внесеного під сільськогосподарські культури за один прийом, називається *дозою* добрива.

Щоб визначити результат виліву добрива на врожай і його якість, використовують поняття *ефективність* добрива. Ефективність добрива, внесеного під попередник на другий і наступні роки, називається *післядією* добрива

Показником якості мінерального добрива є вміст у ньому елементів живлення в доступній для засвоєння рослинами формі. Для характеристики азотних, фосфорних і калійних добрив визначають масову частку в них азоту, фосфору і калію в перерахунку на N, P₂O₅ і K₂O.

Проби гранульованих, кристалічних та зернистих мінеральних добрив відбирають при перевантаженні на конвеєрі, з вагонів, автомашин, насипу.

Спочатку відбирають разові проби масою 200 г, які об'єднують у загальну пробу, перемішують і скороченням одержують середню пробу (1 - 2,5 кг).

Середню пробу щільно упаковують у чисту суху склянку з кришкою і підписують.

Проби незатареного продукту, що рухається, відбирають механічним пробовідбірником або вручну методом повного пересікання струменя добрива у місцях перепаду потоку через однакові інтервали часу.

Проби незатареного продукту з вагонів, автомашин, насипу відбирають ручним пробовідбірником із розрахунку 36 разових проб з вагона, 22 разові проби з насипу до 60 т та 7 - 10 разових проб з автомашини. Проби беруть із глибини не менше ніж 30 см.

Проби добрив із мішка відбирають щілинним пробовідбірником при горизонтальному положенні мішка і заглибленні його на 3/4 довжини мішка вздовж діагоналей. Аналітичну пробу добрива відбирають квадратуванням середньої. Найважливішими фізичними характеристиками добрив є гранулометричний склад, статична міцність, гранул, злежуваність та розсипчастість.

Робота 7.1. Визначення гранулометричного складу добрива.

Принципи методу

Метод ґрунтується на визначенні вмісту фракцій, одержаних розсіюванням проб гранульованих, кристалічних та зернистих мінеральних добрив на ситах.

Обладнання

Прилад для розсіювання - класифікатор типу РКФ-2У з набором сит або інший з амплітудою коливань 2,0 - 2,5 мм та частотою коливань вібростенла 1000 кол/хв; сита із штампованих полотен; терези технічні типу ВЛІТК-500 або інші з похибкою зважування не більше ніж 0,1 г.

Хід аналізу

Пробу добрива 100 - 200 г, зважену з точністю до 0,1 г, вміщують на верхнє сито приладу і розсівають протягом 2 хв. Залишки на кожному ситі зважують.

Опрацювання результатів

Вміст кожної фракції обчислюють за формулою

$$X = \frac{m_x \cdot 100}{m}$$

де m - маса проби, г; m_x - маса певної фракції, г.

За кінцевий результат досліджень беруть середнє арифметичне двох паралельних визначень.

Робота 7.2. Визначення статичної міцності гранул добрива.

Принцип методу

Метод ґрунтується на послідовному руйнуванні гранул досліджуваної фракції добрива при одноосьовому стисканні між двома паралельними площинами

Обладнання

Прилад для визначення статичної міцності гранул типу ІПГ-1, МІ П-10-1 або інші аналогічні прилади, що мають діапазон вимірювання міцності 0,1-10 МПа з відносною похибкою не більше ніж ± 4 % та швидкістю переміщення робочого столика 0,8 - 1,0 мм/с; прилад для розсівання типу РКФ-2У з набором сит; сита із штампованих полотен з діаметром отворів 2 і 3 мм; бюкси.

Хід аналізу

Із середньої або аналітичної проби добрива виділяють розсіванням фракцію гранул з діаметром від 2 до 3 мм. Відбирають пінцетом 20 гранул сферичної форми і кладуть у бюкс. Усі гранули послідовно роздавлюють на приладі й за шкалою вимірюють зусилля, необхідне для руйнування кожної гранули.

Робота 7.3. Визначення злежуваності добрива.

Принцип методу

Метод ґрунтується на визначенні міцності брикетів, добутих у спеціальних прес-формах за певним тиском та температурою

протягом часу, встановленого для кожного конкретного виду добрив.

Обладнання

Пристосування для одержання брикетів; екстензометр для визначення міцності брикетів типу МП-9С, МПП-10-1, ЕТ-5 або інші прилади, за допомогою яких визначають зусилля роздавлювання у діапазоні 0 - 150 Н з відносною похибкою не більше ніж 4 %; автоматичний термостат з похибкою регулювання не більше ніж ± 2 °С; скляна лійка для сипких матеріалів.

Хід аналізу

З аналітичних проб беруть зразки масою до 50 г, які переносять за допомогою лійки у циліндри прес-форм діаметром 35 і висотою 50 мм.

Поверхню добрива в циліндрах вирівнюють, встановлюють верхню панель касети і перевіряють вільний хід поршнів. Касету вміщують у термостат при 50 ± 2 °С. На платформі поршнів кладуть важки масою $2,8 \pm 0,5$ кг і витримують зразки протягом часу, встановленого для кожного конкретного виду добрив. Потім важки знімають, касету виймають і охолоджують при кімнатній температурі протягом 3 год, розбирають касету і виймають брикет із прес-форми. Брикети випробовують на руйнування за допомогою екстензометра.

Опрацювання результатів

Злежуваність добрив обчислюють за формулою

$$X=P/S,$$

де P - зусилля, потрібне для руйнування брикета, Н; S – площа поперечного перерізу зразка, см³.

За кінцевий результат беруть середнє арифметичне шести паралельних визначень

Робота 7.4. Визначення розсипчастості добрив.

Принципи методу

Метод ґрунтується на визначенні маси незлежаного продукту після попереднього одноразового скидання його у мішку з висоти 1 м на плоску тверду поверхню і наступного розсівання.

Обладнання

Ваги вантажопідйомністю 200 кг типу РП-200ШІ13; пристосування типу ОР; мішки п'ятишарові крафт-целюлозні бітумовані; сита розміром 1100 × 700 мм з сіткою, розміри отворів якої вказано у стандарті для кожного кон-кретного виду добрив; годинник (секундомір).

Хід аналізу

Мішок з добривом, попередньо зважений, скидають за допомогою пристрою для визначення розсипчастості або вручну на станину з висоти 1 м. Мішок переносять на сито і розрізають його.

Після цього протягом 1 хв зразок розсівають, розхитуючи сито в горизонтальній площині, без струшування, з частотою 50 коливань на хвилину. При коливанні відхилення сита від середнього положення в кожен бік має дорівнювати 50 - 60 см.

Продукт вважається розсипчастим, якщо основна маса проби проходить крізь сито, а грудки, що залишились на ситі, розсипаються на гранули при їх киданні на тверду площину з висоти 1 м.

Опрацювання результатів

Розсіпчастість добрива обчислюють за формулою

$$X = \frac{(m - m_1) \times 100}{m}$$

де m - маса відібраної проби кг; m_1 - маса грудок злежаного добрива, кг.

При дослідженні проби, що складається з декількох мішків, за кінцевий результат визначення беруть середнє арифметичне.

Практична робота № 8

РОЗПІЗНАВАННЯ ДОБРИВ ОРГАНОЛЕПТИЧНИМ МЕТОДОМ ТА ПО ЯКІСНИМ РЕАКЦІЯМ

При перевезенні та зберіганні мінеральних добрив зовнішній вигляд добрив може змінюватися. Щоб уникнути сумнівів при використанні таких добрив або тих, на які загублено документи, проводять попередні якісні дослідження: визначають за зовнішнім виглядом вид та форму добрива, його розчинність у воді та вміст певних іонів за допомогою якісних хімічних реакцій

Принцип методу

Метод ґрунтується на візуальній оцінці фізичного стану часточок добрива (форма гранул, кристалів, дисперсність часточок), його запаху, кольору, розчинності у воді, якісного складу за катіонами та аніонами.

Обладнання та реактиви

Луца; промивалка з дистильованою водою; штатив із скляними пробірками; шпатель або ложка; випарна чашка; газовий

пальник, крапельниці і склянки з реактивами (перелік реактивів для якісного аналізу добрив наведено у таблиці 3.1).

Хід аналізу

За запахом можна виявити такі специфічні речовини, як аміак (інколи його солі).

За кольором можна зробити попередні висновки про вид добрива, виходячи з того, що: солі NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Ca_2^+ , Zn^{2+} , Al^{3+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3^- , білого кольору; солі Fe^{2+} зеленкуваті; Fe^{3+} - коричневаті, Mn^{2+} - блідо-рожеві; Si^{2+} - сині або зеленкуваті; Co^{2+} рожеві; Ni^{2+} - зелені, NO_2^- - жовтуватим відтінком.

Типову форму часточок та поверхню визначають за допомогою лупи. За формою часточок добрива бувають різними: гранули NH_4NO_3 , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ мають овальну форму і гладеньку поверхню; гранули суперфосфатів, амофосів, нітрофоски та інших складних добрив мають шорсткувату поверхню і неправильну форму; калійні добрива (як правило) та солі VO_2^- , MoO_4^{2-} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} (індивідуальні сполуки) надходять у вигляді кристалічних сполук; вапнякові матеріали, шлаки, фосфоритне та кісткове борошно можуть бути у тонкорозмеленому стані.

За розчинністю у воді речовини можна умовно поділити на дві групи:

1. *добре розчинні* (у 100 г води розчиняється понад 10 г речовини);
2. *малорозчинні* (у 100 г води розчиняється менше ніж 1 г речовини).

У пробірку беруть ~ 1 г добрива, додають 10 мл H_2O , перемішують ~ 1 хвилину і оцінюють розчинність речовини за прозорістю розчину та кількістю (наближено) нерозчиненого осаду.

Добре розчинними є нітрати таких катіонів, як NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} тощо, сульфати катіонів NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} фосфати катіонів NH_4^+ , K^+ , Na^+ , свіжовиготовлений дигідрофосфат кальцію, хлориди майже всіх катіонів, крім Ag^+ , Pb^{2+} , борати та молібдати NH_4^+ , K^+ , Na^+ .

Малорозчинні у воді сульфати кальцію, фосфати та гідрофосфати катіонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , карбонати і гідрокарбонати майже всіх катіонів, крім NH_4^+ , K^+ , Na^+

Якісні реакції виявлення окремих іонів

Реакція на NH_4^+ та NH_3 . У пробірці 0,1-0,2 г добрива розчиняють в 1 - 2 мл дистильованої води, додають 0,5 - 1 мл 10 %-го розчину $NaOH$ або KOH і нагрівають суміш у водяній бані. За запахом визначають виділення аміаку.

0,1 г добрива розчиняють у 5 - 7 мл H_2O і відбирають в іншу пробірку 0,05 - 0,1 мл цього розчину, додають 1 мл H_2O та 4 - 6 крапель реактиву Несслера. За наявності NH_4^+ або NH_3 , випадає червонувато-бурий осад або утворюється жовтувато-коричневий розчин.

Реакція на Na^+ . Близько 0,1 г добрива розчиняють у 1 - 2 мл дистильованої води і додають 7- 8 крапель цинкуранілацетату. За наявності Na^+ через 3 - 5 хв випадає дрібнокристалічний зеленкуватий осад.

У пробірці 0,1 - 0,2 г добрива розчиняють в 1 - 2 мл дистильованої води і додають 10 - 15 крапель $K[Sb(OH)_6]$. Суміш охолоджують водопровідною водою і труть стінки пробірки у розчині скляною паличкою. За наявності іона Na^+ утворюється білий осад. Реакцію використовують лише за відсутності NH_4^+ , Mg^{2+} та в нейтральному або слабколужному середовищі.

Реакція на K^+ . 0,1 - 0,2 г добрива розчиняють у 1 - 2 мл дистильованої води і додають 8 - 10 крапель розчину $Na_3[Co(NO_2)_6]$, з яким іони K^+ утворюють цегляно-жовтий осад.

Такий самий осад утворюють іони NH_4 , тому спочатку треба впевнитись у їх відсутності в добриві.

0,1 - 0,2 г добрива розчиняють в 1 - 2 м дистильованої води і додають 8 - 10 крапель розчину $NaHC_4H_4O_6$. Суміш охолоджують під водопровідною водою, одночасно тручи стінки пробірки у розчині скляною паличкою. За наявності іонів K^* утворюється білий осад.

Такий осад дають також іони NH_4^+ . Реакцію проводять у нейтральному середовищі.

Реакція на Mg^{2+} . 0,1 - 0,2 г добрива розчиняють у 1 - 2 мл дистильованої води або 0,1 н. розчину HNO_3 . До розчину додають 2 - 3 краплі 1 н. NH_4OH (суміш каламутніє), а потім по краплях (15 - 20) 1 н. розчин MNH_4Cl до розчинення осаду $Mg(OH)_2$. До одержаної суміші додають 5 - 10 крапель розчину Na_2HPO_4 , з яким іони Mg^{2+} утворюють білий осад.

Реакція на Ca^{2+} . Близько 0,2 г добрива розчиняють у 1 мл дистильованої води (можна підкислити 3 - 4 краплями 2 н. розчину

CH₃COOH). До одержаного розчину додають 8 - 10 крапель 0,5 н. розчину (NH₄)₂C₂O₄. Іони Ca²⁺ з оксалатом амонію утворюють білий осад.

Реакція на Fe²⁺. До розчину добрива (~0,2 г в 1 - 2 мл H₂O) додають 1 - 2 краплі 1 н. розчину HCl та 5 - 10 крапель розчину K₃[Fe(CN)₆]. За наявності іонів Fe²⁺ випадає темно-синій осад.

Реакція на Mn²⁺. 0,1 - 0,2 г добрива розчиняють у 1 мл H₂O або 0,1 н. розчину HNO₃; До 3 - 5 крапель цього розчину додають 10 - 15 крапель 2 н. розчину HNO₃, і на кінчику шпателя порошок NaBiO₃. Суміш перемішують і відстоюють 5 - 10 хв. Утворення рожевого розчину свідчить про окислення Mn²⁺ до Mn⁷⁺

Реакція на Zn²⁺. 0,1 - 0,2 г добрива розчиняють у 1 - 2 мл дистильованої води і цей розчин по краплях додають до 0,5 - 1 мл розчину дитизону в хлороформі або CCl₄. За наявності Zn²⁺ зелене забарвлення дитизону змінюється на пурпурово-червоне.

Реакція на Co²⁺ 0,1 - 0,2 г добрива розчиняють у 1 - 2 мл H₂O, додають декілька кристалів NaF (для зв'язування Fe³⁺). Отриманий розчин по краплях добавляють до 15 - 20 крапель насиченого розчину NH₄SCN або KSCN в ацетоні. Поява яскраво-синього забарвлення свідчить про наявність іонів Co²⁺.

Реакція на Cu²⁺. До розчину добрива (~0,2 г в 1 мл H₂O) додають надлишок (15 - 20 крапель) 10 % розчину NH₄OH. Забарвлення розчину в синій колір свідчить про наявність іонів Cu²⁺

Реакція на SO_4^{2-} . До розчину добрива (-0,1 г в 1 - 2 мл H_2O) додають 8 - 10 крапель розчину BaCl_2 , (випадає білий осад), а потім 15 - 20 крапель 2 н розчину HCl .

Реакція на PO_4^{3-} До розчину добрива (-0,1 г в 1 - 2 мл H_2O) додають 10 - 15 крапель розчину молібденового реактиву і нагрівають суміш 2 - 3 хв. За наявності PO_4^{3-} утворюється осад жовтого кольору.

Реакція на CO_3^{2-} . До розчину добрива (-0,1 г в 1 - 2 мл H_2O) додають 10 - 15 крапель 2 н. розчину BaCl_2 На осад BaCO_3 , що утворився, діють 15 - 20 краплями 2 н. розчину HCl . Щоб впевнитися, що виділяється вуглекислий газ, до реакційної суміші додають 1 - 2 краплі 0,1 н. розчину KMnO_4 , рожеве забарвлення якого не зникає.

Якщо добриво не розчинне у воді, то аналогічну пробу можна виконувати і з сухим матеріалом. Для цього до 0,1 - 0,2 г сухого добрива у пробірці додають 15 - 20 крапель 10 % розчину HCl . Карбонати розкладаються з виділенням CO_2 .

Практична робота № 9

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ АЗОТУ В ДОБРИВАХ.

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ФОСФОРУ В ДОБРИВАХ.

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ КАЛІЮ В ДОБРИВАХ

Метод ґрунтується на взаємодії аміачного азоту з формальдегідом з утворенням гексаметилентетраміну та еквівалентної кількості кислоти, яку визначають титриметричним методом.

Обладнання тарективи

Аналітичні терези; годинникове скельце; мірна колба на 500 мл; лійка; промивалка; шпатель; конічна колба на 250 мл: піпетка на 25 мл; циліндр на 50 мл; бюретка на 50 мл; штатив для титрування; дистильована вода; 0,1 н. та 0,25

н. розчини NaOH; змішаний індикатор; 1 % спиртовий розчин фенолфталеїну; 15 % та 25 % розчини формальдегіду; 0,02 % спиртовий розчин метилового червоного; 0,02 % спиртовий розчин метиленового голубого.

Хід аналізу

Близько 10 г добрива зважують з точністю до 0,001 г, кількісно переносять у мірну колбу на 500 мл, розчиняють у дистильованій воді, доводять водою об'єм до риски і ретельно перемішують. 25 мл одержаного розчину переносять піпеткою в конічну колбу на 250 мл і за наявності змішаного індикатора (2 - 3 краплі) та фенолфталеїну (2 - 3 краплі) нейтралізують, добавляючи з бюретки 0,1 н. розчин NaOH до зміни забарвлення індикатора з безбарвного на блідо-рожеве.

В іншій колбі 25 мл формальдегіду (25 % розчин) за наявності 2 - 3 крапель фенолфталеїну також нейтралізують 0,1 н. розчином NaOH до появи блідо-рожевого забарвлення. Цей розчин добавляють до нейтралізованого розчину добрива, що аналізується, і через 1 хв (суміш безбарвна) титрують 0,1 н. розчином NaOH за наявності 2 - 3 крапель фенолфталеїну до появи стійкого (протягом 1 хв) блідо-рожевого забарвлення.

За бюреткою відраховують об'єм NaOH, витраченого на нейтралізацію кислоти, що утворилася після додавання розчину формальдегіду до аліквоти добрива.

Опрацювання результатів

М асову частку аміачного азоту обчислюють за формулою

$$X = \frac{VTm \cdot 500 \cdot 100}{m_1 \cdot 25}$$

де V - об'єм точно 0,1 н. або 0,25 н. розчину NaOH, витраченого на титрування, мл; m - маса азоту, що відповідає 1 мл розчину NaOH (для 0,1 н. розчину NaOH $m = 0,0014$); г; m_1 , - маса наважки добрива, г; 500 - об'єм колби, мл, 100 - коефіцієнт для перерахунку на відсотки; 25 - об'єм піпетки, мл; T - поправка до титру при відхиленні концентрації розчину NaOH від 0,1 н.

За кінцевий результат досліджень беруть середнє арифметичне двох паралельних визначень, розбіжність між якими не перевищує 02 % при $P = 0,95$.

Робота 9.1. Визначення вмісту загального азоту в аміачній та амідній формах без відгонки аміаку.

Принцип методу

Метод ґрунтується на мінералізації азоту сірчаною кислотою до аміачного з наступною взаємодією його з формальдегідом та титруванням кислоти, що при цьому виділяється, гідроксидом натрію.

Обладнання та реактиви

Аналітичні терези; годинникове скельце; шпатель; циліндр на 50 мл; термостійка колба на 250 мл; піпетка на 10 мл; електроплитка або колбонагрівник; бюретка на 50 мл; дистильована

вода; концентрована H_2SO_4 , і 0,5 н. розині H_2SO_4 ; 5 н. і 0,5 н. розчини NaOH ; 0,1 % спиртовий розчин метилового червоного; фенолфталеїн; тимолфталеїн; станол; технічний формальдегід (25 % розчин, перед використанням нейтралізований за фенолфталеїном до блідо-рожевого забарвлення); змішаний індикатор з $\text{pH} = 9.6$ (у 100 мл етанолу розчиняють 0,5 г фенолфталеїну і 0,5 г тимолфталеїну).

Хід аналізу

1 - 2.5 г добрива зважують з точністю до 0,0002 г і переносять у конічну термостійку колбу на 250 мл (якщо добриво рідке, то 25 мл його вміщують у мірну колбу на 250 мл, доливають водою до риски і відбирають піпеткою 10 мл розчину в термостійку колбу), добавляють 5 - 10 мл концентрованої H_2SO_4 .

Суміш у колбі перемішують і обережно нагрівають на електроплитці (з азбестовою сіткою) або колбонагрівнику до припинення бурхливого виділення бульбашок CO_2 . Потім нагрівання посилюють до кипіння і кип'ятять до повного припинення виділення CO , і появи білої пари H_2SO_4 , нагрівають ще 10 хв, а потім охолоджують. Доливають 50 мл H_2O , добавляють 1 - 2 краплі метилового червоного і нейтралізують надлишок кислоти 5 н. розчином NaOH до переходу рожевого забарвлення розчину в жовте, а потім по краплях відтитровують із бюретки 0,5 н. розчином H_2SO_4 до появи блідо-рожевого забарвлення (слабкокисло середовище аналізованого розчину).

До одержаного розчину в колбі додають із циліндра 20 - 40 мл 25 % розчину формальдегіду, 5 крапель змішаного індикатора і

через 1 - 2 хв титрують кислоту, що виділилася, 0,5 н. або 1 н. розчином NaOH до появи малинового забарвлення, яке не зникає протягом 1 - 1,5 хв.

Розчин після додавання формальдегіду набуває рожевого відтінку. При титруванні забарвлення розчину змінюється спочатку на жовте, а потім на малинове, при появі якого закінчують титрування і встановлюють об'єм витраченого титранту за бюреткою.

Опрацювання результатів

Загальну масову частку азоту у твердих добривах обчислюють за формулою

Загальну масову частку азоту в рідких добривах обчислюють за формулою:

$$X_1 = \frac{Vm \cdot 100}{m_1}$$

Загальну масову частку азоту в рідких добривах обчислюють за формулою:

$$X_2 = \frac{Vm \cdot 250 \cdot 100}{25 p \cdot 10}$$

де **V** - об'єм точно 1 н. або 0,5 н. розчину NaOH, витраченого на титрування, мл; **m** - маса азоту, що відповідає 1 мл розчину NaOH (для 0,5 н. розчину NaOH $t = 0,007$, для 1 н. $t = 0,014$),г; **m₁** - маса наважки добрива, г; **p** - густина рідкого добрива при 20 °С, г/мл.

Розбіжність між двома паралельними визначеннями - не повинна перевищувати 0,2 % при $P = 0,95$.

Робота 9.2. Визначення вмісту фосфору диференціальним фотометричним методом

Принцип методу

Метод ґрунтується на утворенні жовтозабарвленого фосфорнованадієвомолібденового комплексу з наступним фотометричним вимірюванням його оптичної густоти при довжині хвилі 430-450нм відносно розчину порівняння з відомим вмістом P_2O_5 .

Обладнання тарактиви

Фотоелектроколориметр типу ФЕК-56М; ФЕК-60 або інший аналогічний прилад; мікробюретка на 5 або 10 мл; бюрека на 25 мл; мірні колби на 1 л. 100 мл; термостійкі стакани на 200 мл; азотна кислота густиною $1,4 \text{ г/см}^3$ і розбавлена 1 : 2; концентрована сірчана кислота; 20 % розчин HCl ; розчин KH_2PO_4 , що містить 4 мг P_2O_5 , в 1 мл ; KH_2PO_4 перед зважуванням висушують при $105 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 2 год; робочий розчин KH_2PO_4 , із вмістом 0,2 мг P_2O_5 , в 1 мл; розчин А - 0,25 % розчин ванадату амонію; розчин Б - 5 % розчин $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \times 4H_2O$; розчин В - розбавлений у співвідношенні 1:2 розчин HNO_3 розчин Г - ванадієвомолібденова суміш; для побудови калібрувального графіка у мірні колби на 100 мл відмірюють з бюретки робочий розчин KH_2PO_4 , в об'ємах, зазначених у табл. 9.1; доливають у мірні колби по 25 мл дистильованої води і по 25 або 40 мл розчину Г; розчини у колбах доводять до риски водою при кімнатній температурі й перемішують; через 15 хв (але не більше ніж через 60 хв) вимірюють оптичну густоту робочих розчинів відносно розчину порівняння з найменшою концентрацією P_2O_5 (1 мг P_2O_5 б на 100

мл); будують калібрувальний графік, відкладаючи на осі абсцис концентрацію P_2O_5 а на осі ординат - відповідні їй величини оптичної густоти; одночасно готують розчини аналізованого добрива.

Таблиця 9.1.

Об'єми вихідного зразкового розчину KH_2PO_4 для приготування розчинів порівняння

| Показники | Номер колби | | | | | | | | | |
|---|-------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Об'єм зразкового розчину, що містить 0,2 мг P_2O_5 в 1 мл, мг | 5,0 | 7,5 | 10,0 | 12,5 | 15,0 | 17,5 | 20,0 | 22,5 | 25,0 | 27,5 |
| Вміст P_2O_5 , мг/100мл | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 |
| Вміст P_2O_5 , у 100мл аналізованого розчину з розрахунку на 20 мг добрива, % | 5,0 | 7,5 | 10,0 | 12,5 | 15,0 | 17,5 | 20,0 | 22,5 | 25,0 | 27,5 |

Хід аналізу

У мірну колбу на 100 мл відмірюють піпеткою такий об'єм аналізованого розчину добрива, вміст P_2O_5 в якому перебуває в межах побудованого калібрувального графіку (таблиця 9.2)

Таблиця 9.2

Рекомендовані об'єми аналізованих розчинів добрив

| Розбавлення розчину добрива, г/мл | Об'єм аналізованого розчину добрива, мл, залежно від масової частки P_2O_5 | | | |
|-----------------------------------|--|------|-------|-------|
| | До 5 | 5-10 | 10-25 | 25-55 |
| 1/250 | 20 | 10 | 5 | 2 |
| 2/250 | 10 | 5 | 2 | 1 |
| 1/500 | - | - | 10 | 5 |
| 2/500 | 20 | 10 | 5 | 2 |

До аналізованого розчину додають 2 мл 20 % розчину HCl , 5 - 10 мл води, кип'ятять 10 хв, охолоджують, розбавляють водою приблизно до 20 мл, добавляють 25 мл реактиву на фосфати

(реактив Г), доливають водою до риски, перемішують і далі аналіз виконують так, як і при побудові калібрувального графіка з тим самим розчином порівняння.

Якщо P_2O_5 , із добрив добували розчинами, що містять $HC1$, то операції з додаванням соляної кислоти та кип'ятіння не потрібні.

Опрацювання результатів

Масову частку фосфору в перерахунку на P_2O_5 обчислюють за формулою:

$$X = \frac{mV_1 \times 100}{m_1V_2 \times 100} = \frac{mV_1 \times 0,1}{m_1V_2}$$

де m - маса P_2O_5 , в аналізованій пробі визначена за калібрувальним графіком або розрахована, мг; m_1 - маса наважки добрива, г; V_1 - об'єм мірної колби, в якій розчиняють наважку добрива, мл; V_2 - об'єм аналізованого розчину, мл.

Робота 9.3. Полуменево-фотометричний метод визначення вмісту калію в складних та однокомпонентних добривах.

Принцип методу

Метод ґрунтується на вимірюванні інтенсивності випромінювання калію, що вводиться в полум'я у вигляді аерозолі. Метод застосовується для аналізу добрив із масовою часткою K_2O не більше ніж 30 % та сульфату калію.

Обладнання та реактиви

Полуменевий фотометр типу ППФМ, ППФЛ-1 або спектрофотометр; хлорид калію для спектрального аналізу (х.ч.); робочий розчин $КС1$ з концентрацією 1 мг К/мл; 2 н. розчин соляної кислоти; робоча шкала зразкових розчинів для визначення вмісту калію в однокомпонентних добривах (у мірні колби на 50 мл

відмірюють вихідний розчин КС1 (1 мг К/мл) в об'ємах, зазначених у табл. 9.3; об'єми розчину в колбах доливають дистильованою водою до риски і перемішують); робоча шкала зразкових розчинів для визначення вмісту калію у складних добривах (у мірні колби на 100 мл відмірюють вихідний розчин КС1 (1 мг К/мл) та 2 н. розчин НС1 в об'ємах, зазначених у табл. 9.3; суміш розчинів у колбах доливають дистильованою водою до риски і перемішують); вимірюють інтенсивність випромінювання розчинів порівняння і будують калібрувальний графік, відкладаючи на осі абсцис концентрацію калію, а на осі ординат - відповідні їй покази приладу

Таблиця 9.3.

Об'єми вихідного зразкового розчину КСІ для приготування розчинів порівняння

| Показник | Номер колби | | | | | |
|------------------------------|-------------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Об'єм зразкового розчину, мл | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 |
| Вміст К ₀ , мг/мл | 0 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 |

Хід аналізу

Зважують 2 г добрива з точністю до 0,001 г, переносять у мірну колбу на 200 мл, добавляють 60 - 80 мл води, нагрівають до кипіння і кип'ятять протягом 10 хв. Розчин охолоджують, доливають водою до риски, перемішують і фільтрують крізь сухий складчастий фільтр у сухий стакан, відкидаючи перші 50 мл фільтрату.

Піпеткою відмірюють 50 мл фільтрату і переносять у мірну колбу на 250 мл. Доливають водою до риски, перемішують. 25 мл одержаного розчину піпеткою переносять в іншу мірну колбу на 250 мл, доливають водою до риски і перемішують.

Одержаний розчин добрива вводять у полуменевий фотометр і записують покази приладу. За калібрувальним графіком, знаходять концентрацію калію. Повторюють вимірювання й одержують другий паралельний результат.

Опрацювання результатів

Масову частку калію в добриві в перерахунку на K_2O обчислюють за формулою:

$$X = \frac{(c_1 + c_2) \times V \times 250 \times 250 \times 1,205 \times 100}{m_1 \times 50 \times 25}$$

де c_1 , c_2 - концентрація калію, одержана за калібрувальним графіком при першому та повторному визначеннях, мг/мл; m_1 - маса наважки добрива, мг; **1,205**- коефіцієнт для перерахунку K^+ на K_2O ; V - об'єм мірної колби, в якій розчиняють наважку добрива, мл.

Практична робота № 10

АНАЛІЗ КОМПЛЕКСНИХ ДОБРИВ

Визначення азоту, фосфору та калію з однієї наважки добрива не рекомендується навіть тоді, коли, пробу аналізують на загальний вміст цих елементів.

Робота 10.1. Визначення вмісту загального азоту в аміачній та амідній формі з відгонкою аміаку.

Принцип методу

Метод ґрунтується на мінералізації азоту сірчаною кислотою за наявності сульфатів міді та калію до аміачного азоту з наступною відгонкою аміаку.

Обладнання та реактиви

Прилад для відгонки аміаку; дистильована вода; сірчана кислота концентрована та 0,5 н. розчин; гідроксид натрію, 40 % та

0,5 н. розчини; індикатор метиловий червоний; етанол; індикатор змішаний (рН = 5) (змішують метиловий червоний та метиленовий блакитний); реактив Несслера; сульфат калію або кристалічний сульфат натрію; п'ятиводний сульфат міді, індикатор метиленовий блакитний; універсальний індикаторний папір.

Хід аналізу

Наважку добрива 0,5 - 2 г, залежно від вмісту азоту, попередньо розтертого та зваженого з точністю до 0,0002 г, переносять у круглодонну колбу з термостійкого скла, добавляють 0,7 г $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$, 10 г K_2SO_4 , або Na_2SO_4 і доливають 10 мл концентрованої H_2SO_4 .

Суміш $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ та K_2SO_4 або Na_2SO_4 , додають у тому разі, коли добриво містить органічний азот, крім карбаміду.

Суміш у колбі перемішують і обережно нагрівають на електроплитці з азбестовою сіткою або на колбонагрівнику до закінчення бурхливого виділення бульбашок газу CO_2 .

Нагрівання посилюють до слабкого кипіння рідини і продовжують до повного закінчення виділення окремих бульбашок CO_2 і появи білої пари H_2SO_4 . Потім нагрівають ще 10 хв, після чого суміш охолоджують. Після охолодження обережно додають 200 мл води і знову охолоджують до кімнатної температури.

Колбу з'єднують через краплеуловлювач з холодильником і приймачем. Із бюретки у приймач наливають 40 - 50 мл 0,5 н. розчину H_2SO_4 , додають 3 краплі змішаного індикатора з рН = 5,4 і невелику кількість води з тим, щоб барботер був занурений у рідину.

Із крапельної лійки у круглодонну колбу обережно доливають 50 мл 40 % розчину NaOH. Після припинення бурхливої реакції колбу нагрівають і розчин кип'ятять доти, доки із колби відженеться 2/3 об'єму рідини. Після цього перевіряють відсутність аміаку у конденсаті. Для цього від'єднують приймач, споліскують барботер, набирають у пробірку ~ 1 мл конденсату і додають до нього декілька крапель реактиву Неселера. Якщо розчин не забарвлюється у жовтий колір, то аміак у конденсаті відсутній.

Після закінчення відгонки приймач з холодильником від'єднують, холодильник промивають водою, зливаючи промивні води у приймач, і надлишок кислоти відтитрують 0,5 н. розчином NaOH до зміни забарвлення з фіолетового через сіре на зелене.

Одночасно проводять контрольний дослід за таких самих умов і з такими самими кількостями реактивів, але без аналізованого продукту.

Опрацювання результатів

Масову частку загального азоту обчислюють за формулою:

$$X = \frac{(V - V_1)0,007 \times 100}{m}$$

де V - об'єм точно 0,5 н. розчину NaOH, витраченого на титрування надлишку, кислоти у контрольному досліді, мл; V_1 - об'єм точно 0,5 н. розчину NaOH, витраченого на титрування надлишку кислоти в аналізованій пробі, мл; 0,007 - маса азоту, що відповідає 1 мл точно 0,5 н. розчину NaOH, г; m -маса наважки добрива, г.

Практична робота № 11

АНАЛІЗ ВАПНЯКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Вапнякові добрива використовують в основному для зменшення кислотності ґрунту. Тому, щоб мати чітке уявлення про зміни, що відбуваються в ґрунті при внесенні вапнякових добрив, слід попередньо визначити види кислотності та їх походження.

11.1. Визначення нейтралізуючої здатності вапнякових матеріалів.

Принцип методу

Метод ґрунтується на нейтралізації вапнякових матеріалів, що містять CaCO_3 , MgCO_3 , Ca(OH)_2 , CaO , надлишком соляної кислоти з наступним титруванням її лугом.

Обладнання та реактиви

Технохімічні терези; годинникове скельце; шпатель; лійки; фільтри; водяна баня; електроплитка; колби на 250 - 300 мл, мірна колба на 250 мл; стакани на 150 - 200 мл; мірні циліндри на 25 - 100 мл; підетка на 50 мл; 1 н. розчин HCl ; 1, н. розчин NaOH ; індикатор метиловий оранжевий або фенолфталеїн.

Хід аналізу

Наважку вапнякового матеріалу $\sim 2,5$ г зважують на технохімічних терезах з точністю до 0,01 г, переносять у плоскодонну колбу на 250 - 300 мл, доливають 10 - 25 мл дистильованої води для змочування проби і зменшення її спінення. Потім повільно доливають 125 мл 1 н. розчину HCl і 125 мл H_2O . Відмічають рівень суміші у колбі. Розчин нагрівають до кипіння і кип'ятять 30 хв, періодично перемішуючи. Розчин, що залишився після кип'ятіння, розбавляють дистильованою водою приблизно до

200 мл, охолоджують, кількісно переносять у мірну колбу на 250 мл, доливають водою до риски, перемішують і фільтрують крізь сухий фільтр.

У конічну колбу відбирають піпеткою 50 мл фільтрату, що за розрахунком відповідає 25 мл вихідного і н. розчину НС1. До фільтрату додають 2 - 3 краплі метилового оранжевого (рожеве забарвлення) або фенолфталеїну (безбарвний) і титрують суміш 1 н. розчином NaOH або КОН до появи солом'яно-жовтого або блідо-рожевого забарвлення залежно від взятого індикатора.

Цей результат використовують як попередній, оскільки відтитрований зразок може містити залишкову кількість CO₂, у вигляді гідрокарбонатів. Тому далі до вже відтитрованого розчину доливають точно 2 мл 1 н. розчину НС1 і кип'ятять суміш 5 хв на електроплитці або 30 хв у водяній бані. Потім суміш охолоджують, добавляють 1 краплю відповідного індикатора і повторно дотитровують 1 н. розчином NaOH або КОН.

Опрацювання результатів

Масову частку CaCO₃ у вапняковому матеріалі обчислюють за

формулою:

$$X = \frac{(27T_1 - (V_1 + V_2) T_2) 0.05 \times 100}{m}$$

де **27** - об'єм вихідного 1 н. розчину НС1, що відповідає аліквоті аналізованої проби (25 мл + 2 мл), мл; **V₁** - об'єм 1 н. розчину NaOH, витраченого на перше титрування, мл; **V₂** - об'єм 1 н. розчину NaOH, витраченого на друге титрування, мл; **T₁** - поправка до титру з точністю до 1 н. розчину НС1; **T₂** - поправка до титру з точністю до 1 н. розчину NaOH; **0,05** - маса CaCO₃, що відповідає 1

мл 1 н. розчину НС1, г; **m** - маса наважки вапнякового матеріалу, що відповідає 50 мл фільтрату проби, г.

Для обчислення вмісту діючої речовини у вапнякових матеріалах, що виражається як частка СаО, користуються фактором перерахунку:

$$f_{\text{СаО/СаСО}_3} = \frac{M_{\text{СаО}}}{M_{\text{СаО}_3}} = \frac{56}{100} = 0.56$$

або, навпаки:

$$f_{\text{СаО/СаСО}_3} = \frac{M_{\text{СаО}}}{M_{\text{СаО}_3}} = \frac{100}{56} = 1,785$$

Наприклад, якщо обчислено, що 1 мл 1 н. розчину НС1 відповідає 0,05 г СаСО₃, то для перерахунку на СаО потрібно

$$0,05 \times 0,56 = 0.028 \text{ г}$$

Якщо ж відомо, що у вапняковому матеріалі міститься 85% СаСО₃, то для розрахунку вмісту СаО потрібно:

$$85 f_{\text{СаО/СаСО}_3} = 85 \times 0,56 = 47,6 \text{ СаО.}$$

Дозу вапна (СаСО₃) для нейтралізації кислотності ґрунту визначають за показником його гідролітичної кислотності, яку

$$\text{обчислюють за формулою } M_{\text{СаСО}_3} = \frac{N_{\text{Г}} \times 50 \times 10 \times 3 \times 10^6}{10^9} = N_{\text{Г}} \times 1.5$$

де **N_Г** - гідролітична кислотність, мг-еквівалент Н⁺ у 100, г ґрунту;

50 - еквівалент СаСО₃; **10** - коефіцієнт для перерахунку на 1 кг

ґрунту, **3×10⁶** - середня маса орного шару ґрунту, кг, **10⁹** -

коефіцієнт для перерахунку маси СаСО, з міліграмів на тонни.

Для перерахунку дози СаСО₃ на масу вапнякового матеріалу потрібно знати вміст % СаСО, (або % СаО) у добриві та

розрахункову дозу СаСО₃; скориставшись пропорцією

$$100 - (\% \text{СаСО}_3); D - m \text{ СаСО}_3,$$

$$\text{Дістанемо } D = \frac{100m_{\text{CaCO}_3}}{(\% \text{CaCO}_3)}$$

де m_{CaCO_3} - розрахункова доза CaCO_3 , т/га; % CaCO_3 – вміст CaCO_3 у вапняковому матеріалі, %.

Практична робота № 12

АНАЛІЗ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

Загальні вимоги до методів аналізу. Пробу органічного добрива, що надійшла в лабораторію для аналізу, реєструють у лабораторному журналі, зазначаючи: номер; дату відбирання; дату надходження; вид добрива; місце відбирання; масу проби; спосіб зберігання добрива; масу добрива, від якого відібрано пробу.

Пробу твердого органічного добрива масою не менше ніж 1 кг подрібнюють механічно, перемішують і розподіляють шаром завтовшки не більше 1 см. З п'яти точок проби лопаткою або шпателем відбирають 0,5 кг органічного добрива, яке використовують для аналізу.

Пробу рідкого органічного добрива об'ємом не менше ніж 1 л перемішують за допомогою лабораторної мішалки і відбирають з трьох шарів порції по 150 - 200 мл кожна, перемішують їх і використовують для аналізу.

Пробу органічного добрива з вихідною вологістю зберігають у холодильнику не більше 1 місяця в поліетиленовому пакеті або склянці з притертою пробкою при температурі не вище 10 °С з додаванням для консервації 3 мл толуолу, змішаного з добривом.

Після визначення масової частки вологи, наважки органічного добрива подрібнюють на лабораторному млинку або у

фарфоровій ступиці, просіюють крізь сито з діаметром отворів 1 мм до повного проходження, вміщують у поліетиленові пакети або бокси. Підготовлений так залишок наважки використовують для наступного аналізу.

Сухий залишок наважки органічного добрива допускається зберігати і використовувати для повторного аналізу не більше двох років.

Для приготування розчинів використовують дистильовану воду і реактиви кваліфікації ч. д. а.

Розчин порівняння готують з одного розчину, відмірюючи різні його об'єми однією мірною посудиною.

Розчини реактивів додають у розчини порівняння, контрольні та аналізовані у послідовності, перемішуючи їх після додавання кожного реактиву. Обем бюретки не повинен перевищувати, об'єм розчину, що використовується під час титрування, більше ніж у 5 разів.

При надходженні у лабораторію окремих проб органічних добрив (від 1 до 4) для кожної проби проводять по два паралельні визначення. За результат аналізу беруть середнє арифметичне.

При надходженні партій проб однотипних органічних добрив (5 і більше) для кожної проби проводять одне визначення.

Для контролю результатів аналізу відбирають кожну десятку пробу (але не менше 1) і для кожної з них проводять по два паралельні визначення. Якщо допустимі розбіжності результатів двох паралельних визначень не перевищують значень, зазначених у

відповідній методиці, при надійній ймовірності $P = 0,95$, результат одного визначення кожної проби вважають остаточним.

Правильність результатів аналізу контролюють за допомогою стандартних зразків. Результат аналізу подають у відсотках, округлюючи до десятих часток при визначенні вмісту загальних форм азоту, фосфору й калію, і до сотих часток - при визначенні масової частки золи, вологи і сухого залишку.

Результат аналізу органічних добрив, що перебувають у сухому стані, можна перерахувати на стан добрива з вихідною вологістю шляхом множення на коефіцієнт K , який визначають за такою формулою:

$$K = \frac{100 - X}{100}$$

де X - масова частка вологи, %

Результат аналізу органічних добрив з вихідною вологістю можна перерахувати на сухий стан множенням на коефіцієнт K_1 , який визначають за формулою:

$$K_1 = \frac{100}{100 - X}$$

Робота 12.1. Визначення масових часток вологи і сухого залишку.

Метод відбирання проб

Відбирання проб проводять за стандартом з таким доповненням: з проби, підготовленої для аналізу, після ретельного перемішування не менше ніж із п'яти точок відбирають наважки масою по 15 - 20 г для визначення масової частки вологи, 150 - 200 г - для визначення масової частки сухого залишку. Зважування проводять з точністю до 0,1 г.

Обладнання

Сушильна електрична шафа типу ШС-40 або інший аналогічний пристрій, що забезпечує сталу температуру нагрівання 105 - 110 °С з похибкою не більше 2 °С; лабораторні терези 4-го класу точності з границею зважування 500 г; випарювальні фарфорові чашки No 1 - 4 для визначення масової частки вологи і N° 5 - 6 для визначення масової частки сухого залишку; алюмінієві бюкси з кришками висотою 40 і діаметром 50 мм для визначення масової частки вологи; водяна баня типу БКЛ або іншого типу, лабораторна мішалка типу ЛМ або іншого типу, скляна паличка; склянки для зважування.

Хід аналізу

Визначення масової частки вологи. Наважку добрива вміщують у попередньо висушену до сталої маси і зважену з точністю до 0,1 г фарфорову чашку або бюкс, ставлять у сушильну шафу, попередньо нагріту до температури 105 - 110 °С і сушать протягом 5 год. Потім чашку або бюкс виймають з сушильної шафи, охолоджують на повітрі протягом 30 хв, зважують. Кожне наступне зважування проводять після висушування чашки з наважкою протягом 20 хв і охолодження.

Аналіз вважається закінченим, якщо розбіжність результатів двох останніх зважувань не перевищує 0,1 г.

Визначення масової частки сухого залишку. Наважку органічного добрива вміщують у фарфорову чашку, ставлять у водяну баню і випарюють досуха при періодичному перемішуванні скляною паличкою. Потім чашку переносять у попередньо нагріту

сушильну шафу і висушують при температурі 105 - 110 °С до сталої маси. Перше зважування проводять через 1 год, повторне через 30 хв. Щоразу перед зважуванням чашку з наважкою охолоджують на повітрі протягом 30 хв.

Аналіз вважається закінченим, якщо розбіжність результатів двох останніх зважувань не перевищує 0,1 г.р

Оприцювання результатів

Масову частку сухого залишку добрива визначають за формулою

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100,$$

де m_1 - маса чашки з скляною паличкою та сухим залишком, г; m_2 - маса чашки із скляною паличкою, г, m - маса наважки добрива, г

Масову частку вологи обчислюють за формулами:

$$X_1 = \frac{m_1 - m_2}{m} \quad X_1 = 100 - X$$

де, m_1 - маса чашки (бюкса) з наважкою добрива до висушування, г; m_2 - маса чашки (бюкса) з наважкою добрива після висушування, г; m - маса наважки добрива, г; X - масова частка сухого залишку, %.

Граничні значення похибок визначення масової частки вологи при надійній імовірності $P = 0,95$ не повинні перевищувати; ± 3 - при масовій частці вологи до 30 %; $\pm 0,8$ - від 30 до 70 %; $\pm 0,9$ - від 70 до 92 %; $\pm 0,9 - 1,0$ - понад 92 %

Робота 12.1. Визначення масової частки золи.

Метод відбирання проб

Відбирання проб проводять за стандартом з таким доповненням: масову частку золи визначають у сухому залишку наважки після визначення масової частки вологи. Після ретельного

перемішування сухого залишку наважку для аналізу відбирають не менше ніж із 5 точок. Маса наважки має бути 3 г.

Обладнання

Муфельна піч, що забезпечує сталу температуру нагрівання до 1000 °С; лабораторні терези 2-го класу точності з границею зважування 200 г, щипці тигельні.

Хід аналізу

Наважки сухого органічного добрива вміщують у заздалегідь прожарені в муфельній печі при температурі 800 °С до сталої маси і зважені з точністю до 0,001 г фарфорові тиглі, які ставлять у холодну муфельну піч, поступово доводячи температуру до 800 °С, і прожарюють при цій температурі протягом 2 год.

Тиглі із зольним залишком охолоджують у відкритій замкнутій печі, а потім в ексікаторі протягом 30 хв, потім зважують з точністю до 0,001 г. Кожне наступне зважування проводять після озолення протягом 1 год та охолодження протягом 30 хв.

Опрацювання результатів

Масову частку золи визначають за формулою:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100,$$

де m_1 , - маса тигля з наважкою після озолення, г; m_2 - маса тигля, г;
 m - маса наважки добрива, г.

Граничні значення похибок визначення масової частки золи при надійній ймовірності $P = 0,95$ не повинні перевищувати: $\pm 0,3$ - при масовій частці золи від 5 до 12 %; $\pm 0,5$ - від 12 до 20 %; $\pm 1,0$ - понад 20 %.

ПИТАННЯ ДО КОЛОКВІУМУ

1. Добрива та їх класифікація.
2. Роль азоту в живленні рослин. Азот у ґрунтах України.
3. Біологічна фіксація азоту. Роль бобових рослин в азотному режимі Н ґрунту.
4. Амоніфікація, нітрифікація та денітрифікація.
5. Баланс азоту в ґрунті. Азотний режим чорноземів.
6. Виробництво азотних добрив. Процес отримання синтетичного аміаку.
7. Нітратні азотні добрива. Властивості та особливості використання.
8. Аміачні азотні добрива. Властивості та особливості використання.
9. Рідкі аміачні добрива. Властивості, техніка безпеки при використанні
10. Амідні азотні добрива. Властивості та особливості використання.
11. Аміакати. Властивості та особливості використання.
12. Аміачно-нітратні азотні добрива. Властивості та особливості використання.
13. Натрієва та кальцієва селітри, їх властивості та особливості використання.
14. Роль фосфору в живленні рослин. Вміст фосфору в ґрунтах України.
15. Класифікація фосфорних добрив.

16. Фосфорні добрива, розчинні у воді. Суперфосфат. Подвійний суперфосфат.
17. Фосфорні добрива, розчинні в слабких кислотах. Властивості та їх використання.
18. Фосфорні добрива, які не розчиняються в слабких кислотах. Властивості та особливості використання.
19. Ефективність фосфорних добрив.
20. Роль калію в живленні рослин. Калієлюбні сільськогосподарські культури.
21. Вміст калію в ґрунтах України. Головні джерела калію в ґрунті.
22. Прості калійні добрива. Властивості та особливості використання.
23. Концентровані калійні добрива. Властивості та особливості використання.
24. Взаємодія, калійних добрив з ґрунтом. Ефективність калійних добрив.
25. Кальцієві та магнієві мікродобрива, особливості використання.
26. Марганцеві, мідні, кобальтові, борні та молібденові мікродобрива. Їх значення для живлення рослин.
27. Комплексні добрива. Класифікація, агрономічне та економічне значення.
28. Складні комплексні добрива. Властивості та особливості використання.

29. Комбіновані комплексні добрива. Властивості та особливості використання.
30. Рідкі комплексні і суспендовані добрива. Властивості та особливості використання.
31. Органічні добрива, класифікація
32. Значення органічних добрив у підвищенні врожайності сільськогосподарських культур та збільшенні родючості ґрунту.
33. Підстилковий гній. Ступені його розкладу. Склад підстилкового гною.
34. Способи зберігання підстилкового гною. Процеси, що відбуваються при зберіганні гною.
35. Сеча і гноївка. Склад та особливості використання.
36. Пташиний послід. Склад та використання.
37. Торф як органічне добриво. Походження торфів та їх властивості.
38. Торфокомпости. Особливості виготовлення та використання.
39. Сапропелі. Склад та особливості використання.
40. Особливості використання комунальних відходів як органічного добрива.
41. Промислові відходи як органічні добрива.
42. Сидерати, особливості їх використання. Вилив сидератів на родючість ґрунтів.
43. Біогумус: виготовлення, хімічний склад та технології використання.
44. Бактеріальні препарати. Особливості використання

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. 560 с.
2. Господаренко Г. М. Удобрення сільськогосподарських культур. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. 276 с.
3. Господаренко Г. М. Агрохімія мінеральних добрив. Київ : Наук. світ, 2003. 136 с.
4. Чорний С. Г. Основи агрономічної хімії : навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ, 2020. 284 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/10074>.
5. Агрохімія : метод. реком. до виконання самостійних робіт для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня "Молодший бакалавр" початкового рівня (короткий цикл) спеціальності 201 "Агрономія" денної форми навчання / уклад. С. Г. Чорний, Д. Ш. Садова. Миколаїв : МНАУ, 2021. 48 с. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/9326>.

Навчальне видання

АГРОХІМІЯ

Методичні рекомендації

Укладач: Анна Олександрівна Кувшинова

Формат 60×84/16 Ум. друк. арк. 5,68

Тираж 20. Зам. №__

Надруковано у видавничому відділі

Миколаївського національного аграрного університету

54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб`єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.