



Національний університет
водного господарства

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування
Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

05-01-043



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт
з дисципліни “Агрохімія”
студентами напряму підготовки
6.090101 “Агрономія”
денної та заочної форм навчання
(частина 2)

*Затверджено на засіданні
методичної комісії
напряму підготовки
201 «Агрономія»
Протокол № 2
від 23.09.2016 р.*

Рівне-2016



Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни “Агрохімія” студентами напрямку підготовки 6.090101 „Агрономія” денної і заочної форм навчання (частина 2) - Рівне: НУВГП, 2016. – 28 с.

Упорядники: О. О. Олійник, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства, О. А. Фурманець, кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

Відповідальний за випуск: С. С. Трушева, в. о. завідувача кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

Зміст

Лабораторна робота № 1. Відбір зразків ґрунту	3
Лабораторна робота № 2. Визначення вмісту амонійного азоту в ґрунті колориметричним методом з реактивом Неслера	4
Лабораторна робота № 3. Визначення вмісту лужногідролізованого азоту в ґрунті за Корнфілдом	7
Лабораторна робота № 4. Визначення вмісту нітратів у ґрунті за допомогою іонселективних електродів	10
Лабораторна робота №5. Визначення вмісту фосфору, калію в ґрунті	11
Лабораторна робота № 6. Визначення вмісту рухомих форм фосфору і калію в ґрунті методом Чірікова	15
Лабораторна робота №7. Визначення вмісту рухомих форм фосфору і калію в ґрунті методом Мачигіна	16
Лабораторна робота 8. Визначення нейтралізуючої здатності вапнякових добрив	18
Лабораторна робота 9. Визначення рухомих форм заліза за допомогою роданіда калію (або амонію) в торфі	20
Лабораторна робота 10. Визначення вмісту сполук фосфору в мінеральних добривах	21
Лабораторна робота 11. Визначення кислотності торфу	26
Рекомендована література	28



Лабораторна робота №1 Відбір зразків ґрунту

Відбирання проб ґрунтів проводять згідно ДСТУ ISO 10381-1:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб, ДСТУ ISO 10381-2:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 2. Настанови з методів відбирання проб, ДСТУ ISO 10381-3:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 3. Настанови з безпеки. Для одержання фізико-хімічної характеристики ґрунтів і ґрунтотворних порід, для уточнення польової діагностики відбирають індивідуальні зразки ґрунту. Змішані зразки являють собою пробу орного або підорного шару. Середню пробу відбирають із суміші зразків відповідного горизонту або шару (частини горизонту), взятих в шестивосьми прикопках, кожна з яких розташована навколо основного розрізу на відстані 10—15 м. Якщо основний розріз не закладається, прикопки розміщують по колу. Змішані зразки використовують переважно для вивчення динаміки поживних речовин.

Індивідуальні зразки беруть із середини кожного генетичного горизонту в найбільш типових розрізах або з горизонтів, особливо цікавих для вивчення (товщина шару повинна бути близько 10 см). В зразок не повинні потрапляти не характерні для нього новоутворення (кротовини та інші включення). Зразок відбирають лопатою або ножем. Краще брати зразки знизу вгору, інакше можна засипати нижню частину розрізу, а стінки забруднити матеріалом із вище розташованих горизонтів. Взятий зразок завертають у обгортковий папір і додають дві етикетки: одну разом зі зразком, другу ззовні під шпагат. На етикетках вказують: назву організації, яка здійснює роботу; область, район, землекористування, де відібраний зразок; номер розрізу і назву ґрунту; горизонт і глибину відбору зразка (це вказують також у журналі польового опису ґрунту).

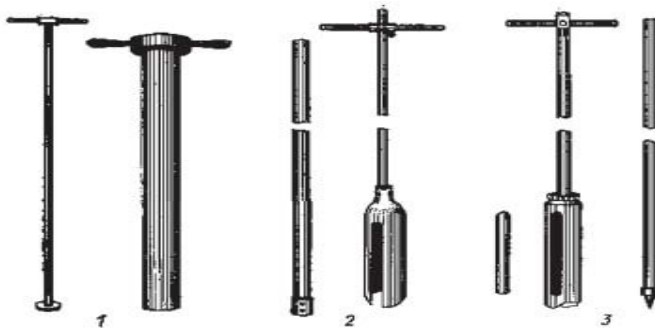


Рис. 1. Бури для відбору ґрунтових проб



Зберігання у вологому стані, висушування на сонці або в печі не допускається, бо це призводить до перекручення результатів при визначенні вмісту нітратів і присутності водорозчинної фосфорної кислоти та калію (через особливості мікробіологічних процесів).

Для висушування зразки розстиляють на чистому папері шаром 1,0—1,5 см, великі агрегати розламують, вилучають великі включення, корені. Зразок накривають папером і періодично перемішують для прискорення висихання. Неприпустимо сушити зразки там, де багато пилу та є загроза адсорбування лабораторних або виробничих газів масою зразка. Доведений до повітряно-сухого стану зразок ґрунту в лабораторних умовах розтирають у фарфоровій ступці, але перед цим проводять повторний доскональний відбір включень і новоутворень. Потім зразок просіюють крізь сито з отворами 1 мм. Ґрунт, який залишається на ситі, розтирають в ступці далі до повного подрібнення зразка.

Ґрунт (породу), який отримують після просіювання, використовують для лабораторних досліджень. Під час визначення кількості гумусу у ґрунті проводять доскональний відбір органічних включень. Підготовлений для досліджень зразок з етикеткою кладуть у банку з притертою пробкою або, в крайньому випадку, в паперові пакети (краще з кальки, звичайно менш гігроскопічної). Зберігають зразки у спеціальному, добре провітрюваному приміщенні (в лабораторних умовах зберігати їх не можна).

Контрольні запитання:

1. Які існують прилади для відбору проб ґрунту?
2. Як правильно відбирати зразок у полі?
3. Які вимоги до відбору ґрунтових проб?

Лабораторна робота № 2

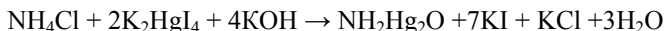
Визначення вмісту амонійного азоту в ґрунті колориметричним методом з реактивом Неслера

Значення аналізу. Аналіз ґрунту на вміст амонійного азоту визначає ступінь забезпеченості його доступним для живлення рослин азотом в амонійній формі. Однак вміст амонійного азоту в ґрунті досить динамічний, тому результати аналізу показують ступінь забезпеченості ґрунту доступним амонійним азотом у конкретний період життя рослин. Паралельно з визначенням амонійного азоту проводять аналіз ґрунту на вміст нітратного азоту. На основі отриманих даних встановлюють вміст мінерального азоту в ґрунті і необхідність внесення азотних добрив.



Принцип методу. Метод ґрунтується на вилученні з ґрунту амонійного азоту 1% розчином KCl у співвідношенні ґрунт-розчин 1:10 при збовтуванні ґрунтової суспензії протягом однієї години. Колориметричне визначення, полягає у взаємодії іона амонію з реактивом Неслера, при якому утворюється йодистий меркур-амоній, забарвлений у жовтий колір.

Реакція йде за наступною схемою:



Йодистий меркур-амоній виділяється з розчину у виді червоно-бурого осаду. Гранична концентрація, що допускає визначення амонійного азоту, не повинна перевищувати 0,15 мг у 100 мл. До зазначеної концентрації забарвлення розчинів підкоряється закону Бера. Оскільки інтенсивність забарвлення залежить від величини часток колоїдного розчину, необхідно дотримувати визначений порядок приливання реактивів, оскільки реакція дуже чутлива.

Визначенню амонію заважає присутність у витяжці іонів Ca і Mg, особливо при великій їхній кількості. Вони осаджуються реактивом Неслера і викликають опалесценцію розчину. Для запобігання утворення осаду до приливання реактиву Неслера в розчин додають сегнетову сіль (калійно-натрієву сіль винної кислоти), що з іонами кальцію і магнію утворює розчинні комплексні сполуки.

Хід роботи

1. На технохімічній вазі зважують 10 г ґрунту з природною польовою вологістю. Одночасно відбирають наважку для визначення вологості. Можна відбирати для аналізу і повітряно-сухий ґрунт.
2. Наважку переносять у конічну колбу ємкістю 250 мл і доливають мірним циліндром 100 мл 1 % розчину KCl, до якого додають 0,5 мл толуолу (C₇H₈) для запобігання біологічним процесам, що впливають на результати аналізу.
3. Вміст колби збовтують на ротаторі протягом однієї години, потім фільтрують у конічну колбу ємкістю 200 мл через щільний складчастий фільтр, відмитий від аміаку.
4. До визначення NH₄ попередньо встановлюють об'єм ґрунтової витяжки, який необхідно взяти для аналізу. Для цього в пробірку поміщають 5 мл фільтрату і додають дві краплі розчину сегнетової солі і дві краплі реактиву Неслера. З появою бурого осаду для аналізу беруть 10 мл фільтрату, якщо розчин здобуває червонуватий колір - 15-25 мл.. якщо жовтий — 30-40 мл.
5. Встановлений об'єм фільтрату відбирають піпеткою і поміщають у мірну колбу ємкістю 50 мл.



40 6. Випробуваний розчин у колбі доводять дистильованою водою до 40 мл, потім додають з бюретки 2 мл 50 %-ного водного розчину сегнетової солі і добре збовтують рукою.

7. До випробуваного розчину додають 2 мл реактиву Неслера. Об'єм доводять до мітки безаміачною водою, ретельно перемішують і через дві-три хвилини проглядають на фотоелектроколориметрі із синім світлофільтром або на спектрофотометрі при довжині хвилі 425 нм.

Одночасно готують шкалу зразкових розчинів амонійного азоту.

Запасний розчин: 0,3820 г хімічно чистого NH_4Cl розчиняють у безаміачній воді в мірній колбі ємкістю 1 л. Обсяг розчину доводять безаміачною водою до мітки. У 1 мл отриманого розчину має утримуватися 0,1 мг азоту. Запасний розчин помішують у склянку з темного скла, додають три-п'ять крапель толуолу. Розчин може зберігатися протягом року.

Робочий розчин. 25 мл запасного розчину поміщають у мірну колбу ємкістю 500 мл і об'єм розчину доводять водою до мітки. У 1 мл робочого розчину утримується 0,005 мг азоту.

Приготування шкали зразкових розчинів для визначення амонійного азоту

У мірні колби ємкістю 50 мл помішують робочі розчини згідно табл. 4. Об'єм розчину в колбах доводять безаміачною дистильованою водою приблизно до 45 мл, додають 2 мл 50 %-ного розчину сегнетової солі, 2 мл реактиву Неслера і проглядають на фотоелектроколориметрі, як і випробувані розчини. Колір розчину повинний бути чисто жовтим, світлого відтінку. Забарвлення його зберігається не більш години, потім з'являється каламуть або опалесценція. Для випробуваних розчинів за контроль приймають 1 % розчин KCl у тому ж об'ємі, що і для випробуваного розчину ґрунтової витяжки з додаванням 50 % сегнетової солі, реактиву Неслера, безаміачної дистильованої води в тій же кількості, що і для випробуваних розчинів. Для зразкових розчинів за контроль приймається безаміачна дистильована вода з додатком усіх вищевказаних реактивів по визначенню аміачного азоту й у тім же обсязі.

Побудова каліброваної кривої для визначення амонійного азоту

Відповідно до відомих концентрацій шкали зразкових розчинів і відповідним їм показанням приладу, будують на міліметровому папері калібрований графік. По каліброваній кривій визначають вміст N-MH_4 у 1 мл випробуваного розчину.

Вміст азоту на 100 г досліджуваного ґрунту розраховують за формулою:

$$X = (a \cdot b \cdot c \cdot 100 \cdot K_2) / H \cdot d,$$

де X - кількість амонійного азоту в 100 г ґрунту, мг;



Національний університет

а - кількість азоту в 1 мл випробуваного розчину (за графіком), мг;
b - об'єм 1 %-ного розчину KCl, взятий для одержання ґрунтової витяжки, мл;

c - об'єм колориметрованого розчину, мл;

d - об'єм ґрунтової витяжки, взятий для аналізу, мл;

N - наважка ґрунту г;

100 - коефіцієнт перерахунку на 100 г ґрунту;

Kg - коефіцієнт гігроскопічності для перерахунку на сухий ґрунт.

Шкала зразкових розчинів для амонійного азоту

№ колби	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість зразкового розчину	2	4	6	8	10	12	16	20	0
Вміст азоту, мг/мл	0,0002	0,0004	0,0006	0,0008	0,0010	0,0012	0,0016	0,002	0
Покази приладу									

Контрольні запитання:

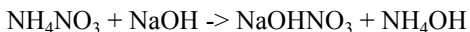
1. Значення аналізу по визначенню амонійної о азоту в ґрунті.
2. Принцип методу визначення амонійного азоту в ґрунті.
3. Методика визначення вмісту амонійного азоту в ґрунті колориметричним метолом з реактивом Неслера.
4. Методика побудови калібровочної кривої для визначення амонійного азоту
5. Розрахунок вмісту азоту в ґрунті за даними аналізу.
6. Що є джерелом амонійного азоту в ґрунті?

Лабораторна робота № 3 Визначення вмісту лужногідролізованого азоту в ґрунті за Корнфілдом

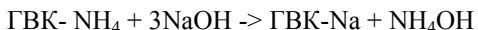
Значення аналізу. Результати аналізу ґрунту на вміст лужногідролізованого азоту використовуються в практиці сільського господарства для розрахунку доз азотних добрив.

Принцип методу. В основу методу покладений гідроліз органічних сполук ґрунту 1 н розчином NaOH.

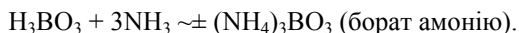
Крім аміаку, що виділяється при гідролізі органічної речовини ґрунту, метод дозволяє враховувати амонійний азот ґрунтового розчину й азот, що витісняється з колоїдного комплексу. При впливі лугом на



З ґрунтового колоїдного комплексу амоній (NH_4^+) витісняється іонами Na^+ :



Аміак поглинається борною кислотою й утворюється борат амонію — сіль сильної основи і слабкої кислоти.



Борат амонію титрують 0,02 н розчином H_2SO_4



Після руйнування бората амонію кислотність середовища різко підвищується під впливом надлишку H_2SO_4 , що викликає зміну забарвлення індикатора.

Аналіз проводять у чашках Конвея.

Хід аналізу

1. На технохімічній вазі зважують 2 г повітряно-сухого ґрунту, розтертого і просіяного через сито з отворами діаметром 1 мм.
2. Наважку ґрунту помішують у периферійну частину чашки Конвея, безпосередньо біля перегородкової стінки.
3. У центральну частину чашки за допомогою піпетки помішують 2 мл 2 %-ного розчину борної кислоти і долають із крапельниці дві краплі індикатора Гроага.
4. У периферійну частину, але з іншої сторони перегородкової стінки, поміщують за допомогою бюретки 5 мл і н розчину NaOH , але так, щоб не змочити ґрунт. Для цього чашку злегка нахилиють у ту сторону, де буде поміщений луг.
5. Не змінюючи положення чашки, накривають її кришкою і щільно притирають до шліфованих країв чашки. Для герметичного прилягання краї кришки заздалегідь змазують вазеліном.
6. Обережним обертанням чашки ґрунт змочують 1 н розчином лугу. Обертаять чашку протягом однієї хвилини, щоб якнайкраще змішати ґрунт із розчином лугу. При цьому луг і ґрунт не повинні потрапити в розчин борної кислоти, у противному випадку аналіз необхідно повторити.



7. Герметично закрити чашку ставлять у термостат і вигримують 48 годин при температурі 28° С.

8. Після 48 годин чашку виймають з термостата, обережно знімають кришку і за допомогою мікробюретки титрують борат амонію, що утворився. 0,02 н розчином сірчаної кислоти. Титрування закінчують після зміни зеленого забарвлення розчину у фіолетово-червоне.

Для поправки на можливе забруднення реактивів проводять холості визначення (не менше двох) без наважки ґрунту.

Вміст лужногідролізуемого азоту в ґрунті розраховують за формулою:

$$X = ((a-b) \cdot 0,28 \cdot 100 \cdot K_t) / H,$$

де X — кількість азоту, мг/100 г ґрунту;

a - кількість 0,02 н розчину H₂SO₄, що пішов на титрування випробуваного розчину, мл;

b - кількість 0,02 н розчину H₂SO₄, що пішов на титрування при контрольному аналізі на чистоту реактивів, мл;

0,28- кількість азоту, що відповідає 1 мл 0,02 н розчину H₂SO₄, мг,

100 — коефіцієнт перерахування на 100 г ґрунту;

K_t - коефіцієнт гігроскопічності для перерахунку на сухий ґрунт.

За результатами аналізу встановлюють ступінь забезпеченості ґрунту лужно-гідролізованим азотом (табл.).

*Групування ґрунтів за вмістом лужногідролізованого азоту,
визначеного методом Корнфілда*

Забезпеченість ґрунту	Вміст азоту, мг на 100 г ґрунту
Слабка	Менше 8
Середня	8-16
Підвищена	16-20
Висока	Більше 20

Контрольні запитання:

1. Значення аналізу по визначенню вмісту лужногідролізуемого азоту в ґрунті.

2. Принцип методу визначення вмісту лужногідролізуемого азоту в ґрунті.

3. Методика визначення вмісту лужногідролізуемого азоту в ґрунті по Корнфілду.

4. Розрахунок вмісту лужногідролізуемого азоту за отриманими даними.

5. Групування ґрунтів по вмісту лужногідролізуемого азоту.



6. Який вклад лужногідролізованого азоту в живлення рослин?
7. Внаслідок яких хімічних реакцій витісняється лужногідролізований азот з ґрунтового вбирного комплексу?

Лабораторна робота №4 Визначення вмісту нітратів у ґрунті за допомогою іонселективних електродів

Суть методу полягає у визначенні концентрації іонів NO_3^- в усіх типах ґрунтів (за винятком засолених) за допомогою іонселективного електрода у водній і сольовій суспензіях (1%-й розчин алюмокалієвого галуну або 0,05%-го розчину H_2SO_4 у суспензіях при співвідношенні ґрунту до розчину 1:2,5). Нітратний іонселективний електрод характеризується лінійною залежністю у діапазоні $0,5 < \text{pNO}_3 < 4$ з похилом 54-56 мВ на одиницю pNO_3 .

Прилади та реактиви. Іономір, іонселективний нітратний електрод, хлорсрібний електрод порівняння, насичений розчин KCl (255 г KCl зважують з похибкою 0,1 г, розчиняють у мірній колбі на 1 л і об'єм доводять водою до риски), розчин 1 - 10^1M KNO_3 (10,11 г перекристалізованого KNO_3 висушеного при $100-105^\circ\text{C}$ до сталої маси, розчиняють у мірній колбі 1 л і доводять об'єм водою до риски. З цього розчину поступовим десятиразовим розбавлянням дистильованою водою готують стандартні розчини KNO_3 з концентрацією 10^{-2}M , 10^{-3}M , 10^{-4}M , які використовують для калібрування приладу і побудови калібрувального графіка).

Іонселективний електрод готують до роботи згідно з інструкцією, звертаючи увагу на його заповнення розчинами KCl . В інтервалах між дослідженнями електрод зберігають у розчині 10^{-3}M KNO_3 . Електрод порівняння готують до роботи згідно з інструкцією, причому він повинен бути на 2/3 занурений у насичений розчин KCl , в якому його витримують 2 доби. Цей електрод в інтервалах між роботою зберігають у дистильованій воді. Під час роботи відкривають пробку, яка є в електроді.

Перед початком роботи нітратний і хлорсрібний електроди занурюють на 10 хв у 10^{-4}M розчин KNO_3 , потім споліскують дистильованою водою, обсушують фільтрувальним папером і використовують для калібрування приладу і визначення нітратів.

Калібрування приладу. Настроювання іономіра проводять, використовуючи розчини відомих концентрацій 10^{-2}M , 10^{-3}M , 10^{-4}M KNO_3 .

Перед кожним новим настроюванням приладу електроди 3-4 хв витримують у дистильованій воді або розчині 10^{-4}M KNO_3 , споліскують і обсушують фільтрувальним папером.



Хід аналізу

та 20 г ґрунту або 10 г торф'янистого ґрунту переносять у колбу, приливають відповідно 50 або 100 мл 1%-го розчину алюмокалієвого галуну і збовтують 3-5 хв. У фільтраті або суспензії визначають кількість нітратів шляхом вимірювання pNO_3 . Для цього у мірний стакан переносять досліджуваний зразок, опускають електроди і записують покази в pNO_3 .

Вміст нітратів у ґрунті, в мг/кг, знаходять за величиною pNO_3 згідно калібрувального графіка.

Контрольні питання:

1. Які переваги іон селективних методів аналізу?
2. В чому суть роботи селективного електроду?
3. Для чого потрібен електрод порівняння?
4. Які обмеження у використанні іон селективних методів?

Лабораторна робота №5

Визначення вмісту фосфору та калію в ґрунті

Визначення фосфору і калію в ґрунті включає дві операції: приготування ґрунтової витяжки, визначення фосфору і калію в отриманій витяжці

Результати хімічного аналізу на вміст рухомих сполук фосфору і калію використовуються в практиці сільського господарства для розрахунку й уточнення доз добрив лід сільськогосподарські культури.

Визначення фосфору в досліджуваному розчині методом

Деніже, варіант Труога - Меєра.

Якісною реакцією на фосфор є його взаємодія в кислому середовищі

з окислом MoO_3 і утворення комплексної фосфорномолібденової кислоти, що при відновленні хлорним оловом $SnCl_2 \cdot H_2O$ забарвлюється в блакитний або синій колір.

По інтенсивності забарвлення молібденової сині визначають вміст фосфору в досліджуваному розчині. Чутливість 0,002—0,003 і не більш 0,04 мг P205 на 50 мл. Точність $\pm 5\%$. Вибірковість аналізу: іони заліза знижують точність визначення при вмісті $Fe^{3+} > 2$ мг/50 мл; впливають на точність аналізу також органічні кислоти і гумусові речовини.

Хід аналізу

1. Випробуваний розчин нейтралізують по індикатору динітрофенолу. Для цього в колбу до розчину додають три краплі насиченого розчину β -динітрофенолу. Якщо розчин забарвлюється в



жовтий колір, то додають із крапельниці по краплях 10 %-ний розчин сірчаної кислоти H_2SO_4 до зникнення забарвлення; якщо випробуваний розчин при додаванні динітрофенолу зберігає безбарвне забарвлення, то додають по краплях із крапельниці 10 %-ний розчин водного аміаку NH_4OH до появи жовтого забарвлення, що зникає при додаванні 10 %-ного розчину кислоти.

2. Після нейтралізації розчину в колбу додають з бюретки 2 мл сульфатмолібденового амонію (комплексоутворювача) і доводять об'єм розчину дистильованою водою майже до мітки.

3. Вміст колби перемішують, перевертаючи колбу кілька разів, попередньо закривши колбу пробкою. У колбу додають три краплі відновлювача — 2,5 %-ного розчину хлорного олова, доводять подого до мітки і повторно перемішують.

4. Через п'ять-сім хвилин зафарбовані розчини проглядають на фотоелектроколориметрі з червоним світлофільтром при довжині хвилі 670 нм або спектрофотометрі при 930 нм. Товщина кювети d дорівнює 20 мм.

Показання приладу записують у лабораторний журнал.

Перегляд зафарбованих розчинів, проводять через 15-20 хв. Пізніше забарвлення молібденової сині міняється, що приводить до помилок результатів аналізу.

Вміст фосфору у випробуваних розчинах визначають за графіком.

Калібрований графік будують по шкалі стандартних розчинів. Для приготування шкали стандартних розчинів готують міцний розчин фосфату (розчин А і робочий розчин фосфату (розчин Б).

Розчин А. На аналітичній вазі зважують наважку 0,1917 г хімічно чистої солі однозаміщеного фосфату калію KH_2PO_4 попередньо перекристалізованого. Наважку розчиняють дистильованою водою а мірній колбі ємкістю 1 л і об'єм розчину доводять дистильованою водою до мітки. В 1 мл отриманого розчину повинно утримуватися 0,1 мг фосфору.

Розчин Б: 20 мл приготовленого розчину А розбавляють дистильованою водою в колбі на 1 л і об'єм розчину доводять дистильованою водою до мітки. В 1 мл цього розчину повинно утримуватися 0,002 мг P_{2O_5} .

Для приготування шкали стандартних розчинів беруть шість мірних колб (по 50 мл) і нумерують їх по порядку. У колби помішають розчин Б, як це зазначено в табл. 6. У кожну колбу додають по 10 мл розчину, яким вилучається фосфор із фунту, розбавляють дистильованою водою до об'єму 40 і забарвлюють у блакитний колір у такій же послідовності, як і випробувані. Через 5-7 хв стандартні розчини проглядають на колориметрі.



Шкала стандартних розчинів для побудови калібровочного графіка
(готують у дворазовій повторності)

№ колби	Об'єм робочого розчину Б	Вміст P ₂ O ₅ мг/мл	Покази приладу		
			1	2	Середні
1	0,0	0,0			
2	2,5	0,0001			
3	5,0	0,0002			
4	10,0	0,0004			
5	15,0	0,0006			
6	20,0	0,0008			

Вміст валового P₂O₅ у мг на 100 г ґрунту розраховують за формулою:

$$X = (a \cdot c \cdot 100 \cdot K_f) / (H \cdot c_1),$$

де X — кількість P₂O₅ на 100 г ґрунту, мг;
а — кількість P₂O₅, встановлене за графіком, мг/мл;
с — об'єм мірної колби, у яку перенесли наважку ґрунту, мл;
с₁ — об'єм мірної колби, з якої був взятий розчин для колориметризуваншт мл;
Н — наважка ґрунту, г;
100 — коефіцієнт перерахунку на 100 г ґрунту;
K_f — коефіцієнт гігроскопічності.

Визначення вмісту рухомих форм фосфору і калію в ґрунті методом Кірсанова

(метод прийнятий стандартним для підзолистих і опідзолених ґрунтів)

Принцип методу. Метод ґрунтується на вилученні з ґрунту рухомих сполук фосфору і калію 0,2 н розчином НСІ (рН<1). Співвідношення ґрунт:розчин - 1:5, температура - 18-20° С, збовтування суспензії — 1 хвилина, настоювання ґрунту в розчині - 15 хвилин.

Фосфор визначають фотоколориметрично за інтенсивністю забарвлення молібденової сині, а калій - на полум'яному фотометрі.

Хід аналізу

1. На технохімічній вазі зважують 10 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного через сито з отворами діаметром 2 мм.

2. Наважку поміщають у плоскодонну колбу ємкістю 100 мл і додають мірним циліндром 50 мл 0,2 н розчину НСІ.

3. Вміст колби збовтують протягом 1 хвилини і настоюють 15 хвилин.



Після настоювання ґрунтового суспензії короткочасно збовтують від руки і фільтрують через складчастий фільтр (синю стрічку) у колбу ємністю 100-150 мл. При фільтруванні необхідно намагатися якнайбільше ґрунту перенести на фільтр. Перші, мутні порції фільтрату (10-20 мл), як правило, відкидають.

4. З прозорого фільтрату відбирають піпеткою 2 мл витяжки і поміщають у мірну колбу ємністю 50 мл.

5. У колбу додають 30 мл дистильованої води і нейтралізують по β-динітрофенолу.

Фосфор у випробуваному розчині визначають по методу Деніже, варіант Труога-Мейера (метод описаний вище).

Шкалу стандартних розчинів готують з додаванням у кожен колбу по 2 мл 0,2 н НСІ з наступною нейтралізацією зразкових розчинів по β-динітрофенолу. Отриманий результат порівнюють для оцінки рівня вмісту в ґрунті рухомих форм фосфору і калію зі шкалою групування ґрунтів для методу Кірсанова (табл.).

Групування ґрунтів за вмістом фосфору і калію для методу Кірсанова

Забезпеченість ґрунту	Вміст рухомих сполук фосфору і калію, мг/100 г ґрунту	
	P ₂ O ₅	K ₂ O
Дуже низька	Менше 3	Менше 4
Низька	3-8	4-8
Середня	8-15	8-12
Підвищена	15-20	12-16
Висока	20-30	16-24
Дуже висока	Більше 30	Більше 24

Висновки по отриманих результатах.

Контрольні запитання:

1. Принцип методу Кірсанова по визначенню рухомих форм фосфору і калію в ґрунті.

2. Методика визначення рухомих форм фосфору і калію в ґрунті по методу Кірсанова.

3. Групування ґрунтів по вмісту фосфору і калію для методу Кірсанова

4. Яка роль рухомих форм калію і фосфору в живленні рослин ?



Лабораторна робота № 6 Визначення вмісту рухомих форм фосфору і калію в ґрунті методом Чірікова

(метод прийнятий стандартним для некарбонатних чорноземів)

Принцип методу. Метод ґрунтується на вилученні фосфору і калію і ґрунту 0,5 н розчином оцтової кислоти (рН 2,5) при співвідношенні ґрунт:розчин = 1:25 і температурі 18-20°C з подальшим визначенням вмісту фосфору в розчині методом Деніже, варіант Труога-Мейера, на фотоелектроколориметрі а рухомого калію — на полум'яному фотометрі.

Хід аналізу

1. На технохімічній вазі зважують 4 г повітряно-сухого ґрунту, розмеленого і просіяного через сито з отворами діаметром 2 мм

2. Наважку ґрунту поміщають у плоскодонну колбу ємкістю 200-250 мл.

3. У колбу з ґрунтом доливають мірним циліндром 100 мл 0,5 н розчину оцтової кислоти і закривають пробкою.

4. Вміст колби збовтують на ротаторі протягом 1 години і відстоюють 18-20 годин (можна збовтувати протягом 2 годин без наступного відстоювання).

5. Скаламучену суміш ґрунту і розчину фільтрують через щільний фільтр «синю стрічку» у конічну колбу ємкістю 200-250 мл (якщо ґрунт відстоювався, то при фільтруванні з вмісту колби необхідно якнайбільше ґрунту перенести на фільтр для замулювання його пор). Перші порції мутного фільтрату (30-40 мл) необхідно відкинути. Фільтрат повинен бути прозорим.

6. З отриманого фільтрату відбирають за допомогою піпетки 5-10 мл досліджуваного розчину і помішують у мірну колбу ємкістю 50 мл.

7. У мірній колбі фільтрат розбавляють дистильованою водою приблизно до 40 мл і визначають фосфор по методу Деніже, варіант Труога-Мейера (метод описаний вище).

Шкалу стандартних розчинів готують на 0,5 н розчині CH_3COOH (хід приготування шкали і принцип побудови графіка викладені вище).

Після визначення вмісту P_2O_5 у мг/мл за графіком розраховують вміст рухомого фосфору на 100 г ґрунту.

У фільтраті, що залишився, після визначення фосфору визначають вміст рухомого калію на полум'яному фотометрі.

Шкалу стандартних розчинів для калію готують на 0,5 н розчині оцтової кислоти.



Клас	Забезпеченість	Вміст рухомих сполук фосфору і калію, мг/100 г ґрунту	
		P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Дуже низька	Менше 2	Менше 4
2	Низька	2-5	4-9
3	Середня	5-10	9- 14-
4	Підвищена	10-15	14-19 1
5	Висока	15-20	19-24
6	Дуже висока	Більше 20	Більше 24

Висновки по отриманих результатах.

Контрольні запитання:

1. Принцип методу Чірікова по визначенню рухомих сполук фосфору і калію в ґрунті.

2. Методика визначення рухомих сполук фосфору і калію в ґрунті по методу Чірікова

3. Що заважає використовувати метод Чірікова для визначеній рухомих сполук фосфору і калію в карбонатних ґрунтах ?

4. Чи має недоліки метод Чірікова по визначенню рухомих сполук фосфору і калію в ґрунті і які?

7 Які хімічні реакції покладено в основу методу Чірікова по визначенню рухомих сполук фосфору і калію в ґрунті ?

Лабораторна робота №7

Визначення вмісту рухомих форм фосфору і калію в ґрунті методом Мачігіна

(метод прийнятий стандартним для карбонатних чорноземів, сіроземів, каштанових, бурих і коричневих ґрунтів)

Принцип методу. Метод ґрунтується на вилученні рухомих сполук фосфору і калію з ґрунту 1 % розчином вуглекислого амонію (рН 9,0) при співвідношенні ґрунт-розчин 1:20 і температурі 25±2°C. Збовтування ґрунтової суспензії - 5 хвилин, настоювання ґрунту в розчині - 20 годин.

Перед визначенням фосфору забарвлену ґрунтову витяжку знебарвлюють активованим вугіллям. Фосфор визначають колориметрично по інтенсивності забарвлення молібденової сині, а калій — на полум'яному фотометрі.



Хід аналізу

1. На технохімічній вазі зважують 5 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного через сито з отворами діаметром 2 мм.

2. Наважку ґрунту помішують у плоскодонну колбу ємкістю 200 мл і додають мірним циліндром 100 мл 1 % розчину вуглекислого амонію.

3. Вміст колби збовтують протягом 5 хв і відстоюють 20 годин при температурі $25 \pm 2^\circ\text{C}$ (бажано в термостаті).

4. Після відстоювання суспензію короткочасно збовтують від руки і фільтрують у колбу ємкістю 200 мл через складчастий фільтр (синю стрічку) діаметром 12-15 см. При фільтруванні необхідно намагатися якнайбільше ґрунту перенести на фільтр. Перші порції фільтрату (30-40 мл), як правило, мутні, відкидають.

5. Якщо фільтрат забарвлений, то його знебарвлюють активованим вугіллям. Для цього відбирають 30-40 мл фільтрату і помішують у плоскодонну колбу ємкістю 100 мл, додають 0,1-0,3 г активованого вугілля (за допомогою мірки), перемішують і відстоюють 10-20 хвилин. Якщо розчин не знебарвлюється, повторно додають вугілля, фільтрують.

6. З прозорого фільтрату відбирають 10 мл витяжки і поміщають у мірну колбу ємкістю 50 мл. Розчин нейтралізують по динітрофенолу.

7. До досліджуваного розчину додають дистильованої води до загального об'єму 40 мл.

Фосфор у досліджуваному розчині визначають методом Деніже, варіант Труога-Мейєра (метод описаний вище). Шкалу стандартних розчинів готують з додаванням по 10 мл 1 % вуглекислого амонію у кожену колбу. Після визначення фосфору в ґрунтовій витяжці, що залишилася, визначають калій на полум'яному фотометрі. Шкалу зразкових розчинів для калію готують на 1 %-ному розчині вуглекислого амонію.

Отриманий результат порівнюють зі шкалою групування ґрунтів по вмісту рухомих форм фосфору і калію для методу Мачигіна.

Групування ґрунтів за вмістом фосфору і калію для методу Мачигіна

Забезпеченість ґрунту	Вміст рухомих сполук фосфору і калію), мг/100 г ґрунту	
	P ₂ O ₅	K ₂ O
Дуже низька	Менше 1,0	Менше 5
Низька	1,0-1,5	5-10
Середня	1,5-3,0	10- 15
Підвищена	3,0 - 4,5	15-20
Висока	4,5 - 6,0	20-30
Дуже висока	Більше 6-0	Більше 30



Контрольні запитання:

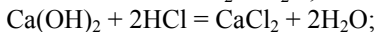
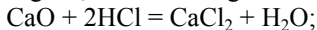
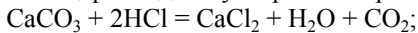
1. Принцип методу Мачигіна по визначенню вмісту рухомих форм фосфору і калію в ґрунті.
2. Методика визначення вмісту рухомих форм фосфору і калію в ґрунті по методу Мачигіна.
3. Групування ґрунтів за вмістом фосфору і калію для метода Мачигіна.
4. Який фізико-хімічний прийом дозволяє використовувати метод Мачигіна для визначення вмісту рухомих форм фосфору і калію в карбонатному ґрунті?

Лабораторна робота 8 **Визначення нейтралізуючої здатності вапнякових добрив**

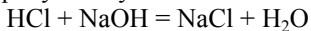
Значення аналізу. Вапняні добрива застосовують для нейтралізації кислотності ґрунту. Нейтралізуючу здатність мають карбонати кальцію, магнію, а також оксиди та гідроксиди, що входять до складу вапняних добрив. Крім того до їх складу входять й інші речовини, які не мають нейтралізуючих властивостей. Це – зайва волога та механічні домішки, що знижують якість вапняних добрив.

Тому для оцінки якості і розрахунків норм внесення вапняних добрив необхідно знати їх нейтралізуючу здатність.

Принцип методу. Вапняні добрива при нагріванні обробляють титрованою хлоридною кислотою, яка взаємодіючи з карбонатами, оксидами і гідроксидами утворює нейтральні солі кальцію і магнію:



Лишок хлоридної кислоти, що не взяла участь в реакції, відтитровують лугом:



За кількістю соляної кислоти, що прореагувала з вапняним добривом обчислюють його нейтралізуючу здатність в перерахунку на карбонат кальцію у відсотках.

Реактиви і обладнання: 1,0 н розчини HCl і NaOH; фенолрот (фенолфталеїн); дистильована вода; вапняні добрива, ваги аналітичні, конічні колби на 100 і 250 мл; бюретка, лійки; фільтри; плитка електрична; водяна баня.



Хід роботи

1. Зважують 1 г вапняного добрива з похибкою 0,0002 г і переносять у колбу місткістю 250 мл. Добриво змочують 5-10 мл води і повільно приливають із бюретки 25 мл 1 н розчину HCl. Колбу закривають лійкою і повільно кип'ятять на піщаній бані до повного розкладання карбонатів кальцію і магнію. Потім гарячою водою ретельно змивають внутрішні стінки колби і доводять об'єм рідини в колбі до 100-120 мл. Додають 4-5 крапель фенолфталеїну і титрують розчин 1 н розчином NaOH до появи стійкого рожевого забарвлення.

2. Вміст суми карбонатів кальцію і магнію в добриві в перерахунку на CaCO₃, у відсотках, обчислюють за формулою

$$\text{CaCO}_3 = \frac{(a \cdot T_1 - b \cdot T_2) \cdot 0.05 \cdot 100}{m},$$

де a - кількість 1 н розчину HCl, взятого для розкладання карбонатів, мл; T_1 - поправка на титр 1 н. розчину HCl; b - кількість 1 н. розчину NaOH, витраченого на титрування залишку кислоти, мл; T_2 - поправка на титр 1 н. розчину NaOH; 0,05 - кількість CaCO₃, яка відповідає 1 мл 1 н. розчину HCl, г; 100 - для перерахунку результатів у відсотки, m - маса добрива, г.

Оптимальну норму вапнякового матеріалу, необхідного для вапнування кислих ґрунтів, встановлюють за величиною гідролітичної кислотності, кількості CaCO₃ основ у матеріалі з врахуванням чутливості культури на вапнування і гранулометричного складу ґрунту.

Повну норму вапна (CaCO₃), в тоннах на 1 га, визначають за формулою

$$\text{CaCO}_3 = H_2 \cdot 1,5,$$

де H_2 - величина гідролітичної кислотності, мг-екв на 100 г ґрунту; 1,5 - кількість вапна, необхідного для нейтралізації 1 мг-екв гідролітичної кислотності, т/га.

Точніше повну норму CaCO₃ (H), в тонах на 1 га, обчислюють з урахуванням глибини оранки і об'ємної маси ґрунту за формулою

$$H = \frac{0.5 \cdot H_r \cdot S \cdot h \cdot d}{1000},$$

де 0,5 - кількість CaCO₃, необхідного для нейтралізації мг-екв гідролітичної кислотності 1 кг ґрунту, г; H_r - гідролітична кислотність, мг-екв на 100 г ґрунту; S - площа 1 га, м²; 1000 - коефіцієнт для перерахунку в тонни.



Приклад. Гідролітична кислотність становить 3 мг-екв/100 г ґрунту, глибина оранки 0,25 м, щільність 1,35:

$$H=0,5 \cdot 3 \cdot 1000 \cdot 0,25 \cdot 1,35 / 1000 = 5,06 \text{ т/га CaCO}_3$$

Контрольні запитання:

1. В чому полягає принцип методу визначення нейтралізуючої здатності вапнякових добрив?
2. Для чого проводиться визначення нейтралізуючої здатності вапнякових добрив?
3. За якими показниками встановлюють оптимальну норму вапнякових добрив?

Лабораторна робота 9

Визначення рухомих форм заліза за допомогою роданіда калію (або амонію) в торфі

Суть методу полягає у вилученні рухомих сполук дво- та трьохвалентного заліза з торфу та торф'яної продукції розчином соляної кислоти концентрацією 0,2 моль/мл з наступним визначенням у витяжці заліза на фотоелектроколометрі за допомогою роданіда калію (амонію).

Реактиви і обладнання: сірчана кислота, 0,2 н HCl концентрації 0,2 моль/мл, калій роданістий 10 %, HNO₃ – конц., калій марганцевокислий 0,3%, сіль Мора, *основний зразковий розчин А солі Мора* (наважку 0,7022 ± 0,0002 г солі Мора розчинити в 500 мл води в мірній колбі на 1000 мл, прилити 1 мл концентрованої сірчаної кислоти та перевести закисну форму заліза в окисну додаванням розчину марганцевокислого калію (до слабо – рожевого забарвлення від додавання однієї краплини), далі долити дистильованою водою до мітки. Розчин містить 0,1 мг заліза в 1 мл (або 0,143 мг Fe₂O₃); *робочий зразковий розчин Б солі Мора* (з основного зразкового розчину А відібрати 100 мл та розвести дистильованою водою в мірній колбі на 1000 мл. В 1 мл розчину міститься 0,01 мг заліза); ваги аналітичні; ФЕК; ротатор; мірні колби на 1000 мл*2, 100 мл*12; колби конічні на 500 мл; мірний циліндр на 250 мл; бюретка; градуйована піпетка*5, фільтр; лійка;

Хід роботи

1. Наважку масою (5,00±0,01) г торфу переносять в колбу на 500 мл, приливають 250 мл розчину 0,2 н HCl, перемішують та настоюють 18 – 20 год або перемішують 1 год на ротаторі. Суспензію відфільтровують через беззолний фільтр, відбирають 1 – 5 мл фільтрату, переносять в мірну колбу на 100 мл, додають 5 мл азотної кислоти, перемішують та по краплинам додають розчин 0,3 % марганцевокислого калію до утворення слабо – рожевого забарвлення. Далі розчин розводять дистильованою водою до 80 – 90 мл, додають 5 мл роданистого калію, доливають



дистильованою водою до мітки, перемішують та визначають оптичну густину на ФЕК з синім світлофільтром при довжині хвилі 400 – 440 нм в кюветах товщиною 10 – 20 мл, використовуючи в якості еталона порівняння кювету з контрольним розчином.

2. Для побудови калібрувального графіка в мірні колби на 100 мл приливають 1; 2; 4; 8; 16; 24 та 32 мл робочого розчину Б, доливають дистильованою водою до 80 мл, приливають по 5 мл азотної кислоти та 5 мл роданистого калію, доводять дистильованою водою до мітки, перемішують. Еталонні розчини містять – 0,01; 0,02; 0,04; 0,08; 0,16; 0,24 та 0,32 мг заліза в 100 мл, відповідно. Колориметрування проводять (див. п.1) після перемішування та закінчують на протязі через 15 – 30 хв. При отриманні інтенсивного забарвлення досліджуваного розчину визначення заліза необхідно повторити, але попередньо розвести його у 2 – 5 раз (див. л.р.9, п.5).

3. Масу рухомих форм заліза в перерахунку на оксид заліза в мг на 100 г торфу при натуральній вологості визначають за формулою

$$X = \frac{m \cdot 250 \cdot K \cdot 1,43 \cdot 100}{V \cdot m_1},$$

де m – кількість заліза знайдена за калібрувальним графіком, мл; 250 – об'єм розчину соляної кислоти (0,2 н), що приливається до досліджуваної наважки, мг; K – поправка на розведення; 1,43 – коефіцієнт переводу вмісту Fe в Fe_2O_3 ; V – об'єм витяжки, взятий для визначення, мл; m_1 – маса наважки торфу, г.

Масу рухомих форм заліза в перерахунку на суху речовину визначають за формулою

$$X_1 = \frac{X - 100}{100 - W},$$

де W – масова частка води в торфі, %.

Контрольні запитання:

1. В чому полягає суть методу визначення рухомих форм заліза в торфі.
2. Як вилучають з торфу рухомі форми заліза?
3. Як проводиться калібрування ФЕК перед проведенням визначень?

Лабораторна робота 10

Визначення вмісту сполук фосфору в мінеральних добривах

Вміст фосфору в фосфорних добривах визначають у два етапи:

1. вилучення сполук фосфору з добрив;
2. кількісне визначення фосфору у витяжках.



Таблиця 2 - Методи вилучення сполук фосфору

Форма фосфору	Метод вилучення
Загальний фосфор	Розчином соляної (азотної) кислоти
	Сумішшю соляної та азотної кислот
Засвоюваний фосфор	Реактивом Петермана
	Розчином лимонної кислоти
	Розчином Трилону - Б
	Розчином соляної кислоти
Розчином мурашиної кислоти	
Водорозчинні сполуки фосфору і вільної фосфорної кислоти	Водою

А. Вилучення загального фосфору

Суть методу полягає у розчиненні сполук фосфору концентрованими розчинами соляної або азотної кислоти при нагріванні.

Реактиви і обладнання: 20 - % розчин соляної кислоти або розбавлена розчин азотної кислоти (1:2); колба конічна на 300 мл, мірна колба на 250 мл, мірний циліндр на 50 мл, лійка, плитка, скляна паличка.

Хід роботи

1. 2-2,5 г добрива, зважують з похибкою 0,001 г, кількісно переносять у конічну колбу місткістю 300 мл, змочують 5-10 мл води, доливають 50 мл 20%-го розчину соляної або розбавленої азотної кислоти (1:2). У колбу вставляють лійку, яка відіграє роль зворотного холодильника, і нагрівають спочатку повільно, а потім доводять до кипіння і помірно кип'ятять 30 хв, помішуючи періодично скляною паличкою.

2. Після кип'ятіння розчин розбавляють водою в два рази і кількісно переносять разом з осадом у мірну колбу місткістю 250 мл, змиваючи осад зі стінок склянки водою.

3. Після охолодження до кімнатної температури об'єм розчину доводять водою до риски, перемішують, фільтрують, відкидаючи перші порції фільтрату. В отриманому розчині визначають вміст фосфору.

Б. Вилучення засвоюваних сполук фосфору розчином лимонної кислоти

Суть методу ґрунтується на вилученні лимонно-розчинних сполук фосфору з добрив лимонною кислотою.

Реактиви і обладнання: 2%-й розчин лимонної кислоти, мірна колба на 250 мл, мірний циліндр на 25 мл, 200 мл, лійка, фільтр, фарфорова ступка, ротатор.



Хід роботи

1. 1 г добрива (якщо вміст P_2O_5 більший ніж 25 %) або 2 г добрива (якщо вміст P_2O_5 менший ніж 25 %), зваженого з похибкою 0,001 г, кількісно переносять у фарфорову ступку, розтирають товкачиком до порошкоподібного стану, наливають 25 мл 2%-го розчину лимонної кислоти і знову розтирають.

2. Рідину, декантуючи, переносять у мірну колбу місткістю 250 мл. Осад у ступці розтирають з 25 мл 2 %-го розчину лимонної кислоти ще двічі. Після цього осад кількісно переносять у колбу за допомогою лимонної кислоти. Всього треба 200 мл 2 %-го розчину лимонної кислоти. Лимонна кислота не повинна нейтралізуватися кальцієм добрив. У разі нейтралізації лимонної кислоти кальцієм добрив її приливають додатково певну кількість.

3. Колбу закривають пробкою і збовтують протягом 30 хв. Об'єм доводять водою до 250 мл, перемішують і фільтрують, відкидаючи перші порції фільтрату. У фільтраті визначають вміст засвоюваних сполук фосфору.

Вилучення засвоюваних сполук фосфору розчином сірчаної кислоти

Суть методу ґрунтується на вилученні сполук фосфору 0,05 н. розчином сірчаної кислоти з добрив.

Реактиви і обладнання: 0,05 н. розчин сірчаної кислоти, мірна колба на 250 мл, мірний циліндр на 100 мл, ротатор.

Хід роботи

1. 1 г добрива (якщо вміст P_2O_5 більший ніж 25 %) або 2,5 г (якщо вміст P_2O_5 менший ніж 25 %), зваженого з похибкою 0,001 г, кількісно переносять у мірну колбу місткістю 250 мл і наливають 100 мл 0,05 н. розчину H_2SO_4 .

2. Колбу закривають пробкою і збовтують на механічній мішалці 30 хв. Доводять об'єм водою до риски, перемішують, фільтрують відкидаючи перші порції фільтрату. У фільтраті визначають вміст засвоюваних сполук фосфору.

В. Вилучення водорозчинних сполук фосфору і вільної фосфорної кислоти

Суть методу ґрунтується на вилученні водою водорозчинних сполук фосфору і вільної фосфорної кислоти з фосфорних добрив.

Реактиви і обладнання: мірна колба на 500 мл, мірний циліндр на 200 мл, лійка, фільтр, ротатор.

Хід роботи

4-5 г добрива, зваженого з похибкою 0,001 г, переносять кількісно в мірну колбу місткістю 500 мл, приливають 400 мл води, збовтують



протягом 30 хв. Об'єм розчину доводять водою до риски, перемішують, фільтрують, відкидаючи перші порції фільтрату. У фільтраті визначають вміст водорозчинних фосфатів і вільної фосфорної кислоти.

Після отримання витяжки кількісно фосфор визначають ваговим, магnezіальним, диференційним фотометричним, титриметричним хіноліномолібденовим, титруванням з використанням хлористого магнію, коли масова частка фосфору в добривах від 3 до 55 %. У добривах, де масова частка фосфору від 0,2 до 8,0 %, фосфор визначається об'ємним (визначення вільної кислоти) та ваговим хіноліномолібденовим методами. Всі методи, як вилучення, так і кількісного визначення регламентуються ГОСТом 20851.1 - 75 - ГОСТом 20851.4 - 75.

Г. Гравіметричний (магnezіальний) метод визначення вмісту фосфору

Метод застосовують для визначення водорозчинних, засвоюваних сполук і загального вмісту фосфору у витяжках.

Суть методу. Фосфор осаджують лужною магnezіальною сумішшю у вигляді фосфату магнію-амонію. Для того щоб в лужному середовищі не осаджувалися гідроксиди заліза, алюмінію, в розчин приливають цитратну суміш.

Осад фосфату магнію-амонію промивають і прожарюють. При прожарюванні утворюється пірофосфат магнію.

За масою пірофосфату магнію, який утворюється, визначають вміст P_2O_5 у добриві; $Mg_2P_2O_7$ містить 63,79 % P_2O_5 .

Реактиви і обладнання: магnezіальна лужна суміш (70 г NH_4C і 55 г $MgCl_2$ розчиняють у 200-250 мл 10%-го водного розчину аміаку, доводять водою до риски в колбі місткістю 1 л, перемішують, залишають стояти на добу і фільтрують); розчин цитрату амонію (500 г лимонної кислоти обережно розчиняють у 600 мл 25 %-го водного розчину аміаку. Розчин має бути нейтральним. Після розчинення й охолодження розчин переносять у мірну колбу місткістю 1 л, доводять водою до риски, перемішують і фільтрують); 20%-й розчин соляної кислоти; 25%-й, 10%-й, 2,5%-й розчини аміаку; концентрована азотна кислота, фенолфталеїн, муфельна піч; фарфоровий тигль, стакан на 250 мл, мірний циліндр на 250 мл, піпетка градуйована, бюретка, ротатор, лійка, фільтр (синя стрічка).

Хід роботи

1. При визначенні водорозчинних і засвоюваних сполук фосфору, вилучених розчином Петермана, лимонної і сірчаної кислот, розчином трилону Б, 25 - 50мл розчину переносять у стакан місткістю 250 мл, доливають 20 мл 20 % розчину HCl і кип'ятять 15-20 хв, щоб запобігти ретроградації.

2. Розчини, які містять загальний фосфор, не кип'ятять, їх



розбавляють водою приблизно до 50 мл, приливають 10 мл розчину цитрату амонію, додавають 1-2 краплі фенолфталеїну і нейтралізують 10%-м розчином аміаку до появи рожевого забарвлення. При помішуванні розчину скляною паличкою з гумовим наконечником повільно приливають 35 мл лужної магнезійної суміші і через 10-15 хв додають 20 мл 25 %-го розчину аміаку.

Одночасно проводять контрольний дослід в аналогічних умовах, але без досліджуваного добрива.

3. Розчини перемішують протягом 30 хв, потім залишають відстоюватися 30-40 хв, фільтрують крізь складчастий безвольний фільтр ("синя стрічка") діаметром 9-11 см. Замість того, щоб перемішувати розчин, його можна залишити відстоюватися протягом 4 год, але не більш як 18 год.

4. За допомогою скляної палички і 2,5 %-го розчину аміаку відокремлюють кристали осаду, які прилипли до склянки, і кількісно переносять на фільтр. Осад на фільтрі 3-4 рази промивають 2,5 %-м розчином аміаку. Загальна кількість промивних вод має становити 100-125 мл

5. Фільтр з осадом трохи підсушують і переносять у прожарений до сталої маси фарфоровий тигель. Потім озолують, спочатку на електричній плитці, а потім у муфельній печі. Прожарюють тигель з осадом у муфельній печі до сталої маси при 1000-1050°C. Якщо осад має темний колір, то в тигель додають 2-4 краплі концентрованої HNO_3 , підсушують і знову прожарюють до сталої маси. Після охолодження тигля в ексікаторі його зважують на аналітичних терезах.

Вміст фосфору в добриві для перерахунку на P_2O_5 , в відсотках, обчислюють за формулою

$$\text{P}_2\text{O}_5 = \frac{(m - m_1) \cdot V \cdot 0,638 \cdot 100}{V_1 \cdot m_2},$$

де m - маса осаду досліджуваної проби, г; m_1 - маса осаду контрольної проби, г; m_2 - маса наважки добрива, г; V - загальний об'єм розчину, мл; V_1 - об'єм досліджуваного розчину, мл; 0,638 - коефіцієнт для перерахунку $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ на P_2O_5 .

Контрольні питання:

1. Наведіть методи вилучення загального фосфору з добрив?
2. Наведіть методи вилучення водорозчинного фосфору з добрив?
3. Наведіть методи вилучення засвоюваного фосфору з добрив?
4. В чому полягає принцип магнезійного методу визначення вмісту фосфору в добривах?
5. В чому полягає суть методу визначення засвоюваного фосфору в добривах?



Лабораторна робота 11 Визначення кислотності торфу

А. Визначення обмінної кислотності торфу.

Значення аналізу. Обмінну кислотність торфу визначають з метою правильного його використання. Так, верховий, слабзорозкладений, що має кислу реакцію, доцільно використовувати на підстилку тваринам; низинний, добре розкладений торф, з реакцією близькою до нейтральної, широко використовують для виготовлення компостів та безпосередньо як органічне добриво.

Принцип методу. Наважку торфу обробляють 1 М розчином КСІ і в одержаній суспензії визначають показник рН.

Реактиви та обладнання. 1 М розчин КСІ; толуол; буферні розчини з рН 1,68, 4,01, 6,86, 9,18; терези ВТК-500; універсальний іономір; конічні колби на 500 мл; стаканчики на 50 мл, мірні циліндри; папір для зважування; фільтрувальний папір; ротатор.

Хід роботи

1. Із ретельно перемішаної лабораторної проби відважити 4 г повітряно-сухого торфу і перенести в конічну колбу на 500 мл. Долити в колбу 100 мл 1М розчину КСІ, кілька крапель толуолу і збовтувати на ротаторі 30 хв.

2. Одержану суспензію відстояти протягом 10 хв.

3. Перенести суспензію в лабораторний стаканчик і за допомогою універсального іономіра визначити показник рН.

4.

Б. Визначення гідролітичної кислотності торфу.

Принцип методу базується на обробці торфу 1,0 М CH_3COONa з рН 8,2, що є гідролітично – лужною сіллю.

Реактиви і обладнання: 1,0 М CH_3COONa з рН 8,2; 0,1 М розчин NaOH ; фенолфталеїн; універсальний іономір, колби на 500 та 250 мл; піпетка на 50 мл, мірні циліндри; лійки; ротатор.

Хід роботи

1. Відважують 1,5 г перетертого і просіяного через сито з отворами в 1 мм повітряно-сухого торфу, переносять в конічну колбу на 1 л.

2. Доливають в колбу 450 мл 1,0 М розчину CH_3COONa і перемішують на ротаторі 1 годину.

3. Після перемішування розчин відфільтровують в конічну колбу на 500 мл, відкидаючи перші каламутні порції фільтрату.

4. У конічну колбу на 150-200 мл приливають 50 мл фільтрату, додають 2-3 краплі фенолфталеїну і відтитровують 0,1 М розчином NaOH до блідо-рожевого кольору.

5. Одночасно відтитровують 0,1 М розчином NaOH 50 мл вихідного розчину ацетату натрію — CH_3COONa .



6. Проводять обчислення гідролітичної кислотності за формулою

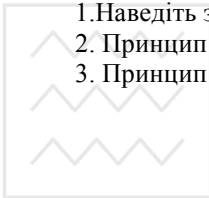
$$H_r = \frac{(a - b) \cdot T \cdot 6000}{100},$$

де H_r — гідролітична кислотність торфу, смоль на 1 кг торфу; a — кількість луку, витраченого на титрування 50 мл торфу, мл; b — кількість луку, витраченого на титрування 50 мл ацетату натрію, мл; T — поправка до титру луку; 6000 — коефіцієнт для розрахунку на 1 кг торфу (450 мл CH_3COONa відповідають 1,5 г торфу, а 50 мл фільтрату - 0,167 г торфу. Звідси, $1000 : 0,167 = 6000$); 100 — для переведення 0,1 М розчину NaOH у смоль (1 мл 0,1 М розчину NaOH відповідає 0,01 смоль).

Приклад розрахунків. На титрування 50 мл фільтрату витрачено 17 мл 0,1М розчину NaOH, при титруванні вихідного розчину ацетату натрію витрачено 15,7 мл NaOH з поправкою до титру 0,96, тоді $H_r = 74,9$ смоль/кг

Контрольні питання:

1. Наведіть значення аналізу визначення кислотності торфу.
2. Принцип методу визначення обмінної кислотності торфу.
3. Принцип методу визначення гідролітичної кислотності торфу.





Рекомендована література

1. Городній М. М. Агрохімія: Підручник / М. М. Городній та ін.-К.: ТОВ "Алефа", 2003. – 778 с.
2. Шевчук М. Й. Агрохімія: Підручник / Шевчук М. Й., Веремєєнко С. І., Лопушняк В. І. (в двох частинах) – Луцьк.: „Надстиря”, 2013. -632 с.
3. Городній М. М. та ін. Агрохімія. / М. М. Городній та ін. – К.: Вища школа. – 1995. – 525 с.
4. Карасюк І. М. та ін. Агрохімія. / І. М. Карасюк – К: Вища школа. – 1995. – 470 с.
- 5.Смирнов П. М., Муравин Є. А. Агрохімія. / П. М. Смирнов, Є. А. Муравин. М.: Агропромиздат. – 1967. –583 с.
6. Радов А. С., Пустовой И. В., Корольков А. В. Практикум по агрохімії. / А. С. Радов, И. В. Пустовой, А. В. Корольков. – М.: Колос. – 1978. – 350 с.
7. Власюк П. А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений. / П. А. Власюк. – К.: Наукова думка. – 1969. – 515 с.

