

Методичний посібник
з аналізу забруднень оточуючого
середовища на тему:
“Аналіз ґрунтів”

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИКАРПАТСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім.В.СТЕФАНИКА

Кафедра хімії

Методичний посібник
з аналізу забруднень оточуючого середовища
на тему: “Аналіз ґрунтів”

Верста О.М.

ІВАНО-ФРАНКІВСЬК
2000

Вступ

Для підвищення врожайності сільськогосподарських культур застосовують передову агротехніку, систематично вносять мінеральні і органічні добрива, вапнують підзолисті ґрунти, гіпсують солончаки. Проте цих заходів не можна застосовувати доти, поки не буде вивчено ґрунтових особливостей окремих полів, бо замість користі вони можуть завдати шкоду.

Запаси поживних речовин для рослин у ґрунтах різних полів можуть бути різні. Так, в одні ґрунти треба внести більше якихось мінеральних або органічних добрив, а в інші мінеральні добрива не треба вносити зовсім. Отже, перш ніж застосовувати добрива, необхідно вивчити ґрунти, провести певні дослідження речовин, які потрібні для рослин.

В даному посібнику розглянуто методи аналізу ґрунтів, які дадуть можливість визначити забезпеченість рослин різними поживними речовинами. Викладено теоретичні основи хімічних методів аналізу ґрунтів; описуються основні прилади і реактиви.

Даний посібник має на меті ознайомити студентів з теоретичними основами і технікою проведення хімічного аналізу ґрунтів.

Взяття проб ґрунтів у полі

Середня проба повинна відбивати дійсний середній склад ґрунтів, а тому її беруть з багатьох місць поля невеличкими порціями і зсипають в одну купу. Середню пробу беруть з однотипних ділянок як щодо використання під однакові сільськогосподарські культури, так і щодо однотипності внесення добрив.

Пробу беруть на глибині орного шару землі, коли ґрунт вже підсох, не мажеться і не прилипає до лопати.

Місце взяття проб вибирають залежно від форми поля. Якщо поле вузьке, але довге, проби беруть з п'яти-десяти місць посередині поля на однаковій відстані одну від однієї. Якщо поле має форму квадрата, то проби краще брати в шаховому порядку. Якщо поле дуже велике, то проби слід брати по одній або по двох діагоналях. Не можна брати проб біля шлях, різних будівель. Вибравши місце для взяття проби, спочатку зчищають лопаткою верхній шар дерну на 1-2см. Потім лопаткою вирізають прямокутний шар ґрунту на всю глибину орного шару, стежачи, щоб у кожний зразок потрапила певна кількість ґрунту верхнього і нижнього горизонтів орного шару, пропорційально до їх співвідношень залягання. Взятую пробу висипають на чистий дикт або на мішковину, старанно перемішують із цього зразка склянкою беруть невелику кількість ґрунту для середнього зразка, стежачи за тим, щоб у середню пробу потрапила однакова кількість ґрунту з кожної наміченої точки поля. Середня проба повинна бути не менше 1 кг ґрунту. Її пересипають у пронумерований чистий мішечок, куди кладуть етикетку з паперу, на якій простим олівцем написано: а) господарство; б) номер проби, дата взяття; в) номер поля; г) тип ґрунту, глибина взяття зразка; д) ділянка; е) прізвище того, хто брав пробу.

Такий самий запис роблять у зошиті, куди заносять ще й номер мішечка, і копію вкладеної в нього етикетки. Тут же, у зошиті, пишуть польову характеристику ґрунту.

Механічний склад ґрунту, глибину гумосного горизонту та закипання від кислоти найкраще встановлювати зразу на полі під час взяття проб.

Взяту пробу доставляють у лабораторію і зразу ж підготовляють для аналізу. Для цього її висипають на чистий дикт або товстий папір і руками розминають ґрунт, що залежався в грудочки. Пінцетом відбирають корінці рослин та інші сторінні домішки. Далі добре перемішують, ще раз перетирають у фарфоровій ступці дерев'яним або гумовим товкачиком, і пересівають крізь сито з діаметром отворів 1мм. Ту частину ґрунту, яка після першого перетирання залишається на ситі, знову висипають у ступку, розтирають і пересівають. Після роздрібнення пробу сушать на повітрі доти, поки при пересипанні вона куритиметься. У приміщенні, де сушать ґрунти, не повинно бути пари аміаку, соляної і азотної кислот, які легко вбирає ґрунт, бо інакше аналізи будуть неправильні.

Повітряносуху пробу для збереження пересипають у широкошийкову склянку з притертою пробкою.

Механічний склад ґрунту

Механічним складом ґрунту називають наявність частинок різної величини, з яких складається ґрунтова маса, або процентне співвідношення піщаних, пилюватих, мулистих, а іноді хрящових та кам'янистих частинок.

Для визначення механічного складу ґрунту треба знати кількісне співвідношення між частинками так званої фізичної глини і фізичного піску. Фізична глина складається з частинок, менших за 0,01 мм, а фізичний пісок – з частинок, більших за 0,01 мм. Залежно від процентного співвідношення фізичної глини і фізичного піску ґрунти поділяють на : а) глинисті;

б) важко-, середньо- і легкосуглинисті; в) супіщані; г) піщані (табл. 1).

Таблиця 1

Механічний склад ґрунту

Ґрунт	Фізична глина	Фізичний пісок
Глинистий	60 і більше	40 і менше
Важкосуглинистий . . .	60 – 40	40 – 60
Середньосуглинистий .	40 – 30	60 – 70
Легкосуглинистий	30 – 20	70 – 80
Супіщаний	20 – 10	80 – 90
Піщаний	менше 10	більше 90

Механічний склад ґрунту є однією з основних його властивостей. За механічним складом ґрунти класифікують на типи, підтипи і види. У польових умовах не завжди можна провести лабораторні дослідження, а тому розроблено наближений спосіб визначення механічного складу, без встановлення процентного вмісту різних частинок. Суть цього способу: сухий ґрунт розтирають на долоні, а далі на дотик і на око визначають наявність у ньому піску та пилу, після чого невеликими порціями додають стільки води, щоб зволожити ґрунт. Із зволоженого ґрунту скачують кульку, яку потім розкачують у шнурок і цим самим встановлюють пластичність та зв'язність ґрунту.

Під зв'язністю ґрунту розуміють властивість зволоженого ґрунту протистояти механічному руйнуванню (розтирання, роздавлювання).

Під пластичністю розуміють властивість зволоженого ґрунту ліпитись і набирати певної форми.

Зазначені властивості по-різному виявляються в ґрунті різного механічного складу.

Визначення механічного складу починають з того, що беруть невеличку кількість ґрунту на долоню і добре розтирають його пальцем. Коли будуть такі грудочки, які

пальцем розтерти не можна, їх подрібнюють на столі або у фарфоровій ступці дерев'яним товкачиком, на кінець якого надівають гумовий наконечник, і остаточно розтирають знову-таки на долоні пальцем. Роблять це досить ретельно, щоб не помилитись і не прийняти нерозтерті грудочки ґрунту за кристалики піску.

Якщо ґрунт навіть не має структури, все одно його розтирають на долоні, щоб відчуті на дотик, чи є в ньому хоч малесенькі кристалики піску, бо при розтиранні завжди відчувають або м'якість – однорідність, або, навпаки, неоднорідність, що залежить від наявності піску.

Після такого дослідження сухого ґрунту його пересипають у фарфорову чашку і зволожують водою з таким розрахунком, щоб утворилась в'язка тістоподібна маса. Воду додають потроху весь час перемішуючи пробу. Додавати воду до сухої маси слід повільно, не поспішаючи, дати сухому ґрунтові добре увібрати воду і добитись такого стану, щоб дійсно утворилась пластична маса. З утвореної маси пробують скачати круглу кульку діаметром 1-1,5 см. Потім цю кульку розкачують у шнурок, який згинають у кільце і випробовують на міцність.

Проведення цих спроб вже дає уявлення про механічний склад ґрунту. Те, що з даного ґрунту можна скачати кульку, свідчить про те, що він не піщаний, а розкачування кульки в шнурок про те, що це не суспісок.

При визначенні механічного складу описаним способом керуються такими ознаками.

Глинистий ґрунт. У сухому стані він розтирається дуже важко, але коли його розтерти, то це буде однорідна маса, м'яка на дотик; у ній не відчувається наявності піску. Такий ґрунт, змочений водою, утворює дуже пластичну масу, з якої легко зробити кульку, а останню так само легко розкачати в довгий тонкий шнур. Якщо з розкачаного шнура зробити кільце, то воно не розтріскується і не розламується. За цими ознаками ґрунт відносять до глинистих ґрунтів.

Суглинисті ґрунти. Сухі суглинисті ґрунти легше розтираються, ніж глисті, на долоні відчувається неоднорідний

матеріал, не еластичний, а шорсткий. У вологому стані цей ґрунт, розтертий на порошок і змочений водою, також утворює пластичну масу, з якої легко зробити кульку, розкачати її в шнурок, але при згинанні шнурка кільце розтріскується і розламується.

Якщо при згинанні шнура в кільце він трошки розтріскується, то це буде важкосуглинистий ґрунт; коли утворюється багато тріщин – середньосуглинистий, а коли шнур ламається на куски, то це буде легкосуглинистий ґрунт.

Супіщані ґрунти. Супіщані ґрунти в сухому стані легко розтираються на долоні, але зразу відчувається наявність кристаликів піску. Якщо такий ґрунт зволожити, то можна скачати кульку, але не міцну; вона легко розтріскується; скачати шнур не вдається, бо в таких ґрунтах міститься від 80 до 90% піску.

Піщані ґрунти. У сухому стані ці ґрунти являють собою сипку масу піску і не мають структури. Якщо масу зволожити, то з неї не можна скачати кульки, бо вона розсипається.

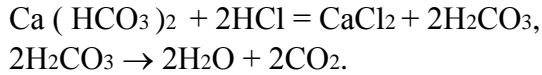
Отже, усі ґрунти за механічним складом поділяються на глинисті, суглинисті, супіщані, піщані і скелетні.

Серед чорноземних і лісостепових ґрунтів переважають суглинисті. Супіщані зустрічаються рідше, а піщані дуже рідко. Серед дерново – підзолистих ґрунтів поширені як глинисті і суглинисті, так і піщані та супіщані.

Закипання ґрунтів

Закипанням ґрунтів називають явище виділення вуглекислого газу при обливанні їх кислотою. Закипання вказує на присутність у ґрунтах карбонатів – солей вугільної кислоти, які перебувають у ґрунті у вигляді солей кальцію, значно менше солей магнію і рідко вуглекислих солей натрію.

При доливанні до ґрунту соляної кислоти і при наявності в ньому солей вугільної кислоти відбуваються реакції:



Бульбашки з вуглекислого газу CO_2 виділяються в повітря.

Отже, закипання ґрунту характеризує одну з його властивостей – карбонатність або безкарбонатність, що має велике значення.

Для дослідження на закипання невеличку кількість ґрунту кладуть у фарфорову чашечку і на ґрунт капають 10-процентним розчином соляної кислоти. Закипання цим способом можна визначити при вмісті вуглекислих солей до 0,2%, при цьому ми можемо чути легке потріскування. Чим більше карбонатів у ґрунті, тим легше визначити їх присутність.

При визначенні закипання ґрунту з одного розрізу спочатку перевіряють закипання найнижчого шару, далі беруть проби вищого шару і так перевіряють закипання по розрізу ґрунту доти, поки його не відбудеться. Усі інші зразки ґрунту, які лежать вище від того шару, що не закипає, також закипати не будуть. Якщо ґрунт, взятий на найбільшій глибині, не закипає, то й ближчі до поверхні шари теж не закипатимуть. Це значить, що ґрунти вилужені і перевіряти їх далі на закипання не варто, бо карбонати з даного шару вимиті водою.

Взяття проб для аналізу

Для аналізу беруть так звану середню аналітичну пробу. Для цього зразок підготовлений для аналізу висипають на аркуш глянцевого паперу, розрівнюють шпателем в прямо-кутник так, щоб товщина шару була близько 0,5 см, після чого ділять шпателем на квадратики приблизно розміром $2,5 \times 2,5$ см. З кожного квадратики беруть невелику кількість зразка на всю товщину шару.

Середня аналітична проба повинна повністю характеризувати склад і властивості взятого зразка, а тому брати її треба дуже ретельно.

Визначення вологості

Старанно вимитий бюкс висушують і зважують на аналітичних терезах. Із загального зразка розстеленого на папері ґрунту так само, як описано вище, з кожного квадрата відбирають невеличку кількість ґрунту, всипають у бюкс з таким розрахунком, щоб усього зразка було близько 2 г, і зважують також на аналітичних терезах. Бюкс ставлять у сушильну шафу і сушать протягом двох годин при температурі 100–105°, далі переносять в ексикатор, охолоджують і зважують. Після зважування знову ставлять у сушильну шафу і сушать протягом 30-40 хвилин, знову охолоджують і зважують. Так повторюють доти, поки різниця між двома останніми зважуваннями дорівнюватиме не більш як 0,0002 г.

Процентний вміст води обчислюють за формулою:

$$\%H_2O = \frac{B - B'}{B - A} \times 100,$$

де: **A** – вага порожнього бюкса;

B – вага з ґрунтом до висушування;

B' – вага бюкса з ґрунтом після висушування.

Приготування водної витяжки з ґрунту

У ґрунті є речовини, які у воді практично не розчиняються (різні силікати), а також і такі, що розчиняються краще і гірше. До розчинних речовин належать солі азотної, фосфорної, деякі солі вугільної, соляної та сірчаної кислоти.

Вміст розчинних речовин у ґрунтах невеликий, але значення їх для життя рослин дуже велике.

Якщо ґрунт залити водою і добре збовтати, то в розчин перейдуть насамперед добре розчинні речовини – солі азотної кислоти. Легко переходять у розчин і деякі солі соляної, сірчаної та фосфорної кислот. Гірше розчиняються такі солі, як гіпс, карбонат кальцію, маґнію; вони лише частково переходять у розчин.

ґрунти, в яких у верхньому горизонті є близько 2% солей, вважають засоленими.

Отже, у розчин з ґрунтів можуть переходити аніони всіх вищезгаданих кислот, а також катіони NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Al^{3+} .

Зрозуміло, що приготування водної витяжки з ґрунту та її аналіз є одним з основних прийомів хімічного дослідження ґрунтів. Аналізуючи водну витяжку, можна визначити кількісний вміст воднорозчинних солей та органічних речовин у ґрунті, встановити, якими солями він засолений, а це дасть можливість визначити придатність даного ґрунту для сільськогосподарських культур, а також намітити шляхи до поліпшення його.

Для приготування водної витяжки на техніко-хімічних терезах зважують 100 г повітряносухої проби ґрунту і за допомогою лійки для пересипання сипких речовин пересипають її в широкошийкову склянку місткістю 750–1000 мл. у цю склянку наливають точно 500 мл прокип'яченої і охолодженої дистильованої води, позбавленої вуглекислого газу. Склянку закривають пробкою і добре збовтують протягом 5 хвилин. За цей час воднорозчинні солі і органічні речовини переходять у розчин або утворює суспензію.

Утворений розчин фільтрують крізь складчастий фільтр у суху колбу місткістю 500–700 мл. Фільтрують обережно,

переливаючи розчин на фільтр по склянній паличці. На початку фільтрування фільтрат може бути не зовсім чистий, каламутний; тоді його знову пропускають крізь цей самий фільтр і повторюють так доти, поки фільтрат буде цілком прозорий. Профільтрувавши весь розчин, мають водну витяжку, яку й досліджують. У водних витяжках визначають: а) кислотність, б) сухий залишок, в) вміст прожареного (мінерального) залишку, г) різні форми лужності, д) вміст Ca^{2+} , е) вміст Cl^- і SO_4^{2-} тощо.

Після приготування водної витяжки зразу ж роблять якісне визначення її кислотності або лужності. Для цього в дві пробірки наливають по 2 мл розчину водної витяжки. В одну доливають 2 краплини метилоранжу і спостерігають за зміною забарвлення. Якщо розчин змінив забарвлення на рожеве, то це значить, що водна витяжка має кислу реакцію. Якщо забарвлення не змінилося, то в другу пробірку додають 2 краплини фенолфталеїну. Зміна забарвлення на малинове вказує на лужність реакції.

Для приготування водної витяжки треба мати:

1. Зразок ґрунту.
2. Широкошийкову склянку з пробкою на 750-1000мл-1шт
3. Лійки з короткою широкою трубкою для сипких речовин – 2 шт.
4. Сухі колби на 500-1000 мл – 2 шт.
5. Лійку для фільтрування – 1 шт.
6. Штатив з пробірками – 1 шт.
7. Скляну паличку – 1 шт.
8. Беззольні фільтри.
9. Індикатори (фенолфталеїн і метилоранж).

Визначення сухого залишку

У зазделегідь просушену і зважену на аналітичних терезах фарфорову чашечку або фарфоровий тигель піпеткою наливають 20-25 мл водної витяжки і випаровують її на водяній бані. У міру випаровування піпеткою доливають водної витяжки стільки, щоб усього було випарено точно 100 мл.

Після закінчення випаровування чашечку зовні витирають фільтрувальним папером і в сушильній шафі сушать при температурі 100-105° 3-4 години, потім охолоджують в ексикаторі і зважують на аналітичних терезах.

Вміст сухого залишку обчислюють у процентах до повітряносухого ґрунту за формулою:

$$x = \frac{B \times 500 \times 100}{A \times (100 - B)} \%,$$

де: **A** – об'єм витяжки, яку взято для випаровування (у мл);

B - вага сухого залишку (у г);

B – вологість ґрунту (у процентах);

500 – об'єм усієї витяжки (у мл);

100/(100–B) - коефіцієнт для перерахунку на абсолютно сухий ґрунт.

Сухий залишок містить як мінеральні, так і органічні речовини.

Визначення мінерального залишку

Якщо сухий залишок прожарити, то органічні речовини згорять, а мінеральні залишаться. На цьому і ґрунтується і визначення мінерального залишку.

Фарфорову чашечку після визначення сухого залишку ставлять у кільце штатива і обережно нагрівають на полум'ї газового чи спиртового пальника, або на полум'ї лампи Бертеля; через деякий час нагрівання посилюють. Далі чашечку переносять в муфельну піч і прожарюють протягом 30-40 хвилин при температурі 500-550°, тобто при червоному прожарюванні. Після прожарювання чашечку охолоджують в ексикаторі і зважують на аналітичних терезах. Після цього знову прожарюють протягом 15-20 хвилин, охолоджують в ексикаторі і зважують. Так повторюють доти, поки результат останнього зважування відрізнятиметься від передостаннього не більш як на 0,0002 г, тобто добиваються сталої ваги.

Вміст мінерального залишку в процентах до ваги абсолютно сухого ґрунту обчислюють за формулою:

$$y = \frac{B \times 500 \times 100}{A \times (100 - B)} \%,$$

де: **A** – об'єм витяжки, яку взято для випаровування (у мл);
B – вага мінерального залишку (у г);
B – вологість ґрунту (у процентах).

Знаючи процентний вміст сухого і мінерального залишку, легко знайти процентний вміст органічних речовин. Для цього від процентного вмісту сухого залишку віднімають процентний вміст мінеральних речовин і дістають процентний вміст органічних речовин до ваги абсолютного сухого ґрунту.

За вмістом мінерального залишку визначають ступінь засолення ґрунтів (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст солей (у процентах від ваги ґрунту)	Умовний ступінь засолення ґрунту
---	----------------------------------

< 0,3	Не засолений
0,3 – 1	Слабко засолений
1 – 2	Засолений
2 –3	Сильно засолений
> 3	Солончак

Визначення рН водної витяжки

Кислотність дуже впливає на розвиток рослин, а тому її треба визначати не тільки якісно, а й кількісно.

Підзолисті, дерново-підзолисті, сірі лісостепові ґрунти мають кислу реакцію, а інші нейтральну або слаболужну реакцію.

Реакція водних витяжок ґрунтів обумовлюється концентрацією водневих $[H^+]$ і гідроксильних $[OH^-]$ іонів.

Якщо концентрація водневих іонів дорівнює концентрації гідроксильних іонів $[H^+] = [OH^-]$, то реакція буде нейтральна; якщо концентрація водневих іонів більша за концентрацію гідроксильних $[H^+] > [OH^-]$, то реакція буде кисла, а коли концентрація водневих іонів менша за концентрацію гідроксильних $[H^+] < [OH^-]$, то - лужна.

Кислотність водної витяжки відбиває кислотність ґрунтового розчину, яка має велике значення як для росту і розвитку рослин, так і для життєдіяльності організмів. Отже, врожайність, крім інших факторів залежить від кислотності ґрунту.

Існує дві форми кислотності – *актуальна* (активна) і *потенціальна* (прихована).

Під актуальною кислотністю розуміють концентрацію вільних водневих іонів у ґрунтовому розчині або водній витяжці з ґрунту і характеризують їх величиною рН водної витяжки. Актуальну кислотність визначають у водній витяжці.

Величину рН водної витяжки визначають двома способами – *електрометричним* і *колориметричним*. Електрометричний

спосіб точніший, але важкий і малодоступний; тому розглянемо колориметричний метод.

Колориметричний метод ґрунтується на властивості індикаторів змінювати своє забарвлення залежно від концентрації водневих іонів у розчині.

Можна змішати кілька індикаторів, тобто виготовити комбінований індикатор, а маючи комбінований індикатор і шкалу забарвлень для порівняння, легко визначити середовище кількісно, тобто визначити величину рН розчину.

рН водної витяжки визначатимемо за допомогою приладу Н.І.Алямовського, який широко використовується в агрономічній практиці. Він складається з невеликої скриньки в якій є: а) склянка з темного скла з комбінованим індикатором, з допомогою якого можна визначити рН у межах 4,0-8,0; б) три касети із еталонами стандартної шкали, виготовленої з кольорової пластмаси, з допомогою якої можна визначити рН з точністю до 0,2; в) піпетка на 2,5 мл для вимірювання певного об'єму рідини; г) крапельна піпетка на 0,15 мл для вимірювання комбінованого індикатора; д) дві пробірки, в які наливають витяжку та індикатор для визначення рН; е) двогніздовий компаратор для порівняння забарвлень досліджуваної витяжки екольорового еталона; є) три пробірки для спрощеного приготування сольової витяжки в польових умовах; ж) пробірки з таблетками хлористого калію (по 7,5 г кожна) для приготування 100мл 1Н розчину КСІ.

При роботі в лабораторних умовах пробірки для спрощеного приготування сольової витяжки і таблетки хлористого калію не потрібні.

Усі пробірки, з якими доведеться працювати, мають бути безколірними, прозорими і однакового діаметру.

Щоб визначити рН за допомогою приладу Алямовського, одну з пробірок компаратора, а також піпетку на 2,5 мл споліскують невеличким об'ємом водної витяжки. Потім градуйованою піпеткою беруть водної витяжки і наливають у споліснуту пробірку компаратора і туди ж крапельною піпеткою додають 0,15 мл комбінованого індикатора.

Індикатор перемішують з водною витяжкою легким струшуванням пробірки і вставляють її в ліве гніздо компаратора. Закривати пробірку пальцем і перемішувати розчин перевертанням не дозволяється, бо можна його забруднити.

У праве гніздо компаратора вставляють пробірку з дистильованою водою. За забарвленням досліджуваного розчину з індикатором підбирають касету з стандартною шкалою, колір якої близький до забарвлення досліджуваної витяжки. Касету вставляють у затискач компаратора так, щоб той бік її, де написані позначення рН, був зовні.

Тримаючи компаратор шкалою від себе на рівні очей, розглядають обидві пробірки в його горизонтальні отвори і порівнюють забарвлення водної витяжки з забарвленням зразка касети.

Пересуваючи касету вгору і вниз, знаходять зразок, забарвлення якого збігається з забарвленням досліджуваної витяжки. Цифра, що стоїть біля цього зразка, позначає величину рН досліджуваної витяжки.

Іноді буває так, що забарвлення точно не збігається. Тоді підбирають колір двох сусідніх зразків і беруть середнє арифметичне із значень рН цих зразків.

Визначати рН треба на п'ятому світлі, найкраще повернувшись обличчям до вікна.

Досліджуваний розчин має бути прозорий. Проте бувають випадки, що розчин не можна добути цілком прозорий, він трохи каламутнуватий або має слабке забарвлення. Тоді для компенсування каламуті або забарвлення при визначенні рН у пробірку правого гнізда компаратора наливають не дистильовану воду, а водну витяжку, але без індикатора.

При калориметричному визначенні рН треба дуже уважно стежити за чистотою посуду, який використовують для роботи. Тому зразу ж після визначення і запису результатів до журналу, треба добре помити посуд водою, кілька разів сполоснути дистильованою водою і поставити на місце.

Слід також стежити, щоб шкала без потреби не була довго на сонці, бо вона вицвітає, і тоді визначення будуть не точні.

Скринька приладу має бути завжди закритою, а зберігати її краще в холоднуватому місці.

Прилад Н. І. Алямовського можна виготовити й самому. Для цього треба дуже уважно приготувати розчини для кольорової шкали, комбінований індикатор, підібрати однакового діаметра прозорі безколірні пробірки і зробити потрібні піпетки.

Стандартну кольорову шкалу виготовляють з розчинів хлористого кобальту $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, хлорного заліза $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, хлорної міді $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і сірчанокислої міді $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, змішуючи їх у певних співвідношеннях (табл.3)

Таблиця 3

Приготування розчинів для стандартної кольорової шкали

Назва розчину	Як виготовляти
Розчин хлористого кобальту	59,5 г $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ насипають у літрову колбу, доливають 1 – процентної соляної кислоти, розчиняють і тією ж кислотою доводять до rischi
Розчин хлорного заліза	45,05 г $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ всипають у літрову колбу, доливають 1 – процентної соляної кислоти, розчиняють і тією ж кислотою доводять до rischi
Розчин хлорної міді	400 г $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ розчиняють в 1 л 1- процентної соляної кислоти
Розчин сірчанокислої міді	200 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ розчиняють в 1 л 1-процентної сірчаної кислоти

Маючи приготовлені розчини, легко виготовити стандартну кольорову шкалу за Алямовським. Для цього треба підібрати однакового діаметра 21 прозору безколірну пробірку з пробками і в кожену налити стільки мілілітрів виготовлених розчинів, скільки зазначено в табл. 4. Для наливання розчинів треба мати кілька вимірювальних піпеток з поділками до 0,01 мл.

При наливанні розчинів у пробірки обов'язково наклеюють етикетку з зазначенням рН. Пробірки з індикатором розставляють у дерев'яний штатив, яким і користуються при визначенні рН.

Таблиця 4

**Виготовлення стандартної шкали рН за Алямовським
(потрібні об'єми вказані в мілілітрах)**

рН	CoCl ₂	FeCl ₃	CuCl ₂	CuSO ₄	H ₂ O
4,0	9,60	0,30	-	-	0,10
4,2	9,15	0,45	-	-	0,40
4,4	8,05	0,65	-	-	1,30
4,6	7,25	0,90	-	-	1,85
4,8	6,05	1,50	-	-	2,45
5,0	5,25	2,80	-	-	1,95
5,2	3,85	4,00	-	-	2,15
5,4	2,60	4,70	-	-	2,70
5,6	1,65	5,55	-	-	2,80
5,8	1,35	5,85	0,05	-	2,75
6,0	1,30	5,50	0,15	-	3,05
6,2	1,40	5,50	0,25	-	2,85
6,4	1,40	5,00	0,40	-	3,20
6,6	1,40	4,20	0,70	-	3,70
6,8	1,90	3,05	1,00	0,40	3,65
7,0	1,90	2,50	1,15	1,05	3,40
7,2	2,10	1,80	1,75	1,10	3,25
7,4	2,20	1,60	1,80	1,90	2,50
7,6	2,20	1,10	2,25	2,20	2,25
7,8	2,20	1,05	2,20	3,10	1,45
8,0	2,20	1,00	2,10	4,00	0,70

Виготовлення комбінованого індикатора

Комбінований індикатор виготовляють з 0,02-процентного розчину метилового червоного і 0,04-процентного розчину бромтимола синього.

Розчин метилового човоного (метилрот). Зважують 0,1 г сухого метилового червоного, висипають його у фарфорову ступку, куди доливають 20 мл винного спирту і суміш добре розтирають товкачиком. Потім цю суміш переливають у хімічний стакан, а в ступку наливають ще 80 мл винного спирту, яким добре її споліскують і який також переливають у той самий стакан. До спиртового розчину індикатора в стакани доливають 7,4 мл 0,05 Н. розчину NaOH для перетворення індикатора в натрієву сіль. Весь цей розчин переливають у вимірювальну колбу на 500 мл, доводять дистильованою водою до риски і добре перемішують. Так дістають 0,02-процентний розчин індикатора метилового червоного.

Розчин бромистого синього. Зважують 0,1 г сухого бромтимола синього, розчиняють його в 52 мл винного спирту, додають 3,2 мл 0,05 Н. розчину NaOH і добре перемішують. Цей розчин переливають у вимірювальну колбу на 250 мл, доливають до риски дистильованою водою і дістають 0,04-процентний розчин бромистого синього.

Комбінований індикатор. Один об'єм 0,02-процентного розчину метилового червоного добре перемішують з двома об'ємами 0,04-процентного розчину бромистого синього.

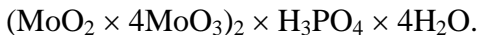
Комбінований індикатор у кислому середовищі змінює забарвлення на червоне, а в лужному – на синє.

Визначення водорозчинних фосфатів

Розчинні у воді солі фосфорної кислоти мають для рослин дуже велике значення, оскільки їх легко засвоюють рослини. У воді легко розчиняються солі фосфорної кислоти, як однозаміщені фосфати $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O}$ і $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. Гірше розчиняються двозаміщені фосфати, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ і $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Важко розчиняється $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$.

Водорозчинних фосфатів у ґрунтах дуже мало, але кількість їх має бути відома, щоб знати, наскільки ґрунти забезпечені фосфором для рослин, коли і скільки треба вносити сполук фосфору.

Фосфор у перерахунку на P_2O_5 визначають колориметричним методом. Цей метод ґрунтується на взаємодії водорозчинного P_2O_5 з молібденовокислим амонієм з утворенням комплексної фосфорномолібденової кислоти, яка за допомогою двовалентного олова в кислому середовищі відновлюється до окислів, що мають голубе забарвлення, так звану “молібденову синь”, примірний склад якої можна подати такою формулою:



Порівнюючи забарвлення досліджуваного розчину з забарвленням стандартного розчину відомої концентрації, визначають кількість фосфору.

Є різні методи визначення рухомої фосфорної кислоти. Вони відрізняються один від одного способами приготування водних витяжок і технікою виконання. Ми спинимось на визначенні фосфорної кислоти в солянокислій витяжці з ґрунту за Кірсановим.

Цей метод ґрунтується на витяжці з ґрунту фосфорної кислоти за допомогою 0,2 Н. розчину соляної кислоти. Розчинна дія такого розчину, на думку автора, рівноцінна розчинній дії корневих виділень рослин. Крім того, така кислота розчиняє всі кислі і середні фосфати, а також значну кількість фосфатів заліза і алюмінію.

Для визначення за методом Кірсанова з повітряносухої проби відважують на техніко-хімічних терезах 5 г ґрунту, пересипають його в конічну колбу об'ємом на 100 мл і

доливають 25 мл 0,2 Н. розчину соляної кислоти. Колбу закривають пробкою і протягом 1 хвилини збовтують, далі дають 15 хвилин простояти і фільтрують крізь беззольний фільтр в іншу колбу. Добутий розчин і використовують для визначення P_2O_5 .

5 мл приготовленого розчину переносять піпеткою в пробірку, доливають 5 мл молібденовокислого амонію (розчин Б) і добре перемішують олов'яною паличкою протягом 20–30 секунд до появи стійкого голубого забарвлення, інтенсивність якого більше не змінюється.

Забарвлення досліджуваного розчину порівнюють з забарвленням досліджуваного розчину порівнюють з забарвленням стандартних розчинів у пробірках. Ці розчини приготують так. У вісім пронумерованих вимірювальних колб, місткістю 100 мл кожна, наливають з бюретки стандартного розчину $CaHPO_4$ відомої концентрації, кількість якого зазначено в табл.5

У кожену колбу доливають 0,1 Н. розчину соляної кислоти до риски і добре перемішують. Потім з кожної колби з стандартним розчином беруть по 5 мл і переносять у відповідно пронумеровані пробірки. У кожену пробірку доливають 5 мл молібденовокислого амонію (розчин Б) і далі роблять все так само, як і з досліджуваним розчином.

До виготовлених стандартних зразків відомої концентрації порівнюють забарвлення досліджуваного розчину, а за допомогою табл.6 визначають вміст P_2O_5 у 1 г ґрунту, в 100 г і на 1 га.

Таблиця 5

Виготовлення шкали стандартного розчину для визначення P_2O_5 за методом Кірсанова

№ колби	Взято мілілітрів вихідного стандартного розчину	Додано мілілітрів 0,1 Н. розчину HCl до 100 мл	Вміст P_2O_5 у 100 мл добутого розчину (у мг)
---------	---	--	---

1	2,5	97,5	0,25
2	9,0	95,0	0,50
3	10,0	90,0	1,00
4	15,0	85,0	1,50
5	20,0	80,0	2,00
6	30,0	70,0	3,00
7	40,0	60,0	4,00
8	50,0	50,0	5,00

Таблиця 6

Обчислення вмісту P_2O_5 у ґрунті за методом Кірсанова

№ стандартного розчину	Вміст P_2O_5 у 100 мл стандартно-го розчину (у мг)	Вміст P_2O_5 у 5 мл досліджуваного розчину або в 1г ґрунту (у мг)	Вміст P_2O_5 на 100 г ґрунту (у мг)	Вміст P_2O_5 на 1 га (у кг)
1	0,25	0,0125	1,25	31,7
2	0,50	0,0250	2,50	62,5
3	1,00	0,0500	5,00	125,0
4	1,50	0,0750	7,50	187,5
5	2,00	0,1000	10,00	250,0
6	3,00	0,1500	15,00	375,0
7	4,00	0,2000	20,00	500,0
8	5,00	0,2500	25,00	625,0

Якщо при дослідженні виявилось, що забарвлення більш інтенсивне, ніж у пробірці № 8 , то для дослідження беруть не 5 мл, а 1 мл розчину і при розрахунках роблять відповідну поправку.

За Кірсановим, про забезпеченість рослин фосфором судять, виходячи з таких даних:

Вміст P_2O_5 у мг на 100 г ґрунту	Забезпеченість рослин фосфором
8	Слабка
Від 8 до 20	Середня
> 20	Висока

Для визначення рухомої фосфорної кислоти в солянокислій витяжці з ґрунту за Кірсановим приготують такі розчини:

I. *0,2 Н. розчин HCl.* 16,4 мл соляної кислоти питомої ваги 1,19 наливають у літрову колбу, доливають дистильованої води, перемішують і доводять до риски.

II. *Молибденовий реактив А.* У хімічний стакан наливають 100 мл дистильованої води, нагрівають майже до кипіння, всипають туди 10 г хімічно чистого молибденовокислого амонію і перемішують скяною паличкою до повного розчинення. Фільтрують гарячий розчин, потім охолоджують і доливають до нього, весь час перемішуючи, 200 мл концентрованої соляної кислоти і 100 мл дистильованої води. Приготовлений розчин зберігають у темній посудині в темному місці.

III. *Молибденовий реактив Б.* Перед використанням для визначення фосфору беруть одну частину молибденового реактиву А, додають до нього 4 частини дистильованої води і добре перемішують. Це і є реактив Б.

IV. *Стандартний розчин $CaHPO_4$.* На аналітичних терезах відважують точно 0,2423 г хімічно чистого $CaHPO_4 \times 2H_2O$, переносять у вимірювальну колбу місткістю 1 л, доливають 0,2 Н. соляної кислоти, розчиняють і тією ж кислотою доводять до риски. В 1 мл такого вихідного стандартного розчину міститься 0,1 мг P_2O_5 .

V. *Соляна кислота* хімічно чиста, питомої ваги 1,19.

VI. *0,1Н. розчин HCl.* 8,2 мл соляної кислоти питомої ваги 1,19 наливають у вимірювальну колбу місткістю 1 л, наливають туди дистильованої води, перемішують і доводять водою до риски.

При дослідженні потрібний такий посуд:

1. Вимірювальні колби на 100 мл – 8 шт.
2. Штатив з пронумерованими 8 пробірками – 1 шт.
3. Конічна колба на 100 мл – 1 шт.
4. Плоскодонна колба на 10 мл - 1 шт.
5. Бюретка на 25-50 мл – 1 шт.
6. Піпетка на 25 мл – 1 шт.
7. Піпетка на 5 мл – 1 шт.
8. Промивалка з дистильованою водою – 1 шт.
9. Лійка для фільтрування – 1 шт.
10. Беззольні фільтри.
11. Скляна паличка – 1 шт.

Визначення нітратів.

З усіх поживних речовин нітрати – солі азотної кислоти – найбільш рухомі.

Кількість нітратів та амонійного азоту в ґрунтах характеризує забезпеченість сільськогосподарських рослин азотом.

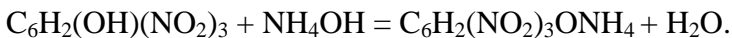
Щскільки нітрати добре розчиняються у воді, їх визначають у водній витяжці.

У зв'язку з великим коливанням вмісту нітратів у ґрунтах, робити висновки на підставі одного визначення не можна. Визначення тільки тоді будуть правильні, коли їх робити протягом усього вегетаційного періоду.

Визначення нітратів ґрунтується на властивості азотної кислоти та її солей реагувати з дисульфохеноловою кислотою і утворювати тринітрофенол за рівнянням :



Тринітрофенол, реагуючи з їдким амонієм, утворює нітроречовину жовтого кольору :



Добуту таким чином забарвлену речовину порівнюють з стандартними розчинами, з стандартною шкалою або з розчином в колориметрі.

Для визначення нітратів на техніко-хімічних терезах зважують 10 г повітряносухої проби і всипають її у конічну колбу місткістю 300–350 мл, доливають 200 мл дистильованої води і сильно збовтують протягом 3 хвилин. Після чого відфільтровують крізь складчастий фільтр в іншу чисту посудину.

При фільтруванні треба намагатись напочатку весь осад перенести на фільтр, для чого після збовтування посудину перевертають догори дном і чекають, поки тверді часточки осядуть у шийці на пробку. Не перевертаючи посудини, пробку злегка відкривають і переносять осад на фільтр. Спочатку фільтрат буде каламутний, але його знову переносять на фільтр і так роблять доти, поки він стане прозорим. Це і є витяжка, в якій визначають нітрати.

50 мл витяжки переносять піпеткою у фарфорову чашку і випаровують на водяній бані доти, поки на дні чашки залишиться якнайменша кількість рідини. Після цього чашку знімають з водяної бані і дають їй постояти, поки висохне вся рідина. Тоді до сухого залишку в чашку доливають 1 мл дисульфофенолової кислоти і старанно розтирають скляною паличкою, обмиваючи стінки чашечки, де був осад, дисульфофеноловою кислотою. При цьому утворюється тринітрофенол. Вміст чашечки залишають стояти протягом 10 хвилин. Після цього доливають 15 мл дистильованої води, кладуть туди клаптик червоного лакмусового паперу і доливають з бюретки краплями 12-процентного розчину аміаку доти, поки червоний лакмусовий папір посиніє. Утворюється новий нітропродукт жовтого кольору. Цей розчин переносять у вимірювальну колбу на 100 мл. чашку споліскують 4-5 раз невеличкими порціями дистильованої води, виливаючи її в колбу, після чого доливають дистильованої води до риски і добре перемішують.

Паралельно з приготуванням витяжки і визначенням нітратів готують стандартний розчин. Для цього в сім фарфорових чашечок наливають різні кількості (5, 10, 15, 20, 25, 30 і 35 мл) розчину відомої концентрації (стандартний розчин), ставлять їх на водяні бані, випаровують розчин майже досуха, знімають з водяних бань чашечки, дають висохнути, у кожену наливають по 1 мл дисульфогенолової кислоти, добре перемішують, доливають з бюретки краплями 12-процентного розчину аміаку до забарвлення червоного лакмусового паперу в синій колір, переносять розчин у вимірювальні колби на 100 мл, розводять до риски водою, тобто роблять все так само, як і при визначенні нітратів. Так одержують сім колб з відомим вмістом нітратів.

Колір колбочки з визначуваним нітратом порівнюють з кольором приготовлених стандартних розчинів.

Якщо колір досліджуваного розчину не збігається з кольором виготовлених стандартних розчинів, то беруть ту колбу стандартного розчину, колір якої найбільше відповідає кольору досліджуваного розчину, але має більш інтенсивне забарвлення. Піпеткою беруть певну кількість цього стандартного розчину і переносять у нову вимірювальну колбу на 100 мл, доливають до риски дистильованою водою, добре перемішують і з нею порівнюють колір досліджуваного розчину. Якщо кольори збігаються, то в досліджуваному розчині стільки нітратів, скільки їх є в стандартному розчині.

Забарвлення досліджуваного розчину порівнюють з забарвленням стандартного розчину за допомогою колориметра. Для цього беруть з колби невелику кількість досліджуваного розчину і переливають його в правий стаканчик колориметра, а таку ж саму кількість стандартного розчину наливають у лівий.

За допомогою кремальєри змінюють положення стаканчиків доти, поки обидві половини поля зору будуть однакові. Досягнувши цього, відлічують висоту стандартного і досліджуваного розчинів.

Вміст нітратів у міліграмах NO_3^- на 100 г ґрунту обчислюють за формулою:

$$x = \frac{A \times B \times h}{h_1 \times p} \times 100 \text{ мг,}$$

- де: **A** – вміст NO_3^- в 1 мл стандартного розчину (у мг);
B – об'єм стандартного розчину, взятий для випаровування (у мг);
h – висота стандартного розчину за колориметром;
h₁ – висота досліджуваного розчину за колориметром;
p – наважка ґрунту, яка відповідає об'єму досліджуваного розчину, взятого для аналізу (у г).

Визначений в результаті аналізу вміст NO_3^- у міліграмах на 100г ґрунту перераховують на азот. Для цього добутий результат множать на коефіцієнт 0,226.

Виготовлення реактивів

I. *Дисульфофенолова кислота.* У круглодонну колбу переносять 3 г хімічно чистого кристалічного (перегнаного) фенолу, доливають 20,1 мл концентрованої (питомої ваги 1,48) сірчаної кислоти і закривають пробкою, в яку вставлена довга скляна трубка, що заміняє холодильник. Колбу ставлять на водяну баню з киплячою водою, і на ній нагрівають протягом 6 годин. Після цього прлад розбирають, дисульфофенолову кислоту переливають у колбочку для зберігання і використання.

II. *12-процентний розчин аміаку.* Аміак питомої ваги 0,91 розводять водою наполовину.

III. *Стандартний розчин нітрату.* Наважку 0,1631г хімічно чистого перекристалізованого KNO_3 переносять у літрову колбу, доливають дистильованої води, розчиняють, доводять до риски і добре перемішують. Далі 100 мл цього розчину переносять в іншу літрову колбу, доливають дистильованої

води до rischi, добре перемішують. Це і є стандартний розчин. В 1мл такого розчину міститься 0.01мг NO₃['], або 0,00225мг N₂.

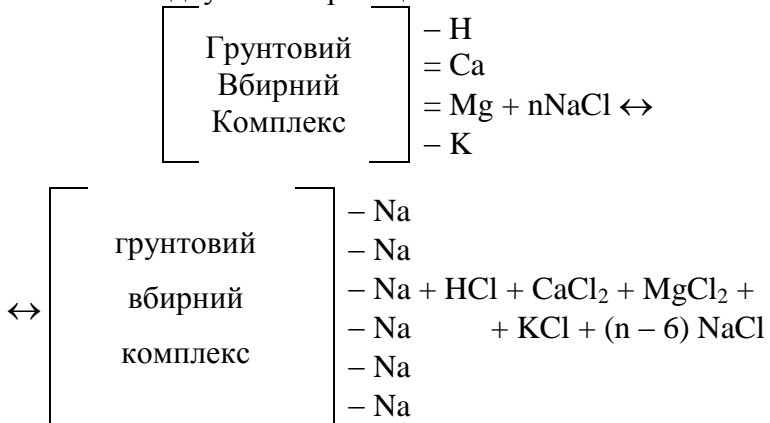
Для визначення потрібний такий посуд:

1. Вимірювальні колби на 100 мл – 9 шт.
2. Конічні колби на 300-350 мл – 2 шт.
3. Фарфорові чашки – 8 шт.
4. Піпетка на 25 або 50 мл – 1 шт.
5. Піпетка на 1 мл – 1 шт.
6. Бюретка на 25 або 50 мл – 1 шт.
7. Скляна лійка - 1 шт.
8. Промивалка з дистильованою водою –1 шт.
9. Скляна паличка з потовщенням з одного кінця – 1 шт.
10. Беззольні фільтри.
11. Червоний лакмусовий папір.

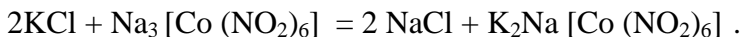
Визначення рухомого калію в підзолистих грунтах за методом Я. В. Пейве

У грунтах калій міститься у вигляді різних солей, яким властива різна розчинність. Рослина споживає з ґрунту рухомий калій, який легко переходить у розчин.

Щоб визначити калій, пробу ґрунту обробляють 1Н. розчином NaCl. Відбувається реакція:



З рівняння видно, що разом з іншими катіонами поглинювального комплексу витискується калій і переходить у водну витяжку, де його і визначають за допомогою сухої солі кобальтинітриду натрію, з яким він реагує за рівнянням:



В основі даного методу визначення калію лежить принцип найменших концентрацій, який полягає в тому, що осад при осадженні калію кобальтинітридом натрію утворюється лише до певної найменшої концентрації калію в даному розчині і практично є сталою величиною.

Величина найменших концентрацій калію в міліграмах на літр, при яких осад не випадає, встановлені на підставі практичних досліджень. Виявилось, що вони дорівнюють цифровим значенням температур у межах 12-24° (табл.7).

Для визначення рухомого калію з середньої проби відважують на техніко-хімічних терезах 25 г ґрунту, висипають його в суху колбу на 200 мл, доливають з піпетки 50 мл 1 Н. розчину NaCl, закривають колбу пробкою і добре збовтують протягом 5 хвилин або залишають стояти на 24 години. Після цього витяжку відфільтровують через сухий складчастий фільтр у суху колбу або хімічний стакан місткістю 100-200 мл.

Таблиця 7

Співвідношення між температурою і розчинністю комплексної солі $\text{K}_2\text{Na} [\text{Co} (\text{NO}_2)_6]$.

Температура (у градусах)	Вміст K_2O (у мг/л)	Температура (у градусах)	Вміст K_2O (у мг/л)
24	24	17	17
23	23	16	16
22	22	15	15
21	21	14	14
20	20	13	13

19	19	12	12
18	18		

Далі в 12 пробірок наливають точно по 5 мл води, всі пробірки калібрують на 5 мл, після чого дев'ять з них нумерують від №1 до №9. Потім у кожен з дев'яти прокаліброваних пробірок за допомогою градуйованої піпетки з поділками на 0,1 мл вносять певну кількість досліджуваної витяжки, як зазначено в табл. 8.

Таблиця 8

Номер пробірки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Прозорий фільтрат (у мл)	5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,0

В усі пробірки, крім пробірки №1, доливають 1 Н. розчину NaCl до риски, яка показує об'єм 5 мл. У кожній пробірці має бути всього 5 мл рідини.

У кожен пробірку додають по 0,1 г сухого реактиву кобальтинітриту натрію. У пробірку №10 наливають 5 мл 1Н. розчину NaCl і вставляють термометр для вимірювання температури.

Після додавання реактиву пробірки добре перемішують струшуванням і залишають стояти протягом 30 хвилин, а потім уважно перевіряють випадання осаду або каламуті в пробірках виготовленої шкали. Для цього в ряді пробірок, вставлених у штатив у порядку зменшення концентрацій, відмічають першу пробірку, в якій не випав осад або каламуті. Розчин у такій пробірці має бути прозорий і забарвлений в червонувато-коричневий колір. Це й буде пробірка з найменшою концентрацією комплексної солі кобальтинітриту калію і натрію. До журналу записують номер пробірки з найменшою концентрацією $K_2Na [Co(NO_2)_6]$ і вміст у ній витяжки, а також температуру, виміряну в пробірці № 10.

Щоб знайти кількість K_2O в міліграмах на 100 г ґрунту, цифру, яка показує температуру розчину, лілять на цифру, яка

показує кількість мілілітрів витяжки тієї проби, де не утворилось осаду і каламуті. Частка від ділення цих величин і є кількістю міліграмів K_2O на 100 г взятого ґрунту.

Приклад. Температура розчину дорівнює 18° , пробірка з найменшою концентрацією містить 2 мл витяжки, тоді кількість міліграмів K_2O на 100 г ґрунту буде:

$$x = \frac{18}{2} = 9 \text{ мг.}$$

Щоб знайти кількість K_2O на 100 г ґрунту, користуються табл.9. Припустимо, що осад або каламуть не утворились у пробірці №7, а температура розчину дорівнює 16° . Тоді спочатку в першій колонці знаходимо температуру, а далі номер пробірки. У точці перетину горизонтальної лінії від температури і вертикальної від номера пробірки знаходимо цифру, яка вказує кількість міліграмів K_2O на 100 г ґрунту. У даному випадку вона дорівнює 10,7 мг.

Таблиця 9

Обчислення вмісту K_2O у ґрунті за методом Пейве

Температура	Вміст K_2O (у мг/л)	Номер пробірки і кількість мілілітрів водної витяжки в ній								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0
Кількість K_2O (у мг на 100 г)										
24	24	4,8	6,0	8,0	9,6	12,0	13,5	15,8	20,0	24,0
23	23	4,6	5,7	7,7	9,2	11,5	12,8	15,2	19,1	23,0
22	22	4,4	5,5	7,73	8,8	11,0	12,2	14,6	18,3	22,0
21	21	4,2	5,25	7,0	8,4	10,5	11,6	14,0	17,5	21,0
20	20	4,0	5,0	6,7	8,0	10,0	11,1	13,3	16,7	20,0
19	19	3,8	4,75	6,3	7,6	9,5	10,5	12,6	15,8	19,0
18	18	3,6	4,5	6,0	7,2	9,0	10,0	12,0	15,0	18,0
17	17	3,4	4,25	5,66	6,8	8,6	9,4	11,3	14,1	17,0
16	16	3,2	4,0	5,32	6,4	8,0	8,9	10,7	13,3	16,0
15	15	3,0	3,7	5,0	6,0	7,5	8,3	10,0	12,5	15,0
14	14	2,8	3,5	4,7	5,6	7,0	7,8	9,3	11,7	14,0
13	13	2,6	3,25	4,3	5,2	6,5	7,2	8,6	10,8	13,0
12	12	2,4	3,0	4,0	4,8	6,0	6,7	8,0	10,0	12,0

Якщо перед виготовленням шкали витяжку розводнювали, то при обчисленнях одержану величину множать на розводнення.

Для визначення калію за методом Пейве потрібні такі реактиви:

I. *Кобальтинітрит натрію* $\text{Na}_3 [\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ – хімічно чистий препарат. Реактив, що є в продажу, перевіряють на чистоту, розчиняючи його в 1 Н. розчині хлористого натрію, перевіреного на відсутність калію. При цьому він не повинен давати каламуті.

II. *1Н. розчин* NaCl . 58,5 г хімічно чистого хлористого натрію висипають у колбу місткістю 1 л, доливають дистильованої води, розчиняють, доливають води до риски і добре перемішують.

При визначенні калію потрібний такий посуд:

1. Сухі колби на 200 мл – 2 шт.
2. Вимірвальна піпетка з поділками на 0,1 мл – 1 шт.
3. Штатив з 10 градуйованими пробірками на 5 мл – 1 шт.
4. Лійка для фільтрування – 1 шт.
5. Промивалка з дистильованою водою – 1 шт.
6. Скляна паличка – 1 шт.
7. Беззольні фільтри.

Визначення рухомого калію в чорноземних грунтах за Є. А. Бровкіною

Як уже зазначалось, за методом Пейве не забезпечується повне витиснення ввібраного калію. Визначаючи рухомий метод за методом Є. А. Бровкіної, з приготовленої проби відважують на техніко-хімічних терезах 15 г ґрунту, переносять у пляшку, доливають 75 мл 0,2 Н. розчину соляної

кислоти, збовтують протягом 1 години і фільтрують крізь сухий складчастий фільтр, перевірений на відсутність калію. Потім 50 мл фільтрату переносять у фарфорову чашку і випаровують на водяній бані досуха. Після цього просушують, злегка прожарюють на газовому пальнику до повного видалення солей амонію. Далі охолоджують і доливають у чашку 25 мл 1 Н. розчину NaCl, скляною паличкою добре перемішують до повного розчинення осаду, стежачи, щоб осад з стінок чашечки повністю змити розчином. Фільтрують через невеличкий сухий фільтр у маленький сухий хімічний стаканчик.

У штатив ставлять десять пронумерованих і відкаліброваних на 5 мл пробірок. Вимірювальною піпеткою з поділками на 0,1 мл у кожен пробірочку наливають певну кількість витяжки, як зазначено в табл.10.

Таблиця 10

№ пробірки	Кількість витяжки (у мл)	Наважка ґрунту (у г)
1	5	2,00
2	4	1,60
3	3	1,20
4	2,5	1,00
5	2,0	0,80
6	1,8	0,72
7	1,5	0,60
8	1,2	0,48
9	1,0	0,40
10	0,8	0,32

У кожен з пробірок доливають 1 Н. розчину NaCl стільки, щоб усієї рідини в пробірці було 5 мл. Далі в кожен пробірочку для осадження калію всипають 0,1 г сухого кобальтинітриду натрію і добре перемішують струшуванням. У пробірочку № 11 наливають 5 мл 1Н. розчину NaCl і вставляють термометр для вимірювання температури.

Пробіркам дають постояти 30 хв. при температурі 16-18°.

Через півгодини записують температуру, уважно розглядають пробірки і відмічають першу з них, в якій випав осад або утворилась каламуть. Визначають за допомогою пробірки, в якій немає каламуті, порівнюючи її з пробіркою з осадом чи каламуттю.

Приклад розрахунку. Припустимо, що проводились спостереження при температурі 17°, а осад або каламуть не утворилась у пробірках № 9 і № 10 (осад з'явився у пробірці № 8). Це значить, що в пробірці № 9 при 17° було 17 мг K₂O в 1 л (див. метод Пейве), а в 1 мл було 0,017 мг K₂O. Усього рідини в пробірці було 5 мл, а це відповідає 0,085 мг (0,017 × 5). З табл.10 видно, що на 1 мл витяжки взято 0,4 г повітряносухого ґрунту, а щоб перерахувати цю кількість на 100 г ґрунту, треба добути кількість K₂O помножити на 100 : 0,4 = 250. Отже, в 100 г ґрунту міститься :

$$0,085 \times 250 = 41,25 \text{ мг K}_2\text{O}.$$

Для перерахунку даних аналізу на абсолютно сухий ґрунт користуються формулою :

$$x = \frac{21,25 \times 100}{100 - y},$$

де : **y** – процент гігроскопічної вологи.

Обчислюють вміст калію в чорноземних ґрунтах при аналізі за методом Бровкіної за табл.11.

Таблиця 11

**Обчислення вмісту калію чорноземних ґрунтах
(за Бровкіною)**

Темпера- тура	Вміст K ₂ O (у мг/л)	Номери пробірок з розчином, в яких немає ні осаду ні, каламуті									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Кількість K ₂ O (у мг на 100 г) ґрунту									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

24	24	6,0	7,9	10,0	12,0	15,7	16,7	20,0	25,0	30,0	37,5
23	23	5,7	7,2	9,6	11,5	14,4	15,9	19,2	23,9	28,7	35,9
22	22	5,5	6,9	9,2	11,0	13,7	15,3	18,3	22,9	27,5	34,4
21	21	5,2	6,6	8,7	10,5	13,1	14,6	17,5	21,9	26,2	32,8
20	20	5,0	6,2	8,3	10,0	12,5	13,9	16,7	20,8	25,0	31,2
19	19	4,7	5,9	7,9	9,5	11,9	13,2	15,8	19,8	23,7	29,7
18	18	4,5	5,6	7,5	9,0	11,2	13,5	15,0	18,7	22,5	28,1
17	17	4,2	5,3	7,1	8,5	10,6	11,8	14,2	17,7	21,2	26,2
16	16	4,0	5,0	6,7	8,0	10,0	11,1	13,3	16,7	20,0	25,0
15	15	3,7	4,7	6,2	7,5	9,4	10,4	12,5	15,6	18,7	23,4
14	14	3,5	4,4	5,8	7,0	8,7	9,7	11,7	14,6	17,5	21,9
13	13	3,2	4,1	5,4	6,5	8,1	9,0	10,8	13,5	16,2	20,3
12	12	3,0	3,7	5,0	6,0	7,5	8,3	10,0	12,5	15,0	18,7
Вміст ґрун- тової витяж- ки в пробірці (у мл)		5	4	3	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вага ґрун- ту, що від- повідає цьому об'є- му витяжки (у г)		2,0	1,6	1,2	1,0	0,8	0,72	0,6	0,48	0,4	0,32

При визначенні вмісту калію за методом Бровкіної потрібні такі реактиви:

I. 0,2 Н. соляна кислота (див.стор.19).

II. 1 Н.розчин хлористого натрію (див.стор.27).

III. Кобальтинітрит натрію $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ – хімічно чистий препарат. Кобальтинітрит натрію, який надходить у продаж, перевіряють на чистоту, розчиняючи його в 1 Н. розчині хлористого натрію, перевіреного на відсутність калію; при цьому він не повинен давати ні осаду ні каламуті.

Для визначення потрібний такий посуд:

1. Товстостінна склянка місткістю 150-200 мл – 1 шт.
2. Фарфорова чашка для випарювання - 1 шт
3. Вимірювальна піпетка з поділками на 0,1 мл –1 шт.
4. Штатив з 10 градуйованими пробірками на 5 мл – 1 шт.

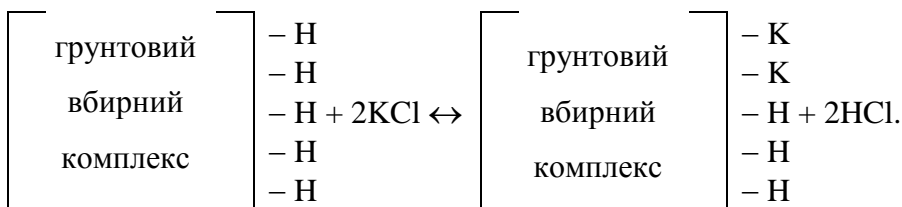
5. Сухий хімічний стакан на 100 – 200 мл – 1 шт.
6. Лійка для фільтрування – 1 шт.
7. Промивалка з дистильованою водою – 1 шт.
8. Беззольні фільтри.

Визначення кислотності ґрунтів

При визначенні рН витяжки ми вже зазначали, що існують дві форми кислотності – актуальна (активна) та потенціальна, і описали актуальну кислотність та її визначення. Тепер розглянемо так звану потенціальну (приховану) кислотність.

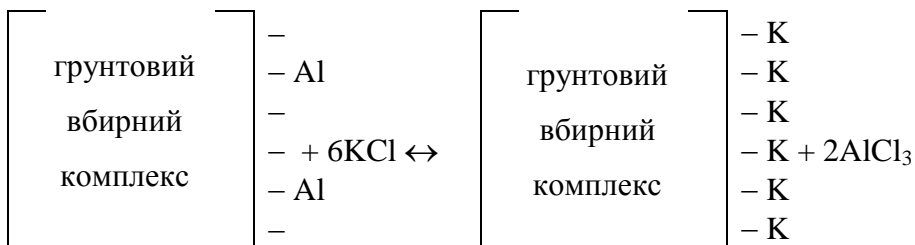
Розрізняють обмінну і гідролітичну потенціальну кислотність.

Обмінна кислотність обумовлюється наявністю в ґрунтовому вбирному комплексі більш рухомих іонів водню і алюмінію, які можна витиснути катіонами нейтральних солей таких, наприклад, як КСl. При взаємодії КСl з ґрунтом, що має обмінну кислотність, відбувається реакція обміну, при якій іон К⁺ стає на місце іона Н⁺ переходить у ґрунтовий розчин, утворюючи кислоту. Реакція відбувається за такою спрощеною схемою :

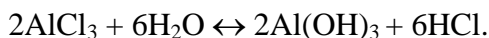


Однак не всі катіони Н⁺ при цьому витискуються з вбирного комплексу, і частина їх там залишається.

Поряд з увібраними іонами водню, обмінна кислотність, як вже зазначалось, обумовлюється увібраними іонами алюмінію, у результаті обробки ґрунту розчином КСl витискається не тільки частина іонів водню, а й іонів алюмінію. Реакція відбувається за такою спрощеною схемою:



Хлористий алюміній гідролізує з водою і в розчині з'являється значна кількість іонів водню:



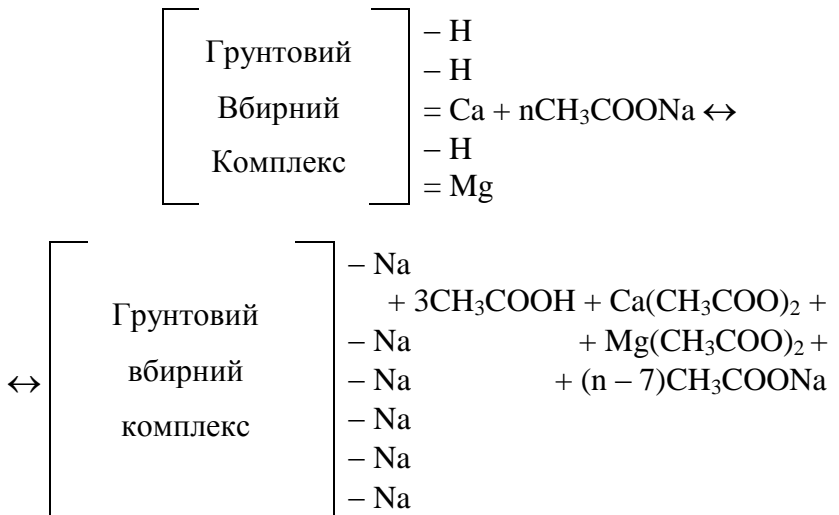
За рахунок обмінної кислотності може збільшуватись актуальна кислотність, а разом з цим створюються несприятливі умови для рослин і мікроорганізмів. Однак, знаючи кислотність ґрунту, її можна нейтралізувати вапняком. Вапняку в ґрунт треба вносити стільки, щоб він не тільки нейтралізував кислотність ґрунтового водного розчину, а й витиснув водневі та алюмінієві іони і нейтралізував усі водневі іони, витиснені з ґрунтового вбирного комплексу.

Про обмінну кислотність судять з рН сольової витяжки з ґрунту.

Крім обмінної кислотності, існує так звана гідролітична кислотність. Її можна виявити тоді, коли ґрунт обробити солями лужних металів, які легко гідролізують, наприклад CH_3COONa .

При дії гідролітичних солей на ґрунтовий вбирний комплекс витискується значно більше водневих іонів, ніж при обробці ґрунтів нейтральними солями, тобто створюється значно більша кислотність, ніж обмінна, яку за властивостями застосованого реактиву (гідролітично лужні солі) називають гідролітичною кислотністю.

Рівняння реакції схематично можна записати так:



Природа гідролітичної кислотності поки ще не зв'язована.

Грунти можуть мати гідролітичну кислотність, не маючи обмінної кислотності. Якщо в ґрунті є обмінна кислотність, то в ньому є обов'язково і гідролітична кислотність.

Визначаючи гідролітичну кислотність ґрунту, по суті визначають суму гідролітичної, обмінної і актуальної кислотностей, а це дає можливість краще врахувати потребу ґрунту при вапнуванні. За гідролітичною кислотністю точніше встановлюють норми внесення CaCO_3 при вапнуванні ґрунтів.

Визначення рН сольової витяжки

Концентрацію водневих іонів у ґрунтах вимірюють величиною рН сольової витяжки. При рН в межах 4,5-5,5 такі ґрунти відносяться до слабокислих. Ґрунти, які мають рН=4,5 і нижче, вважають сильнокислими; такі ґрунти треба обов'язково вапнувати. У ґрунти з рН = 5,5 вапняку можна не вносити.

Величину рН сольової витяжки ми визначатимемо за методом Алямовського.

На техніко-хімічних терезах зважують 20 г повітряносухого ґрунту і переносять у конічну колбу на 100 мл. Піпеткою набирають 50 мл 1 Н. розчину КСІ (рН=5,6), переносять у колбу з наважкою, закривають пробкою, добре перемішують і залишають стояти протягом 24 годин, потім не змулюючи розчину, піпеткою беруть прозорий розчин і визначають рН у приладі Алямовського так само, як і рН водної витяжки (див.стор.30)

Маючи дані визначення рН сольової витяжки за Алямовським, можна визначити орієнтовані норми витрат вапняку на гектар. Орієнтоване внесення вапняку на гектар для дерново-підзолистих ґрунтів, що містять не більше 3% органічних речовин, наведено в табл. 12.

Таблиця 12

Орієнтовані норми внесення вапняку залежно від рН сольової витяжки з ґрунту (за А. В. Петербурзьким)

Механічний склад ґрунту	Величини рН (КСІ – витяжок)					
	4,5 і менше	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4 - 5,5
	Дози СаСО ₃ (у т/га)					
Супіщаний і легкосуглинистий	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
Середньо- і важко-суглинисті	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5

Приблизний вміст органічних речовин (перегною) у ґрунті визначають за кольором орного шару в сухому стані:

- Майже чорний 8% і більше
- Темно-сірий 5-8%
- Сірий близько 3%

Світло-сірий 1-3%

Для визначення рН сольової витяжки потрібні такі реактиви:

I. Усі реактиви, які використовують при визначенні рНводної витяжки (див.стор.31).

II. 1,0 Н. розчин хлористого калію. На техніко-хімічних терезах відважують 75 г хімічно чистого хлористого калію, розчиняють у 500 мл дистильованої води, фільтрують у вимірювальний циліндр місткістю 1 л і доливають водою до риски. Розчин добре перемішують і переливають у склянку для зберігання. рН цього розчину має дорівнювати 5,6. Якщо розчин буде кисліший, то до нього доливають кілька крапель розведеного лугу, а якщо лужний, то кілька крапель кислоти. Прилади і посуд використовують ті самі, що й при визначенні рН водної витяжки.

Визначення гідролітичної кислотності ґрунту

Визначення гідролітичної кислотності ґрунту має практичне значення при встановленні норми внесення вапняку в ґрунт.

На техніко-хімічних терезах з повітряносухої проби, просіяної крізь сито з отворами в 1мм, беруть наважку ґрунту 40г. цю наважку за допомогою широкогорлої лійки для сипких речовин переносять у товстостінну склянку на 250-500 мл і туди ж доливають 100мл 1,0 Н. розчину CH_3COONa . Склянку закривають гумовою пробкою і збовтують на ротаторі протягом години.

Утворену суспензію фільтрують крізь сухий складчастий фільтр. Після фільтрування, беруть піпеткою 50 мл прзорого фільтрату і переносять у конічну колбу для титрування. Туди ж доливають 2-3 краплі індикатора – спиртового розчину фенолфталеїну. Титрують на холоді 0,1 Н. розчином NaOH до

блідо-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хвилини.

Приклад обчислення. Для аналізу взяли 40 г повітряно-сухого ґрунту і обробили 100 мл 0,1 Н. розчину CH_3COONa . Для титрування взяли 50 мл фільтрату, тобто таку кількість, яка відповідає 20 г ґрунту. На титрування пішло 5 мл 0,1008 Н. розчину NaOH , тобто $0,1008 \times 5 = 0,5040$ мг-екв. Ця кількість міліграм-еквівалентів і відповідає 20 г наважки. На 100 г наважки ґрунту кількість міліграм-еквівалентів дорівнюватиме $0,5040 \times 5 = 2,520$.

Щоб визначити, якій кількості мілілітрів точно 0,1 Н. розчину NaOH відповідає визначена кількість міліграм-еквівалентів, треба цю кількість їх поділити на 0,1. Тоді:

$$2,520 : 0,1 = 25,20 \text{ мл } 0,1 \text{ Н. NaOH.}$$

Обчислення для самоконтролю і визначення доз вапняку краще записувати за формою, яку подано в табл.13.

Таблиця 13

Досліджуванний зразок	Наважка (у г)	Кількість 1,0 Н. CH_3COONa (у мл)	Взято мл на титрування	Витрачено 0.1 Н NaOH на титрування		Кількість на 100 г точно 0,1Н NaOH (у мл)	
				мл	мг-екв	мл	мг-екв

При визначенні потрібні такі розчини:

I. 1,0 Н. розчин оцтовокислого натрію. 136,06 г оцтовокислого натрію $\text{CH}_3\text{COONa} \times 3\text{H}_2\text{O}$ насипають у літрову колбу. Наливають півколби дистильованої води, розчиняють, доливають води до риски і добре перемішують. 20 мл цього

розчину з 1 краплею фенолфталеїну мають давати блідо-рожеве забарвлення.

Якщо розчин залишається безбарвним після доливання фенолфталеїну, то до нього обережно додають 1,0 Н. розчину NaOH доти, поки з 1 краплею фенолфталеїну утвориться блідо-рожеве забарвлення. Якщо ж виготовлений розчин забарвлюватиметься в інтенсивний рожевий колір, то до розчину краплинами додають 10-процентну ацетатну кислоту доти, поки забарвлення перейде в блідо-рожеве.

II. *1-процентний розчин фенолфталеїну.* 1 г хімічно чистого фенолфталеїну розчиняють у 100 мл чистого 96-процентного етилового спирту.

III. *0,1 Н. розчин NaOH.* 1 г хімічно чистого NaOH розчиняють у колбі на 250 мл. Нормальність встановлюють 0,1 Н. розчином соляної кислоти відомої концентрації.

Обчислення норми внесення вапняку на гектар ґрунту

Повну гідролітичну кислотність можна визначити лише тоді, коли ґрунт багато разів обробляти розчином оцтовокислого натрію, бо при одноразовій обробці витиснути іони водню з ґрунтового вбирного комплексу не можна.

Ми обробляли ґрунт лише один раз, тому добуту величину величину помножити на 1,75.

Норму внесення вапняку на гектар ґрунту обчислюють на всю гідролітичну кислотність за формулою:

$$x = \frac{a \times 5 \times 50 \times 1,75 \times 3\,000\,000}{100\,000\,000} \text{ ц/га CaCO}_3.$$

де: *a* – число мілілітрів точно 0,1 Н. розчину лугу (NaOH), яке пішло на титрування 50 мл фільтрату;

5 – коефіцієнт перерахунку на 100г ґрунту, оскільки на титрування взято 50 мл фільтрату, що відповідає 20 г

грунту;

50 – еквівалент CaCO_3 (у мг);

1,75 - коефіцієнт перерахунку на всю гідролітичну кислотність;

3 000 000 – вага орного шару ґрунту завглибшки 20 см на площі 1 га в кілограмах;

1 000 000 000 – коефіцієнт перерахунку міліграмів CaCO_3 у центнери.

Перемноживши в наведеній формулі сталі величини, маємо коефіцієнт, який дорівнює 13. Щоб дізнатись, скільки центнерів CaCO_3 треба внести на 1 га при даній гідролітичній кислотності, треба коефіцієнт 13 помножити на кількість мілілітрів точно 0,1 N. розчину NaOH, яка пішла на титрування 50 мл фільтрату.

На основі розрахунків за наведеною формулою складена табл. 14. для обчислення норм внесення вапняку залежно від гідролітичної кислотності.

Таблиця 14

Обчислення норм внесення вапняку за кількістю мілілітрів точно 0,1 N. розчину NaOH, витраченого при визначенні гідролітичної кислотності на титрування 50 мл фільтрату

NaOH (у мл)	CaCO_3 (ц/га)	NaOH (у мл)	CaCO_3 (ц/га)	NaOH (у мл)	CaCO_3 (ц/га)	NaOH (у мл)	CaCO_3 (ц/га)
1,0	13,0	3,1	40,3	5,1	66,3	7,1	92,3
1,1	14,3	3,2	41,6	5,2	67,6	7,2	93,6
1,2	15,6	3,3	42,9	5,3	68,9	7,3	94,9
1,3	16,9	3,4	44,2	5,4	70,2	7,4	96,2
1,4	18,2	3,5	45,5	5,5	71,5	7,5	97,5
1,5	19,5	3,6	46,8	5,6	72,8	7,6	98,8
1,6	20,8	3,7	48,1	5,7	74,1	7,7	100,1
1,7	22,1	3,8	49,4	5,8	75,4	7,8	101,4
1,8	23,4	3,9	50,7	5,9	76,7	7,9	102,7
1,9	24,7	4,0	52,0	6,0	78,0	8,0	104,0
2,0	26,0	4,1	53,3	6,1	79,3	8,1	105,3
2,1	27,3	4,2	54,6	6,2	80,6	8,2	106,6

2,2	28,6	4,3	55,9	6,3	81,9	8,3	107,9
2,3	29,9	4,4	57,2	6,4	83,2	8,4	109,2
2,4	31,2	4,5	58,5	6,5	84,5	8,5	110,5
2,5	32,5	4,6	59,8	6,6	85,8	8,6	111,8
2,6	33,8	4,7	61,1	6,7	87,1	8,7	113,1
2,7	35,1	4,8	62,4	6,8	88,4	8,8	114,4
2,8	36,4	4,9	63,7	6,9	89,7	8,9	115,7
2,9	37,7	5,0	65,0	7,0	91,0	9,0	117,0
3,0	39,0						

Дані розрахунки наведені на 100% CaCO₃, а звичайно використовують вапняки з меншим вмістом CaCO₃. Тому визначення вмісту CaCO₃ в природному вапняку, який мають вносити в ґрунт, є обов'язковим, оскільки вапнування відіграє велику роль у зміні властивостей кислих ґрунтів.

Визначення перегною в ґрунті

Від вмісту і якості перегною в певній мірі залежить родючість ґрунтів. Він створює його структуру, впливає на вологоємність, температуру, реакцію тощо. Він є джерелом поживних речовин для рослин. Хімічного складу і структури перегнійних кислот поки що не встановлено, але відомо, що всі перегнійні кислоти містять у собі багато азоту.

Для правильної характеристики ґрунту треба мати дані як про водорозчинний перегній, так і про валовий.

Водорозчинний перегній (гумус) визначають методом мокрого спалювання органічних речовин сумішшю хромової і сірчаної кислот. Під дією хромовосірчаної суміші вуглець повинен окислитись до вуглекислого газу за рівнянням :



Для проведення цієї реакції користуються двохромово-хромним калієм, а тому хромову суміш виготовляють з $K_2Cr_2O_7$. Окислення відбувається за рівнянням:



Для проведення цієї реакції треба брати каталізатор Ag_2SO_4 або $HgSO_4$, тоді вуглець окислюється повністю.

У ході визначення виготовляють водну витяжку так само, як і при визначенні фосфору. Піпеткою беруть 50 мл водної витяжки, переносять у конічну колбу місткістю 100 мл, ставлять на водяну баню і випаровують доти, поки витяжки залишиться 10 мл. Для підкислення додають кілька крапель концентрованої сірчаної кислоти, а потім 0,1 г Ag_2SO_4 і 0,1 г прожареної подрібненої пемзи, щоб не було спучування. Якщо при додаванні Ag_2SO_4 розчин скаламутнів, то це свідчить про присутність у витяжці хлоридів; тоді розчин залишають стояти протягом години для зв'язування хлору.

Піпеткою набирають 10 мл 0,4 Н. розчину $K_2Cr_2O_7$ у колбочку, в яку вставляють невелику скляну лійку, нагрівають до кипіння і, помірно нагріваючи, кип'ятять протягом точно 5 хвилин. Після нагрівання охолоджують, переливають у колбу місткістю 250 мл, добре споліскують дистильованою водою колбочку і лійку і розводнюють дистильованою водою до $\frac{3}{4}$ об'єму колби. Доливають 2,5 мл ортофосфорної кислоти H_3PO_4 питомої ваги 1,7 і 5-6 крапель дифеніламіну. Титрують зайвину хромової кислоти 0,2 Н. розчином солі Мора



Під кінець титрують дуже обережно, краплями, оскільки синє забарвлення змінюється на зелене від однієї краплі.

Вміст вуглецю або гумусу обчислюють за формулою:

$$x = (a - v) \times H \times K \times 2\%,$$

де: **a** – кількість міліграм-еквівалентів окислювальної хромової суміші, взятої для спалювання органічних речовин;

v – кількість міліграм-еквівалентів солі Мора, яка пішла на титрування зайвини хромової суміші;

H – міліграм-еквівалент вуглецю або гумусу (в г). Для вуглецю $H = 0,003$ г, а для гумусу $H = 0,00518$ г;

K - коефіцієнт перерахунку взятої для визначення перегнійних речовин кількості водної витяжки на весь її об'єм;

2 - коефіцієнт перерахунку в проценти, якщо наважка ґрунту для водної витяжки дорівнює 50 г.

Якщо визначення проводили без каталізатора (Ag_2SO_4), то добуті результати множать на коефіцієнт 1,3.

Визначення валового перегною. Для визначення ступеня рухливості гумусу треба мати дані не тільки про водорозчинний гумус, а й про валовий. Тоді можна буде обчислити процент водорозчинного гумусу не тільки до ваги всього ґрунту, а й до ваги всього перегною в ґрунті.

З повітряносухої проби ґрунту дуже ретельно вибирають корінці, беруть середню пробу і розтирають у ступці, після чого пересівають крізь сито з отворами діаметром 0,25 мм. З прготовленого так ґрунту беруть дві наважки по 0,5 г і переносять в окремі колби місткістю по 100 мл. У кожену колбу наливають з бюретки по 10 мл 0,4 N. розчину CrO_3 в розведеній (1:1) сірчаній кислоті, додають 0,1 г Ag_2SO_4 або HgSO_4 як каталізатор, добре перемішують, закривають колби маленькими скляними лійками (замість холодильників), ставлять на електроплитку і нагрівають до кипіння. Після закипання розчин нагрівають помірно і точно 5 хвилин.

Після такого нагрівання розчин охолоджують і переливають у конічні колби на 500 мл, в які попередньо наливають по 200 мл дистильованої води. Колбочки і лійки, в яких проводили окислення, добре споліскують дистильованою водою, яку доливають у великі колби і доводять об'єм у них до 250-300 мл. До розчину додають 2-3 мл 85-процентної

ортофосфорної кислоти, 7-9 крапель розчину дифеніламіну і обережно перемішують.

Титрують 0,2 Н. розчином солі Мора. У процесі титрування уважно стежать за тим, як буре забарвлення переходить у синє, яке далі стає більш інтенсивним. За зміною забарвлення треба стежити дуже уважно, бо від однієї краплі синє забарвлення змінюється на зелене.

Процентний вміст перегною обчислюють за формулою:

$$x = \frac{(a - v) \times 0,0010326 \times 100}{p} \%,$$

де: a – кількість мілілітрів 0,2 Н. розчину солі Мора, взятого для окислення перегною;

v – кількість мілілітрів 0,2 Н. розчину солі Мора, яку витрачено на обернене титрування після окислення перегною;

$0,0010362$ – вміст перегною (у г), еквівалентний 1 мл 0,2Н. розчину солі Мора;

p – наважка ґрунту (в г).

Для проведення обчислення спочатку треба визначити співвідношення між розчином $K_2Cr_2O_7$ і розчином солі Мора. Це співвідношення визначають попереднім титруванням 10 мл 0,4 Н. розчину $K_2Cr_2O_7$ 0,2 Н. розчином солі Мора.

Припустимо, що на титрування 10 мл 0,4 Н. розчину досліджуваного ґрунту, в якому сплвлювали перегній, пішло 14,5 мл розчину солі Мора. Отже, на окислення перегною пішло $22,5 - 14,5 = 8$ мл. При наважці ґрунту 0,5 г процентний вміст перегною дорівнюватиме:

$$x = \frac{8 \times 0,0010362 \times 100}{0,5} = 1,66\%.$$

Для визначення перегною потрібні такі реактиви:

I.0,4 Н. розчин $K_2Cr_2O_7$. 20 г перекристалізованого двохромовокислого калію розчиняють у 500 мл дистильованої води. Розчин переливають у 1-2-літрову колбу і дуже обережно, потроху доливають точно 50 мл концентрованої сірчаної кислоти питомої ваги 1,84 весь час перемішуючи. Титр встановлюють по солі Мора, титруючи на холоді.

II. 0,2 Н. розчин солі Мора. 40,0 г перекристалізованої солі Мора $(NH_4)_2SO_4 \times FeSO_4 \times 6H_2O$ розчиняють у 500 мл дистильованої води, до якої попередньо додають 10 мл концентрованої сірчаної кислоти. Склянку з виготовленим розчином сполучають безпосередньо, з бюреткою, в яку розчин подається нагнітанням повітря, очищеного від кисню. Повітря нагнітають гумовою грушею, яку сполучено з склянкою Тищенко, наповненою лужним розчином пірогалолу. Цим самим склянку з розчином ізолюють від повітря.

Лужний розчин пірогалолу готують так. У склянку місткістю 500 мл наливають 300 мл дистильованої води і в ній розчиняють 180 г КОН, перемішують, окремо беруть 50 мл дистильованої води, додають 12 г пірогалолу, розчиняють, переливають у склянку з лужним розчином і добре перемішують.

Бюретку сполучають з склянкою, в якій міститься розчин солі Мора, а зверху закривають пробкою, в яку вставлена запобіжна трубка з кристаликами $FeSO_4$.

Титр солі Мора встановлюють 0,1 Н. розчином $KMnO_4$. Виготовлення розчину $KMnO_4$ і встановлення його титру описано при визначенні окислюваності води.

III. Розчин дифеніламіну $C_6H_5NHC_6H_5$. 0,5 г дифеніламіну розчиняють у 100 мл концентрованої сірчаної кислоти і до утвореного розчину обережно доливають 20 мл дистильованої води.

Для визначення перегною в ґрунті потрібний такий посуд :

1. Піпетка на 50 мл – 1 шт.
2. Вимірювальна піпетка на 25 мл з поділками 0,1мл –1шт.
3. Бюретки на 50 мл – 2 шт.
4. Конічні колби на 100 мл – 3 шт.

5. Конічні колби на 500 мл – 2 шт.
6. Конічні колби на 250 мл – 2 шт.
7. Скляні лійки маленькі – 2 шт.
8. Скляні лійки більшого розміру – 2 шт.
9. Колба на 2000 мл – 1 шт.
10. Склянка на 0,5 л або на 1 л – 1 шт.
11. Промивалка з дистильованою водою – 1 шт.
12. Беззольні фільтри різних діаметрів.

Визначення обмінної вбирної здатності ґрунтів

Одією з характерних особливостей ґрунтів є їх вбирна здатність, тобто здатність утримувати в собі різні речовини.

Велику роль у процесах, які відбуваються у ґрунтах, відіграє фізико-хімічна, або, як її називають, обмінна, вбирна здатність.

Обмінною вбирною здатністю ґрунтів називають здатність обмінювати катіони і аніони, що є в твердій фазі ґрунтів, на еквівалентні кількості іонів розчинів, які вносять в даний ґрунт.

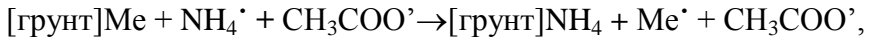
Обмінна вбирна здатність зв'язана з наявністю в ґрунті органо-мінеральних колоїдних часток.

Обмінне вбирання відбувається тому, що колоїди ґрунтів заряджені негативно і мають на своїй поверхні компенсуючі іони – катіони. Ці катіони і обмінюються на катіони, які є в розчинах, тобто відбувається обмінне вбирання.

Колоїдні часточки мають на своїй поверхні такі катіони: Ca^+ , K^+ , Mg^{++} , Na^+ , NH_4^+ і H^+ , але найчастіше - Ca^+ , Mg^{++} , і H^+ , рідше K^+ . Катіони Fe^{+++} , Al^{+++} вбираються ґрунтом, але їх не можна розглядати, як катіони, що легко змінюються на інші катіони.

З багатьох методів визначення обмінних катіонів ми зупинимось на методі визначення обмінних катіонів при

витисненні їх амонійним іоном ацетату амонію. Метод ґрунтується на заміщенні катіонів ґрунту на іон NH_4^+ 1Н. розчину ацетату амонію. Реакція відбувається за схемою:



де Me – обмінні катіони Ca^+ , Mg^{++} , Na^+ та інші.

Ацетат амонію нейтральна сіль. Внаслідок нейтральності його розчину і слабкої дії ацетатної кислоти на вбирний комплекс цю сіль найкраще використовувати для витиснення обмінних основ, тому ацетатний метод є одним з найточніших методів і застосовується для дослідження як насичених, так і ненасичених основами ґрунтів.

Починаючи визначення беруть наважку ґрунту 25 г переносять її в хімічний стакан, наливають 1 Н. розчину $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, добре перемішують, дають відстояти, поки рідина стане прозорою, і цю прозору рідину зливають на фільтр. При цьому 1 Н. розчину $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ беруть стільки, щоб після відстоювання всю рідину можна було злити на фільтр за один раз. Потім у пробу ґрунту знову наливають свіжого 1 Н. розчину $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, добре перемішують, дають відстоятись, зливають прозорий розчин на фільтр і так роблять доти, поки не буде витиснений весь кальцій. Відстояний прозорий розчин зливають на фільтр лише тоді, коли попередня рідина повністю пройшла крізь нього.

Коли через фільтр буде пропущено близько 500 мл 1 Н. розчину $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, роблять пробу на повноту витиснення кальцію. для цього під лійку при останньому фільтруванні підставляють пробірку, збирають 5 мл фільтрату, додають 5–7 крапель насиченого розчину $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, добре перемішують і спостерігають, чи не випаде осад. Якщо осад не випаде, то розчин у пробірці нагрівають до кипіння, дають постояти 30-50 хвилин і спостерігають за можливим випаданням осаду.

Коли досягнуто повного витиснення кальцію, фільтрат випаровують на водяній бані, під кінець випаровування

додають 2-3 мл концентрованої азотної кислоти, перемішують і випаровують досуха. Після цього сухий залишок обробляють невеликою кількістю царської водки (HCl 3:1 HNO_3).

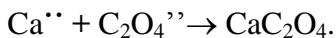
Для переведення солей у хлорид сухий залишок обробляють концентрованою HCl , після чого додають ще 5 мл концентрованої HCl , щоб змочити кислотою весь сухий залишок, і доливають 40 мл гарячої дистильованої води. Виділяється осад $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$, який відфільтровують з гарячого розчину крізь беззольний фільтр. Осад на фільтрі промивають 5 – 6 раз гарячим 1-процентним розчином HCl , фільтрат і промивні води збирають у великий хімічний стакан.

Далі треба виділити можливі Al^{+++} і $\text{Fe}^{+++}[\text{R}(\text{OH})_3]$. Для цього фільтрат випаровують до 100 мл, додають 2 – 3 краплі метилового червоного і нейтралізують 10-процентним розчином NH_4OH до переходу червоного забарвлення в жовте. Розчин нагрівають до кипіння і дають відстоятись, поки осад не осяде на дно. Фільтрують його гарячим. Відфільтрувавши осад $\text{R}(\text{OH})_3$ промивають 5 – 6 раз 2-процентним розчином NH_4NO_3 . У фільтраті визначають кальцій і магній.

Визначення кальцію. Для визначення беруть $\frac{1}{2}$ частину фільтрату. Для цього фільтрат переливають у вимірну колбу певного об'єму, доливають дистильованою водою до риски і звідти піпеткою беруть 50 – 100 мл даного розчину.

Для визначення кальцію фільтрат упарюють наполовину, підкислюють 5-процентною CH_3COOH до сильно кислої реакції. У присутності CH_3COOH відокремлюють кальцій від магнію, бо MgC_2O_4 в CH_3COOH розчиняється, тимчасом як $\text{CaC}_2\text{O}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ – нерозчинний. Розчин нагрівають до кипіння і до гарячого доливають 10 мл киплячого насиченого розчину щавлевокислого амонію $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, весь час перемішуючи скляною паличкою.

Відбувається осадження кальцію:



Для повного осадження кальцію розчин залишають стояти до наступного дня. Після цього перевіряють на повноту осадження, для чого на скельце скляною паличкою наносять 1-2 краплі рідини над осадом, додають 1-2 краплі розчину $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ і перемішують скляною паличкою. Якщо каламуть є, то треба додати ще трохи осаджувача, а коли немає, то роботу проводять далі.

Після повного осадження кальцію розчин фільтрують крізь беззольний фільтр (синя стрічка), не переносячи на фільтр осаду. Осад у стакані промивають 5-6 раз холодним розчином щавлевокислого амонію (1-2 мл насиченого розчину щавлевокислого амонію на 500 мл дистильованої води) до повного промивання хлор-іону.

Пробу на іон хлору роблять так. 1-2 мл фільтрату останнього фільтрування збирають у пробірку, підкислюють концентрованою HNO_3 і додають кілька крапель AgNO_3 . Якщо утворилась каламуть, то промивати продовжують, поки вона не зникне.

У стакан з осадом наливають трохи розбавленого холодного розчину щавлевокислого амонію, добре перемішують і фільтрують. Далі в стакан з осадом наливають холодної дистильованої води, добре перемішують і знову фільтрують. Так роблять 2-3 рази, щоб виділити щавлевокислий амоній. Фільтрат від першого до останнього фільтрування, а також усі промивні води збирають в один стакан, в якому визначатимуть магній.

Під лійку. Через яку фільтрували осад, ставлять стакан з осадом щавлевокислого кальцію. На фільтр наливають гарячого 5-процентного розчину H_2SO_4 . H_2SO_4 , яку застосовують для розчинення осаду, треба звільнити від відновників. Для цього до приготовленої H_2SO_4 додають кілька крапель розчину KMnO_4 до ледве помітного рожевого забарвлення. H_2SO_4 розчиняє CaC_2O_4 на фільтрі і в стакані. Прозорий розчин у стакані свідчить про повне розчинення щавлевокислого кальцію. Повноту розчинення перевіряють розчином AgNO_3 . Для цього, підставивши пробірку під лійку,

беруть останній фільтрат і, не підкислюючи рзчину, додають AgNO_3 . Якщо осад не утворився, то розчинення повне.

Після повного розчинення осаду весь розчин підкислюють 5 мл 10-процентного розчину H_2SO_4 , нагрівають майже до кипіння і титрують 0,02 Н. або 0,05 Н. розчином KMnO_4 до блідо-рожевого забарвлення, яке незникає протяго 1 хвилини.

0,02 Н. або 0,05 Н. розчином KMnO_4 беруть залежно від вмісту кальцію. Якщо кальцію мало і на титрування, наприклад, витрачається 2-3 мл розчину KMnO_4 , то краще брати 0,02 Н. або навіть 0,01 Н. розчин.

Вміст кальцію у 100 г ґрунту обчислюють за формулою:

$$x = \frac{a \times N \times v \times 100}{P} \text{ мг/еквCa}^{++},$$

де: a –кількість мілілітрів KMnO_4 , що пішла на титрування;

N – нормальність розчину KMnO_4 ;

v - коефіцієнт для перерахунку взятого для визначення розчину на весь об'єм;

p - наважка ґрунту (в г), взята для визначення кальцію і магнію перерахована на наважку, висушену при температурі 105° ;

100 - коефіцієнт перерахунку на 100 г ґрунту.

Для обчислення процентного вмісту добуту величину множать на міліграм-еквівалент Ca^{++} в грамах, який дорівнює 0,020 г. Тоді :

$$x = \frac{a \times N \times v \times 0,020 \times 100}{p} \% \text{Ca}^{++}$$

Приклад. Наважка повітряносухого ґрунту, взятого для визначення, дорівнює 10 г. попереднє значення гігроскопічної води в даному зразку дорівнює 3,84%. Підрахувавши вміст абсолютно сухого ґрунту, наважку визначаємо як 9,616г.

На визначення кальцію взято 100 мл фільтрату з вимірювальної колби місткістю 200 мл. на титрування зв'язаної

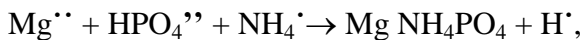
з кальцієм щавлевої кислоти пішло 24,5 мл 0,05066 N. KmnO_4 . Підставляючи дані у формули, маємо:

$$x = \frac{24,5 \times 0,05066 \times 2 \times 0,020 \times 100}{9,616} = 0,51\% \text{ Ca}^{++}.$$

Визначення магнію. Хімічний стакан з фільтратом і промивальними водами після осадження кальцію ставлять на електроплитку або інший обігрівник і випаровують до об'єму 100-150 мл, підкислюють соляною кислотою, доливають 10 мл свіжоприготовленого 10-процентного розчину Na_2HPO_4 і перемішують.

Розчин нагрівають до кипіння і до гарячого доливають 10-процентного розчину аміаку у кількості 1/3 об'єму рідини. Усе це добре перемішують і залишають стояти протягом 12 годин.

Відбувається реакція :



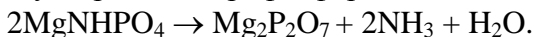
В результаті якої випадає білий кристалічний осад MgNH_4PO_4 , який фільтрують крізь невеликий беззольний фільтр.

Після перенесення осаду на фільтр, його 7-8 раз промивають 2,5-процентним розчином аміаку. Повноту промивання перевіряють на присутність хлору. Для цього в пробірку беруть 1-2 мл останнього фільтрату з-під лійки, сильно підкислюють концентрованою HNO_3 і доливають кілька крапель AgNO_3 ; якщо є каламуть то промивання повторюють до її зникнення.

Після промивання фільтр з осадом виймають з лійки, складають і переносять у зазделегідь зважений на аналітичних терезах фарфоровий тигель. Тигель з фільтратом ставлять на фарфоровий трикутник кільця штатива і злегка нагрівають, щоб обвуглити фільтр, а далі нагрівання посилюють і прожарюють осад, поки фільтр повністю згорить, після чого

тигель ставлять в екзикатор, охолоджують і зважують. Після першого зважування тигель знову прожарюють, охолоджують і зважують. Прожарювання проводять до сталої ваги, тобто доти, поки різниця між двома зважуваннями не перевищуватиме 0,0002 г.

Фосфорнокислий магній-амоній при температурі 1100-1000° розкладається з утворенням пірофосфорного магнію



Таким чином ваговою формою є $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$, за якою і роблять розрахунки.

Процентний вміст магнію обчислюють за формулою:

$$x = \frac{a \times 0,218 \times v \times 100}{p} \%,$$

де : a – вага осаду $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$;

$0,218$ – коефіцієнт перерахунку $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ у магній;

v - коефіцієнт перерахунку, взятого для визначення магнію розчину на весь об'єм;

p – наважка, взята для визначення кальцію і магнію, перерахована на наважку, висушену при температурі 105°.

Для перерахунку процентного вмісту магнію в міліграм-еквіваленти треба кількість процентів помножити на 1000 і поділити на еквівалентнувагу, тобто:

$$x = \frac{a \times 0,218 \times v \times 100 \times 1000}{p \times 12} \text{ мг-екв},$$

Приклад. для аналізу взято наважку абсолютно сухого ґрунту 9,616г. вага прожареного осаду дорівнює 0,0290 г. з колби

місткістю 200 мл взято 100 мл розчину. Отже, $p = 2$.
Перерахуємо на 100 г ґрунту:

$$\frac{0,290 \times 0,218 \times 2 \times 100}{9,616} = 0,138\%.$$

Кількість магнію в міліграм-еквівалентах дорівнює:

$$\frac{0,290 \times 0,218 \times 2 \times 100 \times 1000}{9,616 \times 12} = 11,50 \text{ мг-екв.}$$

Для проведення аналізу потрібні такі розчини:

I. 0,01 Н., 0,02 Н. та 0,05 Н. розчини $KmnO_4$. Для приготування 0,01 Н. розчину беруть 0,32г, для 0,02Н. – 0,63 г, для 0,05 Н. – 1,58 г $KMnO_4$, переносять у літрову вимірювальну колбу, доливають 300–400 мл дистильованої води. Після повного розчинення доливають води до риски, перемішують залишають стояти в темноті протягом 7-10 днів, після чого встановлюють нормальність за допомогою щавлевої кислоти.

II. 2-процентний розчин NH_4NO_3 . На техніко-хімічних терезах зважують 20 г NH_4NO_3 , розчиняють у дистильованій воді, переливають у літрову вимірювальну колбу, підкислюють кількома краплями HNO_3 , доливають дистильованої води до риски і добре перемішують.

III. азотна кислота хімічно чиста, питомої ваги 1,41.

IV. соляна кислота хімічно чиста, питомої ваги 1,19.

V. 1-процентний розчин соляної кислоти. 23,7 мл HCl питомої ваги 1,19 наливають у колбу місткістю 1 л, доливають півколби дистильованої води, перемішують і доливають водою до риски, після чого закривають пробкою і знову перемішують.

VI. 5-процентний розчин сірчаної кислоти. 29 мл концентрованої сірчаної кислоти питомої ваги 1,84 наливають у колбу місткістю 1 л, в яку до половини налито дистильованої

води, перемішують, доливають води до риски і знову перемішують.

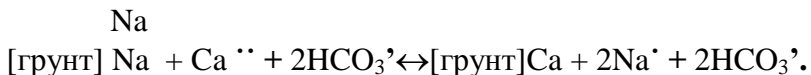
Визначення обмінного натрію методом К. К. Гедройца

Присутність натрію у ввібраному стані робить ґрунт солонцюватим. Солонцюватість ґрунтів залежить від кількісного вмісту обмінного натрію. Визначення вмісту обмінного натрію дає можливість вживати різних заходів для поліпшення ґрунтів.

Витиснення обмінного натрію в ґрунтах за методом К. К. Гедройца полягає в тому, що водну суспензію ґрунту в присутності карбонату кальцію обробляють довгий час вуглекислим газом. При цьому утворюється гідрокарбонат кальцію:



Гідрокарбонат кальцію реагує з ґрунтом:



Утворений бікарбонат натрію переходить у розчин, який і визначають об'ємним або ваговим способом.

Підготовлену пробу просівають крізь сито з отворами 1 мм. Якщо гаданий вміст обмінного натрію більший за 0,1%, то беруть наважку близько 10 г, а коли натрію має бути менше за 0,1%, тоді беруть наважку від 10 до 100 г. Наважку пересипають у склянку місткістю 1,5-2 л. в агатовій ступці розтирають хімічно чистий CaCO_3 до стану пудри, беруть його 0,1 частину від наважки ґрунту і насипають у склянку. У склянку доливають 1000 мл дистильованої води, добре збовтують її з апарата Кіппа або з балона пропускання

протягом 2-3 годин сильну струмину вуглекислого газу. При цьому через кожних 15 хвилин склянку сильно збовтують.

Після пропускання CO_2 вмісту дають відстоятись до повного зсідання осаду і проясніння розчину. Розчин відфільтровують, беруть піпеткою дві порції по 50 – 100 мл фільтрату, переносять у дві фарфорові чашки, ставлять на водяну баню і випаровують досуха.

Сухий залишок швидко розчиняється у невеличкій кількості покип'яченої гарячої дистильованої води і відфільтровують крізь малий густий беззолний фільтр. Чашку і фільтр 10-12 раз промивають невеличкими порціями прокип'яченої гарячої води, відокремлюючи осад скляною паличкою від стінок чашки.

Фільтрат знову переливають у фарфорову чашку і випаровують на водяній бані. Сухий залишок ще раз розчиняють у прокип'яченій гарячій воді, знову відфільтровують і промивають так само, як і перший раз. Цю операцію повторюють кілька разів, поки сухий залишок не буде швидко і повністю розчинятись у гарячій воді.

Останній фільтрат охолоджують і титрують 0,02 N розчином H_2SO_4 у присутності метилоранжу. Титрування повторюють два-три рази, з двох іповторних спроб беруть середнє значення і обчислюють вміст обмінного натрію в міліграм-еквівалентах на 100 г ґрунту, а далі в процентах.

Приклад. Припустимо, що наважку взяли 10 г. на випаровування взяли 100 мл витяжки, тобто десяту частину всієї витяжки (1000 мл), що відповідає 1 г ґрунту.

На титрування витрачено 3,2 мл 0,02145 N розчину H_2SO_4 . Отже, обмінного натрію в наважці 1 г буде:

$$3,2 \times 0,02145 = 0,06864 \text{ мг-екв.}$$

А в 100 г ґрунту вона дорівнюватиме:

$$0,06864 \times 100 = 6,864 \text{ мг-екв.}$$

Отже, досліджуваний ґрунт містить приблизно 6,9 мг-екв обмінного натрію. Щоб перевести міліграм-еквіваленти в проценти, треба знайдене значення помножити на грамове зачення міліграм-еквівалента(0,023). Тоді:

$$6,9 \times 0,023 = 0,159 \text{ г або } 0,159\% \sim 0,16\%.$$

Для визначення обмінного натрію потрібні такі реактиви:

I. Хімічно чистий CaCO_3 .

II. 0,2 Н. розчин H_2SO_4 . Беруть піпеткою або бюреткою 0,14 мл H_2SO_4 питомої ваги 1,84 і наливають її у вимірвальну колбу місткістю 250 мл, доливають дистильованої води до риски і добре перемішують. Нормальність встановлюють по бурі.

Для визначення потрібний такий посуд:

1. Склянки місткістю 1,5 – 2 л – 2 шт.
 2. Піпетки на 50 і 100 мл – по 1 шт.
 3. Бюретка на 25-50 мл – 1 шт.
 4. Фарфорові чашки – 2 шт.
 5. Апарат Кіппа, заряджений на добування CO_2 – 1 шт.
 6. Агатова (фарфорова) ступка – 1 шт.
-

Література

1. Бабко А. К., П'ятницький І. В. Кількісний аналіз. Вища школа, 1974.
2. Орлов А. Г. Методи расчёта в количественном спектральном анализе. Л.: Недра, 1987.-С.215.
3. Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ. Пер. с болгарского Г. А.Шейниной. под ред. С. З. Яковлевой, Л.: Химия, 1983.-С.144.
4. Аринушкина Е. В., Химический анализ почв и грунтов., Изд-во МГУ, 1952.
5. В.Ф. Барковский, Т. Б.Городенцева, Н. Б. Топорова. Основы физико-химических методов анализа. М.: Высшая школа, 1983.
6. Журнал аналитической химии. Том 48.Выпуск 4.М.: Наука, 1993.
7. Журнал аналитической химии. Том 48.Выпуск 8.М.: Наука, 1993.

8. Журнал прикладной химии. Том 65. №11. С.-П.: Наука, 1992.
9. Український хімічний журнал. Том 58. №9. К.: Наукова думка, 1992.
10. Український хімічний журнал. Том 59. №6. К.: Наукова думка, 1993.
11. Український хімічний журнал. Том 60. №2. К.: Наукова думка, 1994.

Зміст

	Стор.
Вступ	3
Взяття проб ґрунтів у полі	4
Механічний склад ґрунту	5
Закипання ґрунтів	8
Взяття проб для аналізу	9
Визначення вологості	10
Приготування водної витяжки з ґрунту	11
Визначення сухого залишку	13
Визначення мінерального залишку	14
Визначення рН водної витяжки	15
Виготовлення комбінованого індикатора	20
Визначення водорозчинних фосфатів	21
Визначення нітратів	25
Визначення рухомого калію в підзолистих ґрунтах за методом Я. В. Пейве	29
Визначення рухомого калію чорноземних ґрунтах за Є. А. Бровкіною	34

Визначення кислотності ґрунтів	37
Визначення РН сольової витяжки	40
Визначення гідролітичної кислотності ґрунту	42
Обчислення норми внесення вапняку на гектар ґрунту	44
Визначення перегною в ґрунті	46
Визначення обмінної вбирної здатності ґрунтів	51
Визначення обмінного натрію методом К.К. Гедройца	59
Література	61
