

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
"ЗАПОРІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ"
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

О.В. Дубова

АГРОХІМІЯ

Методичні вказівки
до лабораторних робіт
для студентів біологічного факультету

Затверджено
вченою Радою ЗНУ
Протокол № 5 від 26 грудня 2007

ЗАПОРІЖЖЯ 2007

Дубова О.В. Агрохімія. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів біологічного факультету. - Запоріжжя: ЗНУ, 2007. -39слю.

В методичних вказівках наведено техніку лабораторних робіт, методи аналізів, що використовуються в агрохімічних лабораторіях. Навчальне видання відповідає сучасній програмі з агрохімії.

Призначений для студентів 2-го курсу біологічного факультету, що навчаються зі спеціальності «Хімія».

Рецензент:

Т.В.Панасенко

Відповідальний за випуск

В.О. Лях

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Тема 1 Фізико-хімічні та агрономічні властивості ґрунту.....	5
Лабораторна робота № 1.1.....	5
Лабораторна робота № 1.2.....	6
Лабораторна робота № 1.3.....	7
Лабораторна робота № 1.4.....	8
Тема 2 Вивчення потреб у ванинуванні кислих ґрунтів.....	9
Лабораторна робота № 2.1.....	10
Лабораторна робота № 2.2.....	14
Тема 3 Визначення хімічного складу водних витяжок (для засолених ґрунтів).....	16
Лабораторна робота № 3.1.....	16
Лабораторна робота № 3.2.....	18
Лабораторна робота № 3.3.....	19
Лабораторна робота № 3.4.....	19
Тема 4 Визначення вмісту поживних речовин в ґрунті і потреба в добривах.....	21
Лабораторна робота № 4.1.....	21
Лабораторна робота № 4.2.....	23
Лабораторна робота № 4.3.....	25
Тема 5 Розпізнавання мінеральних добрив.....	30
Лабораторна робота № 5.1.....	30
Бібліографічний опис.....	37

Тема 1 ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА АГРОНОМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ

Агрохімія – наука про взаємодію добрив, ґрунту, рослин і клімату, колообіг речовин у землеробстві і раціональне використання добрив та інших хімічних речовин. Хімізція сільського господарства послідує виробництво мінеральних добрив і їх наукове використання, хімічну меліорацію ґрунтів, широке використання продуктів хімічного виробництва в рослинництві та тваринництві.

Загальне завдання агрохімії – розробка наукових основ застосування добрив. Воно вирішує коло питань, які можна звести до таких проблем: 1) живлення рослин; 2) властивості ґрунту в зв'язку з використанням добрив; 3) прийом і раціонального використання добрив (мінеральних, органічних, засобів хімічної меліорації ґрунтів) у зв'язку з колообігом поживних речовин у землеробстві. В землеробстві інтенсифікація неможлива без комплексу агрохімічних заходів, а саме внесення оптимальної кількості елементів мінерального живлення з урахуванням вмісту їх в ґрунті.

У агрохімії використовують дві групи методів (біологічні та лабораторні), які доповнюють одна одну. До біологічних методів належать польові досліді з добривами в різних ґрунтово-кліматичних зонах; б) вегетаційні досліді; 3) виробничі досліді.

Лабораторні методи – це переважно хімічні аналізи ґрунтів, рослин і добрив. До них належать також біохімічні та мікробіологічні методи.

Лабораторні роботи відносять наступній тематичі: агрономічні та фізико-хімічні властивості ґрунтів; визначення кислотності ґрунту, визначення вмісту поживних речовин у ґрунтах, мінеральні добрива та їх розпізнавання, вміст нітратів у рослинах.

Дані методичні вказівки відповідають сучасній програмі з агрохімії, складені згідно робочої програми з курсу «Агрохімія» для студентів 2-го курсу біологічного факультету спеціальності «Хімія». Містять як теоретичні знання, так і техніку лабораторних робіт, методи аналізів, які використовуються в агрохімічних лабораторіях. У методичних вказівках використано сучасну українську термінологію, яка відповідає міжнародним стандартам ISO та вимогам IUPAC.

Питання для обговорення:

1. Надайте агрохімічну характеристику основних типів ґрунтів України.
2. Який склад ґрунтового розчину, повітря та твердої фази ґрунту?
3. Яка залежність мінерального складу твердої фази ґрунту від його механічного складу? Їх значення для живлення рослин?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1.1

1. Взяття зразків ґрунту і визначення його структури та складу

Оскільки ґрунт має різні будову і склад навіть на сусідніх ділянках, дуже важливим етапом аналізу є взяття зразків ґрунту, формування середньої проби, переведення її в повітряно-сухий стан, відбір певної за гранулометричним складом фракції.

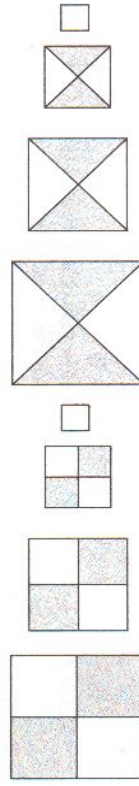
Обладнання і матеріали: лопаточка, етикетки, поліетиленові пакети, фарфорова ступка, сито з отвором 1мм, аналітичні терези, бюкси з притертою пробкою, сушильна шафа, яка здатна давати температуру 100-150°C, зразки ґрунту, дерев'яний шпатель.

Хід роботи

Лопаткою відбирають пробу по 100-200 г. по кутках і в центрі ділянки, ґрунт якої аналізують. Вкладають проби в пакети, герметично їх зав'язують і зазначають на етикетці номер зразка ґрунту, дату і місце відбору.

Висипають проби на піддон рівним шаром, видаляють сторонні домішки (листя, кору, грудки, коріння, сміття). Описують структуру ґрунту (розсипчастий, грудкуватий, кам'янистий, тощо) та його склад (наявність і кількість сторонніх включень, переважаючий тип). Залишають ґрунт для висихання.

Пробу повітряно-сухого ґрунту висипають на аркуш паперу і розрівнюють шаром в 1-2см, надають форми прямокутника, ділять його на чотири прямокутники або чотири трикутники (див мал.) і два з них відкладають, а два з'єднують, перемішують і знову зменшують пробу методом квадратування до 300-500г. Зважують ґрунт.



Відбір проби ґрунту методом квартування

Порції ґрунту розтирають дерев'яним шпательом у фарфоровій ступці і просіюють крізь сито з отвором 1мм. Частину ґрунту, що залишилась на ситі, зважують і визначають її вміст у відсотках від загальної маси («ґрунтовий скелет»).

ґрунт, який пройшов крізь сито, називають «дрібноземом» і використовують для аналізу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1.2

2. Визначення вологості ґрунту

Вологість ґрунту зумовлена наявністю гіроскопічної води, що вбирається ґрунтом і видаляється з нього за температури 100-105°C. висушування за цією температурою може давати завищені данні, що зумовлено видаленням з ґрунту газів і частково води, яка входить до складу кристалогідратів.

Вологість має велике значення для забезпечення родючості: у воді розчинені солі, необхідні для живлення рослин; ґрунтова волога зумовлює тургор рослин, завдяки процесам фільтрації, випаровування, розчинення, відбувається міграція хімічних елементів у ґрунті.

Хід роботи

У бюксiз притертою пробкою зважують на аналітичних вагах з точністю до 0,0002г приблизно 1-2г проби повітряно-сухого ґрунту, вмішують повітряний бокс у сушильну шафу і висушують приблизно при 100-105°C 5 год. Бокс виймають з шафи, закривають кришкою і ставлять на екскактор на 20-30 хв. для охолодження, а потім зважують.

Масову частку гіроскопічної води відносно маси сухої проби визначають за формулою:-

$$\omega (H_2O_{\text{гпр}}) = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{g}, \%$$

де m_1 і m_2 – маса бюкса з ґрунтом до і після висушування,
 g – маса проби після висушування

Контрольні запитання і завдання

1. Як впливає вологість на процеси міграції хімічних елементів у ґрунті?
2. Назвіть антропогенні чинники, які змінюють структурно-механічні властивості ґрунту, як це впливає на родючість?
3. Як рослини пристосовуються до нестачі і надлишку води в ґрунті?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1.3

Визначення питомої та об'ємної ваги ґрунту

А) "Визначення питомої ваги твердої фази."

Мета: ознайомитися з методикою та визначити питому вагу ґрунту.

Обладнання: пікнометр на 100мл., аналітичні терези, електрична плітка, термометр, зразки ґрунтів, дистильована вода.

Питомою вагою твердої фази ґрунту називають відношення ваги твердої фази ґрунту певного об'єму до ваги води того ж об'єму при 4°C.

Питома вага залежить від вмісту гумусу, мінерального складу ґрунту і в середньому дорівнює 2,5-2,65 г/см³.

Значення питомої ваги ґрунту необхідне для обчислення схватності ґрунту, при проведенні механічного аналізу.

Питому вагу твердої фази ґрунту визначають за зразком ґрунту з порушеною структурою, тобто розтертою у порошок, (розмір частин 1мм.) пікнометричним засобом – шляхом визначення об'єму якої-небудь навіски ґрунту при витісненні нею води.

Хід роботи

1. На технічних терезах беруть 10 г повітряно-сухого ґрунту. Одночасно в окремій навісці визначають гіроскопічну вологу.
2. У колбі кип'ятять близько півгодини 200-250 мл дистильованої води для вилучення розчиненого в ній повітря та охолоджують до кімнатної температури.
3. Потім пікнометр на 100 мл наповнюють точно до позначки цією водою і вазять на аналітичних терезах. Пікнометр під час роботи треба брати тільки за шийку та не нагрівати її рукою, бо навіть незначне коливання відображається на точності визначення удільної ваги. Записати температуру, при якій проводилося перше визначення пікнометра ваги.
4. Після зважування із пікнометра відливають приблизно половину води і встановивши в його шийку ліжку, обережно пересипають взяту навіску ґрунту. Змивають тверді частинки ґрунту, які пристали до ліжки та шийки, дистильованою водою у пікнометр та кип'ятить його вміст на електричній плитці 30 хв., не допускаючи розбризкування.
5. Після кип'ятіння пікнометр охолоджують до початкової температури, доливають прокип'яченою водою до позначки та вазять удруге. Обчислення удільної ваги проводять за формулою:

$$D = \frac{B}{A+B-C}$$

D – питома вага ґрунту, г/см³.

B – наважка сухого ґрунту, г.

A – вага пікнометра з водою, г.

C – вага пікнометра з водою та ґрунтом, г.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1.4

Б) "Визначення об'ємної ваги ґрунту."

Мета: Ознайомитися з методикою та визначити об'ємну вагу ґрунту методом парафінування.

Обладнання: Технічні терези, парафін, фарфорові чашки, мірний циліндр, зразки ґрунтів.

Об'ємна вага ґрунту є відношенням ваги якого-небудь об'єму абсолютно сухого ґрунту сталого складу до ваги такого ж об'єму води.

ґрунт є пористим тілом, завжди містить деяку кількість великих та дрібних пор між твердими частками, які зайняті водою та повітрям. Ось чому при визначенні об'ємної ваги треба взяти вагу 1см³ ґрунту в природному складі зі всіма порами в ньому. Об'ємну вагу необхідно визначати в зразках зі сталим складом. Об'ємна вага в ґрунті залежить від механічного складу, кількості гумусу, та складу ґрунту.

Об'ємна вага коливається від 1 до 1,82 г/см³.

Значення об'ємної ваги ґрунту необхідне для обчислення порівнянності та запасів тих або інших речовин, які необхідні для рослин.

Хід роботи

Метод парафінкування:

1. Із ґрунту з порушеною структурою вирізають у вигляді кулі або яйця шматок ґрунту розміром 5 на 5 й важиться на технічних терезах.
2. Готується розплавлений парафін при температурі на 2-3° вище точки плавлення.
3. Шматок ґрунту попеременно то однією то другою частиною занурюється у парафін з метою утворення парафінаної плівки на всій поверхні ґрунту. Після утворення 5-10 шарів парафіну, ґрунт з парафінаною плівкою охолоджується та важиться.
4. За різницею між вагою ґрунту з парафіном та вагою до парафінкування визначається вага парафіну. Для визначення об'єму, який займає парафін, отримана вага парафіну ділиться на його удільну вагу, що дорівнює 0,89.

5. Об'єм за парафінаного зразка ґрунту визначається зануреним у мірний циліндр з водою. Внаслідок занурення зразка у циліндр з водою, рівень води у ньому піднімається. За різницею рівнів води визначається об'єм за парафінаного зразка ґрунту.

6. Відніманням від отриманої величини об'єму парафіну визначається об'єм ґрунту.

7. Потім вага зраза ділиться на його об'єм і таким чином визначається об'ємна вага ґрунту при даній вологості. Вологість визначається як звичайно в окремо взятій навіді ґрунту. Вираховують К_{во}, визначають об'ємну вагу абсолютно сухого ґрунту.

Порівнянність ґрунту

Окремі механічні елементи та структурні відокремлення в ґрунті нещільно прилягають один до одного. Між ними утворюються проміжки різні за величиною та формою, які прийнято називати порами.

Величину загальної поризаності звичайно вираховують за співвідношенням удільної ваги D та об'ємної ваги ґрунту V. Відношення V/D дає об'єм, що займається твердими частками в одиниці об'єму ґрунту. Різниця між одиницею та об'ємом, який займають тверді частки ґрунту, складає загальну поризаність його у даній одиниці об'єму. Помножаючи цю величину на 100, отримують загальну поризаність ґрунту, яку виражають в об'ємних процентах. Тому загальну поризаність вираховують за формулою:

$$P = 100(1 - V/D)$$

P – загальна пористість в %,

V – об'ємна вага ґрунту в г/см³

D – питома вага ґрунту в г/см³

Тема 2 ВИВЧЕННЯ ПОТРЕБ У ВАПНУВАННІ КИСЛИХ ГРУНТІВ

Питання для обговорення:

1. Що таке реакція ґрунтового розчину? Характеристика рН головних типів ґрунтів України.
2. Обмінна та гідролітична кислотність ґрунту, значення при застосуванні добрив.
3. Які ґрунти потребують вапнування, які гісування?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2.1

Гідролітична кислотність ґрунту

Кислотність ґрунту має велике значення для росту й розвитку рослин, впливає на асиміляцію ґрунтовим обмінним комплексом катіонів важких металів та їх міграцію, доступність окремих поживних речовин для їх засвоєння.

Так, при випаданні кислотних дощів знижується рН ґрунтового розчину, що може створити несприятливі умови для розвитку рослин; збільшується рухливість іонів металів, що містяться в ґрунті у вигляді малорозчинних солей слабких кислот (карбонати, фосфати, фториди); зростає можливість накопичення рослинами і катіонів важких металів і отруєння трав'янистих, а потім хижих тварин і людини внаслідок акумуляції по ланцюгах живлення.

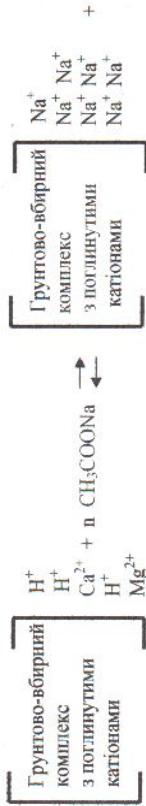
Розрізняють два види кислотності ґрунту: фактуальну і потенційну. *Актуальна кислотність* визначається наявністю вільних іонів H^+ у ґрунтовому розчині, її позначають як рН. *Потенційна кислотність* зумовлена наявністю H^+ у ґрунтового-вбирному комплексі (ГВК) і позначається Н. Потенційну кислотність поділяють на обмінну і гідролітичну.

Обмінна кислотність зумовлена рухливими іонами H^+ , які можуть бути витісненні з ґрунтового-вбирного комплексу катіонами і нейтральних солей (NaCl, KCl...)

Оптимальні значення рН для основних сільськогосподарських культур:

Рослина	рН	Рослина	рН	Рослина	рН
Люпин	4,5 - 6,0	Льон	5,9 - 6,5	Яра пшениця	6,3 - 7,6
Гречка	4,7 - 7,5	Соняшник	6,0 - 6,8	Соя	6,5 - 7,1
Чай	4,8 - 6,2	Кукурудза	6,0 - 7,0	Бавовна	6,5 - 9,0
Картопля	5,0 - 5,5	Горох	6,0 - 7,0	Капуста	6,7 - 7,1
Овес	5,0 - 7,7	Копишина	6,0 - 7,0	Столовий буряк	6,8 - 7,5
Морква	5,5 - 7,0	Салаг	6,0 - 7,0	Ячмінь	6,8 - 7,5
Редиска	5,5 і більше	Озима пшениця	6,0 - 7,5	Цукровий буряк	7,0 - 7,5
Просо	5,5 - 7,5	Огірки	6,0 - 7,9	Лігнерна	7,0 - 8,0
Тимофійка	5,6 і більше	Томати	6,3 - 6,7	Ковоплі	7,1 - 7,4

Гідролітичну кислотність виявляють обробкою ґрунту розчинами і солей сильної основи і слабкої кислоти (наприклад ацетатом натрію CH_3COONa).



При дії CH_3COONa на поглинальний комплекс відбувається активне витіснення йонів H^+ з комплексу і нейтралізація активної кислотності ґрунту. Таким чином визначають сумарну кислотність (актуальну і потенційну). Йони H^+ що при цьому виділяються, утворюють CH_3COOH , яку відтитрують розчином $NaOH$ за наявності фенолфталеїну.

Обладнання і матеріали: зразки повітряно-сухого ґрунту, сито з отворами діаметром 1 мм, технічні терези, колба конічна з товстого скла(краще з притертою пробкою) місткістю 250-300мл, ротатор (прилад для переміщення рідини обертальним рухом), мірна колба на 1000 мл, піпетка Мора на 1-50 мл, фільтрувальний папір («синя стрічка»), рН-метр; розчин ацетату натрію, $C=0,1$ моль/л (136 г $CH_3COONa \cdot 3 H_2O$ розчиняють у дистильованій воді у мірній колбі на 1 л і доводять об'єм до риски,(розчин повинен мати рН=8,3 - 8,4); якщо розчин більш кислий, добавляють краплями 10%-ний розчин гідроксиду натрію, якщо більш лужний - 10%-ний розчин оцтової кислоти, розчин зберігають не більше 3-х діб); 10%-ний розчин $NaOH$; 10%-ний розчин CH_3COOH ; розчин $NaOH$, $C=0,1$ моль/л; індикатор фенолфталеїн.

1. Титриметричний метод

Хід роботи

Для аналізу беруть середню пробу ґрунту, висушують на повітрі, просівають крізь сито діаметром 1мм. На технічних терезах зважують (з точністю до 0,01 г) наважку ґрунту і переносять її в колбу з товстого скла на 250-300 мл (краще з притертою пробкою). Потім у неї добавляють 1 мл розчину CH_3COONa . Суміш перемішують обертальним рухом, закривають колбу пробкою, вміщують на ротатор і збовтують у продовж 1 год.

Після цього суміш сильно струшують і фільтрують крізь сухий складчастий фільтр у суху колбу, намагаючись якомога більше перенести на фільтр ґрунту. Якщо фільтрат каламутний, першу порцію відкидають. Коли основна маса рідини буде відфільтрована, відбирають піпеткою 50 мл фільтрату і переносять у конічну колбу на 150-200 мл, додають 5-6 крапель фенолфталеїну і титрують розчином $NaOH$, $C=0,1$ моль/л до появи рожевого забарвлення, яке не зникає упродовж 30-60 с.

Гідролітичну кислотність ґрунту X_k виражають кількістю йонів H^+ , що містяться в 100 г. ґрунту:

$$X_k = \frac{VK \cdot 5 \cdot 1,75}{10}, \text{ ммоль екв.}$$

$X_k = \frac{VK \cdot 5 \cdot 1,75}{10}, \text{ ммоль екв.}$

10

де V - об'єм розчину $NaOH$, $C = 0,1$ моль/л, витраченого на титрування; K - поправковий коефіцієнт для переведення розчину $NaOH$ до концентрації 0,1 моль/л; 5 - коефіцієнт для перерахунку результату на 100г ґрунту; 1,75- коефіцієнт перерахунку (середня величина, яка показує середнє значення гідролітичної кислотності, оскільки при одноразовій обробці ґрунту CH_3COONa кислотність витісняється не повністю); 10-поправка для переведення концентрації H^+ у ммоль екв.

Норми внесення вапна на гектар обчислюють за формулою:

$$X_{вап} = \frac{VK \cdot 5 \cdot 1,75 \cdot 3 \cdot 10^6 \cdot 10}{10 \cdot 10^9} \cdot T \cdot \tau \cdot a,$$

де V - об'єм розчину $NaOH$, витрачений на титрування 50 мл фільтрату; 10 (в чисельнику) - поправка для переведення мілілітрів розчину $NaOH$, $C = 0,1$ моль/л, у міліеквіваленти; 50 - поправка для переведення міліеквівалентів у міліграми $CaCO_3$; $3 \cdot 10^6$ - коефіцієнт для переходу від 1 кг ґрунту до маси зораного шару на 1 га.; $1 \cdot 10^9$ - коефіцієнт для переведення міліграмів в $CaCO_3$ в тонни, або:

$$X_{вап} = VK \cdot 1,31$$

2. рН-метричний метод (за Каппеном)

Метод ґрунтується на обробці ґрунту розчином ацетату натрію, $C = 1$ моль/л, при співвідношенні ґрунт: розчин: = 1-2,5 з наступним рН-метричним визначенням кислотності одержаної суспензії.

Хід роботи

Наважку ґрунту 30 г заливають 75 мл розчину CH_3COONa ($pH = 8,3-8,4$), струшують упродовж 1 хв, відстоюють 18-20 год, повторно перемішують.

Перед початком роботи підлагоджують рН-метр за буферним розчином $pH = 4,01$; 6,86; 9,18; під час виконання роботи справність приладу періодично контролюють за буферним розчином з $pH = 6,86$. переносячи

електроди з одного ґрунтового розчину в інший, їх споліскують дистильованою водою.

Обробка результатів

Гідролітичну кислотність ґрунту (в ммоль екв./100 г ґрунту) обчислюють за значенням рН, користуючись даними таблиці:

Коефіцієнт переведення рН ацетатної витяжки в одиниці гідролітичної кислотності

рН (цілі числа і десяти частки)	рН (сот частинки)	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
Гідролітична кислотність, ммоль екв./100 г ґрунту											
6,0	17,3	16,9	16,6	16,2	15,8	15,5	15,2	14,9	14,5	14,2	
6,1	13,8	13,6	13,3	13,1	12,5	12,2	12	12	11,7	11,5	
6,2	11,2	11	10,8	10	10,3	10,1	9,84	9,64	9,44	9,23	
6,3	9,04	8,83	8,65	8,45	8,25	8,11	7,92	7,76	7,59	7,41	
6,4	7,28	7,11	6,97	6,81	6,69	6,53	6,38	6,26	6,11	5,98	
6,5	5,85	5,73	5,61	5,48	5,37	5,25	5,14	5,03	4,92	4,82	
6,6	4,71	4,61	4,52	4,42	4,32	4,23	4,14	4,05	3,96	3,82	
6,7	3,79	3,71	3,63	3,56	3,48	3,4	3,33	3,26	3,19	3,13	
6,8	3,05	2,99	2,92	2,86	2,8	2,74	2,68	2,62	2,57	2,52	
6,9	2,46	2,41	2,35	2,32	2,25	2,21	2,16	2,11	2,07	2,02	
7,0	1,98	1,94	1,9	1,86	1,82	1,78	1,74	1,7	1,76	1,63	
7,1	1,6	1,56	1,53	1,5	1,46	1,43	1,4	1,37	1,34	1,31	
7,2	1,28	1,26	1,23	1,2	1,18	1,15	1,13	1,1	1,08	1,06	
7,3	1,03	1,01	0,99	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85	
7,4	0,83	0,81	0,8	0,78	0,76	0,75	0,73	0,72	0,7	0,68	
7,5	0,67	0,66	0,64	0,63	0,61	0,6	0,59	0,58	0,56	0,55	
7,6	0,54	0,53	0,52	0,51	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	
7,7	0,43	0,43	0,42	0,41	0,4	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36	
7,8	0,35	0,34	0,33	0,33	0,32	0,31	0,3	0,29	0,29	0,29	
7,9	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23	
8,0	<0,23										

Контрольні запитання і завдання

1. Назвіть основні причини підвищення кислотності ґрунтів.
2. Які рослини можуть вказати на рН ґрунту?
3. Яких меліоративних заходів вживають з метою підвищення кислотності ґрунтів?

Обмінна кислотність

Кислотність кислих ґрунтів та донних відкладів визначають витісненням йонів гідрогену розчином KCl , $C = 1$ моль/л, при $pH = 5,6 \dots 6,0$:



де ГВК – ґрунгово-вбирний комплекс.
За значенням pH отриманого розчину визначають ступінь кислотності проби ґрунту.

Обладнання і реактиви: технічні терези, pH -метр, хімічні стакани місткістю 100 і 50 мл., проба ґрунту, розчин хлориду калію, $C = 0,1$ моль/л.

Хід роботи

Зважують у стакани на технічних терезах 20 г повітряно сухої або сухої проби, добавляють 50 мл розчину KCl і збовтують 5 хв. Через 10-15 хв після збовтування, коли основна частина проби осяде, відбирають порцію розчину і визначають pH за допомогою pH -метра.

Обмінну кислотність (обмінний водень) визначають шляхом повторного витіснення протонів іонами Va^{2+} :



Кількість протонів, що перейшли в розчин, визначають титруванням робочим розчином лугу.

Обладнання і реактиви: повітряно-сухий ґрунт, хімічний стакан місткістю 100 мл, беззольний фільтр «синя стрічка», конічна колба на 100 мл, штатив, бюретка; хлорид барію, $C = 1$ моль/л; гідроксид натрію, 10%-ний розчин, хлорид на кислота, 10%-ний розчин; індикатор бром тимоловий синій, 1%-ний розчин у 20%-ному етанолі.

Хід роботи

1- 10 г повітряно-сухого ґрунту заливають у стакани невеликою порцією розчину $VaCl_2$, $C = 1$ моль/л, який має $pH \approx 6,5$. За інших значень pH кислотність цього розчину коригують розбавленим розчином лугу або хлоридної кислоти; розчин з пробою перемішують і декантують крізь шільний фільтр («синя стрічка»). Фільтрат збирають у конічну колбу на 500 мл. Коли об'єм фільтрату досягне 300-400 мл, додають 10-15 крапель індикатора (бром тимолового синього) і титрують розчином $NaOH$, $C = 0,02$ моль/л, до появи стійкого синього кольору. Якщо на титрування витрачено понад 1 мл розчину лугу, то продовжують промивати пробу, збираючи фільтрат щоразу в чисту колбу. Промивання закінчують, коли на титрування 300-400 мл фільтрату витрачається менше як 1 мл розчину лугу.

Кількість обмінних іонів гідрогену (в ммоль екв/100 г проби) обчислюють за формулою:

$$N_{H^+} = \frac{V_{СК} \cdot 100}{g}$$

де V – загальний об'єм лугу, витраченого на титрування, мл;
 C – його молярна концентрація, моль/л;
 g – маса наважки повітряно-сухої проби, г;
 K – коефіцієнт перерахунку на суху пробу.

Контрольні запитання

1. Яких заходів вживають для зниження кислотності ґрунтів?
2. Як впливає внесення фосфориту на кислотність ґрунту? Напишіть рівняння реакції.
3. Як впливає pH ґрунту на ріст рослин?

Тема 3 ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДНИХ ВИТЯЖОК (ДЛЯ ЗАСОЛЕНИХ ҐРУНТІВ)

Питання для обговорення:

- Що таке засолення ґрунтів? В наслідок яких процесів воно відбувається в вологих та посушливих районах?
- Які рослини можуть рости за умов високої засоленості ґрунтів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3.1

Хімічний склад засоленних ґрунтів

Вміст водорозчинних речовин у ґрунті становить частки відсотка, однак вони дуже необхідні для рослин і є рухливою та засвоєною частиною ґрунту.

Вміст солей у ґрунті – важливий екологічний чинник, адже більшість рослин погано росте на засоленних ґрунтах. Стійкість рослин до засолення наведена в таблиці

Таблиця солестійкості рослин

Висока	Задовільна	Низька
30-40 г/л	10-13 г/л	1-10 г/л
Ячмінь багаторядний, пшій, ситник морський, мангрові	Цукровий і столовий буряк, ріпа, дикий жито безисте, цукрова тростина, пеклолюб, спаржа, часник, редиска	Груша, слива, яблуна, вика, горох, селера, капуста, картопля, коношина біла, лисохвіст лучний, цитрусові

У водних витяжках містяться катіони: NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , аніони: Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , HSiO_3^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- ;

У водних витяжках з підзолистих, дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтів водорозчинних речовин мало, переважають органічні, реакція середовища кисла; витяжки з чорнозему нейтральні, що зумовлено переважанням $\text{Na}(\text{HCO}_3)_2$ і $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, вміст органічних і мінеральних речовин приблизно однаковий; у водних витяжках сіроземів, бурих і каштанових ґрунтів, а також солончаків і солонців переважають мінеральні речовини у вигляді хлоридів, сульфатів, гідрокарбонатів (найнебезпечніша для рослин сода Na_2CO_3 , наявність якої вже в концентрації 0,005% спричиняє її загибель, MgSO_4 , MgSO_4 , тоді як малорозчинні $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, CaCO_3 , MgCO_3 не шкідливі для рослин).

У водних витяжках ґрунту визначають:

- сухий і мінеральний залишок;
- значення рН (20 г повітряно-сухого ґрунту зважують, переносять у конічну колбу, доливають 50 мл розчину KCl , $\text{C} = 1$ моль/л, після перемішування закривають пробкою і залишають на 18-24 години; рН визначають за допомогою рН-метра або універсального індикаторного папіру);
- обмінний натрій і калій;
- вміст Ca^{2+} і Mg^{2+} , загального нітрогену, нітратів, гумусу (за величиною BCK_5), фосфатів, хлоридів, сульфатів, гідрокарбонатів.

Метод ґрунтується на вилученні розчинних солей з ґрунту водою при співвідношенні ґрунт : вода = 1 : 5 з наступним визначенням масової частки окремих йонів.

Ступені засоленості ґрунту залежать від масової частки солей, а її типи від хімічної природи.

1. Якісні дослідження засоленних ґрунтів

Обладнання і реактиви: проби ґрунту, техніхімічні терези, хімічні склянки, скляна лійка, скляна паличка, беззольні паперові фільтри, нітратна кислота HNO_3 (1:3); розчин AgNO_3 , $\text{C} = 0,1$ моль/л; 10 % розчин HCl ; 5 % розчин BaCl_2 .

Хід роботи

Перед приготуванням водної витяжки для визначення засоленості ґрунтів слід зробити якісну пробу на наявність у ґрунті хлорид- та сульфат- іонів.

Ступені і типи засоленості ґрунтів залежно від концентрації солей

Ступінь засоленості ґрунтів	Типи засоленості залежно від хімічного складу і масової частки солей у сухому ґрунті, %		
	Хлориди	Сульфати	Гідрокарбонати
Для хлоридно-сульфатного засолення			
Незасолені	менш як 0,01	-	-
слабкозасолені	0,01-0,05	-	-
Середньозасолені	0,05-0,1	-	-
Сильнозасолені	0,1-0,2	-	-
Солончаки	понад 0,2	-	-
Для сульфатного і хлоридно-сульфатного засолення			
Незасолені	0-0,1	менш як 0,1	-
слабкозасолені	0-0,1	0,1-0,4	-
Середньозасолені	0-0,5	0,4-0,6	-
Сильнозасолені	0-0,1	0,6-0,8	-
Солончаки	-	понад 0,8	-

Для содового засолення		
Незасолені	0,01	менш як 0,06
слабкозасолені	0,01	0,05-0,1
Середньозасолені	0,1	0,2
Сильнозасолені	0,2	0,2-0,3
Солончаки	0,2	0,3-0,4
	0,2	понад 0,4

Якісні дослідження проводять так: 5 г ґрунту вносять у чисту посудину, доливають 25 мл дистильованої води і перемішують склянкою паличкою 3 хв, після чого фільтрують у чисту склянку крізь беззолений фільтр. Отриманий фільтрат досліджують на наявність хлорид та сульфат іонів.

Проба на наявність Cl^- . У пробірку відбирають 5 мл фільтрату, підкислюють нітратною кислотою для руйнування гідрокарбонатів, які утворюють осад з йонами Ag^+ , додавають декілька крапель розчину $AgNO_3$. За наявності Cl^- випадає білий осад. Приблизну кількість осаду оцінюють за шкалою: мало, багато, дуже багато і надалі це враховують, коли беруть проби для кількісного вмісту хлорид-іонів в ґрунті.

Проба на наявність SO_4^{2-} . У пробірку відбирають 5 мл фільтрату, підкислюють двома краплями і 10 % розчину хлоридної кислоти для руйнування карбонатів і гідрокарбонатів, додають 2-3 краплі 5 % розчину $BaCl_2$ і перемішують струшуванням. За наявності сульфат-іонів випадає білий осад сульфату барію, кількість якого визначають методом описаним вище.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3.2

Приготування водної витяжки

Обладнання і реактиви: зразки ґрунту, аналітичні терези, дистильована вода, конічна колба місткістю 500-1000 мл, гумова пробка, беззолений фільтр, конічна колба для збирання фільтрату.

Хід роботи

Наважку ґрунту вносять у колбу на 500-1000 мл і доливають 5-ти кратну кількість дистильованої води. Вода не має містити дистильованого газу, оскільки за його наявності розчиняються карбонати кальцію і магнію з утворенням розчинних гідрокарбонатів, які збільшують масу сухого залишку і загальну лужність водної витяжки, спотворюючи тим самим результати визначення.

Колбу з наважкою ґрунту зачиняють гумовою пробкою і струшують упродовж 3 хв, після чого витяжку фільтрують крізь сухий складчастий фільтр. Якщо ґрунт не лужний і багатий на розчинні солі, що характерно для засолених ґрунтів, які не містять іонів натрію, фільтрування витяжки відбувається швидко, оскільки катіони солей перешкоджають переходу колоїдів ґрунту в

розчин. Якщо ґрунт містить мало розчинних солей і до того ж має лужну реакцію, колоїдні часточки забивають пори фільтра і фільтрування відбувається повільно.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3.3

Визначення вмісту сухого залишку ґрунту

Обладнання і матеріали: фарфорова чашка діаметром 7 см, водяна баня, водна витяжка ґрунту, сушильна шафа, ексикатор, аналітичні терези.

Хід роботи

Сухий або густий залишок водної витяжки дає уявлення про загальний вміст і у ґрунті розчинних у воді мінеральних та органічних сполук. У незасолених ґрунтах масова частка сухого залишку коливається в межах 0,01-0,3 %, у засолених перевищує 0,3 %. За вмістом сухого залишку встановлюють ступінь засоленості ґрунту.

25-50 мл водної витяжки (залежно від результатів якісних проб на йони Cl^- та SO_4^{2-}) вносять у висушену і зважену фарфорову чашку діаметром 7 см і ставлять на водяну баню. Після закінчення випаровування чашку із залишком витяжки у сушильній шафі за температури $105^\circ C$ упродовж 3 год, охолоджують у ексикаторі і зважують.

Масову частку водорозчинних речовин у водних витяжках, що характеризується масою сухого залишку, виражають у відсотках.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3.4

Визначення вмісту CO_3^{2-} і HCO_3^- (карбонатної і гідрокарбонатної лужності)

Метод ґрунтується на послідовному титруванні водної витяжки ґрунту розчином кислоти спочатку до $pH = 8,3$ (за фенолфталеїном), потім до $pH = 4,4$ (за метиловим оранжевим).

Обладнання і реактиви: рН-метр, магніт, магнітна мішалка, водна витяжка ґрунту, хімічна склянка місткістю 100 мл; розчин сульфатної кислоти, $c(\frac{1}{2}H_2SO_4) = 0,02$ моль/л; 0,1 % водний розчин метилового оранжевого; 1 % спиртовий розчин фенолфталеїну; бюретка на 25 мл, штатив.

Хід роботи

У склянку наливають 20 мл витяжки, вміщують у неї «магніт» і ставлять на магнітну мшалку. В розчин занурюють скляний електрод і електрод порівняння рН-метра і визначають рН витяжки. Якщо рН < 8,3, зазначають, що карбонат іонів немає і визначають тільки гідрокарбонат іони, титруючи витяжку розчином сульфатної кислоти, $c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4\right) = 0,02$ моль/л до рН = 4,4 (за метиловим оранжевим) до зміни кольору розчину з рожевого на оранжево-жовтий.

Обробка результатів

Масову частку іонів CO_3^{2-} в аналізованому ґрунті визначають за формулою:

$$C_{(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4\right) \cdot V \cdot 100 \cdot 2 \cdot 1000}{m} \text{ ммоль екв./100 г ґрунту,}$$

де V — об'єм розчину сульфатної кислоти, витраченої на титрування витяжки до рН = 8,3, мл; $c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4\right)$ — молярна концентрація еквівалентів розчину H_2SO_4 , моль/л; m — маса навязки ґрунту, що відповідає 20 мл витяжки (4 г); 100 — коефіцієнт, який враховує, що при рН = 8,3 карбонат-іони відтитровані лише наполовину.

Масову частку йонів HCO_3^- в аналізованому ґрунті обчислюють за формулою:

$$C_{(\text{HCO}_3^-)} = \frac{c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4\right) (V_1 - V_2) \cdot 100 \cdot 1000}{m} \text{ ммоль екв./100 г ґрунту}$$

де V_1 — об'єм розчину сульфатної кислоти, витраченої на титрування витяжки від рН = 8,3 (або менше, за відсутності карбонат-іонів у вихідній витяжці) до рН = 4,4.

Загальну лужність аналізованого ґрунту визначають, додаючи масові частки аніонів CO_3^{2-} та HCO_3^- у 100 г ґрунту.

Тема 4 ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН В ҐРУНТІ І ПОТРЕБИ В ДОБРИВАХ

Питання для обговорення:

1. В яких формах потрапляють в рослини азот, фосфор, калій, кальцій, магній та інші елементи живлення?
2. Яка роль кореня в поглинанні елементів живлення?
3. Вплив різних умов навколишнього середовища на поглинання поживних речовин коренями: температура, концентрація поживного розчину, співвідношення елементів живлення, вологість ґрунту, аерація, світло.
4. Що таке гумус? Його склад, властивості. Яка його роль в створенні родючості ґрунту?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4.1

Визначення гумусу в ґрунті методом І.В.Тюріна.

Мета: Вивчити методику та визначити наявність гумусу в ґрунті методом І.В.Тюріна.

Обладнання: зразки ґрунтів, аналітичні терези, бюретка, колби на 100 мл з пробкою холодильником (або лійки), електрична плитка, пісочний годинник на 5 хв, промивалка.

Реактиви:

1. 0,4 н. р-н $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ у розбавленій H_2SO_4 ?
2. 0,2 н. солі Мора,
3. р-н фенілантранілової кислоти $\text{C}_{13}\text{H}_{11}\text{O}_2$.

Гумус або перегній ґрунту — це високомолекулярні органічні сполучення типу гумінових або фульвових кислот. Він утворюється із органічних залишків рослинного та тваринного походження, які розклалися і є характерною величиною для кожного типу ґрунту. Кількість гумусу в різних ґрунтах різна. У підзолистих — гумус складає 1-2 % та більше. Вниз по ґрунтовому профілю кількість гумусу знижується.

Зразок гумусу визначається методом І.В. Тюріна, який базується на окисленні органічних речовин ґрунту 0,4 н. розчином двохромовоокислого калію $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ до утворення вуглекислоти.

Реакція протікає за рівнянням:



Не використаний на окислення залишок хромової суміші відтитровують сіллю Мора (двійна сіль) сіркоокислого амоніа та сіркоокислого закису заліза.

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

За кількістю витраченої солі Мора визначають залишок хромової суміші, а за різницею між її в перше взятою кількістю (результат холостого визначення) та залишком – встановлюють кількість хромової суміші, яка пішла на окислення гумусу.

Хід роботи

1. На аналітичних терезах беруть навіски ґрунту 0,1 г та розмішують у сухій конічній колбі на 100 мл.
2. З бюретки приливають 10 мл 0,4 н. р-на $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ розчиненого у сірчаній кислоті (хромову суміш та вміст обережно перемішують круговим рухом).
3. Колбу закривають пробкою-холодильником та ставлять на електричну плитку з азбестовою сіткою. По мірі нагрівання із рідини виділяються дрібні бульбашки вуглекислого газу після чого розчин закипає. Кипіння повинно бути слабким та продовжуватися 5 хв.
4. Після кип'ятіння колбі дають охолонути. Із промивалки дистильованою водою миють пробку та горло колби, доводять об'єм у ній до 30-40 мл. Додають 4 краплі індикатору феніллантранілової кислоти, титрують 0,2 н. розчином солі Мора до переходу червоно-бурого кольору у пляшечно-зелений. Титрувати треба дуже обережно, додаючи розчин солі Мора по одній краплі та ретельно розмішуючи титруєму рідину.
5. Встановити, скільки солі Мора йде на титрування 10 мл $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – холосте визначення (роблять усе у тій же послідовності, тільки без навісу ґрунту)
6. Вміст гумусу вираховують за формулою:

$$(a-b) 100 0,0010362$$

A =

c

- A - вміст гумусу в %,
a - кількість мл 0,2 н. р-ну солі Мора, яка пішла на холосте титрування,
b - кількість мл 0,2 н. р-ну солі Мора, яка пішла на титрування затишку хромової суміші,
C - навіска ґрунту в г,
0,0010362 - коефіцієнт перерахунку на гумус, тобто 1 мл 0,2 н р-ну солі Мора відповідає вказаній кількості гумусу.
При визначенні якісного складу гумусу необхідно вираховувати процент вуглеводу (Y) у вихідному ґрунті:

$$(a-b) 100 0,0003$$

Y =

c

V - вміст вуглеводу в %

- a - кількість мл 0,2 н р-ну солі Мора, яка пішла на холосте титрування,
b - кількість мл 0,2 н. р-ну солі Мора, яка пішла на титрування залишку хромової суміші.
c - наважка ґрунту в г 0,0003 – коеф іцієнт перерахунку на вуглевод.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4.2

Нітрати

Вміст нітратів у ґрунті має велике значення для живлення рослин. Їх змивання поверхневими водами у водойми спричинює масове розмноження синьо-зелених водоростей, що створює гіпоксичні умови і призводить до загибелі окремих видів гідробіонтів.

Обладнання і реактиви: пробірки, фарфорова чашка, водяна баня, циліндри Геннера (циліндри з крапом внизу); дистильована вода; брудин (кристалічний) (Обережно! Дуже отруйна речовина!); концентрована сульфатна кислота (Обережно!); водна витяжка ґрунту; розчин КОН; дифенілсульф окислота; стандартний розчин KNO_3 , 30 г/кг NO_3^- (у мірній колбі на 100 мл розчиняють 4,8871 г KNO_3 , доводять об'єм дистильованою водою до риски; з цього розчину в мірних колбах готують серію стандартних розчинів з масовою часткою нітрат-іонів від 60 до 3000 мг/кг).

Номер колби	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Масова частка NO_3^- , мг/кг	0	60	150	300	600	900	1500	1800	2400	3000
Об'єм стандартного розчину, мл	0	0,1	0,25	0,5	1,0	1,5	2,5	3,0	4,0	5,0

Якісне визначення. В пробірку вносять 1 мл водної витяжки ґрунту і додавають кристалик брудини та 2 мл концентрованої H_2SO_4 . За наявності нітратів розчин набуває рожевого кольору, що переходить у жовтий.

Кількісне визначення. 1200 мл водної витяжки ґрунту наливають у фарфорову чашку і випаровують досуха на водяній бані. Коли чашка охолоне, додавають 1 мл дифенілсульфокислоти і ретельно розтирають з осадом. Через 10 хв додавають 10 мл дистильованої води і 3 мл розчину КОН. Після цього вміст чашки переносять у циліндр Геннера і доводять об'єм дистильованою водою до 1000 мл.

Порівнюють інтенсивність забарвлення одержаного розчину зі шкалою.

Масову концентрацію нітрогену нітратів X_e аналізованих витяжці обчислюють за формулою:

$$X = \frac{h_2 \cdot m \cdot p \cdot 1000}{h_1 \cdot V_1} \cdot \text{мг/л},$$

Де h_1 , і h_2 , — відповідно висота стовпчика рідини в циліндрі Геннера з водною витяжкою ґрунту і розчином KNO_3 , см; m — кількість розчину KNO_3 , взятого для приготування еталонного розчину, мл; p — вміст нітрогену нітратів у розчині, мг/мл; V_1 — об'єм досліджуваної витяжки, мл.

Показники незабрудненого ґрунту за Фодором, %:

- масова частка загального азоту — 0,0068;
- аміаку — 0,0057;
- нітратної кислоти — 0,0126.

Для оцінки санітарного стану ґрунту користуються поняттям *санітарного числа*

Санітарне число ґрунту

Стан ґрунту	Санітарне число
Сильно забруднений	< 0,70
Помірно забруднений	0,70-0,85
Слабо забруднений	0,85-0,98
Практично чистий	> 0,98

До *сильнозабруднених* ґрунтів належать ті, в яких вміст забруднюючих речовин у кілька разів перевищує ГДК, спостерігається зниження біологічної продуктивності внаслідок хімічного забруднення, суттєво змінюються фізико-хімічні, хімічні і біологічні характеристики, що зумовлює перевищення норм концентрації токсичних речовин у сільськогосподарській продукції.

Середньозабрудненими є ґрунти, в яких перевищення ГДК забрудників не викликає видимих змін у властивостях ґрунтів.

До *слабозабруднених* належать ґрунти, вміст хімічних речовин у яких не перевищує ГДК, але він вище природного фону.

До опису додають ілюстративний матеріал: карти, схеми, фотографії замальовки зразки природних об'єктів тощо.

Визначення нітратів в сільськогосподарських рослинах та ґрунті

Інтенсифікація землеробства в ХХ в. породила нітратну проблему. Азотні добрива, що вносяться без дотримання дози і правил, призвели до збільшення змісту нітратів в рослинних продуктах до розмірів, що загрожують здоров'ю людини.

Попадання великої дози нітратів в організм загрожує гострим отруєнням. Нерідкі отруєння динями, кавунами і іншими продуктами з підвищеним вмістом нітратів; можливо отруєння питною водою за рахунок попадання підвищеної кількості добрив у водні джерела.

Гранично допустима доза нітратів для дорослої людини за добу складає 500 мг, токсична — 600 мг, для немовляти доза в 10 мг може бути смертельною. Солі азотної кислоти, що поглинаються коренями з ґрунту, відновлюються в рослині до аміаку, який використовується для синтезу амінокислот і інших сполук. Для відновлення нітратів потрібен АТФ, що утворюється в процесі окислювального або фотосинтетичного фосфорилування.

При достатньому вмісті розчинних вуглеводів і високій активності відповідних ферментів перераховані біохімічні процеси відбуваються в клітинах кореня. Проте за несприятливих умов частина нітратів (нерідко велика значна) може пройти через паренхіму кори кореня в незміненому вигляді. В цьому випадку нітрати потрапляють в судини ксилеми і підіймаються з висхідним струмом до листя, де і відбувається їх відновлення.

Визначення вмісту нітратів в соку, віджатому в стебел, черешків і пластинок листа, дозволяє судити про відновлення нітратів в коренях: чим менше в них виявляється нітрат-іонів, тим активніше відбувається цей процес в клітинах кореня. Зіставлення вмісту нітратів в різних органах рослини, наприклад в черешках, пластинках листа, коренях, дає уявлення про нітратредуктазну активність цих органів.

Для виявлення нітратів можна використовувати реактив з дифеніламіном, який у присутності іона NO_3^- дає синє забарвлення, за інтенсивністю якого можна судити про кількість нітратів в досліджуваному об'єкті.

Дані таблиці 2.1 дозволяють за допомогою цього реактиву оцінити кількість нітратів в рослині на різних стадіях розвитку і зробити висновок про необхідність азотної підкормки. Мала кількість нітратів на початку вегетації рослин означає нестачу азотного живлення. Така ж мала кількість їх у фазі цвітіння є нормою і не вимагає підкормки рослин.

У зв'язку з небезпекою, яку представляють нітрати для здоров'я людини, приводимо оцінку про межі змісту їх в овочах і баштанних культурах (табл. 2.2), а також дані про розподіл нітратів по тканях і органах зелених рослин (табл. 2.3). Ці відомості дозволять уникнути токсичних доз нітратів.

У столового буряка і редиски необхідно видаляти верхню і нижню частини коренеплоду. Використовувати в їжу редиску традиційних круглих сортів, оскільки в них нітратів значно менше ніж у сортів типу «Червоний велетень». В

капусті найбільша кількість нітратів зосереджена у верхньому крилочному листі і кочережці. Кабачки, огірки і патисони накопичують нітрати в шкірці і в частині, прилеглої до плодоніжки. Їх необхідно чистити і зрізати 2—3 см разом з плодоніжкою.

Таблиця 2.1 Шкала для визначення нітратів в зрізах і соку рослин (за Церлінгом)

Бал	Забарвлення зрізу або соку	Необхідність в азотних добривах	
		На початку вегетації	У фазу цвітіння
0	Немає забарвлення	Дуже сильна (60 кг/га)	Середня (30 кг/га)
1	Блідо-голуба швидко зникає	Сильна (60 кг/га)	Слаба (30 кг/га)
2	Голуба провідних судин	Середня (30 кг/га)	Не мають потреби
3	Голуба, зникає через 2-3 хвилини	Слаба (30 кг/га)	Не мають потреби
4	Синя, зберігається декілька хвилин	Слаба (30 кг/га)	Не мають потреби
5	Темно-синя, зберігається якийсь час	Не мають потреби	Не мають потреби
6	Темно-синя, стійка	Надлишок нітратів	

В картоплі нітратів нагромаджується менше, проте його вживають частіше за інші овочі і у великій кількості. Для зниження кількості нітратів в картоплі його слід замочувати на ніч в розчині NaCl.

Мета роботи: познайомитися з простим і доступним засобом визначення нітратів в рослинній сировині і грамотно оцінити їх кількість. Це необхідно для визначення дози внесення азотних добрив в період вегетації рослин, а також для вивчення того, як локалізовані нітрати в різних частинах і органах рослини, і оцінки їх кількості в харчових продуктах.

Матеріали і обладнання: 1) розчин KNO_3 або $NaNO_3$ в концентраціях, мг/л: 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 50, 10 в невеликих склянках; 2) 1 %-ний розчин дифеніламіну в концентрованій H_2SO_4 в крапельниці (берети в темряві на підставці); 3) піпетка; 4) скляні палички; 5) фарфорові випарювальні чашки; 6) шматок скла; 7) кольорові олівці; 8) фільтрувальний папір; 9) ножиці; 10) ніж; 11) скальпель; 12) бритва.

Норми вмісту нітратів в продуктах

Міністерством охорони здоров'я встановлені наступні нормативи за змістом нітратів в сільськогосподарській продукції (в мг/кг по нітрат-іону). В чисельнику приводяться норми для ранніх і тепличних овочів, в знаменнику — для пізньої продукції відкритого ґрунту:

картопля — 250
капуста — 900/500
морква — 400/250
томати — 300/150
лук ріповий — 80
лук-перо — 800/600
огірки — 400/150
кавуни — 60
дині — 90
переш солодкий — 200
кабачки — 400

Таблиця 2.1 Граничні кількості нітратів в овочах, мг/кг

Культура	Мінімум	Максимум	Культура	Мінімум	Максимум	Культура	Мінімум	Максимум
Кавуни	44	572	Переш солодкий	44	352	Крес-салат	320	4840
Баклажани	88	264	Петрушка	1760	1892	Картопля	44	968
Бруква	398	528	Ревінь	1760	2420	Лук Зелен.	44	1320
Горошок зелений	22	88	Редька чорна	1540	1760	Лук	66	880
Гірчичя салатна	320	1760	Редиска	440	2640	Морква	176	2200
Дині	44	484	Ріпа	660	880	Огірки	88	528
Капуста біла	66	2860	Салат	396	2860	Патисон	176	880
Гарбуз	308	1320	Квасоля	22	880	Шпанаг	660	3960
Кріп	396	2200	Часник	44	308	Шавель	264	396
Кабачки	196	704	Бурак	44	2640	Естрога	1320	2200

Хід роботи

На білу фарфорову поверхню виварювальної чашки або скляної пластинки наносять краплі контрольних розчинів KNO_3 або $NaNO_3$ і додають одну краплю дифеніламіну. Заповнюють концентраційну шкалу забарвлення, відповідну певному вмісту нітратів (табл. 2.4).

Таблиця 2.3 Вміст нітратів в різних органах зелених овочів, мг/кг

Орган	Культура		
	Шпинат	Коріандр	Кріп
Корінь	74	90	384
Стебло	833	163	487
Черешок листа	814	165	441
Пластинка листа	213	14	95

За допомогою цієї шкали кількісно оцінюють вміст нітратів в рослинному матеріалі, порівнюючи з нею за кольором дослідну пробу.

Беруть наважку рослинного матеріалу (1 г), розтирають у виварювальній чашці у 1 мл дистильованої води, потім мезгу віджимають через декілька шарів марлі. У ріднині визначають кількість нітратів за допомогою дифеніламіну.

Беруть дозатором 10 мл екстракту та додають таку ж кількість розчину дифеніламіну. Оцінюють кількість нітратів згідно даним концентраційної шкали забарвлення (див. табл. 2.4), заносять результати їх вмісту в таблицю 2.5. Змиваючи після закінчення роботи тканини і сік, необхідно пам'ятати про властивості концентрованої сірчаної кислоти залишати опіки при попаданні на шкіру.

Таблиця 2.4 Концентраційна шкала забарвлення на нітрати

Концентрація KNO_3 , мг/л	Зображення кольору	Опис кольору
1		
1		
10		
50		
100		
200		
300		
400		
500		
600		
700		
800		
900		
1000		

Таблиця 2.5 Вміст нітратів в рослинах

№ п/п	Вид рослини	Колір забарвлення	Кількість NO_3^- , мг/кг	Допустима кількість продукту, г на добу для людини

Завдання: в таблицю, оформлену по вище наведеному зразку, записати результати аналізу

тканин і органів досліджуваних рослин з урахуванням умов їх зростання. Зробити висновок про можливість вживання цих рослин в їжу і про необхідність внесення азотних добрив у фазі вегетації.

Вирощування рослин у водній культурі на повній поживній суміші і з виключенням елементів

Забезпечення рослин необхідними елементами мінерального живлення є обов'язковою умовою її нормальної життєдіяльності. Воно багате в чому визначає спрямованість біохімічних перетворень, росту, розвитку, продуктивність рослин і якість урожаю.

Для вирішення найрізноманітніших питань фізіології рослинного організму широко застосовується *вегетативний метод*, тобто вирощування рослин в штучних, строго контрольованих умовах навколишнього середовища.

Залежно від того, на якому субстраті (вода, пісок, ґрунт) вирощуються рослини, існує декілька основних модифікацій вегетативного методу: *водні, піщані і ґрунтові культури*.

Доцільність тієї або іншої модифікації витікає із задач експерименту.

При рішенні чисто фізіологічних задач частіше за все використовуються водні культури, що дозволяють більш строго контролювати склад поживного середовища.

При розробці питань взаємодії рослин, ґрунту і внесення добрив, застосовуються ґрунтові культури, які ближче за все стоять до польового методу.

Особливістю методу водних культур є те, що всі необхідні елементи мінерального живлення даються у вигляді солей, добре розчинних у воді. Склад живильної суміші може бути змінений в будь-який період експерименту згідно схеми досвіду.

Тема 5 РОЗПІЗНАВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

Питання для обговорення:

1. Що таке добрива? Які типи добрив Ви знаєте?
2. З якою метою вносяться добрива? Що враховують при визначенні дози внесення?
3. Які негативні наслідки для довкілля має надмірне внесення добрив?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5.1

Розпізнавання мінеральних добрив як можливих забруднювачів ґрунтів і природних поверхневих водойм

Добрива — це речовини органічного і неорганічного походження, які вносять у ґрунт для забезпечення живлення рослин.

За хімічним складом добрива поділяють на:

- *неорганічні* (азотні, фосфорні, калійні, мікродобрива);
- *органічні* (гній, компост, торф, сапропель, лігнін — відходи після гідролізу деревини, осадки стічних вод, зелене добриво: рослини-сидерати з родини бобових — люпин, горох, донник; не бобові рослини — ріпак, гірчиця, суріпка);
- *органомінеральні* (містять як органічні, так і неорганічні сполуки);
- *комплексні*, до складу яких входять два чи більше елементів живлення;
- *бактеріальні* (штами бульбочкових бактерій).

При удобренні велике значення має дотримання норм внесення добрив з урахуванням хімічного складу, температури і вологості ґрунтів, виду сільськогосподарської культури та стадії вегетації рослин. У табл. наведеної вміст поживних речовин у рослинах.

Приблизний вміст основних елементів живлення в рослинах
(за Петуховим, 1985)

Культура	Вміст основних елементів живлення, %*				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
Пшениця (зерно)	2,50	0,85**	0,50	0,15	0,07
Пшениця (солома)	0,50	0,20	0,90	0,10	0,18
Горох (насіння)	4,50**	1,00**	1,25**	0,13	0,09
Картопля (бульби)	0,32	0,14	0,60	0,06	0,08
Цукровий буряк (коренеплоди)	0,24	0,08	0,25	0,05	0,06
Капуста (головки)	0,33	0,10	0,35	0,08	0,07
Томати (плоди)	0,26	0,07	0,32	0,06	0,04
Трава (сіно-лугове)	0,70	0,70	1,80**	0,41**	0,95**

* для пшениці, гороху і трав — у % на суху масу, для решти культур — у % на сиру речовину.

** найбільші кількості.

Внесення надміру добрив, зберігання їх просто неба, втрати при транспортуванні тощо, можуть створювати екологічну небезпеку.

Зокрема, це:

- змивання з полів азотних і фосфорних добрив викликає евтрофікацію водойм — масове розмноження синьо-зелених водоростей, що супроводжується погіршенням смакових якостей і хімічного складу вод, зменшенням концентрації розчиненого кисню, загибеллю чутливих видів гідробіонтів;
- надходження в рослини катіонів важких металів (з 1 т суперфосфату в ґрунт вноситься 0,7—0,9 кг, з 1 кг складного добрива — 140—150 мг пломбуму, з 1 кг подвійного суперфосфату — до 300 мг кадмію);

• внесення з добривами радіоактивних елементів: до складу фосфорних добрив входять у невеликих концентраціях уран, радій, торій, ⁴⁰K та ін.

З метою виявлення правильного зберігання добрив еколог має вміти розпізнати тип добрива за його зовнішнім виглядом, розчинністю, якісними реакціями на катіони і аніони, а також передбачити наслідки такого забруднення.

Нижче наведені види найбільш вживаних неорганічних добрив.

Азотні добрива

Нітроген входить до складу амінокислот, білків, нуклеїнових кислот, хлорофілу, алкалоїдів, ферментів рослин.

Азотні добрива поділяють на:

- нітратні: нагрієва селітра NaNO₃, кальцієва селітра Ca(NO₃)₂, калійна селітра KNO₃;
 - амонійні: хлорид амонію NH₄Cl, сульфат амонію (NH₄)₂SO₄;
 - амонійно-нітратні: аміачна селітра NH₄NO₃;
 - аміачні: аміачна вода NH₄OH;
 - карбамід-амонійно-нітратні (КАС — сечовина CO(NH₂)₂ + NH₄NO₃).
- Усі азотні добрива добре розчиняються у воді.

Фосфорні добрива

Фосфор — компонент нуклеїнових кислот, АМФ, АДФ, АТФ, вітамінів, ферментів, клітинних мембран; резервний міститься у фітіні — запасній речовині насіння, яка використовується при його проростанні; завдяки фосфатній буферній системі в клітці утримується необхідний інтервал рН.

Найбільш поширеними фосфорними добривами є

- простий суперфосфат $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (сірий порошок);
- подвійний гранульований суперфосфат $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$;
- преципітат $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (білий чи світло-сірий порошок);
- фосфорне борошно — подрібнений фосфорит $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$;
- кісткове борошно.

З них суперфосфати добре розчинні, преципітат — менш розчинний, останні два

види — практично нерозчинні.

Калійні добрива

Калій позитивно впливає на фізичний стан колоїдів цитоплазми, підвищує їх набухання, в'язкість, здатність поглинати воду, поліпшує стійкість рослин до посухи, сприяє фотосинтезу, вуглеводному і азотному обміну, посилює накопичення крохмалю в картоплі і цукру в цукрових буряках, збільшує стійкість до захворювань.

До калійних добрив належать:

- концентровані калійні добрива - хлорид і сульфат калію; калійна селітра KClO_3 ;
- розмолоті природні мінерали - сильвініт $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$, карналіт $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$;
- відходи промисловості - цементний пил і пічна зола.

За винятком відходів усі калійні добрива добре розчинні у воді.

Мікродобрива

Це сполуки бору, молібдену, купруму, кобальту, цинку, хрому тощо, які входять до складу рослин у мізерних кількостях (від сотих до десятитисячних часток відсотка), але мають надзвичайно важливе фізіологічне значення, оскільки вони — компоненти ферментів, вітамінів та інших біологічно активних речовин.

Обладнання, реактиви, матеріали: пробірки; штативи для пробірок; фарфорові ступки з товкачками; крапельниця для реактивів; шпичі муфельні; пінцети довгі; електроплитка; газовий пальник; шматочки деревного вугілля; індикаторний папір; дистильована вода; 8—10%-й розчин NaOH чи KOH ; 5%-й розчин BaCl_2 ; концентрована хлоридна кислота і 2%-й розчин; 10%-й розчин ацетатної кислоти; 1—2%-й розчин AgNO_3 ; розчин йоду в йодиді калію (20 г KJ розчиняють у 20 мл дистильованої води, добавляють 6,35 г кристалічного йоду; розчин переносять у мірну колбу місткістю 50 мл і доводять об'єм до риски дистильованою водою); кілька видів найпоширеніших добрив.

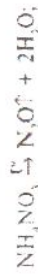
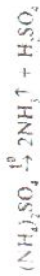
Хід роботи

Перед проведенням якісних реакцій на іони описують зовнішній вигляд добрива, визначають його розчинність, поведінку в полум'ї пальника та стосунок до групових реагентів: AgNO_3 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, NaOH , кислоти.

1. Проба на розжареному деревному вугіллі

Невелику вуглину розжарюють до червоного кольору в полум'ї пальника, взявши її пінцетом чи щипцями. На неї висипають попередньо розтерте в порошок добриво. Відмічають колір полум'я та диму, запах, характер горіння:

- Na^+ забарвлює полум'я в жовтий колір;
- K^+ - у фіолетовий
- Ca^{2+} - цегляно-червоний;
- нітрати спалахують;
- калійні добрива потріскують;
- солі амонію розкладаються (продукти розкладу залежать від легкості кислоти, що входить до складу добрива у вигляді аніона, його окисної здатності):



- KNO_3 і NaNO_3 плавляться з виділенням кисню (якщо їх термічний розклад провести в пробірці — обережно! — то внесена тліюча скалочка яскраво спалахає:



- карбамід і KAC , що містять і одну групу, згоряють з виділенням білого диму і ам'яку.

2. Стосунок до дії розчину луку

Солі амонію виділяють ам'як який можна ідентифікувати



- за характерним запахом;

• за посиненням червоного лакмусового папірця, змоченого водою:



• за побурінням фільтрувального паперу, змоченого краплиною реактива Несслера:



Магніймісні добрива утворюють у розчині осад $\text{Mg}(\text{OH})_2$ білого кольору:



3. Стосунок до дії кислоти

Добрива, що містять карбонати, при додаванні до них кислоти "скипають" внаслідок виділення CO_2 (вапнякові матеріали, які використовують для вапнування кислих ґрунтів, золи):



4. Стосунок до розчину AgNO_3

• Добрива, до складу яких входять хлорид-іони, утворюють AgNO_3 , білий осад, нерозчинний у кислоті:



• фосфатні добрива осаджують світло-жовтий фосфат, розчинний у хлоридній кислоті:

Me^{2+} в присутності NaOH і розчину йоду утворює червоно-бурий осад.

Ca^{2+} в середовищі оцтової кислоти при добавлянні оксалату амонію осаджується у вигляді малорозчинного оксалату білого кольору:

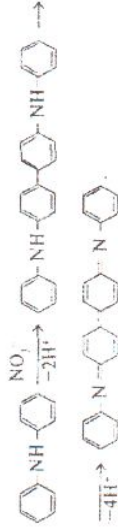


Na^+ взаємодіючи з гексагідроксоантимонатом $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$, утворює білий осад $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$:



який у лужному середовищі розчиняється з утворенням Na_3SbO_4 , в кислому - переходить в аморфний осад метасур'яної кислоти HSbO_3 .

NO_3^- окиснює дифеніламін до дифенілбензидину, а потім до бензидинової сині:



PO_4^{3-} в сильнокислому середовищі (за відсутності відновників) при взаємодії з мопілатом амонію в присутності кристалічного NH_4NO_3 , осаджується у вигляді фосфоромопілату амонію жовтого кольору:



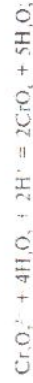
Борат-іони в присутності H_2SO_4 і етанолу утворюють борний ефір, який забарвлює полум'я газопого пальника в зелений колір:



Cr^{3+} окислюється персульфатом амонію $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ в кислому середовищі при кип'ятінні (каталізатор AgNO_3) до дихромату, внаслідок чого розчин набуває оранжевого кольору:



При дії на дихромат-іон пероксиду водню утворюється надхромова кислота H_2CrO_6 (або CrO_5):



CrO_5 екстрагує в органічну фазу (ізоаміловий спирт і діетиловий ефір), яка забарвлюється у волошковий колір.

Mn^{2+} аналогічно окислюють персульфатом амонію. При цьому розчин набуває фіолетового кольору завдяки KMnO_4 :



При нестачі окисника чи кислоти випадає бурий осад MnO_2 :



Zn^{2+} після спалювання шматочка фільтрувального паперу, змоченого розчинами нітратів кобальту і цинку, утворюється зола зеленого кольору ("зелень Рімана"):



Cu^{2+} з аміаком утворює аміачний комплекс темно-синього кольору:



Co^{2+} з насиченим розчином роданіду амонію в присутності ізоамілового спирту утворює комплекс $[Co(SCN)_4]^{2-}$, який екстрагує органічним розчинником:



У присутності катіонів, що утворюють з NH_4SCN забарвлені комплекси (Fe^{3+}) чи малорозчинні сполуки (Cu^{2+} , Hg^{2+}), додають $Na_2S_2O_3$, який зв'язує домішки в безбарвні тіосульфатні комплекси.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ ОПИС

Основна література:

1. Агрохімія / Под ред. Б.А. Ягодина. - М.: Агропромиздат, 1989. - 639 с.
2. Власюк П.А., Городний Н.М. Агрохімія. - К.: Вища школа, 1975. - 292 с.
3. Лісовал А.П., Давиденко У.М. Мойсесенко Б.М. Агрохімія. Лабораторний практикум. - К.: Вища школа, 1984. - 311 с.
4. Бомба М.Я., Періг Г.Т., Рижук С.М. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агрокології. - К.: Урожай, 2003. - 394 с.
5. Гладюк М.М. Основи агрохімії. Хімія в сільському господарстві. - К.: Ірпінсь: Перун, 2003. - 288с.
6. Пряннішников Д.Н. Избранные сочинения. Т. I, II, III. - М.: Сельхозгиз, 1953.
7. Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований. - М.: Колос, 1980. - 365 с.
8. Соколовский А.А., Унанянц Т.П. Краткий справочник по минеральным удобрениям. - М.: Химия, 1977. - 375 с.
9. Радов А.С. и др. Практикум по агрохимии. - М.: Агропромиздат, 1985. - 312 с.
10. Ефимов В.Н. и др. Посobie по учебной практике по агрохимии. - Л.: Агропромиздат, 1988. - 208 с.
11. Чорний І.Б. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства. - К.: Вища школа. - 1995. - 249 с.
12. Мусяненко М.М. Фізіологія рослин. - К.: "Фітосоціоцентр", - 2001. - 392 с.
13. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення./ За ред. Д. Мельничука, Дж. Хофман, Н. Городнього. - К.: Арістей, 2004. - 488с.
14. Назаренко І.І., Польчина С.М., Нікорич В.А. Ґрунтознавство: Підручник. - Чернівці, 2003. - 400 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ
(Українською мовою)

Дубова Олена Віленівна

АГРОХІМІЯ

Методичні вказівки

до лабораторних робіт
для студентів біологічного факультету

Рецензент:
Відповідальний за випуск
Коректор

Т.В.Панасенко
В.О. Лях
Л.М. Фендюк Л.М.

Роздруковано з оригінал-макету автора. Наклад 40 прим.

ПП Савонов М. М., Запоріжжя, вул. Вороніна, буд.31, кв.14
інд. ідент. № 2434217057, св.-во ДРФО "21030000000036259"
від 28.08.2007, серія ВОЗ № 120001

Тел. 271-17-53
savonov@i.ua