

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05-05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 1

## **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Державного університету  
«Житомирська політехніка»

протокол від 12 вересня 2024 р.  
№ 5

### **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для проведення лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Ґрунтознавство»**

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
освітньо-професійна програма «Управління земельними і водними ресурсами»  
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва  
кафедра наук про Землю

Рекомендовано на  
засіданні кафедри  
здоров'я природи та  
якості харчових ресурсів  
27 серпня 2024 р.,  
протокол № 06

Розробники: к. с.-г. н., доцент кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів Інна МОЖАРІВСЬКА  
к. с.-г. н., доцент кафедри наук про Землю Світлана КОВАЛЬОВА

Житомир  
2024

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 2

МОЖАРІВСЬКА Інна, КОВАЛЬВА Світлана. Методичні рекомендації для проведення лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Ґрунтознавство» спеціальності 103 «Науки про Землю», освітньо-професійної програми «Управління земельними і водними ресурсами» – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2024. – 36 с.

Упорядники:

Можарівська Інна Анатоліївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів, Житомирська політехніка.

Ковальова Світлана Петрівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри наук про Землю, Житомирська політехніка.

Відповідальний за випуск:

Можарівська Інна Анатоліївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів, Житомирська політехніка.

Рецензент:

Рижук Сергій Миколайович, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН України

Герасимчук Олена Леонтіївна, завідувач кафедри наук про Землю, кандидат педагогічних наук, доцент

© Можарівська І.А., 2024

© Ковальова С.П., 2024

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 3

## ЗМІСТ

Вступ	4
Лабораторна робота 1. Методика відбору ґрунтових зразків та підготовка ґрунту до аналізу	5
Лабораторна робота 2. Вивчення морфологічних ознак ґрунту	7
Лабораторна робота 3. Визначення гранулометричного складу ґрунту польовим методом	9
Лабораторна робота 4. Визначення структурного складу ґрунту за методом Савинова М. І.	12
Лабораторна робота 5. Визначення щільності ґрунту, гігроскопічної та польової вологості ґрунту	15
Лабораторна робота 6. Визначення твердої фази пікнометричним методом та шпаруватості ґрунту	17
Лабораторна робота 7. Водні властивості ґрунту	20
Питання до змістовного модуля 1 з фізичних властивостей ґрунтів	21
Лабораторна робота 8. Визначення вмісту гумусу за методом Тюрини І. В. У модифікації Симакова В. Н.	22
Лабораторна робота 9. Вбирна здатність ґрунту	24
Лабораторна робота 10. Визначення обмінних основ кальцію та магнію комплексометричним методом. Визначення суми обмінних основ за методом Каппена	25
Лабораторна робота 11. Аналіз водної витяжки	28
Лабораторна робота 12. Визначення рН сольової та рН водної витяжки. Визначення гідролітичної кислотності ґрунту	30
Лабораторна робота 13. Визначення доз гіпсу для гіпсування засолених ґрунтів. Визначення доз вапна для вапнування кислих ґрунтів	32
Питання до змістовного модуля 2 з агрохімічних властивостей ґрунтів.	33
Список літератури	34

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 4

## ВСТУП

Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт призначені для ознайомлення з методикою і технікою проведення аналітичних досліджень; використання результатів аналізу з метою об'єктивної генетичної і виробничої діагностики ґрунтів, розроблення заходів підвищення їхньої родючості; засвоєння навичок морфологічного аналізу ґрунтів.

На час виконання лабораторної роботи з ґрунтознавства студенти зобов'язані:

1) знати методику підготовки ґрунту до аналітичних робіт, послідовність виконання найпростіших аналізів, вміти використовувати необхідні реактиви, принципи роботи лабораторного обладнання та приладів;

2) мати теоретичні знання, щоб застосувати результати аналітичних досліджень для якісної оцінки ґрунтів, вміти читати й пояснювати аналітичні дані, визначати потребу ґрунту у меліорантах (вапні, гіпсі), вміти описувати ґрунтові розрізи і ґрунтовий покрив конкретної території, читати ґрунтові карти.

Навички, набуті на лабораторних заняттях, використовуються студентами при проходженні навчальних і виробничих практик, написанні курсових, дипломних і магістерських робіт.

Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт складені відповідно до програми курсу «Ґрунтознавство» для студентів денної форми навчання ОС «Бакалавр» за спеціальністю 103 «Науки про Землю» освітньо-професійної програми «Управління земельними і водними ресурсами».

Лабораторні роботи студенти виконують індивідуально. Однак за умови використання методів аналізу, які потребують значних затрат часу, та для продуктивнішого використання аудиторного часу в окремих випадках допускається робота попарно.

До роботи допускається студент, який заздалегідь ознайомлений з ходом роботи та правилами техніки безпеки під час проведення робіт у лабораторії.

Студент, який з певних причин пропустив заняття, повинен відпрацювати його індивідуально під керівництвом викладача або лаборанта. В іншому випадку його не допускають до виконання наступної роботи.

Звітність студента за кожну лабораторну роботу полягає у відповідному оформленні та здачі-захисті роботи викладачеві.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 5

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

### **МЕТОДИКА ВІДБОРУ ҐРУНТОВИХ ЗРАЗКІВ ТА ПІДГОТОВКА ҐРУНТУ ДО АНАЛІЗУ**

**МЕТА РОБОТИ:** опанувати методикою відбору ґрунтових зразків і підготовки ґрунту для подальшого аналізу.

**ПРИЛАДИ І МАТЕРІАЛИ:** зразок ґрунту, фарфорова ступка з пестиком, сито з діаметром отворів 1 мм, піддон, пакет, аркуш паперу, шпатель.

#### **ТЕОРЕТИЧНА ПІДГОТОВКА**

Відбирання проб ґрунтів проводять згідно ДСТУ ISO 10381-1:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб, ДСТУ ISO 10381-2:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 2. Настанови з методів відбирання проб, ДСТУ ISO 10381-3:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 3. Настанови з безпеки.

В умовах виробництва при організації обстежень полів вибіркоким методом їх розбивають на рівні ділянки площею до 5 га. Якщо поле має явно виражену строкатість(родючість, рельєф), площу ділянок зменшують до 1-2 або навіть до 0,5 га. У межах одержаних внаслідок розподілу поля сукупностей відбирають індивідуальні або змішані зразки. При обстеженні без запланованої статистичної обробки даних кількість обстежень на площі 1-5 га повинна становити 5, а на площі 50-100 га – 10-30.

Для одержання фізико-хімічної характеристики ґрунтів, для уточнення польової діагностики відбирають індивідуальні зразки ґрунту. Змішані зразки являють собою пробу орного або підорного шару. Середню пробу відбирають із суміші зразків відповідного горизонту або шару (частини горизонту), взятих в шести-восьми прикопках, кожна з яких розташована навколо основного розрізу на відстані 10-15 м. Якщо основний розріз не закладається, прикопки розміщують по колу. Змішані зразки використовують переважно для вивчення динаміки поживних речовин.

Індивідуальні зразки беруть із середини кожного генетичного горизонту в найбільш типових розрізах або з горизонтів. Зразок відбирають лопатою або ножем. Краще брати зразки знизу вверху, інакше можна засипати нижню частину розрізу, а стінки забруднити матеріалом із вище розташованих горизонтів. Взятий зразок завертають у обгортковий папір і додають дві етикетки: одну разом зі зразком, другу ззовні під шпагат. На етикетках вказують: назву організації, яка здійснює роботу; область, район, землекористування, де відібраний зразок; номер розрізу і назву ґрунту; горизонт і глибину відбору зразка (це вказують також у журналі польового опису ґрунту). Зразок повинен важити близько одного кілограму.

Зразки висушують, тобто доводять до повітряно-сухого стану. Для висушування зразки розстилають на чистому папері шаром 1,0-1,5 см, великі агрегати розламують, вилучають великі включення, корені. Зразок накривають папером і періодично перемішують для прискорення висихання.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 6

Доведений до повітряно-сухого стану зразок ґрунту в лабораторних умовах розтирають у фарфоровій ступці, але перед цим проводять повторний доскональний відбір включень і новоутворень. Потім зразок просіюють крізь сито з отворами 1 мм. Ґрунт, який залишається на ситі, розтирають в ступці далі до повного подрібнення зразка.

Для деяких аналізів необхідні зразки ґрунту, які були взяті в полі без попереднього висушування (для визначення вологості ґрунту) і зразки повітряно-сухого ґрунту без попереднього подрібнення (для визначення структури).

Ґрунт, який отримують після просіювання, використовують для лабораторних досліджень. Під час визначення кількості гумусу у ґрунті проводять доскональний відбір органічних включень. Підготовлений для досліджень зразок з етикеткою кладуть у банку з притертою пробкою або, в крайньому випадку, в паперові пакети. Зберігають зразки у спеціальному, добре провітрюваному приміщенні.

### ХІД РОБОТИ

1. Безпосередньо в полі вибирають місця для закладки ґрунтових розрізів в необхідній повторності. Глибина ґрунтового розрізу становить 1,5-2,0 м.

2. Відбір ґрунтових зразків починають з нижньої частини розрізу. Ґрунтові зразки відбирають через кожні 10 см.

3. Відібраний зразок з певного шару ґрунту розрівнюють на папері у формі прямокутника. Вибирають із зразка включення.

4. Розділяють ґрунт на чотири однакові частини по діагоналям за допомогою лінійки.

5. Відбирають від зразка дві протилежні частини (два протилежних трикутника), перемішують ґрунт і знову надають йому форму прямокутника. Ці операції продовжують до тих пір, поки на папері не залишиться близько 0,5-1,0 кг ґрунту.

6. Відібраний зразок ґрунту поміщають в пакет з етикеткою, на якій вказують: номер зразка, місце відбору зразка, поле сівозміни, культуру, рельєф місцевості, шар ґрунту, дату відбору. Всі записи етикетки дублюють у польовому журналі.

7. В лабораторії відібрані зразки ґрунту доводять до повітряно-сухого стану, для чого ґрунт розстеляють на стелажах чи на підлозі і залишають на 1-3 доби.

8. Відібраний зразок ґрунту розділяють на дві частини – одна зберігається в не розтертому стані, іншу розтирають у порцеляновій ступці і просіюють крізь сито з діаметром отворів 1 мм. Якщо наситі залишиться ґрунт, то його слід подрібнити додатково і знову просіяти.

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Як залежить кількість відбору зразків від площі дослідної ділянки?
2. Як готується середня проба ґрунту для визначення структури?
3. Як готується зразок ґрунту для визначення вологості?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 7

4. Як готують ґрунт для подальшого аналізу?
5. Дайте визначення науки про ґрунт.
6. Дайте визначення ґрунту.
7. Що називається ґрунтовим профілем?
8. Як готується зразок ґрунту для визначення вмісту гумусу?
9. Охарактеризуйте фактори ґрунтоутворення.
10. Історія розвитку ґрунтознавства.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

### **ВИВЧЕННЯ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК ҐРУНТУ**

**МЕТА РОБОТИ:** ознайомитись з морфологічними ознаками ґрунтів і їх генетичних горизонтів.

**ПРИЛАДИ І МАТЕРІАЛИ:** ґрунтові моноліти, зразки ґрунтів.

#### **ТЕОРЕТИЧНА ПІДГОТОВКА**

**Будова ґрунту** – це певна зміна у вертикальному напрямку його шарів або генетичних горизонтів.

**Ґрунтовий профіль** – це певне вертикальне чергування генетичних горизонтів у межах ґрунтового тіла.

До головних морфологічних ознак ґрунту відносять: структуру, забарвлення, потужність ґрунту і його окремих горизонтів, складення, новоутворення і включення.

**Структура ґрунту** – це взаємне розміщення в ґрунтовому тілі структурних відокремлень (агрегатів) визначеної форми та розмірів.

**Забарвлення ґрунту** – це найбільш помітна морфологічна ознака, суттєвий показник належності ґрунту до того чи іншого типу, що визначається кольором тих речовин, з яких він складається, а також гранулометричним складом, фізичним станом і ступенем зволоження.

**Потужність ґрунту і його окремих горизонтів** – це вертикальна тривалість, тобто товщина ґрунту або його генетичних горизонтів до незміненої ґрунтоутворюючими процесами материнської породи.

**Складення** – це зовнішнє вираження щільності та пористості ґрунту. Воно залежить від гранулометричного складу, структури, а також діяльності ґрунтової фауни і розвитку корневих систем рослин.

**Новоутворення** – це нагромадження речовин різної форми і хімічного складу, які формуються і відкладаються в горизонтах ґрунту в процесі ґрунтоутворення.

**Включення** – це сторонні тіла в профілі ґрунту, присутність яких не пов'язана з процесом ґрунтоутворення.

Будову ґрунту з його морфологічними ознаками вивчають безпосередньо в полі або в лабораторії на ґрунтових монолітах з непорушеною будовою.

Під час вивчення ґрунтів виникає потреба умовного позначення генетичних горизонтів. В Україні генетичні горизонти позначаються індексами, запропонованими академіком Соколовським О.Н.:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 8

$H_0$  – лісова підстилка або дернина в Степу;  $H$  – гумусово-акумулятивний горизонт;

$E$  – підзолистий горизонт;  $I$  – ілювіальний горизонт;

$H_e$  – гумусово-елювіальний горизонт;  $H_p$  – гумусово-перехідний горизонт;  $Ph_1$  – горизонт гумусових потоків;

$Ph$  – нижній перехідний горизонт;  $T$  – торф'яний горизонт;

$R_{KC}$  – сольовий горизонт;

$P$  – ґрунтоутворююча материнська порода;  $D$  – підстилаюча порода.

Кожному ґрунтовому типу властиве своє сполучення генетичних горизонтів.

### ХІД РОБОТИ

1. Поділити ґрунтовий моноліт на генетичні горизонти.
2. Позначити генетичні горизонти відповідними індексами, дати їм назви.
3. Заміряти потужність кожного генетичного горизонту і описати їх за морфологічними ознаками (колір, гранулометричний склад, структура, щільність, новоутворення і включення).
4. На основі поділу на горизонти та їх опису дати назву ґрунту.

Наприклад:

0		$H$	Гумусовий горизонт, темно-сірий, майже чорний, пухкий, пилювато-зернисто-грудочкуватий, важкосуглинковий, перехід поступовий
10		$H_p$	Верхній перехідний горизонт, темно-сірий, пилювато-зернисто-грудочкуватий, ущільнений
20			
30		$Ph$	Нижній перехідний горизонт, гумусований, зернисто-горіхуватий
40			
50			
60		$R_{K(gl)}$	Темно-бурий, частково оглеєний
70		$R_{K(gl)}$	Темно-бурий, частково оглеєний
80		$R_{K(gl)}$	Темно-бурий, частково оглеєний
90		$R_{K(gl)}$	Темно-бурий, частково оглеєний
100		$R_{K(gl)}$	Темно-бурий, частково оглеєний

Рис. 2.1. Профіль чорнозему південного малогумусного важкосуглинкового на лесах

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що називають будовою ґрунту?
2. Що називають структурою ґрунту?
3. Які ознаки належать до морфологічних ознак ґрунту?
4. Що називають потужністю ґрунту і його окремих горизонтів?



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 9

5. Що називають складенням ґрунту?
6. Що називають новоутворенням ґрунту?
7. Що називають включенням ґрунту?
8. Що розуміють під родючістю ґрунту?
9. Які породи називають ґрунтоутворюючими або материнськими?
10. Перерахуйте основні ґрунтоутворюючі породи, які зустрічаються на території України.
11. Назвіть і охарактеризуйте фактори ґрунтоутворення.
12. Якими індексами позначають генетичні горизонти ґрунтів в Україні?

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

#### **ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ҐРУНТУ ПОЛЬОВИМ МЕТОДОМ**

**МЕТА РОБОТИ:** навчитись визначати механічний склад ґрунту в польових умовах  
**ПРИЛАДИ І МАТЕРІАЛИ:** ґрунтові зразки з різним механічним складом

#### **ТЕОРЕТИЧНА ПІДГОТОВКА**

Тверда фаза ґрунту складається із часточок різної величини, які мають назву механічних елементів. Властивості механічних елементів дуже залежать від їх розміру. Близькі за розміром частинки об'єднують у фракцію. Таке групування називається класифікацією гранулометричних елементів (табл. 3.1).

Існують декілька класифікаційних схем, за якими групують окремі часточки ґрунту, проте загально визнаною є класифікація Н.А.Качинського. Часточки розміром понад 1 мм називають *скелетом* ґрунту, а до 1 мм – *дрібноземом*. До *фізичного піску* відносять суму всіх часточок розміром 1-0,01 мм, а часточки менше 0,01 мм – до *фізичної глини*.

Таблиця 3.1

Класифікація ґрунтових фракцій (за Качинским Н.А.)

№ п/п	Фракція часток	Діаметр часток, мм
1.	Каміння	більше 1
2.	Пісок крупний	1,0 – 0,5
3.	Пісок середній	0,5 – 0,25
4.	Пісок мілкий	0,25 – 0,05
5.	Пил крупний	0,05 – 0,01
6.	Пил середній	0,01 – 0,005
7.	Пил мілкий	0,005 – 0,001
8.	Мул грубий	0,001 – 0,0005
9.	Мул тонкий	0,0005 – 0,0001
10.	Колоїди	менше 0,0001

Гранулометричний склад ґрунтів - відносний вміст у ґрунті фракцій механічних елементів, виражений у %. В основу класифікації ґрунтів за

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 10

гранулометричним складом покладено співвідношення фізичного піску і фізичної глини. Є двочленна і тричленна класифікація ґрунтів за гранулометричним складом. Найдосконалішою в наш час є класифікація Н.А. Качинського (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Гранулометричний склад ґрунтів

Назва ґрунту за гранулометричним складом	Вміст фізичної глини, %			Вміст фізичного піску, %		
	ґрунти					
	підзолисто-го типу ґрунтоутворення	степового типу ґрунтоутворення	солонці та сильно-солонцюваті	підзолисто-го типу ґрунтоутворення	степового типу ґрунтоутворення	солонці та сильно-солонцюваті
Пісок пухкий	0 – 5	0 – 5	0 – 5	100 – 95	100 – 95	100 – 95
Пісок зв'язний	5 – 10	5 – 10	5 – 10	95 – 90	95 – 90	95 – 90
Супісок	10 – 20	10 – 20	10 – 15	90 – 80	90 – 80	90 – 85
Суглинок легкий	20 – 30	20 – 30	15 – 20	80 – 70	80 – 70	85 – 80
Суглинок середній	30 – 40	30 – 45	20 – 30	70 – 60	70 – 55	80 – 70
Суглинок важкий	40 – 50	45 – 60	30 – 40	60 – 50	55 – 40	70 – 60
Глина легка	50 – 65	60 – 75	40 – 50	50 – 35	40 – 25	60 – 50
Глина середня	65 – 80	75 – 85	50 – 65	35 – 20	25 – 15	50 – 35
Глина важка	Більше 80	Більше 85	Більше 65	Менше 20	Менше 15	Менше 35

В польових умовах і в лабораторії гранулометричний склад ґрунту приблизно визначають за зовнішніми ознаками та на дотик.

### ХІД РОБОТИ

#### Сухий метод визначення гранулометричного складу ґрунту.

Грудочку ґрунту роздавлюють на долоні і втирають пальцем у шкіру. За опором і співвідношенням піщинок та глинистих частинок висновують про гранулометричний склад.

Гранулометричний склад ґрунту визначають за відчуттями при розтиранні, станом сухого ґрунту, за кількістю піску слідуючим чином (табл.3.3)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 11

Таблиця 3.3

## Ознаки гранулометричного складу ґрунту при сухому методі визначення

Гранулометричний склад	Стан сухого зразка	Відчуття при розтиранні сухого зразка
Пісок	Сипучий	Складається майже з піску
Супісок	Агрегати слабкі, легко роздавлюються	Переважає пісок, дрібні частки як домішок
Легкий суглинок	Агрегати руйнуються з невеликим зусиллям	Переважає пісок, глинистих часток 20 – 30%
Середній суглинок	Агрегати руйнуються важко, форма їх кутаста	Глинистих часток і піску порівну
Важкий суглинок	Агрегати щільні, кутасті	Піску майже немає, переважають глинисті частки
Глина	Агрегати дуже щільні, кутасті	Тонка однорідна маса, пісок відсутній

**Мокрий метод визначення гранулометричного складу ґрунту.**

Невелику кількість ґрунту зволожують до тістоподібного стану (ступінь зволоження зразка визначають за допомогою конуса Васильєва), розкочують на долоні у шнур діаметром 2-3 мм і згортають шнур у кільце діаметром близько 2 см (звичайно навколо пальця).

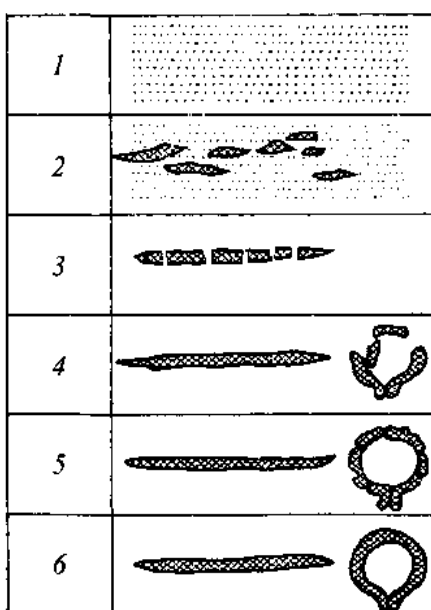


Рис. 3.1. Визначення гранулометричного складу ґрунту в полі (метод скачування)

Пісок (1) – під час скачування шнур не утворюється; кулька, як правило, не скачується;

Супісок (2) – під час скачування утворюється сплющений шнур, діаметром більше 3 мм, або ж зачатки шнура;

Легкий суглинок (3) – під час скачування утворюється шнур, але відразу ж розпадається на короткі негнучкі циліндрики;

Середній суглинок (4) – під час скачування шнур формується добре, але під час згинання в кільце розламується;

Важкий суглинок (5) – під час скачування шнур формується добре, легко згинається в кільце, але зверху дає шпарини; під час скачування шнур формується добре, легко згинається в кільце, шпарун не дає.

Глина (6) – утворює довгий тонкий шнур, кільце без тріщин.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 12

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що називають гранулометричними елементами ґрунту?
2. Що називають фракцією часток ґрунту?
3. На які фракції за Качинским Н.А. поділяють частки ґрунту?
4. Що називають фізичною глиною?
5. Які частки називають фізичним піском?
6. На які види поділяють ґрунти за механічним складом?
7. Як визначити гранулометричний склад ґрунту в полі за сухим методом?
8. Як визначити гранулометричний склад ґрунту в полі за мокрим методом?
9. Вплив гранулометричного складу на агрономічні властивості ґрунту.
10. Вплив гранулометричного складу на повітряні, теплові та водно-фізичні властивості ґрунту.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4 ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРНОГО СКЛАДУ ҐРУНТУ ЗА МЕТОДОМ САВИНОВА М.І.

**МЕТА РОБОТИ:** навчитись визначати структурний склад та ступінь водотривкості агрегатів ґрунту

**ПРИЛАДИ І МАТЕРІАЛИ:** набір сит з діаметром отворів 10;7;5;3;2;1;0,5 і 0,25 мм, алюмінієві чашки, технометричні терези, бак з водою, літровий циліндр, годинникове скло, водяна баня.

### ТЕОРЕТИЧНА ПІДГОТОВКА

Під **структурою** ґрунту розуміють сукупність окремоостей, або агрегатів, різних за розмірами, формою, міцністю та зв'язністю. Структурне відокремлення — агрегат складається з первинних частинок (механічних елементів), або мікроагрегатів, з'єднаних між собою внаслідок коагуляції колоїдів, склеювання, злипання.

Здатність ґрунту розпадатися на структурні окремості, або агрегати, називають його **структурністю**.

Ґрунтову структуру за розмірами агрегатів поділяють так:

- *брилувата* (агрегати >10 мм);
- *макроструктура* або грудкувата-зерниста (агрегати 10-0,25 мм);
- *мікроструктура* (агрегати <0,25 мм).

Цінними в агрономічному відношенні є агрегати розміром від 0,25 мм до 10 мм. Найбільш цінними є агрегати розміром від 1 мм до 5 мм. Чим більше в ґрунті структурних окремоостей цих розмірів, тим краща структура ґрунту.

Високе агрономічне значення мають ті агрегати, які не розмиваються під дією води. Якщо агрегати не розмиваються під дією води, то вони називаються водотривкими, а структура ґрунту – водотривкою. Основними факторами утворення водотривкої структури ґрунту є високий вміст гумусу, достатня кількість увібраних основ кальцію та магнію, високий вміст колоїдів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 13

Оцінку структурного стану ґрунту визначають за допомогою таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

### Оцінка структурного стану ґрунту

Вміст агрегатів 0,25-10 мм, %		Оцінка структурного стану ґрунту
сухе просіювання	мокре просіювання	
>80	>70	Відмінний
80 – 60	70 – 55	Добрий
60 – 40	55 – 40	Задовільний
40 – 20	40 – 20	Незадовільний
<20	<20	Поганий

## ХІД РОБОТИ

### Сухе просіювання

1. Із зразка ґрунту, доведеного в лабораторії до повітряно-сухого стану, беруть середню пробу до 2,5 кг (мінімально допустима наважка 0,5 кг).

2. Вибирають з ґрунту всі включення.

3. Просіюють ґрунт крізь колонку сит з отворами 10 мм; 7 мм; 5 мм; 3 мм; 2 мм; 1 мм; 0,5 мм; 0,25 мм невеликими порціями. Набір сит повинен мати піддонник для збирання фракції < 0,25 мм і кришку для запобігання розпорошеного ґрунту при просіюванні.

4. Агрегати з сит переносять в окремі алюмінієві чашки і зважують кожну фракцію на терезах.

5. Обчислюють вміст у ґрунті агрегатів фракцій різного діаметру у відсотках за формулою:  $X = (m_1/m_2) \times 100$ ,

де  $m_1$  – маса агрегатів певного розміру, г;  $m_2$  – маса ґрунту, взятого для просіювання, г; 100 – коефіцієнт для переведення у відсотки.

Вміст фракції < 0,25 мм визначають за різницею між взятою для аналізу наважкою ґрунту і сумою фракцій > 0,25 мм.

6. Форма запису результатів визначення вмісту агрегатів:

Розмір фракцій, мм	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25	Сума фракцій 0,25-10 мм
Маса фракцій, г										
Вміст фракцій, %										

За даними сухого просіювання обчислюють коефіцієнт структурності  $K$ :

$$K = \frac{A}{B}$$

де  $A$  – сума макроагрегатів розміром від 0,25 до 10 мм, %;  $B$  – сума агрегатів < 0,25 мм і грудок > 10 мм, %).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 14

Чим вище К, тим ґрунт краще оструктурений.

### Мокре просіювання

1. Наважку ґрунту 50 г складають із відсіяних структурних фракцій. З кожної фракції відважують на технохімічних терезах кількість структурних окремостей (в г), рівну половині процентного вмісту даної фракції в ґрунті.

2. Фракцію менше 0,25 мм не включають в середню пробу

3. Готують набір з 5-ти сит з отворами діаметром 3;2;1;0,5 і 0,25 мм і встановлюють їх в бак з водою.

4. Наважку ґрунту висипають в літровий циліндр насичують вологою, яку приливають по стінкам циліндру.

5. Зволожений ґрунт залишають на 10 хвилин після чого циліндр доливають водою доверху і закривають годинниковим склом; нахиляють до горизонтального положення і ставлять вертикально.

6. Коли повітря видалено циліндр закривають пробкою і швидко перевертають вверх дном. Тримають втакому положенні поки основна маса агрегатів не упаде вниз. Потім циліндр перевертають і чекають коли ґрунт досягне дна. Так повторюють 10 разів.

7. При останньому перевертанні залишають циліндр доверху дном, переносять донабору сит і занурюють в воду над верхнім ситом. Під водою відкривають пробку циліндра і не відриваючи його від води плавним рухом розподіляють ґрунт по поверхні верхнього сита.

8. Через хвилину, коли всі агрегати більше 0,25 мм впадуть на сито циліндр закривають пробкою під водою, виймають із води і залишають.

9. Далі ґрунт просіюють під водою таким чином: набір сит підіймають у воді і швидким рухом опускають вниз. В цьому положенні тримають дві-три секунди, потім поступово підіймають вверх і швидко опускають вниз. Так повторюють 10 разів.

10. Агрегати, які залишились на ситах, змивають в чашки і висушують на водяній бані до повітряно-сухого стану, а потім зважують.

11. Маса фракцій, помножена на два, дає процентний вміст водотривких агрегатів того чи іншого розміру. Процент агрегатів менше 0,25 мм визначають відніманням із 100 суми процентів отриманих фракцій.

12. За результатами агрегатного аналізу вираховують коефіцієнт структурності, який знаходиться як відношення кількості агрегатів від 0,25 до 10 мм (%) до сумарного вмісту агрегатів менше 0,25 і більше 10 мм (%).

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Дайте визначення структурі ґрунту.
2. Дайте характеристику макро- і мікроагрегатів.
3. Як визначають агрегатний склад ґрунту при сухому просіюванні?
4. Як визначають агрегатний склад ґрунту при мокрому просіюванні?
5. Яка структура ґрунту вважається агрономічно цінною?
6. Яка структура ґрунту називається водотривкою?
7. Як розраховується коефіцієнт структурності ґрунту?
8. Чи вся водотривка структура є агрономічно цінною?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 15

9. Які існують прийоми відновлення структури ґрунту?

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5

## ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ҐРУНТУ, ГІГРОСКОПІЧНОЇ ТА ПОЛЬОВОЇ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ

**МЕТА РОБОТИ:** навчитись визначати щільність ґрунту, гігроскопічну і польову вологу ґрунту

**ПРИЛАДИ І МАТЕРІАЛИ:** прилад Качинського Н.А., сушильна шафа, алюмінієвий бюкс, ексікатор, аналітичні терези, сито з діаметром отворів 1 мм.

### ТЕОРЕТИЧНА ПІДГОТОВКА

**Щільністю будови ґрунту** (об'ємною масою) називається маса одиниці об'єму абсолютно сухого ґрунту, взятого в природному (непорушеному) стані. Щільність будови ґрунту характеризує взаємне розміщення частинок і агрегатів. Величина її залежить від мінералогічного і гранулометричного складу ґрунту, вмісту в ньому органічних речовин, структурного складу.

Межі коливань щільності будови ґрунту досить широкі. Для мінеральних ґрунтів вони становлять 0,9-1,8 г/см<sup>3</sup>, а для органічних – 0,15-0,40 г/см<sup>3</sup>. Різні генетичні горизонти також мають неоднакову щільність. Для більшості сільськогосподарських культур оптимальна щільність ґрунту становить 1,0-1,3 г/см<sup>3</sup>.

Щільність будови ґрунту – важлива умова високої продуктивності сільськогосподарських культур. Від щільності залежать водний, повітряний і тепловий режим, біологічні властивості ґрунтів.

Величина, яка характеризує вміст вологи в ґрунту в даний момент називається **вологістю ґрунту**.

Для більшості аналізів в лабораторії ґрунт просушують до повітряно- сухого стану. Такий ґрунт завжди містить деяку кількість вологи, яка називається **гігроскопічною**.

Найбільшу кількість гігроскопічної вологи ґрунт містить при повному насиченні повітря водяною парою. Ця кількість гігроскопічної вологи називається **максимальною гігроскопічною вологістю**.

Таблиця 5.1

Оцінка ґрунту за щільністю

Щільність ґрунту, г/см <sup>3</sup>	Якісна оцінка
< 1	Ґрунт надто пухкий або містить багато органічної речовини
1,0-1,1	Пухкий ґрунт
1,2	Ущільнений ґрунт
1,3-1,4	Сильно ущільнений ґрунт
1,4-1,6	Підорні горизонти ґрунту
1,6-1,8	Сильно ущільнені ілювіальні горизонти

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 16

## ХІД РОБОТИ

### Визначення щільності ґрунту

1. Щільність ґрунту визначають методом циліндрів за допомогою приладу Качинського Н.А. Для відбирання зразків копають ґрунтовий розріз.

2. На підготовлену рівну поверхню ґрунту ставлять спрямовувач і в нього вставляють циліндр.

3. За допомогою ударника циліндр занурюють в ґрунт, так щоб його вінця були на рівні з поверхнею ґрунту.

4. Заповнені ґрунтом циліндри підрізають ножом з надлишком ґрунту в нижній частині і виймають.

5. Витирають від прилиплого ґрунту, перевертають і гострим ножом зрізують зайвий ґрунт на рівні з вінцями циліндра.

6. Ґрунт переносять без втрат з циліндрів у великі бюкси і щільно закривають кришками. Одночасно відбирають на важки ґрунту на вологість у малі бюкси.

7. В лабораторії бюкси з відібраними зразками зважують з точністю до 0,01 г і великі звільняють від ґрунту, а малі для визначення вологості ставлять на висушування.

8. Об'ємну масу ґрунту ( $d$ ) визначають за формулою:

$$d = P / V, \text{ г/см}^3,$$

де  $P$  – маса абсолютно сухого ґрунту в циліндрі, г;

$V$  – об'єм зразка ґрунту,  $\text{см}^3$

Об'єм зразка ґрунту в циліндрі ( $V$ ) розраховують за формулою:

$$V = \pi \times r^2 \times h, \text{ см}^3,$$

де  $\pi \times r^2$  – площа ріжучої частини циліндра,  $\text{см}^2$ ;

$h$  – висота циліндра, см.

Масу абсолютно сухого ґрунту в циліндрі ( $P$ ) розраховують за формулою:

$$P = (B \times 100) / (100 + X), \text{ г},$$

де  $B$  – маса сирого ґрунту в циліндрі, г;

$X$  – вологість ґрунту, %.

### Визначення гігроскопічної вологості

1. Взяти скляний стаканчик або бюкс і просушити його до постійної маси в сушильній шафі при температурі 100 – 105°C.

2. Охолоджують цей бюкс в ексикаторі з  $\text{CaCl}_2$  і зважують на аналітичних терезах.

3. Поміщають в цей бюкс 5 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного крізь сито з діаметром отворів 1 мм.

4. Ґрунт в бюксі (кришку відкрити) сушити в сушильній шафі протягом 5 годин, після чого його закривають кришкою, охолоджують в ексикаторі з  $\text{CaCl}_2$  і зважують.

5. Потім просушують знову протягом 2 годин.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 17

6. Якщо маса стаканчика або бюкса після другого сушіння залишається без змін, то просушування закінчують. Допустиме розходження по масі не повинно перевищувати 0,003 г.

7. Гігроскопічну вологу  $W$  (в %) визначають за формулою:

$$W = 100 \times a / v,$$

де  $a$  – маса води, що випарувалась, г;

$v$  – маса сухого ґрунту, г.

### Визначення польової вологості

1. В полі проби для визначення вологості ґрунту відбирають спеціальним буром. Зразки відбирають від окремих горизонтів ґрунту.

2. Алюмінієвий бюкс зважують на технохімічних терезах з точністю до 0,01 г, заповнюють на 1/3 частину ґрунтом, закривають кришкою і знову зважують.

3. Потім ставлять у сушильну шафу при температурі 100-105°C і сушать до постійної маси.

4. Після просушування закритий бюкс зважують.

5. Польову вологість ґрунту розраховують за формулою:

$$W = 100 \times a / v,$$

де  $a$  – маса води, що випарувалась, г;

$v$  – маса сухого ґрунту, г.

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що називають щільністю ґрунту?
2. Від чого залежить щільність ґрунту?
3. Як класифікують ґрунти за щільністю?
4. Як визначають щільність ґрунту?
5. Що називається вологістю ґрунту?
6. Яка волога називається гігроскопічною?
7. Як визначають польову вологість ґрунту?
8. Як визначають гігроскопічну вологість ґрунту?
9. Які бувають види вологи в ґрунті?
10. Вкажіть прийоми регулювання загальних фізичних властивостей ґрунту?

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6

#### **ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ТВЕРДОЇ ФАЗИ ПІКНОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ ТА ШПАРУВАТОСТІ ҐРУНТУ**

МЕТА РОБОТИ: навчитись визначати щільність твердої фази і шпаруватість ґрунту.

ПРИЛАДИ І МАТЕРІАЛИ: колба на 250 мл, пікнометр на 100 мл, термометр, аналітичні терези, скляний стаканчик, електрична плитка, фільтрувальний папір.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 18

## ТЕОРЕТИЧНА ПІДГОТОВКА

**Щільність твердої фази ґрунту** – це відношення маси його твердої фази до маси води в тому ж об’ємі при  $t_4^0$  С. Вона залежить від мінералогічного складу, вмісту в ньому органічної речовини і характеризує середню (питому масу) щільність ґрунтових частинок. Щільність твердої фази зумовлюється видом мінералів, органічних компонентів та їх кількістю, що її складають. Щільність твердої фази верхніх горизонтів коливається в межах 2,40-2,50, а в торфових ґрунтах – 1,4-1,8 г/см<sup>3</sup>.

Між механічними елементами і агрегатами в ґрунті є проміжки – пори. Сумарний об’єм пор в ґрунті в одиниці об’єму називається пористістю. Качинський Н.А. пропонує таку оцінку пористості ґрунтів (таблиця 1).

Таблиця 1.

Оцінка пористості ґрунтів

Загальна пористість, %	Характеристика ґрунту
> 70	Надлишкова пористість
55-65	Відмінна пористість
50-55	Задовільна пористість
< 50	Незадовільна пористість
40-25	Дуже низька пористість

Пористість аерації – це частина загальної пористості ґрунту, яка заповнена повітрям. Вона дорівнює різниці між об’ємом загальної пористості і об’ємом води, яка міститься в ґрунті в момент визначення шпаруватості.

Пористість аерації розраховують на основі даних загальної пористості, вологості та щільності ґрунту і виражають в процентах по відношенню до об’єму ґрунту.

## ХІД РОБОТИ

### Визначення щільності твердої фази ґрунту

1. В колбу наливають біля 250 мл дистильованої води, кип’ятять пів-часу для видалення з неї розчиненого повітря і охолоджують до кімнатної температури.
2. Беруть пікнометр на 100 мл, наливають в нього до позначки воду, вимірюють температуру і зважують на аналітичних терезах.
3. Із середнього зразка ґрунту зважують у скляний стаканчик 10 г повітряно-сухого ґрунту.
4. Із зваженого пікнометра вливають більше  $\frac{1}{2}$  об’єму води і засипають в нього наважку ґрунту. Стаканчик, в якому знаходився ґрунт, знову зважують і за різницею між стаканчиком з ґрунтом і порожнім стаканчиком знаходять масу ґрунту, взятого для визначення щільності твердої фази.
5. ґрунт і воду в пікнометрі кип’ятять 30 хв. для видалення повітря, додаючи дистильовану воду по мірі википання до половини його об’єму.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 19

6. Після кип'ятіння пікнометр охолоджують до кімнатної температури і доливають кип'ячену охолоджену воду до позначки, витирають фільтрувальним папером і зважують на аналітичних терезах. Потрібно слідкувати, щоб температура пікнометра з водою і ґрунтом та початкова температура пікнометра з водою були однаковими.

Щільність твердої фази ґрунту визначають за формулою:

$$d = A / ((B+A)-C),$$

де  $d$  – щільність твердої фази ґрунту, г/см<sup>3</sup>;

$A$  – наважка сухого ґрунту, г;

$$A = 100 \times a / (100 + W);$$

$a$  – наважка повітряно-сухого ґрунту, г;

$W$  – гігроскопічна вологість, %;

$B$  – маса пікнометра з водою, г;

$C$  – маса пікнометра з водою та ґрунтом, г.

### Визначення загальної шпаруватості ґрунту

Загальну шпаруватість ґрунту можна розрахувати наоснові щільності твердої фази і щільності ґрунту за формулою:

$$P_{заг} = (1 - d/d_v) \times 100,$$

де  $P_{заг}$  – загальна шпаруватість, %;

$d_v$  – щільність твердої фази ґрунту, г/см<sup>3</sup>;

$d$  – щільність ґрунту, г/см<sup>3</sup>.

### Визначення шпаруватості аерації ґрунту

Спочатку визначають об'єм шпарин, які зайняті водою ( $P_w$ ), тобто вміст води в об'ємних процентах за формулою:

$$P_w = d \times W,$$

де  $d$  – щільність ґрунту, г/см<sup>3</sup>;

$W$  – вологість ґрунту, %.

Потім розраховують шпаруватість аерації:

$$P_{аер} = P_{заг} - P_w$$

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що називають щільністю твердої фази ґрунту? Від чого вона залежить?
2. Що називають пористістю ґрунту?
3. Як характеризують ґрунти за пористістю?
4. Як визначають щільність твердої фази ґрунту?
5. Як визначають загальну пористість ґрунту?
6. Які бувають види пористості ґрунту? Дати характеристику.
7. Вкажіть прийоми регулювання пористості ґрунту.
8. В яких межах знаходиться значення щільності твердої фази ґрунту?
9. Дайте агрономічну оцінку щільності твердої фази ґрунту.
10. Як розрахувати пористість аерації ґрунту?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 20

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7

### ВОДНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ

МЕТА РОБОТИ: навчитись визначати польову вологоємкість .

ПРИЛАДИ І МАТЕРІАЛИ: металічний циліндр з кришкою, ванночка і технохімічні терези.

### ТЕОРЕТИЧНА ПІДГОТОВКА

Властивість ґрунту утримувати вологу називають вологоємкістю.

Найменша польова вологоємкість визначається максимальною кількістю вологи, яку ґрунт може утримувати в польових умовах після того, як стече гравітаційна вода і немає підпору ґрунтової води.

Капілярна вологоємкість – це та кількість води, яку ґрунт може утримати капілярними силами над рівнем ґрунтової води.

Повна вологоємкість або повна польова вологоємкість – це найбільша кількість води, яку може утримувати ґрунт за умови заповнення всіх його пор.

Водопроникність – це властивість ґрунту пропускати воду.

Водопідймальна здатність – це властивість ґрунту підіймати вологу у верхні шари.

### ХІД РОБОТИ

#### 1. Розрахунковий метод.

Повну вологоємкість розраховують за загальною пористістю:

$$ПВ = (d_v - d) \times 100 / d_v, \% \text{ об'єму ґрунту};$$

$$ПВ = (d_v - d) \times 100 / (d_v \times d), \% \text{ маси сухого ґрунту},$$

де  $ПВ$  – повна вологоємкість;  $d_v$  – щільність твердої фази ґрунту,  $г/см^3$ ;  $d$  – щільність ґрунту,  $г/см^3$ .

#### 2. Лабораторний метод.

- 1) Пробу ґрунту в металічному циліндрі ставлять у ванночку на скляні відрізки, наливають воду на 1-2 см вище ґрунту в циліндрі і залишають протягом доби.
- 2) Потім, не виймаючи з води, циліндр зверху щільно закривають кришкою і перевертають.
- 3) Виймають з води циліндр, знімають сітчасте дно, закривають кришкою і зважують на технохімічних терезах.
- 4) Повну вологоємкість розраховують за формулою:

$$ПВ = ((a - в) / в) \times 100,$$

де  $ПВ$  – повна вологоємкість, %;  $a$  – маса ґрунту в циліндрі після наповнення вологою, г;  $в$  – маса сухого ґрунту в циліндрі, г.

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що називається вологоємкістю ґрунту?
2. Що називається найменшою польовою вологоємкістю ґрунту?
3. Що називається капілярною вологоємкістю ґрунту?
4. Що називається повною вологоємкістю ґрунту?
5. Що називається водопроникністю ґрунту?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 21

6. Що називається водопідіймальною здатністю ґрунту?
7. Як в лабораторії визначають повну вологосімкість розрахунковим методом?
8. Як визначають повну вологосімкість лабораторним методом?
9. В якому стані вода може знаходитись в ґрунті?
10. Дайте характеристику основним ґрунтово-гідрологічним константам ґрунту.

### **ПИТАННЯ ДО ЗМІСТОВНОГО МОДУЛЯ 1 З ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ**

1. Як залежить кількість відбору зразків від площі дослідної ділянки?
2. Як готується середня проба ґрунту для визначення структури?
3. Як готується зразок ґрунту для визначення вологості?
4. Як готують ґрунт для подальшого аналізу?
5. Дайте визначення науки про ґрунт.
6. Що називається будовою ґрунту?
7. Що називається структурою ґрунту?
8. Які ознаки належать до морфологічних ознак ґрунту?
9. Що називається потужністю ґрунту і його окремих горизонтів?
10. Що називається складенням ґрунту?
11. Що називається новоутворенням ґрунту?
12. Що називається включенням ґрунту?
13. Що розуміють під родючістю ґрунту?
14. Які породи називаються ґрунтоутворюючими або материнськими?
15. Перерахуйте основні ґрунтоутворюючі породи, які зустрічаються на території України.
16. Назвіть і охарактеризуйте фактори ґрунтоутворення.
17. Якими індексами позначаються генетичні горизонти ґрунтів в Україні?
18. Дайте визначення структурі ґрунту.
19. Дайте характеристику макро – і мікроагрегатів.
20. Як визначають агрегатний склад ґрунту при сухому просіюванні?
21. Як визначають агрегатний склад ґрунту при мокрому просіюванні?
22. Яка структура ґрунту вважається агрономічно цінною?
23. Яка структура ґрунту називається водотривкою?
24. Як розраховується коефіцієнт структурності ґрунту?
25. Що називають щільністю ґрунту?
26. Від чого залежить щільність ґрунту?
27. Як класифікують ґрунти за щільністю?
28. Як визначають щільність ґрунту?
29. Що називається вологістю ґрунту?
30. Яка волога називається гігроскопічною?
31. Як визначають польову вологість ґрунту?
32. Як визначають гігроскопічну вологість ґрунту?
33. Що називається щільністю твердої фази ґрунту? Від чого вона залежить?
34. Що називається шпаруватістю ґрунту?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 22

35. Що називається шпаруватістю аерації ґрунту?
36. Як характеризуються ґрунти за шпаруватістю?
37. Як визначають щільність твердої фази ґрунту?
38. Як визначають загальну шпаруватість ґрунту?
39. Що називається вологоємкістю ґрунту?
40. Що називається найменшою польовою вологоємкістю ґрунту?
41. Що називається капілярною вологоємкістю ґрунту?
42. Що називається повною вологоємкістю ґрунту?
43. Що називається водопроникністю ґрунту?
44. Що називається водопідіймальною здатністю ґрунту?
45. Як в лабораторії визначають повну вологоємкість розрахунковим методом?
46. Як визначають повну вологоємкість лабораторним методом?
47. Що називається механічними елементами ґрунту?
48. Що називається фракцією часток ґрунту?
49. На які фракції за Качинским Н.А. поділяються частки ґрунту?
50. Що називається фізичною глиною?
51. Які частки називаються фізичним піском?
52. На які види поділяються ґрунти за механічним складом?
53. Як визначити механічний склад ґрунту в полі?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 8

### **ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ГУМУСУ ЗА МЕТОДОМ ТЮРИНА І.В. У МОДИФІКАЦІЇ СИМАКОВА В.Н.**

МЕТА РОБОТИ: навчитись визначати вміст гумусу .

ПРИЛАДИ І МАТЕРІАЛИ: конічна колба на 100 мл, аналітичні терези, сушильна шафа, штатив для титрування, 0,4 н розчин  $K_2Cr_2O_7$  в розбавленій  $H_2SO_4$ ; 0,1 н розчин солі Мора; 0,2 %-ний розчин фенілантранілової кислоти.

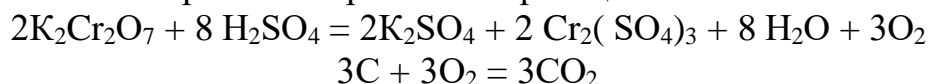
#### ТЕОРЕТИЧНА ПІДГОТОВКА

Гумус – це складний динамічний комплекс органічних речовин, які утворюються при розкладі і гуміфікації органічних решток в ґрунті.

При визначенні сумарного вмісту гумусу враховують всі форми органічної речовини ґрунту. Тому при підготовці ґрунту до аналізу ретельно відбирають корінці і всі органічні рештки, з тим, щоб по можливості виключити органічні речовини не гумусової природи.

Метод Тюрина І.В. в модифікації Симакова В.Н. заснований на окисленні вуглецю гумусових речовин до  $CO_2$  0,4 н розчином двохромовоокислого калію ( $K_2Cr_2O_7$ ), приготовленого на сірчаній кислоті, розбавленій у воді 1:1. по кількості хромової суміші, яка пішла на окислення органічного вуглецю судять про його кількість.

Реакція окислення протікає за рівнянням реакції:



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 Екземпляр № 1	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024 Арк 36 / 23

## ХІД РОБОТИ

1. З підготовленого для визначення гумусу і азоту ґрунту беруть на важку на аналітичних терезах, яка залежить від вмісту гумусу в аналізованому ґрунті: при вмісті гумусу більше 7% - 0,1 г; при 4-7% - 0,2 г; при 2-4% - 0,3 г; менше 2% - 0,5 г.

2. На важку ґрунту висипають в конічну колбу на 100 мл. В колбу з бюретки приливають 10 мл хромової суміші і перемішують коловими рухами.

3. Колбу ставлять в сушильну шафу і нагрівають суміш при температурі 150° С протягом 30 хвилин.

4. Колбу охолоджують, стінки колби промивають дистильованою водою, доводячи об'єм до 30-40 мл. Додають 4-5 краплин 0,2%-го розчину фенілантранілової кислоти і титрують 0,1 н або 0,2 н розчином солі Мора. Кінець титрування визначають переходом вишнево-фіолетового забарвлення в зелене.

5. Проводять холосте визначення, замість наважки ґрунту використовують прогрітий ґрунт (0,1-0,3 г).

6. Вміст органічного вуглецю розраховують за формулою:

$$C = 100 \times (a - b) \times K_m \times 0,0003 \times K_{H_2O} / P,$$

де  $C$  – вміст органічного вуглецю, % до маси сухого ґрунту;  $a$  – кількість солі Мора, яка пішла на холосте титрування;  $b$  – кількість солі Мора, яка пішла на титрування залишку хромовоокислого калію;  $K_m$  – поправка до титру солі Мора; 0,0003 – кількість органічного вуглецю, яка відповідає 1 мл 0,1 н розчину солі Мора;  $K_{H_2O}$  – коефіцієнт гігроскопічності для перерахунку на абсолютну суху наважку ґрунту;  $P$  – наважка повітряно-сухого ґрунту, г.

7. Вираховують процентний вміст гумусу із розрахунку, що в його складі міститься середньому 58% органічного вуглецю (1 г вуглецю відповідає 1,724 г гумусу).

$$\text{Гумус (\%)} = C(\%) \times 1,724$$

Розрахунок запасів гумусу в т/га проводять за формулою:

$$H = a \times 10000 \times v \times p / 100,$$

де  $H$  – запаси гумусу, т/га;  $a$  – потужність шару ґрунту, м;  $v$  – щільність ґрунту, г/см<sup>3</sup>;  $p$  – вміст гумусу, %.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що називається гумусом?
2. З яких органічних речовин складається гумус ґрунту?
3. За яким методом визначають вміст гумусу в ґрунті і в чому полягає його сутність?
4. Як готують ґрунт для визначення вмісту гумусу?
5. За якою формулою визначають вміст гумусу в ґрунті?
6. За якою формулою розраховують запаси гумусу в ґрунті?
7. Що розуміють під органічною речовиною в ґрунті?
8. Гумінові кислоти, їх склад, властивості.
9. Фульвокислоти, їх склад, властивості.
10. Заходи щодо регулювання вмісту гумусу в ґрунті.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 24

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 9

### ВБИРНА ЗДАТНІСТЬ ҐРУНТУ

**МЕТА РОБОТИ:** навчитись визначати ємність вбирання ґрунтів за методом Алешина С.Н.

**ПРИЛАДИ І МАТЕРІАЛИ:** порцелянова чашка, технохімічні терези, воронка з фільтром, колба на 750 мл, скляні палички, стаканчик скляний, електрична плитка, літрова конічна колба, мірний циліндр; 1,0 н. розчин  $\text{BaCl}_2$ ; 10%-ний розчин  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ; 10%-ний розчин  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; 4%-ний розчин щавлевокислого амонію; титрований 0,05 н. розчин  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; титрований розчин 0,1 н.  $\text{NaOH}$ ; фенолфталеїн.

### ТЕОРЕТИЧНА ПІДГОТОВКА

Найдрібніші частки ґрунту розміром, меншим за 0,001 мм, а особливо ґрунтові колоїди разом з поглинутими іонами становлять ґрунтовий вбирний комплекс (ГВК).

Вбирна здатність – це властивість ґрунту вбирати й утримувати розчинені або змулені у воді тверді речовини, гази, а також живі мікроорганізми.

Кількість катіонів, яку може ввібрати ґрунт, називається ємністю вбирання або ємністю обміну.

Обмінні катіони витісняють з ґрунту 1 н. розчином  $\text{BaCl}_2$  (рН 6,5), а потім ґрунт обробляють 0,05 н. розчином  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{H}^+$ -іони кислоти повністю витісняють  $\text{Ba}^+$ -іони з ґрунту. Залишок сірчаної кислоти в фільтраті відтитровують лугом і розраховують ємність вбирання.

### ХІД РОБОТИ

1. На технохімічних терезах зважують 10 г повітряно-сухого ґрунту у порцелянову чашку. Вставляють воронку з фільтром в колбу на 750 мл. Приливають до ґрунту 20-30 мл 1 н. розчину  $\text{BaCl}_2$ . змулюють ґрунт скляною мішалкою, дають рідині осісти, а потім за допомогою палички зливають її на фільтр. Цю операцію повторюють 4-5 разів, а потім, змулюючи розчином  $\text{BaCl}_2$ , весь ґрунт переносять на фільтр.

2. Продовжують обробляти ґрунт на фільтрі розчином  $\text{BaCl}_2$  до повного витіснення всіх обмінних катіонів, котре визначають за реакцією на кальцій. Для цього набирають з під воронки в скляний стаканчик 5-10 мл фільтрату і додають надлишок 10%-ного розчину  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  і декілька краплин 10%-ної  $\text{CH}_3\text{COOH}$  до переходу жовтого забарвлення розчину в оранжеве. Відбувається осаджування барію:  

$$\text{BaCl}_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 = \text{BaCrO}_4 + 2\text{KCl}$$

Осаду дають осісти, рідину фільтрують у пробірку, додають в неї 1 мл 14 %-ного розчину щавлевокислого амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  і нагрівають до кипіння. При наявності кальцію з'являється помутніння або навіть випадає осад. Це свідчить, що не всі катіони витіснені і слід продовжувати обробку ґрунту розчином  $\text{BaCl}_2$ . За відсутності осаду або помутніння обробку ґрунту  $\text{BaCl}_2$  закінчують.

3. Переносять ґрунт разом з фільтром в літрову конічну колбу, додаючи 500 мл титрованого розчину 0,05 н.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , змішують 5 хвилин і фільтрують.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 25

4. 50 мл прозорого фільтрату у присутності фенолфталеїну відтитровують 0,1 н. розчином NaOH до слабо-рожевого забарвлення.

5. Для розрахунку результатів аналізу на сухий ґрунт визначають вміст вологи в ґрунті після обробки його  $\text{BaCl}_2$ ; беруть 10 г сухого ґрунту, поміщають у воронку з фільтром і фільтрують 100 мл 1 н. розчину  $\text{BaCl}_2$ . Об'єм фільтрату вимірюють циліндром. Різниця між 100 мл і визначеною кількістю фільтрату дає величину, що визначається (n).

6. Розраховують результати аналізу за формулою:

$$A = ((a \times K_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times 0,05 - b \times K_{\text{NaOH}} \times 0,1) \times (500 + n) \times 100 \times K_{\text{H}_2\text{O}}) / a \times c$$

де А – ємність вбирання, м. – екв. на 100 г ґрунту; а – кількість фільтрату, взятого на титрування, мл;  $K_{\text{H}_2\text{SO}_4}$  – поправка титру сірчаної кислоти; 0,05 – це коефіцієнт перерахунку в міліеквіваленти; b – кількість NaOH, яка пішла на титрування фільтрату, мл;  $K_{\text{H}_2\text{O}}$  – поправка титру луку; 0,1 – коефіцієнт перерахунку в міліеквіваленти; 500+n – фактичний об'єм 0,05 н.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , взятої для витіснення ввібраного ґрунтом барію; 100 – перерахунок на 100 г ґрунту;

$K_{\text{H}_2\text{O}}$  – коефіцієнт перерахунку на сухий ґрунт; С – наважка повітряно- сухого ґрунту, г.

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що називається ґрунтовим вбирним комплексом?
2. Що називається вбирною здатністю ґрунту?
3. Що називається ємністю вбирання ґрунту?
4. В чому полягає сутність методу по визначенню ємності вбирання ґрунту?
5. Назвіть види вбирної здатності ґрунтів.
6. Що називається фізичною вбирною здатністю ґрунту?
7. Що називається фізико - хімічною вбирною здатністю ґрунту?
8. Що називається хімічною вбирною здатністю ґрунту?
9. Що називається біологічною вбирною здатністю ґрунту?
10. Що називають ємністю катіонного обміну?

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 10

#### **ВИЗНАЧЕННЯ ОБМІННИХ ОСНОВ КАЛЬЦІЮ ТА МАГНІЮ КОМПЛЕКСОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ. ВИЗНАЧЕННЯ СУМИ ОБМІННИХ ОСНОВ ЗА МЕТОДОМ КАППЕНА - ГИЛЬКОВИЦА**

МЕТА РОБОТИ: навчитись визначати обмінні основи комплексометричним методом і суму обмінних основ.

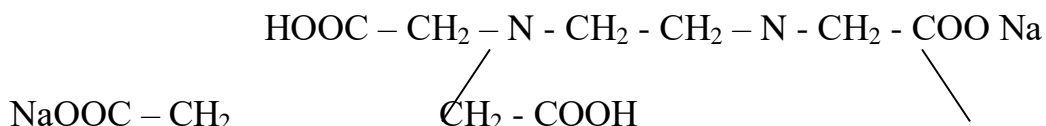
ПРИЛАДИ І МАТЕРІАЛИ: вода очищена від домішок іонів кальцію, магнію та міді; 0,05 н. розчин трилону Б; 1%-ний розчин солянокислого гідроксиламіну ( $\text{NH}_2\text{OH} \times \text{HCl}$ ); 1%-ний розчин сульфиду натрію ( $\text{Na}_2\text{S} \times 9\text{H}_2\text{O}$ ); хлоридно-аміачний буфер; 10%-ний розчин КОН або NaOH; хромоген чорний; мурексид; титрований 0,1 н. розчин HCl; титрований 0,1 н. розчин NaOH; фенолфталеїн; технохімічні терези; 2 конічні колби (250 мл); піпетки; бюретки для титрування; повітряно-сухий ґрунт, просіяний крізь сито в 1 мм; колба на 350- 500 мл; ротатор; сухий беззольний фільтр; конічна колба на 150-200 мл.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 26

## ТЕОРЕТИЧНА ПІДГОТОВКА

Комплексометричний метод визначення кальцію та магнію використовують для встановлення вмісту їх у водних витяжках і при визначенні увібраних основ. За допомогою трилону Б знаходять суму кальцію та магнію, а потім один кальцій, що дає можливість знайти вміст магнію.

Трилон Б являє собою двозаміщену натрієву сіль етилендіамінотетраоцтової кислоти:



Ця сполука з іонами двовалентних металів утворює стійкі комплекси. Якщо у водну витяжку, яка містить іони кальцію та магнію, додати індикатор, який дає кольорову сполуку з цими іонами, а потім титрувати трилоном Б, то в зв'язку із зв'язуванням цих іонів забарвлення зміниться. Таким чином, по кількості трилону Б, який пішов на титрування, можна розрахувати вміст Ca + Mg.

В якості індикатора при титруванні використовують еріохром – чорний Т, комплексні сполуки якого з кальцієм та магнієм забарвлюють розчин у лужному середовищі (рН більше 10) у вишнево-червоний колір. При титруванні трилоном Б, коли він повністю зв'яже іони кальцію та магнію, розчин набуває синього кольору з зеленуватим відтінком, що свідчить про кінець титрування.

В кислих ґрунтах суму обмінних основ визначають за методом Каппена-Гильковица. Ґрунт обробляють відомою кількістю 0,1 н. розчину HCl. В результаті взаємодії ґрунту з соляною кислотою її водень витісняє з ГПК обмінні основи. Знаючи кількість кислоти до реагування і після реагування з ґрунтом, за різницею визначають суму обмінних основ.

## ХІД РОБОТИ

### Визначення обмінних основ комплексометричним методом

#### 1. Визначення суми кальцію та магнію.

1.1. В дві конічні колби по 250 мл піпеткою вносять по 25 мл водної витяжки.

1.2. Приливають в кожну колбу по 75 мл дистильованої води, яка не містить іонів кальцію, магнію та міді.

1.3. Додають по 5-10 крапель 1%-ного розчину солянокислого гідроксиламіну NH<sub>2</sub>OH HCl (для знешкодження впливу марганцю на хід аналізу), по 2-3 краплі 1%-ного розчину сульфід натрію (для знешкодження впливу міді), по 5 мл хлоридно-аміачного буферу і по 10-15 крапель хромогену чорного (для забарвлення розчину у вишнево-червоний колір).

1.4. Титрують вміст однієї колби 0,05 н. розчином трилону Б. Друга колба служить для порівняння забарвлення. Кінець титрування встановлюють за появи синього кольору з зеленуватим відтінком.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 27

Вміст Ca + Mg розраховують за формулою:

$$A = (a \times 0,05 \times 100 / C) \times K_{n20},$$

де А - Ca + Mg, м. – екв. на 100 г ґрунту; а – кількість трилону Б, який пішов на титрування, мл; 0,05 – нормальність трилону Б; С – наважка ґрунту, яка відповідає кількості витяжки, взятої для титрування; 100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г ґрунту.

*Визначення кальцію.*

1.5. Беруть піпеткою по 25 мл водної витяжки в дві конічні колби на 250 мл. Приливають в кожну по 75 мл дистильованої води, яка не містить іонів кальцію та міді.

1.6. Додають по 5-10 крапель водного розчину гідроксиламіну, по 2-3 краплі 1%-ного розчину сульфиду натрію, по 2 мл 10%-ного розчину КОН (для доведення рН розчину до 12) і вносять мурексид (0,2-0,3 г). Розчин повинен забарвитись в яскраво-рожевий колір.

1.7. Відразу ж титрують вміст однієї колби 0,05 н. розчином трилону Б до переходу яскраво-рожевого забарвлення в фіолетове.

Відмітивши кількість трилону Б, який пішов на титрування, додають в колбу надлишок трилону Б і відтитровують вміст другої колби, використовуючи в якості свідка першу колбу з перетитрованим розчином.

Вміст кальцію (м.-екв.) розраховують за формулою:

$$B = (a \times 0,05 \times 100 / C) \times K_{n20},$$

де В – вміст кальцію, м.-екв. на 100 г ґрунту.

Вміст кальцію (%) розраховують за формулою:

$$Ca = B \times 20,04 / 1000,$$

де В – вміст кальцію, м.-екв. на 100 г ґрунту; 20,04 – еквівалентна маса кальцію; 1000 – коефіцієнт перерахунку в грами.

Вміст магнію (м.-екв.) розраховують за формулою:

$$C = A - B,$$

де С – вміст магнію, м.-екв. на 100 г ґрунту; А – вміст Ca + Mg, м.-екв. на 100 г ґрунту; В – вміст кальцію, м.-екв. на 100 г ґрунту.

Вміст магнію (%) розраховують за формулою:

$$Mg = C \times 12,16 / 1000,$$

де С – вміст магнію, м.-екв. на 100 г ґрунту; 12,16 – еквівалентна маса магнію; 1000 – коефіцієнт перерахунку в грами.

### **Визначення суми обмінних основ за Каппеном**

1. Зважують на технохімічних терезах 20 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного крізь сито в 1 мм.

2. Ґрунт висипають в колбу на 350 – 500 мл.

3. З бюретки приливають 100 мл 0,1 н. розчину HCl і збовтують протягом 1 години на ротаторі.

4. Після збовтування колбу залишають на добу.

5. Фільтрують крізь сухий беззольний фільтр.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 28

6. Піпеткою відбирають 50 мл прозорого фільтрату в конічну колбу на 150-200 мл.

7. Приливають 2-3 краплі фенолфталеїну і кип'ячать 1-2 хвилини, щоб видалити CO<sub>2</sub>.

8. Гарячий фільтрат відтитрують 0,1 н. розчином NaOH до слабо-рожевого забарвлення з точністю до краплини (0,03-0,04 мл).

Суму обмінних основ розраховують за формулою:

$$S = ((a \times K_{\text{HCl}} - v \times K_{\text{NaOH}}) \times 100 \times 0,1) / C,$$

де S – сума обмінних основ, м.-екв. на 100 г ґрунту; а – кількість фільтрату 0,1 н. HCl, взятого для титрування, мл; K<sub>HCl</sub> – поправка до титру HCl; v – кількість 0,1 н. NaOH, який пішов на титрування взятого об'єму фільтрату, мл; K<sub>NaOH</sub> – поправка до титру NaOH; 100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г ґрунту; С – наважка ґрунту, яка відповідає взятому для титрування об'єму фільтрату; 0,1 – коефіцієнт переводу в міліеквіваленти.

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. В чому полягає суть комплексометричного методу по визначенню обмінних основ?

2. В чому полягає суть методу Каппена - Гильковица по визначенню суми обмінних основ в ґрунті?

3. Які ґрунти відносяться до насичених основами?

4. За якими формулами визначають ступінь насиченості ґрунтів основами?

5. Які ґрунти відносяться до ненасичених основами?

6. Якими способами меліорації можна регулювати склад обмінних основ?

7. Наякі види поділяються ґрунти за вмістом натрію?

8. Як впливає склад обмінних катіонів на розвиток сільськогосподарських культур?

9. Як впливає зрошення степових ґрунтів на склад обмінних основ?

10. При якому вмісті обмінного натрію ґрунти вважаються солонцюватими?

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 11

#### АНАЛІЗ ВОДНОЇ ВИТЯЖКИ

МЕТА РОБОТИ: навчитись готувати водну витяжку ґрунту і аналізувати її на вміст іонів.

ПРИЛАДИ І МАТЕРІАЛИ: 5%-ний розчин AgNO<sub>3</sub>; 10%-ний розчин BaCl<sub>2</sub>; 4%- ний розчин (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>; 10%-ний розчин H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; дистильована вода; повітряно-сухий ґрунт, просіяний крізь сито в 1 мм; колба з пробкою на 500 мл; технохімічні терези; паперові фільтри; пробірки; піпетка.

#### ТЕОРЕТИЧНА ПІДГОТОВКА

Засоленими вважаються ґрунти, в яких водорозчинних солей більше 0,2%. З цих солей в засолених ґрунтах частіше всього зустрічаються NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>, MgCl<sub>2</sub>.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 29

## ХІД РОБОТИ

### Приготування водної витяжки

1. Зважують на технохімічних терезах 100 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного крізь сито в 1 мм, переносять його в колбу і приливають 500 мл дистильованої води, яка не містить  $\text{CO}_2$ .

2. Закривають колбу пробкою, збовтують вміст протягом 3 хвилин і витяжку фільтрують крізь паперовий фільтр. Щоб фільтрат був прозорим, на фільтр ґрунт переносять частинами. Якщо перші порції фільтрату змулені, то їх знову виливають на фільтр.

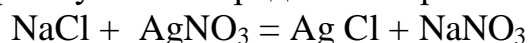
3. По закінченню фільтрування колбу закривають пробкою.

### Якісне визначення вмісту іонів

1. Визначення хлор-іону.

1.1. Беруть в пробірку 5 мл водної витяжки і підкислюють її двома краплями 10%-ного розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Додають декілька краплин 5%-ного розчину  $\text{AgNO}_3$  і вміст перемішують. Про відсутність хлор-іону судять по осаду  $\text{AgCl}$ , який утворюється.

Реакцію осадження хлор-іону можна представити рівнянням:

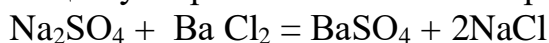


1.2. За кількістю осаду відмічають: мало, багато, дуже багато.

2. Визначення сульфат-іону.

2.1. Відбирають піпеткою 10 мл водної витяжки і переносять в пробірку.  
2.2. Приливають 1 мл 10%-ного розчину  $\text{BaCl}_2$  і кип'ятять 1 хвилину.

2.3. Якщо у водній витяжці знаходяться сірчаноокислі солі, то випадає білий осад сірчаноокислого барію, реакцію утворення якого можна представити рівнянням:



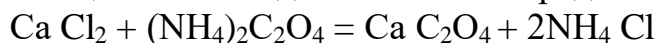
2.4. За кількістю осаду відмічають: мало, багато, дуже багато.

3. Визначення кальцій-іону.

3.1. Беруть в пробірку 5 мл водної витяжки і приливають 5 мл 4%-ного щавлевокислого амонію.

3.2. Доводять вміст до кипіння.

3.3. При утворенні білого осаду у вигляді щавлевокислого кальцію судять про присутність кальцію. Реакцію його осадження можна представити рівнянням:



3.4. За кількістю осаду відмічають: мало, багато, дуже багато.

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які ґрунти вважаються засоленими?
2. Як готується водна витяжка ґрунту?
3. Як у водній витяжці ґрунту визначають наявність хлор-іону?
4. Як у водній витяжці ґрунту визначають наявність сульфат-іону?
5. Як у водній витяжці ґрунту визначають наявність кальцій-іону?
6. Що називається ґрунтовим розчином?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 30

7. Наякі види поділяються ґрунти за вмістом натрію?
8. Якими видами хімічних меліорантів можна регулювати склад обмінних основ в ґрунті?
9. Як впливає склад обмінних катіонів на розвиток культурних рослин?
10. Як впливає зрошення на склад обмінних основ?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 12

### **ВИЗНАЧЕННЯ pH СОЛЬОВОЇ ТА pH ВОДНОЇ ВИТЯЖКИ ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОЛІТИЧНОЇ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТУ**

**МЕТА РОБОТИ:** опанувати методиками визначення гідролітичної кислотності і pH сольової витяжки ґрунту.

**ПРИЛАДИ І МАТЕРІАЛИ:** 1,0 н. розчин  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ; титрований розчин 0,1 н.  $\text{NaOH}$ ; фенолфталеїн; повітряно-сухий ґрунт, просіяний крізь сито в 1 мм; технохімічні терези; колба на 200 мл; конічна колба на 100 мл; бюретка для титрування; порцелянова ступка; пробірки; піпетка; паперові фільтри.

### ТЕОРЕТИЧНА ПІДГОТОВКА

Кислотність розчину обумовлена іонами водню. При нейтральній реакції розчину pH 7, при кислотній менше 7, при лужній більше 7.

В залежності від того, в якому стані знаходяться в ґрунті іони водню, розрізняють наступні види кислотності: актуальну (активну) і потенційну (скриту). Потенційну поділяють на обмінну і гідролітичну.

Актуальна кислотність – це кислотність ґрунту, обумовлена наявністю в ґрунтовому розчині іонів водню і позначається латинськими буквами рН.

Обмінна кислотність зумовлюється наявністю у ГПК водню або алюмінію, які витісняються з ґрунту під дією нейтральних солей ( $\text{KCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ).

Гідролітична кислотність характеризується кількістю іонів водню, які витісняються з ґрунту водним розчином солі слабкої кислоти і сильного лугу. Вона характеризує загальну кислотність ґрунту, бо при визначенні її враховується як актуальна, так і обмінна кислотність.

Визначення гідролітичної кислотності засноване на тому, що при взаємодії розчину  $\text{CH}_3\text{COONa}$  з ґрунтом утворюється оцтова кислота, яка відтитровується лугом. За кількістю лугу, який пішов на титрування, встановлюють величину гідролітичної кислотності.

Для того, щоб судити про кислотність ґрунту, визначають pH водного і сольового розчинів. Величина pH водного розчину характеризує актуальну, а сольового – потенційну кислотність ґрунту.

### ХІД РОБОТИ

#### Визначення гідролітичної кислотності.

1. На технохімічних терезах зважують 20 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного крізь сито в 1 мм, і висипають в колбу на 200 мл.
2. К ґрунту приливають 50 мл 1,0 н. розчину  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , збовтують вміст колби на спеціальному приладі протягом 1 години.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 31

3. Суспензію фільтрують крізь сухий фільтр. Якщо фільтрат окажется змуленим, його слід знову профільтрувати до повної прозорості.

4. Відбирають піпеткою 25 мл прозорого фільтрату і переносять в конічну колбу на 100 мл.

5. Додають 1-2 краплини фенолфталеїну і відтитровують фільтрат 0,1 н. розчином NaOH до слабо-рожевого забарвлення.

Гідролітичну кислотність розраховують за формулою:

$$H = a \times K_{\text{NaOH}} \times 100 \times 0,1 \times 1,75 / C,$$

де H – гідролітична кислотність, м.-екв. на 100 г ґрунту; а – кількість 0,1 н. NaOH, який пішов на титрування фільтрату, мл;  $K_{\text{NaOH}}$  – поправка до титру; 100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г ґрунту; 0,1 – коефіцієнт перерахунку в міліеквіваленти; 1,75 – поправка на повноту витіснення іонів водню; C – наважка ґрунту, яка відповідає взятому для титрування об'єму фільтрату.

#### Визначення рН сольової витяжки ґрунту.

1. З ґрунту видаляють залишки коріння, перемішують і розтирають ґрунт у ступці.

2. Підготовлений ґрунт насипають в пробірку до позначки і наливають 1,0 н. розчин KCl до другої позначки, після чого закривають пробкою і збовтують. Якщо після збовтування рівень рідини в пробірці нижче верхньої позначки, то необхідно додати розчин KCl, щоб відношення маси ґрунту до об'єму KCl було приблизно 1:2,5.

3. Коли рідина в пробірці стане зовсім прозорою можна приступати до визначення рН.

4. Не торкаючись стінок пробірки, занурюють піпетку у витяжку так, щоб її кінець на 2-3 см не доходив до поверхні ґрунту і набирають 5 мл розчину.

5. Беруть пробірку для визначення рН і виливають в неї з піпетки 5 мл витяжки.

6. Приливають 0,3 мл комбінованого індикатора і перемішують індикатор з об'ємом витяжки.

7. За стандартною шкалою знаходять еталон, колір якого співпадає з кольором витяжки. Порівнюють забарвлення пробірок на білому папері, після чого можна зробити висновок про величину рН витяжки ґрунту.

#### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Дайте визначення поняття кислотності ґрунту.
2. Яка кислотність ґрунту називається актуальною?
3. Що називається обмінною кислотністю ґрунту?
4. Яка кислотність ґрунту називається гідролітичною?
5. На чому заснований метод визначення гідролітичної кислотності ґрунту?
6. Як визначають рН сольової витяжки ґрунту?
7. Які ґрунти вважаються кислими?
8. Що називається лужністю ґрунтів?
9. Чому необхідно боротись з кислотністю ґрунтів і якими засобами?
10. Причини лужності ґрунтів і заходи боротьби з нею.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 32

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 13

### **ВИЗНАЧЕННЯ ДОЗ ГІПСУ ДЛЯ ГІПСУВАННЯ ЗАСОЛЕНИХ ҐРУНТІВ. ВИЗНАЧЕННЯ ДОЗ ВАПНА ДЛЯ ВАПНУВАННЯ КИСЛИХ ҐРУНТІВ**

МЕТА РОБОТИ: навчитись розраховувати дози вапна та гіпсу для меліорації ґрунтів.

#### ТЕОРЕТИЧНА ПІДГОТОВКА

Для точного визначення норм вапна використовують величину гідролітичної кислотності. Дози вапна розраховують на основі еквівалентної маси вапна, а також маси орного шару ґрунту на площі 1 га (шар ґрунту товщиною 20 см має масу 3000000 кг).

#### ХІД РОБОТИ

##### Визначення доз вапна

Для нейтралізації 1 м.-екв. іонів водню в 100 г ґрунту потрібно 1 м.-екв. або 50 мг  $\text{CaCO}_3$ , а на 1 кг – 500 мг. Помноживши цю величину на масу орного шару ґрунту (3000000 кг) і розділивши на  $10^9$  (для перерахунку мг в т), після скорочення отримують дозу  $\text{CaCO}_3$  (в т/га):

$$(N_{\text{г}} \times 500 \times 3000000) / 1000000000 = N_{\text{г}} \times 1,5.$$

##### Визначення доз гіпсу

Дозу гіпсу для заміни натрію на кальцій в ГПК ґрунту розраховують за формулою:

$$X = 0,086 \times (Na - 0,05 \times T) \times H \times d,$$

де  $X$  – доза гіпсу ( $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ ), т/га; 0,086 – мілієвіваленти гіпсу, г;  $Na$  – вміст обмінного натрію, м.-екв. на 100 г ґрунту;  $H$  – потужність орного шару ґрунту, см;  $d$  – щільність горизонту, який меліорується, г/см<sup>3</sup>;  $T$  – ємність поглинання, м.-екв. на 100 г ґрунту.

Оскільки для гіпсування застосовують неочищений гіпс, то кінцеву дозу його розраховують з урахуванням вмісту  $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ .

$$\text{Кількість гіпсу} = (X \times 100) / A, \text{ де } A - \text{вміст } \text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}, \%$$

#### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Як розраховують дози вапна при вапнуванні кислих ґрунтів?
2. Як розраховують дози гіпсу при гіпсуванні засоленних ґрунтів?
3. Засолені ґрунти та їх поширення.
4. Солончаки, солонці та солоді, їх особливості.
5. Окисно-відновні властивості ґрунту.
6. Кисла реакція ґрунту, її походження.
7. Види кислотності ґрунту.
8. Поняття ґрунтового розчину (склад, концентрація, реакція).
9. Ґрунтові колоїди, їх будова і властивості.
10. Реакція ґрунту та заходи щодо її регулювання.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 33

## ПИТАННЯ ДО ЗМІСТОВОГО МОДУЛЯ 2 З АГРОХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ

1. Що називається гумусом?
2. З яких органічних речовин складається гумус ґрунту?
3. За яким методом визначають вміст гумусу в ґрунті і в чому полягає його сутність?
4. Як готують ґрунт для визначення вмісту гумусу?
5. За якою формулою визначають вміст гумусу в ґрунті?
6. За якою формулою розраховують запаси гумусу в ґрунті?
7. Що називається ґрунтовим вбирним комплексом?
8. Що називається вбирною здатністю ґрунту?
9. Що називається ємністю вбирання ґрунту?
10. В чому полягає сутність методу по визначенню ємності вбирання ґрунту?
11. Назвіть види вбирної здатності ґрунтів.
12. Що називається фізичною вбирною здатністю ґрунту?
13. Що називається фізико-хімічною вбирною здатністю ґрунту?
14. Що називається хімічною вбирною здатністю ґрунту?
15. Що називається біологічною вбирною здатністю ґрунту?
16. Що називають ємністю катіонного обміну?
17. В чому полягає суть комплексометричного методу по визначенню обмінних основ?
18. В чому полягає суть методу Каппена - Гильковица по визначенню суми обмінних основ в ґрунті?
19. Які ґрунти відносяться до насичених та ненасичених основами?
20. За якими формулами визначають ступінь насиченості ґрунтів основами?
21. Якими способами меліорації можна регулювати склад обмінних основ?
22. Які ґрунти вважаються засоленими?
23. Як готується водна витяжка ґрунту?
24. Як у водній витяжці ґрунту визначають наявність хлор-іону, сульфат-іону, кальцій-іону?
25. Дайте визначення поняття кислотності ґрунту та її видів: актуальної, обмінної, гідролітичної?
26. На чому заснований метод визначення гідролітичної кислотності ґрунту?
27. Як визначають рН сольової витяжки ґрунту?
28. Які ґрунти вважаються кислими?
29. Як розраховують дози вапна при вапнуванні кислих ґрунтів?
30. Як розраховують дози гіпсу при гіпсуванні солонцюватих ґрунтів?
31. Солончаки, солонці та солоді, їх особливості.
32. Окисно-відновні властивості ґрунту.
33. Кисла реакція ґрунту, її походження.
34. Поняття ґрунтового розчину (склад, концентрація, реакція).
35. Ґрунтові колоїди, їх будова і властивості.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 34

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

### ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Забарна Т. А. Вплив сіяних травостоїв конюшини лучної на нагромадження кореневої маси та зміну фізико-хімічних показників родючості ґрунту. Polish journal of science. 2020. № 26. Р. 3-8.
2. Томчук В. В. Перспективи застосування технології strip-till у контексті зменшення антропогенного навантаження на ґрунт. Slovak international scientific journal. 2020. Т. 1., № 3. С. 11-20.
3. Tkachuk O. Height dynamics of perennial leguminous herbs in the context of soil contamination with heavy metals. Sciences of Europe. - 2020. - Vol. 2, № 49. - Р. 7-12.
4. Ґрунтознавство : підруч. / Панас Р.М. Київ : Новий світ-200. 2021. -372 с.
5. Ґрунтознавство та охорона ґрунтів : підруч. / [Цуман Н.В., Борисюк Б.В., Коваленко П.І.]; за ред. Коваленка. Херсон : Олді-Плюс. 2020. - 256 с.
6. Ґрунтознавство: підруч. / [Бережняк М.Ф., Якубенко Б.Є., Чурілов А.М., Сендзюк Р.В.] Київ : Ліра-К. 2021. - 612 с.
7. Д. В. Лико, О.А. Деркач. Практикум з ґрунтознавства. - Київ : Кондар-Видавництво. 2021. 236 с.
8. Ґрунтознавство з основами меліорації: навч. посібник. І.С. Треваний, М.М. Дутчин, Є.Ю. Ільків, І.В. Біда. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ. 2021. - 247 с.
9. Ґрунтознавство. Практикум. /О.В. Аверчев, О.В. Сидякіна. Херсон : Олді-Плюс. 2021. - 129 с.
10. Ґрунтознавство: підруч. / [О.В. Бетін, О.М. Бугаєнко, П. Г. Кириєнко, І.Є. Колган]. Харків : ХАІ. 2021. - 207 с.
11. Піковська О.В. Технології раціонального використання ґрунтів : навч. Посібник / О. В. Піковська, О.Л. Тонха. Київ : Нубіп України, 2024. - 326 с.

### ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Гнатенко О. Ф. Практикум з ґрунтознавства. / О. Ф. Гнатенко, Л. Р. Петренко, М. В. Капштик. – К. : РВЦНАУ, 2002. – 230 с.
2. Ґрунтознавство : підруч. / [Д. Г. Тихоненко, М. О. Горін, В. В. Дегтярьов та ін.] ; за ред. Д. Г. Тихоненко. – К. : Вища освіта, 2005. – 703 с.
3. Ґрунтознавство з основами геології : навч. посіб. / О. Ф. Гнатенко, М. В. Капштик, Л. Р. Петренко, С. В. Вітвицький. – К. : Оранта, 2005. – 647 с.
4. Купчик В. І. Ґрунти України : властивості, генезис, менеджмент родючості : навч. посіб. / [В. І. Купчик, В. В. Іваніна, Г. І. Нестеров та ін.]. – К. : Кондор, 2007. – 414 с.
5. Назренко І. І. Ґрунтознавство. / І. І. Назренко, С. М. Польчина, В. А. Нікорич. – К. : Вища школа, 2003. – 399 с.
6. Практикум з ґрунтознавства : навч. посіб. / [Д. Г. Тихоненко, В.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 36 / 35</i>

В. Дегтярьов, Л. Л. Величко та ін.] ; за ред. Д. Г. Тихоненко. – Вінниця : Нова книга, 2008. – 448 с.

7. Забарна Т. А. Вплив попередників озимої пшениці на формування водно-фізичних властивостей ґрунту. Сільське господарство та лісівництво : зб. наук. пр. ВНАУ. 2019. № 13. С. 25-35.

8. Мазур В. А., Врадій О. І. Моніторинг забруднення ґрунтів важкими металами науково-дослідної ділянки в НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво. 2019. № 13. С. 16-24.

9. Разанов С. Ф., Разанова А. М., Овчарук В. В. Сільське господарство та лісівництво : зб. наук. пр. ВНАУ. 2019. № 14. С. 196-205.

10. Шкатула Ю. М. Агроекологічне обґрунтування меліоративних заходів щодо покращення стану ґрунтів Калинівського району. Сільське господарство та лісівництво : зб. наук. пр. ВНАУ. 2019. № 14. С. 220-230.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-21.05- 05.02/2/103.00.1/Б/ОК 17-2024
	Екземпляр № 1	Арк 36 / 36

МОЖАРІВСЬКА Інна Анатоліївна  
КОВАЛЬОВА Світлана Петрівна

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**для проведення лабораторних робіт з навчальної дисципліни**  
**«Грунтознавство»**

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
освітньо-професійна програма «Управління земельними і водними ресурсами»  
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва  
кафедра наук про Землю

Електронне видання. Формат 30\*42 / 4.  
Гарнітура Times New Roman.  
Умов. друк. акр. 1,75. Обл. вид. арк. 1,77.

Державний університет «Житомирська політехніка»  
10005, Житомир, вул. Чуднівська, 103 <https://ztu.edu.ua/>

