

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства
ім. С. Т. Вознюка

05-01-324М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних та самостійних робіт
з навчальної дисципліни **«ґрунтознавство» (Частина 2)**
«Склад та властивості ґрунтів»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою **«Агрономія»** (ID 81875)
спеціальності **Н1 «Агрономія»** галузі знань **Н «Сільське, лісове,
рибне господарство та ветеринарна медицина»** денної та
заочної форм навчання з елементами дуальної освіти

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості
ННІАЗ
Протокол № 5 від 8.01.2026 р.

Методичні вказівки до виконання лабораторних та самостійних робіт з навчальної дисципліни «Грунтознавство» (Частина 2) «Склад та властивості ґрунтів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агрономія»(ID 81875) спеціальності Н1 «Агрономія» галузі знань Н «Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина» денної та заочної форм навчання з елементами дуальної освіти [Електронне видання] / Веремеєнко С. І., Фурман В. М., Мороз О. С., Опанасюк Т. С. – Рівне : НУВГП, 2026. – 68 с.

Укладачі: Веремеєнко С. І., д.с.-г.н, професор; Фурман В. М., к.с.-г.н., доцент; Мороз О.С., к.с.-г.н., доцент; Опанасюк Т. С., завідувач навчальною лабораторією кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства ім. С. Т. Вознюка.

Відповідальна за випуск: Колесник Т. М., к.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства ім. С. Т. Вознюка.

Керівник групи забезпечення спеціальності Н1 «Агрономія».....Колесник Т. М.

Попередній шифр методичного забезпечення 05-01-307М

© С. І. Веремеєнко,
В. М. Фурман,
О. С. Мороз,
Т. С. Опанасюк, 2026
© НУВГП, 2026

Вступ

Ґрунтознавство на сучасному етапі відіграє особливо значну роль як фундаментальна природно-історична наука, що забезпечує потреби сільського, лісового, водного і комунального господарств та інших галузей економіки. Ґрунтознавство займає найважливіше місце у вирішенні питань стійкості біосфери в епоху прогресивного зростання антропогенного навантаження на природні екосистеми, оскільки стабільний розвиток біосфери планети безпосередньо пов'язаний зі стійкістю її ґрунтового покриву.

Достатня увага приділяється методам і способам обробки отриманих студентами результатів лабораторних досліджень, набуттю навиків і умінь «читати» показники морфологічних, фізичних та хімічних властивостей для діагностики процесів ґрунтоутворення і оцінки родючості ґрунтів.

Лабораторний зошит повинен вести кожний студент. Варто підкреслити особливо важливе значення своєчасного акуратного запису в лабораторному зошиті. Лабораторні записи не можна вести на окремих аркушах паперу і не за формою, не слід виправляти помилкові записи. Якщо в записі допущено помилку, неправильний запис треба закреслити, а зверху або збоку зробити новий. У зошиті необхідно робити всі записи, які в будь-який час дадуть можливість перевірити правильність виконання роботи і відповідних розрахунків. Форми записів наводяться в кінці опису кожної роботи.

Після закінчення роботи студент повинен прибрати своє робоче місце, помити лабораторний посуд і здати його разом з іншим приладдям лаборантові.

Техніка безпеки при роботі в лабораторії

Найсуровішою вимогою при проведенні лабораторних робіт є дотримання техніки безпеки. Одним з основних заходів запобігання нещасним випадкам у лабораторії є суворе дотримання у ній порядку, точне виконання в ході роботи вказівок, зазначених у посібнику, та порад викладача.

У лабораторії студенти працюють з кислотами, лугами, легкозаймистими, вибухонебезпечними і отруйними речовинами, використовують аналітичні й електричні прилади. Тому робота в лабораторії потребує дотримання дисципліни і установлених правил.

При роботі з **концентрованими кислотами, лугами, аміаком, пергідролем** необхідно дотримуватись таких заходів:

- ✚ Забороняється концентровані кислоти, луги, аміак, пергідроль набирати піпеткою. Вказані розчини можна заливати із бюретки або набирати автоматичною піпеткою.**
- ✚ Із більших ємностей наливають вказані речовини через лійку, маючи при цьому фартух із плівки або дермантину і захисні окуляри, руки захищаються гумовими рукавицями.**
- ✚ Не нахилити великий бутиль, який стоїть на підлозі, а повертати його, припіднімаючи. Робити це краще вдвох.**
- ✚ Концентровані кислоти соляну, азотну, аміак, пергідроль – наливають тільки під тягою у витяжній шафі.**
- ✚ При розбавленні концентрованої сірчаної, при змішуванні сірчаної і азотної кислот, при змішуванні речовин, які супроводжуються виділенням тепла, необхідно використовувати лише тонкостінний хімічний посуд.**
- ✚ При використанні концентрованих кислот для приготування розчинів щоб запобігти розбризкуванню при нагріванні приливають кислоту у воду, а не навпаки.**
- ✚ При використанні електричних нагрівальних приладів завжди слід пам'ятати, що їх нагрівальні елементи знаходяться під напругою.**

Забороняється торкатися предметами, що проводять електричний струм, до спіралі електроплиток та інших нагрівальних приладів.

Отруйні речовини, їдкі та летючі рідини беруть за допомогою циліндрів або піпеток, які мають спеціальні забірні пристрої (резиноюю грушою, шприцом).

Забороняється залишати без нагляду працюючі прилади з легкозаймистими та вибухонебезпечними речовинами, газові горілки, аналітичні і електронагрівальні прилади.

У лабораторії нещасний випадок може трапитися не тільки від неправильного поводження з нагрівальними приладами, а часто травми бувають від неакуратного поводження з кислотами і лугами (особливо з концентрованими), скляним посудом тощо. Починаючи роботу в лабораторії, кожний студент повинен ознайомитися з прикладами нещасних випадків які можуть трапитися під час виконання лабораторної роботи і точно запам'ятати, що робити для запобігання їм:

✚ **Порізи склом** – виїняти уламки скла з ранки, злегка протерти її чистою марлею або ватою і залити поріз йодом.

✚ **Опik водяною парою, водою або гарячим предметом** – при опіках першого чи другого ступеня (почервоніння обпеченого місця або поява пухирів) обпечене місце обережно протерти спиртом або розчином перманганату калію ($KMnO_4$)

з наступним накладанням сульфідинової або пантенолової емульсії. При більш сильних опіках потерпілого направити у медпункт.

✚ **Опіки концентрованими кислотами (азотною, сірчаною, соляною)** – ретельно змити кислоту водою під краном, після чого обробити обпечене місце 2-5% розчином двовуглекислої соди – $NaHCO_3$. Сірчану кислоту спочатку треба стерти ватою або фільтрувальним папером.

- ✚ **Опiк очей концентрованими кислотами** – ретельно промити око 2-5% розчином двовуглекислої соди – NaHCO_3 або бури $(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O})$.
- ✚ **Опiк мiцними лугами** – обробити обпечене мiсце слабкою кислотою (2% розчином борної, оцтової, лимонної кислоти).
- ✚ **Опiки очей лугами** – ретельно промити око водою i пiсля цього промити 2% розчином борної кислоти.
- ✚ **Отруєння газами** – вивести потерпiлого на чисте повітря, якщо потрiбно зробити штучне дихання i дати вдихнути кисень. Старанно провiтрити примiщення.
- ✚ **Попадання кислот на одяг** – якщо поблизу є вода швидко змити кислоту, потiм обробити це мiсце слабким розчином соди i знову промити водою. Якщо води поблизу немає обробити мiсце з кислотою слабким розчином соди потiм водою.
- ✚ **Попадання на одяг концентрованих лугiв** – те саме, що i у попередньому випадку тiльки замість соди обробляють мiсце оцтовою кислотою.
- ✚ **Виникнення пожежi** – негайно закрити вогонь ковдрою або засипати пiском (залежно від характеру пожежi).

Лабораторна робота №1 Відбір ґрунтових зразків

Мета роботи: Навчитись визначати відміну ґрунту за допомогою ґрунтових розрізів, відбирати зразки ґрунту по профілю та готувати їх до аналізу.

Завдання роботи

- ✚ Вивчити теоретичні положення щодо закладки розрізів при проведенні ґрунтових обстежень згідно ДСТУ ISO 10381:2004, формування середніх і індивідуальних проб ґрунту та закладки розрізів.
- ✚ Навчитись відбирати зразки ґрунту з різних генетичних горизонтів та готувати їх до аналізу.

Теоретичні відомості

Польове вивчення ґрунту для визначення (чи уточнення) його назви проводиться за допомогою закладки ґрунтового розрізу. У вибраному для розрізу місці копають яму (рис. 1.1).

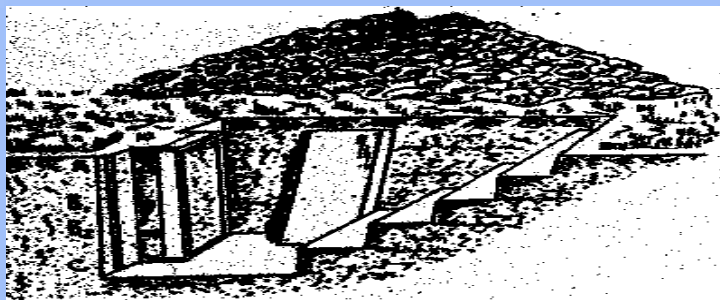


Рис. 1.1. Ґрунтовий розріз

В залежності від глибини розрізу встановлюють його довжину і ширину. Наприклад, якщо очікувана глибина розрізу 150 см, то ширина повинна бути 70-80 см, а довжина 150-200 см, щоб розміри ями не обмежували руху при копанні. Три стінки розрізу роблять вертикальними, а четверта – зі сходинок. На

момент опису розрізу передня стінка повинна бути обернена до сонця (з метою уникнення бокової тіні). Ця стінка є робочою, по ній ведуть опис розрізу і проводиться відбір зразків. Тому при копанні розрізу ґрунт із ями викидають на боки. Верхній гумусовий горизонт відкидають на один бік, а нижній – на другий, щоб не змішати з верхнім родючим шаром.

Розріз акуратно засипають зразу ж після його опису і відбору зразків. При засипанні спочатку засипають нижні горизонти, останнім засипають верхній гумусовий горизонт. При засипанні ґрунт помірно ущільнюють.

Відбір ґрунтових зразків

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

Для одержання фізико-хімічної характеристики ґрунтів і ґрунтотворних порід, для уточнення польової діагностики відбирають індивідуальні зразки ґрунту.

Зразки ґрунту відбирають з зачищеного лицьового боку розрізу по генетичних горизонтах. Схема взяття ґрунтових зразків по генетичних горизонтах наведена на рис. 1.2. В середньому із горизонту відбирають зразок масою до 1 кг. Відбір зразків ґрунту слід починати знизу, щоб не забруднити стінки розрізу. Потужність шару, із якого беруть зразок, повинна бути не більше 10см. Якщо потужність горизонту менше 10см, зразок

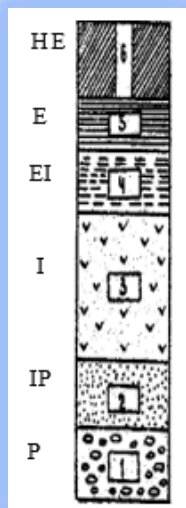


Рис. 1.2. Відбір ґрунтових зразків по генетичних горизонтах

береться майже на всю його потужність. Із верхніх гумусових горизонтів, потужність яких велика, беруть декілька зразків шаром до 10 см. Із орного горизонту береться один зразок на всю його потужність. Зразки з ілювіальних горизонтів беруть з найбільш ущільненої частини.

У зразок не повинні потрапляти не характерні для нього новоутворення (кротовини та інші включення). Зразок відбирають лопатою або ножем.

Краще відбирати зразки знизу вверху, інакше можна засипати нижню частину розрізу, а стінки забруднити матеріалом із вище розташованих горизонтів. Якщо основний розріз не закладається, прикопки розміщують по колу. Середню пробу відбирають із суміші зразків відповідного горизонту або шару (частини горизонту), взятих у шести-восьми прикопках, кожна з яких розташована навколо основного розрізу на відстані 10 –15 м, або відбирають буром.

Для відбору зразків ґрунту використовують бури різної конструкції (*рис.1.3*). У разі відсутності бура точкову пробу можна відібрати звичайною штиковою лопатою.

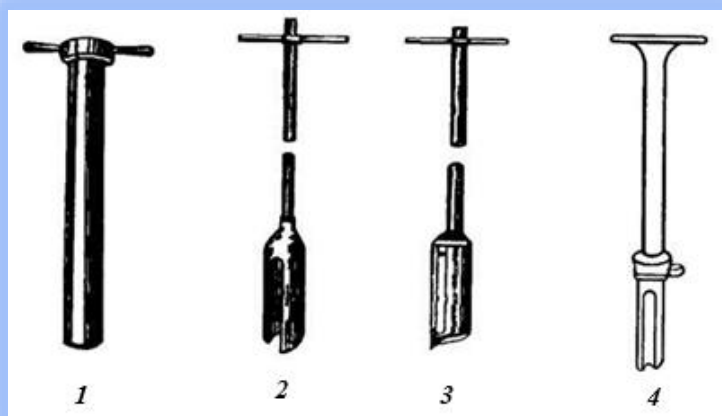


Рис. 1.3. Бури для відбору проб ґрунту
1. Качинського; 2. Ізмайльського; 3 – Некрасова; 4 – БН25-15.

Об'єднана проба ґрунту складається з 20-30 точкових проб. Відібраний зразок поміщають у паперовий чи поліетиленовий пакет і додають дві етикетки: першу – разом зі зразком, другу – ззовні під шпагат. Всі зразки зв'язують по розрізах, обов'язково фіксуючи номер розрізу. 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 просушують, тобто доводять до повітряно-сухого стану. Після просушування відбирають зразки для аналізу. Для висушування зразок розсипають тонким шаром на великому листку паперу шаром 1,0-1,5 см, відбирають великі включення, корені та інші рослинні рештки, великі агрегати розламують. Зразок накривають папером і періодично перемішують для швидшого висихання. Приміщення для сушіння зразків повинно бути сухим і захищеним від пилу, доступу аміаку, парів кислот та інших газів.

Підготовка зразка до аналізу

Ґрунтові зразки у повітряно-сухому стані (масою більше 500 г) необхідно розстелити тонким шаром на листку паперу, розім'яти злежані грудки, відібрати сторонні включення (валуни, новоутворення у вигляді ортштейнових та вапнякових решток) і відібрати з них середню пробу близько 500 г.

Для цього зразок потрібно розподілити тонким шаром на листку паперу у вигляді квадрату. Квадрат розділити діагоналями. Два протилежні трикутники, які утворюють діагональ, відкидають, а частину ґрунту, яка залишилась, знову перемішують і знову розстилають квадратом. Такі дії виконують до тих пір, поки зразок не досягне бажаної ваги (500 г).

Подрібнення ґрунту проводять у фарфоровій ступці, після чого його просіюють через сито з отворами 1 мм. Після остаточного подрібнення на ситі залишаються тільки кам'яністі включення в діаметрі більше 1 мм, які відкидаються.

Частинки більше 1 мм називають скелетом ґрунту. Але бувають випадки, коли виникає необхідність у врахуванні й скелетної частини, головним чином, при визначенні гранулометричного складу ґрунту. Тоді її промивають та зважують, а потім розраховують кількість (відсоток) скелету для взятої для подрібнення наважки ґрунту.

Підготовлений таким чином зразок слід зберігати у баночці з притертим корком або у пакеті зі щільного паперу з метою захисту ґрунту від впливу сторонніх парів і газів. Зберігають зразки у спеціальному, добре провітрюваному приміщенні (у лабораторних умовах зберігати їх не можна).

Завдання для перевірки знань та самостійної роботи:

- 1. Перерахуйте устаткування і матеріали, що використовується під час відбирання проб.***
- 2. Вкажіть максимальні площі репрезентативності точки відбирання проб за різних видів обстеження залежно від категорії ґрунтового покриття.***
- 3. Що являє собою гніздова проба і із скількох точкових проб вона складається?***
- 4. Вкажіть масу гніздової проби.***
- 5. Які дані вказується на етикетці гніздової або одиночної проби?***
- 6. Що повинно бути зазначено в супровідній відомості до відібраних проб?***

Лабораторна робота № 2 Визначення гранулометричного складу ґрунтів.

Мета роботи: Ознайомитись з основними методами визначення гранулометричного (механічного) складу ґрунтів. Визначити гранулометричний склад ґрунту різними методами.

Теоретичні відомості

Гранулометричний склад ґрунту - це відносний вміст в ньому механічних елементів, якими складена тверда фаза ґрунтоутворюючих порід і ґрунтів.

У процесі руйнування, транспортування водними, вітровими або силовими гравітаційними потоками та перевідкладання продуктів вивітрювання гірських порід відбувається їх сортування і розподіл на грубоуламкові, піщані, пилюваті або глинисті.

Механічні частинки різної величини мають неоднаковий мінералогічний та хімічний склад. Грубі частинки переважно представлені кварцом, пилюваті –кварцем і польовим шпатом, а тонкодисперсні – вторинними глинистими мінералами.

Тверда фаза ґрунту і ґрунтотвірних порід складається із часток різної величини, які називаються гранулометричними (або механічними) елементами.

Механічні елементи – це частинки різної величини, з яких складається тверда фаза ґрунтів і ґрунтотвірних порід. Вони містяться у ґрунті та породі у вільному стані (наприклад, у піску) і в агрегатному стані, коли вони з'єднані у структурні окремоті – агрегати різної форми, величини та міцності.

В результаті процесів вивітрювання і ґрунтоутворення гірська порода руйнується, перетворюється в рихлу масу. Ця маса складається із частинок різної величини, які називаються механічними елементами.

Відносний вміст у ґрунті або ґрунтоутворюючій породі механічних елементів (мінеральних частинок різної величини) називається **гранулометричним (механічним складом)**. Цей вміст виражається у вагових відсотках на сухий ґрунт.

Групування частинок за розмірами називається **класифікацією механічних елементів**.

В практиці об'єднують всі механічні елементи розміром менше 0,01 мм і називають їх фізичною глиною, а суму частинок розміром 1-0,01 мм – фізичним піском. Термін **«фізичний»** означає наявність в тій чи іншій фракції фізичних властивостей піску або глини. Зазвичай всі частинки менше 1 мм називають

дрібноземом ґрунту, а крупніші 1 мм – крупноземом або скелетом.

Різні групи механічних елементів як і різні групи фракцій (піщана, глиниста, мулиста) – по різному впливають на властивості ґрунтів. Так, наприклад, в групі піску та пилу переважають первинні мінерали – кварц, польові шпати, слюди. В групі мулистої фракції значно більше міститься вторинних мінералів – полуторних оксидів заліза і алюмінію, кальцію, магнію, а також гумусу. Слід пам'ятати, що головна роль в фізико-хімічних процесах, які протікають у ґрунті, належать глинистій фракції, особливо її колоїдній частині. Тому мулиста фракція має велике значення в створенні ґрунтової родючості: в ній зосереджено максимальний вміст гумусу і елементів зольного і азотного живлення рослин, а колоїдна частина цієї фракції служить головним цементом ґрунтової структури.

Частина 1. Лабораторні методи визначення гранулометричного складу ґрунтів

Суть методу піпетки ґрунтується на законах падіння твердих тіл у рідкому середовищі (воді), тобто на залежності, яка існує між швидкістю падіння частинок і їх розміром. Якщо збовтати суспензію і залишити її у стані спокою, то поступово збовтані частинки осядуть. Швидше будуть осідати крупніші за розміром механічні елементи. Знаючи, з якою швидкістю осідають механічні елементи різного діаметру, можна брати проби ґрунтової суспензії з певної глибини через певний час після збовтування.

Більшість методів аналізу дрібнозему ґрунту ґрунтується на законах падіння твердих частинок у воді і зводиться до відстоювання твердих частинок в спокійній воді протягом визначеного часу. Швидкість падіння частинок у воді згідно закону (формули), запропонованого англійським фізиком Стоксом, буде залежати від їх величини і форми, від питомої маси частинок, в'язкості середовища та інше.

Таблиця 2.4

Поштові методи визначення гранулометричного складу

Механічний склад	Враження при розтиранні мех. паливних	Вид в лупу	В сухому стані	В вологому стані	При сжиганні
Глинистий	Тонкий однорідний порошок	Повністю відсутні великі піщані частинки	Дуже тверді і липкі	В'язкі, пластичні, сильно мажуться	Дають гладку куляку і довгий шнур
Суглинковий	Не досить однорідний порошок	Серед порівняно великих частинок глинистих та мулятих частинки спостерігаються піщані частинки	Щільні	Пластичні	Утворюють куляку, покриту тріщинами, довгого шнур не дають
Супіщаний	Переважать піщані частинки з невеликою приміслю порошку		Зсичкються в великі куляки, з поверхні яких легко обтирається пісок	Непластичні	Покладаються тілами збитими кулями або шнуром
Піщаний	Складається виключно з майже з піщаних зерен		Сипучі	Утворюють текучу масу	В куляку і шнур не сжигуються

Таблиця 2.5

Терміни відбору проб та глибини заповнювання німенки для механічних елементів різного діаметру за П.А. Качинським

Пробні	Діаметр частинки, мм	Глибина заповнювання піпетки в суспензії, см	Час відстоювання і температура суспензії		
			15°	20°	30°
1	0,05	25	130 сек.	115 сек.	92 сек.
2	0,01	10	21 хв. 45 сек.	19 хв. 14 сек.	15 хв. 17 сек.
3	0,005	10	1 год. 26 хв. 59 сек.	1 год. 16 хв. 55 сек.	1 год. 01 хв. 10 сек.
4	0,001	7	25 год. 22 хв.	22 год. 26 хв.	15 год. 50 хв.

Тобто, швидкість падіння частинок буде рівна:

$$V = \frac{2}{9} \cdot g r^2 \cdot \frac{d - d''}{\eta}, \quad (2.1)$$

де: V – швидкість падіння частинок, см/с, – постійний коефіцієнт, g – прискорення сили тяжіння, рівне 9,81 см/с, r – радіус частинок, см, d – питома маса частинки, яку можна прийняти за 2,65, як питому масу кварцу, якого в ґрунті міститься не менше 75%, d'' – щільність води, прийняту 1, η – в'язкість води рівна 0,01.

Користуючись цією формулою можна розрахувати, що:

✚ частинки діаметром 0,01 мм, осідають в спокійній воді на глибину 2,5 см за 5 хвилин;

✚ частинки 0,05 мм в діаметрі осідають в спокійній воді на глибину 6 см за 30 секунд.

Визначення гранулометричного складу ґрунту можна розділити на дві основні операції:

✚ підготовка ґрунту (зразка) до аналізу;

✚ розподіл його на фракції.

Хід роботи:

1. Підготовка зразка:

1. Беруть наважку 5 г ґрунту і поміщають в чашку діаметром 10-12 см;
2. Наважку ґрунту заливають 4% розчином пірофосфату натрію (10 мл) з метою пептизації ґрунтових агрегатів;
3. Розмішують в чашці ґрунтову масу до суспензії скляною паличкою;
4. Доливають в чашку 75 мл дистильованої води і знову ретельно розмішують;
5. Готують прилад до виділення фракцій.

2. Виділення фракцій:

✚ більшу частину суспензії з чашки зливають через лійку в склянку (балончик) на приладі і доводять рідину до рівня середньої риски на балончику;

✚ знімають лійку, закривають балончик гумовим корком і збовтують рідину з ґрунтом, хитаючи балончик донизу і доверху 5 разів;

✚ закріплюють балончик на штативі й помічають час у хвиликах;

✚ через 5 хвилин, не знімаючи балончика зі штатива, відкривають затискач на виливній трубці балончика і зливають рідину до нижньої риски;

✚ ці операції (а, б, в, г) повторюють до тих пір, поки рідина в балончику після 5 – хвилинного осідання між нижньою і середньою рисками не стане прозорою. Так проходить виділення фракцій фізичної глини (часточок менше 0,01 мм). Злита рідина в склянку (стакан) з часточками глини виливається, бо вміст глинистої фракції розраховується за різницею між вмістом піску і крупного пілу.

✚ після повного виділення глинистих часток, доливають в балончик дистильовану воду до верхньої риски, збовтують 5 разів і через 30 секунд зливають в чистий стакан часточки крупного пілу (0,05-0,01 мм);

✚ цю операцію також повторюють декілька разів, поки не стане прозорою рідина в балончику між нижньою і верхньою рисками за 30 секунд;

✚ змиті часточки крупного пілу в великому стакані повинні осісти, після чого змиваються в пікнометр і зважуються;

✚ часточки піску (1-0,05 мм), що залишилися в балончику, змиваються в пікнометр і також зважуються.

Розрахунок вмісту фракцій у вагових відсотках проводять за формулою:

$$\text{Пісок, \%} = 32,12 \times (B_1 - A), \dots \dots \dots (2.2)$$

де: A – маса пікнометра з водою; B_1 – маса пікнометра з водою і піском.

$$\text{Крупний пил, \%} = 32,12 \times (B_2 - A), \dots\dots (2.3)$$

де: B_2 – маса пікнометра з крупним пилом.

$$\text{Глина, \%} = 100 - (\text{Пісок} + \text{кр. пил}) \dots\dots\dots (2.4)$$

Кінцеві результати аналізу гранулометричного складу ґрунту записуються до таблиці 2.6:

Таблиця 2.6

Результати аналізу гранулометричного складу ґрунту

Глибина, см	Вміст часточок, %			Назва ґрунту за гранулометричним складом
	1 – 0,05 мм	0,05– 0,01 мм	<0,01 мм	

Таблиця 2.7.

**Класифікація ґрунтів та порід за гранулометричним складом
(схема Н.А. Качинського)**

Вміст фізичної глини, %			Вміст фізичного піску, %			Назва ґрунту за гранулометричним (механічним) складом
Ґрунт			Ґрунт			
Підзолистий тип ґрунто-утворення	Степовий тип ґрунтоутворення	Солончі та солонцюваті ґрунти	Підзолистий тип ґрунто-утворення	Степовий тип ґрунтоутворення	Солончі та солонцюваті ґрунти	
0-5	0-5	0-5	100-95	100-95	100-95	рихлопіщаний
5-10	5-10	5-10	95-90	95-90	95-90	зв'язнопіщаний
10-20	10-20	10-15	90-80	90-80	90-85	супіщаний
20-30	20-30	15-20	80-70	80-70	85-80	легкосуглинковий
30-40	30-45	20-30	70-60	70-55	80-70	середньо- суглинковий
40-50	45-60	30-40	60-50	55-40	70-60	важко-суглинковий
50-65	60-75	40-50	50-35	40-25	60-50	легкоглинистий
65-80	75-85	50-65	35-20	25-15	50-35	середньоглинистий
> 80	> 85	> 65	< 20	< 15	< 35	важкоглинистий

Класифікація ґрунтів за кам'янистістю, 3 мм, %:

0,5% не кам'яниста;

0,5-5% слабо кам'яниста;

5-10% середньо кам'яниста;

10% сильно кам'яниста.

Таблиця 2.8.

Розміри фракцій (за Вільямсом, Качинським)

Скелетна частина	Кам'яниста частина	каміння, валуни	10 см
		щебінь, галька	10-5 см
		щебінь, галька	5-1 см
	Крупнозем	хрящ крупний	10-5 мм
		хрящ дрібний	5-3 мм
		гравій	3-1 мм
Дрібнозем	Фізичний пісок	пісок крупний	1-0,5 мм
		пісок середній	0,5-0,25 мм
		пісок дрібний	0,25-0,05 мм
		пил крупний	0,05-0,01 мм
	Фізична глина	пил середній	0,01-0,005 мм
		пил дрібний	0,005-0,001 мм
		мул	0,001 мм
		розділ мулу: мул грубий мул тонкий	0,001-0,0005 мм 0,0005-0,0001 мм
		колоїди	0,0001 мм і менше
		молекулярні та іонні розчини	1×10^{-6} мм

Завдання для перевірки знань та самостійної роботи:

- 1. Що таке гранулометричний склад ґрунту?***
- 2. Що таке механічні елементи і як вони класифікуються?***
- 3. Які мінерали та інші елементи містяться у фракціях піску, глини, мулу?***
- 4. Роль механічних фракцій в фізико-механічних процесах, що протікають в ґрунті?***
- 5. Класифікація ґрунтів за гранулометричним складом.***

6. *Роль гранулометричного складу у ґрунтоутворенні та родючості ґрунтів.*
7. *Які ґрунти за гранулометричним складом вологоємкі?*
8. *Що називається фракцією ґрунту?*
9. *Які є фракції ґрунту і їх розмір?*
10. *Що таке механічні елементи ґрунту?*
11. *Що називається класифікацією механічних елементів?*
12. *Що називається фізичним піском і фізичною глиною?*
13. *Що називають скелетом ґрунту, а що дрібноземом?*
14. *Назвати ґрунт за гранулометричним складом за вмістом фізичної глини*

Лабораторна робота № 2 Визначення гранулометричного складу ґрунтів. Частина 2. Польові методи визначення гранулометричного (механічного) складу ґрунту

Мета роботи Ознайомитись з існуючими польовими методами визначення гранулометричного складу ґрунту. Визначити гранулометричний (механічний) склад ґрунту в зразках різних ґрунтів, користуючись польовими методами.

Теоретичні відомості

1. **Польовий (наближений)-** принцип якого полягає в зміні пластичності вологого ґрунту в залежності від вмісту фізичної глини (скачування в шнур та кільце). табл. 2.9

Визначення гранулометричного складу польовими методами

Діагностика ґрунтів за гранулометричним складом у польових умовах (чи в лабораторії по ґрунтових зразках) легко здійснюється органолептично (на дотик). По кожному ґрунтовому різновиді (глиниста, суглинна, супіщана, піщана) візуально визначаються їхні зовнішні ознаки, характерні як для сухого, так і вологого стану ґрунту.

Методика визначення гранулометричного складу ґрунтів у сухому стані («сухий метод», «сухе розтирання»).

Грудочку ґрунту роздавлюють на долоні і втирають пальцем у шкіру. За опором і співвідношенням піщинок та глинистих частинок висновують про гранулометричний склад. Чим міцніше, твердіше грудочка, чим більше частинок втирається у шкіру, тим «важче» гранулометричний склад ґрунту. За допомогою сухого розтирання добре відрізняється пісок від глинистого піску та супіску (чистий пісок не втирається у долоню, і вона залишається чистою; супісок та глинистий пісок забруднюють долоню дрібними частинками).

Хід визначення.

З кожного ґрунтового зразка (генетичного горизонту) беруть невелику пробу землістої маси ґрунту і розтирають її на долоні чи між пальцями і по відчуттю відносять до тієї чи іншої групи по гранулометричному складу, користуючись наступним групуванням (табл. 2.10)

Методика визначення гранулометричного складу ґрунтів у вологому стані ("проба на скачування").

Хід визначення.

До розтертого зразка ґрунту (мілкозему) треба додати таку кількість води, при якій утвориться тістоподібна маса, що володіє пластичністю (до тістоподібного стану).

Потім розкочують на долоні у шнур діаметром 2–3 мм і згортають шнур у кільце діаметром близько 2 см (зазвичай навколо пальця). Про гранулометричний склад ґрунту роблять висновок за такими показниками (табл. 2.9).

При визначенні гранулометричного складу карбонатних ґрунтів способом скачування їх слід змочувати розведеною 10% **HCl** для руйнування мікроагрегатів.

Таблиця 2.9

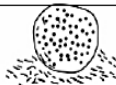
**Визначення гранулометричного складу ґрунту методом сухого
розтирання**

Назва ґрунту за гранулометричним складом	Стан ґрунту	Метод сухого розтирання
Піщаний	Грудки дуже легко роздавлюються, перетворюючись в сипучу масу	При розтиранні з'являється відчуття шорсткості (переважають піщані частки, чітко помітні неозброєним оком, дуже багато піску, долонь не забруднюється)
Супіщаний	Грудки легко роздавлюються	При розтиранні переважає відчуття шорсткості (піщані частки) - ґрунт. Долоня забруднюється слабо
Легкосуглинковий	Грудки і структурні окремість роздавлюються при невеликому зусиллі.	При розтиранні зразка на долоні добре помітні піщані частки (шорсткуваті) і пилюваті (борошністі). Долоня забруднюється сильно
Середньо-суглинковий	Грудки і структурні окремість роздавлюються між пальцями з зусиллям	При розтиранні відчуваються шорсткість (піщані частки) і помітна борошністість (глинисті і пилюваті частки). Ґрунт добре мажеться, проте відчувається багато піщаних часточок
Важкосуглинковий	Грудки і структурні окремість міцні, із силою роздавлюються між пальцями.	При розтиранні на долоні з'являється відчуття борошністості (глинисті чи тонкопилюваті частки) і слабкої шорсткості (піщані частки). Ґрунт дає відчуття крейди, забрудненої дрібним піском
Глинистий	Грудки і структурні, окремість дуже тверді, не роздавлюються між пальцями.	При розтиранні відчувається однорідна, тонко подрібнена борошніста маса (порошок) Ґрунт дає відчуття мила, пісок не відчувається

Дані гранулометричного аналізу використовуються при бонітуванні ґрунтів, проектуванні осушувальних і зрошувальних меліоративних систем. Залежно від гранулометричного складу ґрунтів, змінюються умови обробітку, строки польових робіт, норми внесення добрив і хімічних меліорантів, розміщення сільськогосподарських культур та ін.

Таблиця 2.10

Визначення гранулометричного складу ґрунту та ґрунтотвірної породи методом скачування (за А.В. Гусаровим)

Градация ґрунтів за механічним складом		Морфологічні особливості зразка при скачуванні	
Пісок		під час скачування шнур не утворюється; кулька, як правило, не скачується;	
Супісок	Легкий	Дуже важко скочується у кульку, легко розпадається на механічні елементи	
	Важкий	під скачування шнур не утворюється, кулька скачується порівняно добре	
Суглинок	Легкий	під час скачування утворюється шнур, але відразу ж розпадається на короткі негнучкі циліндрики	
	Середній	під час скачування шнур формується добре, але під час згинання в кільце розламується;	
	Важкий	під час скачування шнур формується добре, легко згинається в кільце, але зверху дає шпаруни	
Глина	Легка	Скачується у кульку та шнур, який при згинанні у кільце не розламується, проте дає 2-3 невеликі і неглибокі шпаруни	
	Важка	під час скачування шнур формується добре, легко згинається в кільце, шпарун не дає	

за гранулометричним складом характеризують коефіцієнти потенціального структуроутворення, розраховують параметри меліоративних систем, визначають набір технологічних операцій при обробітку ґрунту, встановлюють культури, які найкраще ростуть на даному ґрунті та ін.

Хід роботи:

1. Невелику кількість ґрунтового матеріалу (об'єм чайної ложки), очищують від сторонніх предметів (гілки, корені, трава, вугілля та ін.) акуратно розтирають у фарфоровій ступці до однорідної розсипчастої маси та змочують водою до густої в'язкої (тістоподібної консистенції).

2. Отримана маса скачується в кульку діаметром близько 1,5–2 см.

3. Кулька розкачується на більш-менш рівній поверхні (стіл, поверхня зошита, долонь і т.п.) в шнур довжиною близько 5 см и рівномірною товщиною близько 4–5 мм.

4. Отриманий шнур акуратно згибається в кільце також на рівній поверхні. Не допускається згинання у кільце пересохлого чи перезволоженого шнура: якщо шнур висох, то необхідно додати небагато води і розкати матеріал знову, якщо він перезволожений – злегка обдути його для випаровування води з поверхні.

5. За характером розкачування зразка в шнур, його морфології, наявності та кількості шпаруватості на ньому визначається належність зразка, що вивчається до тієї чи іншої групи (підгрупи) гранулометричного складу (таблиця 1.5).

6. Виходячи з гранулометричного складу зразка ґрунту визначають загальні особливості його мінералогічного складу.

7. Виходячи з механічного складу та опираючись на дані таблиці 1.4 визначають загальні особливості мінералогічного складу зразків ґрунту.

8. Відпрацьований ґрунтовий матеріал не повертається до ґрунтового ящика і видаляється в пакет.

Виконавши роботу, зробити відповідні висновки за планом:

1. Від чого залежить механічний склад ґрунту.

2. За одержаними результатами механічного складу дати повну назву ґрунту.
3. Описати властивості всіх механічних фракцій.
4. Практичне використання даних про механічний склад ґрунту.
5. Описати можливі шляхи природної та штучної зміни гранулометричного складу.

Завдання для перевірки знань та самостійної роботи:

1. Яку фазу ґрунту характеризує гранулометричний склад?
2. Що таке механічні елементи і фракції та їх класифікація?
3. Гранулометричний склад та класифікація ґрунтів за гранулометричним складом.
4. Методи визначення гранулометричного складу ґрунту.
5. Поняття "легкі" та "важкі" ґрунти.
6. Як дається повна назва ґрунту за гранулометричним складом?
7. Що таке фізичний пісок та фізична глина?
8. Практичне використання даних гранулометричного складу ґрунту.
9. Шляхи зміни гранулометричного складу ґрунту.

Лабораторна робота № 3 Визначення вмісту гумусу в ґрунті
(метод І. В. Тюріна в модифікації В. М. Симакова) (ДСТУ 4289:2004)

Мета роботи – у підготовлених наважках ґрунту визначити вміст гумусу та розрахувати його запаси.

Суть методу ґрунтується на окисненні вуглецю гумусу 0,4 н. розчином двохромовоокислого калію $(K_2Cr_2O_7)$, виготовленого на сірчаній кислоті з розведенням у воді у відношенні 1:1. За кількістю біхромату калію, що пішла на окиснення, визначають вміст гумусу. Для ґрунтів, засолених

хлоридами, а також для заболочених ґрунтів, які утримують закисне залізо, метод може давати завищені результати.

Теоретичні відомості

Гумусові речовини ґрунту – це складна система високомолекулярних сполук, які мають циклічну будову, кислотну природу і невід’ємний елемент азот. Характерною особливістю цієї системи є повільне і безперервне відновлення всіх її складових частин при відносній стабільності порівняно з вихідними органічними рештками. Швидкість розкладу їх та продукти цього перетворення залежать як від складу рослинних решток, які муміфікуються, так і від зовнішніх умов. Тому різні ґрунти мають різний хімічний склад і містять неоднакову кількість гумусових речовин.

Гумус є енергетичним матеріалом для мікробів ґрунту. Як типовий колоїд він обумовлює вбирну здатність та процеси структуроутворення, впливає на тепловий, водний та поживний режими ґрунтів. Гумус є джерелом азоту, фосфору та інших елементів, необхідних для живлення рослин. У певних умовах він може впливати на доступність неорганічного фосфору, марганцю, міді. Тому кількісне визначення гумусу у ґрунтах має велике значення.

Хід роботи:

Із зразка ґрунту, просіяного крізь сито з отворами 1 мм, беруть невелику середню пробу і ретельно за допомогою лупи вилучають органічні рештки. Далі розтирають пробу у ступці і просівають крізь сито з отворами 0,25 мм. Підготовлена таким чином проба часто утримує значну кількість не розкладених корінців. Для їх видалення пробу розстиляють на папері тонким шаром і наелектризованою скляною паличкою повільно проводять над шаром ґрунту, не торкаючись його поверхні. Частинки корінців прилипають до палички. Так повторюють декілька разів.

1. Беруть від 0,1 до 0,5 г (залежно від передбачуваного вмісту гумусу) розтертого ґрунту і пересипають в термостійку колбу ємністю 100 мл.

2. В колбу з ґрунтом доливають 10 мл 0,4 н. розчину хромової суміші, закривають колбу маленькою лійкою (для запобігання випаровування) і нагрівають на електроплитці до кипіння. Помічають початок кипіння і продовжують помірне кипіння протягом 5 хвилин. Колбу з рідиною охолоджують.

3. В охолоджену колбу з рідиною доливають дистильовану воду, змиваючи водою у колбу краплі хромової суміші, які залишилися на лійці та стінках колби, до об'єму 30-40 мл.

4. Додають в колбу до рідини 5-7 крапель фенілантранілової кислоти, добре перемішують і титрують 0,2н. розчином солі Мора. Кінець титрування визначається переходом кольору рідини від вишнево-фіолетового до зеленого кольору.

Одночасно проводять холосте визначення.

Експериментально встановлено, що 1 мл 0,2 н. розчину солі Мора відповідає такій кількості хромової кислоти, яка окислює 0,0010362 г гумусу або 0,0006 г вуглецю. Тому кількість (вміст) гумусу вираховують за формулою:

$$X = \frac{(a - b) \cdot F \cdot 0,0010362100 \cdot K}{C}, \dots\dots\dots (3.1)$$

де: X – кількість гумусу, %, a – кількість розчину солі Мора, витраченого при холостому титруванні, мл, b – кількість розчину солі Мора, витраченого при титруванні наважки ґрунту, мл, F – поправка до нормальності солі Мора, 100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г ґрунту, K – коефіцієнт гігроскопії, C – наважка ґрунту, яка взята для аналізу.

Розрахунок запасів гумусу в шарі ґрунту проводиться за формулою:

$$\text{Запаси, } m / \text{га} = X \times h \times dv, \dots \dots\dots (3.2)$$

де: X – вміст гумусу в ґрунті, %, h – потужність орного шару, dv – щільність складання ґрунту, г/см³.

Таблиця 3.1.

**Показники гумусного стану ґрунтів
(Л.А. Гришина, Д.С. Орлов)**

Ознака	Рівень ознаки	Межі величин
Вміст гумусу, %	дуже високий	> 10
	високий	6-10
	середній	4-6
	низький	2-4
	дуже низький	< 2
Запаси гумусу в ґрунті $\frac{0-20}{0-100}$, т/га	дуже високий	>200 / >600
	високий	150-200 / 400-600
	середній	100-150 / 200-400
	низький	50-100 / 100-200
	дуже низький	<50 / <100

Якщо знати вміст гумусу, то можна обчислити приблизний вміст азоту, помноживши відсотки гумусу на 0,05.

Завдання для перевірки знань та самостійної роботи:

1. **Що називається гумусом?**
2. **Назвіть елементарний склад гумусу.**
3. **Дайте коротку характеристику гумусових кислот.**
4. **Джерела утворення гумусу.**
5. **Який вміст гумусу в різних типах ґрунтів?**
6. **Роль гумусу в формуванні властивостей ґрунту і його родючості.**
7. **Шляхи руйнування та відтворення гумусу.**
8. **Скільки гумусу може утворитися з різних видів органічних добрив, соломи?**
9. **Які проміжні культури вирощують з метою відновлення гумусу?**
10. **Способи регулювання вмісту гумусу в ґрунті.**
11. **Які процеси гумусоутворення ви знаєте?**

12. Який відсоток органічної речовини перетворюється в гумус?

Лабораторна робота № 4 Визначення фізико-механічних властивостей ґрунту

Мета роботи: Вивчити основні фізико-механічні властивості ґрунту. Встановити залежність фізико-механічних властивостей від механічного складу та вологості ґрунту.

Теоретичні відомості.

До фізико-механічних властивостей ґрунту відносять: **пластичність, набухання, липкість, твердість, або опір вдавлюванню та розклинюванню, опір зсуву, тертю і т. д.**, які визначають в основному технологічні властивості ґрунту.

Знання їх необхідне для правильного конструювання сільськогосподарських знарядь та машин, розрахунку опору ґрунту під час обробітку та проходження машин по ньому.

Фізико-механічні властивості ґрунту визначають роль окремих частин знарядь при обробітку ґрунту та коефіцієнт їх корисної дії. Цими ж властивостями обумовлені якість обробітку і характер деформації ґрунту під час роботи сільськогосподарських машин.

Багато процесів, які відбуваються в ґрунті, визначаються їх фізико-механічними властивостями. Вони проявляються під дією зовнішніх навантажень і поділяються на деформаційні, міцнісні і реологічні.

Деформаційні - характеризують зміну ґрунту при навантаженнях, які не призводять до їх механічного руйнування. До них належать: стискаємість, просадочність, ущільнення.

Міцнісні - проявляються під дією навантажень, які спричиняють руйнування ґрунту; зсув, розрив.

Реологічні - характеризують поведінку ґрунту під тиском в часі: в'язкість, пластичність.

Частина 1 Визначення набухання та усадки ґрунту.

Мета роботи. Визначити набухання та усадку ґрунтів різного гранулометричного складу та встановити причини від яких вони залежать.

Теоретичні відомості

Набухання – збільшення об'єму ґрунту в процесі змочування. Внаслідок гідратації ґрунтових частинок і утворення на поверхні їх оболонок пухкозв'язаної води зменшуються сили зчеплення між ними, вони віддаляються одна від одної, що призводить до збільшення загального об'єму ґрунту.

Здатність ґрунтових частинок до набухання пов'язана з гранулометричним, мінералогічним та хімічним складом, а також із щільністю та вологістю.

Під усадкою розуміють зменшення об'єму ґрунту під час висихання. Межа усадки відповідає повному видаленню води з ґрунту і переходу з напівтвердої консистенції у тверду. Усадка залежить від тих же факторів, що і набухання.

Хід роботи

Визначення усадки ґрунту.

Під усадкою розуміють зменшення об'єму ґрунту при втраті вологи.

1 .Повітряно-сухий ґрунт, просіяний через сито з діаметром отворів 1мм, змішують з водою до консистенції, яка відповідає верхній межі пластичності і витримати добу в ексікаторі над водою.

2 Сирий ґрунт помістити в металічні формочки, попередньо змазані вазеліном. Вирівняти поверхню ґрунту і зробити дві неглибоких борозди по діагоналях.

3 .Висушити ґрунт на повітрі. По мірі висихання ґрунт стискається і відстає від стінок формочки. Виймаємо зразок, обтираємо вазелін і висушуємо при температур: і 75° С до постійної ваги.

4 Виміряти довжину діагоналей формочки і довжини прорізаних діагоналей на висушеному зразку.

Лінійну усадку L_y розраховують за формулою

$$L_y = \frac{2l_1 - l_2 - l_3}{2l_1} 100 \dots\dots\dots(4.1)$$

де: l_1 - діагональ форми, l_2 і l_3 -діагональ висушеного зразка.

Об'ємну усадку (V_y) розраховують, вимірявши об'єм форми і об'єм висушеного зразка за формулою

$$V_y = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \dots\dots\dots(4.2)$$

де V_1 -об'єм форми; V_2 - об'єм сухого зразка.

Лабораторна робота № 4 Визначення фізико-механічних властивостей ґрунту Частина 2 Визначення твердості ґрунту

Мета роботи: визначити твердість за допомогою твердоміра Рев'якіна.

Теоретичні відомості.

Твердість ґрунту – це його опір вертикально прикладеній силі під час розрізування, розклинювання або роздавлювання.

Висока твердість ґрунту часто знижує схожість насіння, створює механічний опір кореневій системі рослин, впливає на їх розвиток змінюючи водний, повітряний та тепловий режими ґрунту. Твердість важлива технологічна характеристика ґрунту.

Чим вище твердість ґрунту тим більший опір створює він робочим органам ґрунтообробних машин.

Твердість ґрунту залежить від його гранулометричного складу агрегатного стану, від щільності складання, вологості, від наявності включень уламків гірських порід.

Хід роботи:

1 .Ознайомитись з будовою та принципом дії твердоміра Рев'якіна.

2 .Привести твердомір в робоче положення, для цього заложити паперову стрічку

з міліметрового паперу в самопишучий пристрій і закріпити в пружині і скобі олівець. Прокресливши нульову лінію встановити в прилад одну з вимірюваних пружин (діаметром 3,4 або 5 мм).

3 .Поставши твердомір на поверхню ґрунту і натиснувши на ручку вдавнити шток в ґрунт.

4 .Розраховували величину опору ґрунту стискуванню, як відношення величини середнього опору (з викресленої діаграми) до площі плунжера (в $\text{кг}/\text{см}^2$).

Завдання для перевірки знань та самостійної роботи:

1. ***Які властивості ґрунту належать до фізико-механічних? Дати їх визначення.***

2. ***Як поділяються та від чого залежать фізико-механічні властивості ґрунту?***

3. ***Для чого необхідне знання фізико-механічних властивостей ґрунту?***

4. ***Як визначаються лінійна та об'ємна усадки ґрунту?***

5. ***Як впливають фізико-механічні властивості на агрономічну оцінку ґрунту?***

6. ***Вкажіть заходи регулювання фізико-механічних властивостей ґрунту***

Лабораторна робота № 5 Визначення вбирної здатності ґрунту

Мета роботи: Встановити роль вбирної здатності у виконанні ґрунтом його функцій. Виявити наявність фізичної, хімічної та фізико-хімічної вбирної здатності у різних типах ґрунту. Встановити фактори, від яких залежить вбирна здатність ґрунту

Теоретичні відомості

Вбирною здатністю ґрунту називають властивість його вбирати і утримувати розчинені та завислі у воді речовини, а також *цїлі* молекули води та газів. Вони знаходяться у прямій залежності від вмісту в ґрунті колоїдів, які мають надзвичайно велику питому поверхню, завдяки чому з'являється поверхнева енергія і здатність взаємодії з зовнішнім середовищем. Вбирна здатність впливає на формування водно-фізичних та інших властивостей ґрунту, які визначають необхідність та специфіку застосування гідротехнічних та хімічних меліорацій.

За К.К. Гейдройцом вбирання буває: ***механічне, біологічне, фізико-хімічне, хімічне та фізичне.***

Механічна вбирна здатність - це властивість ґрунту, як пористого тіла, затримувати частки ґрунтових суспензій; застосовується на очисних спорудах, кольматації каналів, заплавних та зрошувальних землях, полях фільтрації стічних вод.

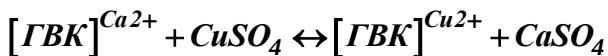
Біологічне вбирання полягає в тому, що з ґрунтового розчину мікроорганізмами, які є в ґрунті, та рослинами вбираються різні елементи. Воно відіграє важливу роль у збереженні поживних речовин від вимивання та закріплення їх в ґрунті, що дуже важливо у боротьбі із забрудненням водних артерій мінеральними добривами, нітратами та інше.

Фізико-хімічна вбирна здатність – властивість ґрунту обмінювати катіони (або аніони), як увібрані ґрунтовым вбирним комплексом (**ГВК**) еквівалентну кількість катіонів (або аніонів) ґрунтового розчину. Цей вид вбирання має велике значення в ґрунтоутворюючих процесах, формуванні реакції ґрунту,

накопиченні елементів живлення, є теоретичною основою хімічних меліорацій.

Хід роботи

1. На три лійки з фільтрами, змоченими дистильованою водою, насипати 2/3 її об'єму торфу, піску і досліджуваного ґрунту.
2. За допомогою скляної палички повільно доливати на поверхню ґрунтів електроліт, щоб у пробірці зібралось 3-5мл фільтрату. При взаємодії електроліту з ґрунтом проходить реакція:

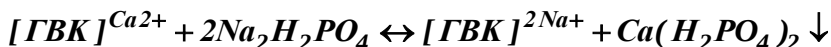


Одержаний з кожного ґрунту фільтрат розлити у дві пробірки. В першій визначають наявність катіона Cu^{2+} , в другій - витісненого Ca^{2+} . Катіони Cu^{2+} виявляють додаванням до фільтрату 3-5 крапель аміаку (NH_4OH), який осаджує основну сіль зеленуватого кольору. Катіон Ca^{2+} - додаванням до підігрітого (зігріти в руці) фільтрату спочатку 1-2 кр. 10% оцтової кислоти (CH_3COOH), а потім 3-4 кр. оксалату амонію ($(NH_4)_2C_2O_4$). Білий осад, що випадає, свідчить про наявність у фільтраті Ca^{2+} , який витіснився з ґрунту катіоном Cu^{2+} . Результати спостережень записати в табл. 5.1

Хімічна вбирна здатність - це здатність ґрунту затримувати іони ґрунтового розчину у формі нерозчинних або малорозчинних солей, що утворюються в процесі хімічних реакцій. Осад цих солей переходить у тверду фазу ґрунту і утримується від вимивання (накопичення фосфатів).

Хід роботи

1. Взяти свіжі зразки досліджуваних ґрунтів і так само як у попередньому досліді перепустити крізь ґрунти розчин $\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4$. У випадку наявності хімічного вбирання іде реакція:



В цьому досліді збирають фільтрату 1-2мл і в ньому визначають присутність катіона H_2PO_4 . Для цього у пробірку приливають 3-4кр. магнезійної суміші (MgCl_2 , NH_4OH , NHCl). Білий кристалічний осад свідчить про наявність у фільтраті H_2PO_4 і відсутність в ґрунті хімічного вбирання, і навпаки. Результати спостережень записати в таблицю. 5.1.

Фізична вбирна здатність (молекулярна, або аполярна) - здатність ґрунту вбирати цілі молекули води, газів і розчинених у воді речовин. Молекулярна адсорбція може бути позитивна і негативна

Хід роботи

Крізь зразки ґрунту перепустити розчин метиленової сині і за ступенем знебарвлення фільтрату зробити висновки про фізичне вбирання. Результати записати в таблицю. 5.1

Якщо досліджуваний іон у фільтраті не виявляється, або виявляється слабо, тоді у відповідній графі таблиці записують «***вбирається повністю***» або «***вбирається слабо***», а якщо не виявляється, то - «***не вбирається***».

Виконавши роботу, зробити висновки.

1. Про характер, закономірність та інтенсивність вбирання речовин різними ґрунтами.
2. За результатами спостережень (табл. 5.1.) дати висновки про характер, закономірність та інтенсивність вбирання речовин різними ґрунтами.

3. Як впливають механічний склад та вміст гумусу на вбирну здатність досліджуваних ґрунтів.

Таблиця 5.1.

Результати дослідів

Зразок	$CuSO_4$		NaH_2PO_4	Метиленова синь
	Cu^{2+}	Ca^{2+}	HPO_4	
Торф				
Пісок				
Ґрунт				

Завдання для перевірки знань та самостійної роботи

1. Що називають вбирною здатністю ґрунту?
2. Від чого залежить вбирна здатність ґрунту?
3. Про яке вбирання свідчить знебарвлення фільтрату при перепусканні крізь ґрунт метиленової сині?
4. Вплив механічного складу та вмісту гумусу на вбирну здатність ґрунту.
5. Роль вбирної здатності в генезисі та родючості ґрунту.
6. Роль вбирної здатності у використанні ґрунтом його функцій.

Лабораторна робота № 6 Визначення актуальної та потенційної кислотності ґрунту

Мета роботи – Вивчити види кислотності, особливості їх лабораторного визначення та практичного застосування результатів аналізу. Визначити актуальну, обмінну і гідролітичну кислотність зразка ґрунту. На основі аналізу результатів лабораторного визначення видів кислотності зробити обґрунтовані висновки щодо потреби у вапнуванні та норми внесення вапнякового матеріалу.

Теоретичні відомості

З реакцією ґрунтового розчину тісно пов'язана життєдіяльність ґрунтової мікрофлори, розвиток рослин, швидкість і направленість хімічних та біохімічних процесів, які проходять у ґрунті.

Реакція ґрунту впливає на ефективність добрив, які вносять у ґрунт. Добрива, в свою чергу, можуть змінювати реакцію ґрунтового розчину, підкислювати або підлужувати її. Кисле та лужне середовище є згубним для рослин і мікроорганізмів, нейтральна, слабо кисла і в меншій мірі слабо лужна реакція середовища, сприятливими.

Кислотність зумовлюється наявністю іону водню. Чим більше іонів водню в розчині, тим кисліший ґрунт.

Лужність зумовлюється наявністю гідроксильних іонів (ОН). Якщо в розчині присутні однакові кількості іонів водню і гідроксильних груп, то середовище буде нейтральним.

Реакція ґрунтового розчину в різних ґрунтах коливається від рН 3 до 8-9 і вище. Найбільш кислу реакцію мають болотні ґрунти верхових торф'яників. Кислою реакцією ґрунтового розчину характеризуються підзолисті і дерново-підзолисті ґрунти (рН 4-6). Чорноземи мають близьку до нейтральної реакцію. Найбільш лужна реакція у солончаків, особливо содових (рН 8-9 і вище). В теперішній час розрізняють наступні форми або види ґрунтової кислотності:

✚ **актуальна кислотність;**

✚ **потенціальна кислотність, яка поділяється на обмінну і гідролітичну кислотність.**

Актуальна кислотність (активна) – кислотність ґрунтового розчину. Залежить від кількості водневих іонів, які безпосередньо знаходяться в ґрунтовому розчині і позначаються символом рН водної витяжки, рН – від'ємний логарифм концентрації водневих іонів, виражений в грам еквівалентах на 1 літр.

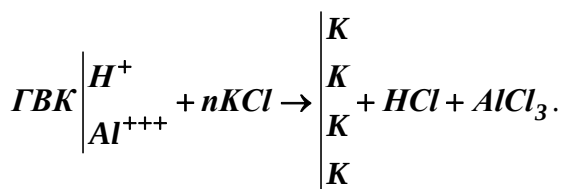
Кислотність ґрунтових розчинів зумовлена наявністю вільних органічних кислот чи інших органічних сполук, які містять кислі функціональні групи, вільними мінеральними

кислотами (головним чином, це карбонова кислота), а також інших компонентів, що проявляють кислотні властивості.

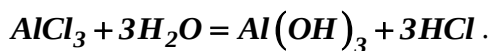
Потенційна кислотність – це кислотність, яка зумовлена наявністю водневих іонів і алюмінію в ґрунтовому поглинальному комплексі. Проявляється в результаті взаємодії ґрунту з розчином солей або основ. Вона впливає на рівень актуальної кислотності: чим більша потенціальна кислотність, тим вища кислотність актуальна.

Потенціальна кислотність поділяється на обмінну та гідролітичну.

Обмінну кислотність (сольову) визначають шляхом витіснення іонів H^+ і Al^{3+} із ГПК нейтральним розчином нейтральної солі. Зазвичай використовують 1н розчин KCl:



Витіснений із ГПК іон Al^{3+} впливає не тільки на кількість кислотності, але і на ступінь кислотності, оскільки у водних розчинах він утворює $Al(OH)_3$, $Al(OH)^{2+}$ і $Al(OH)^{2+}$; більша частина реакції йде за рівнянням:

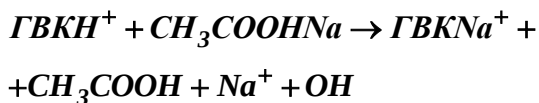


Хлористий алюміній у водному середовищі (ґрунтовому розчині) підлягає гідролізу з утворенням соляної кислоти, яка викликає обмінну кислотність.

Гідролітичну кислотність визначають шляхом взаємодії ґрунту з гідролітично лужною сіллю. При обробці ґрунту 1 н. KCl з ґрунтового поглинаючого комплексу переходять не всі іони водню, частина їх більш міцно поглинена колоїдами ґрунту і нейтральними солями не витісняється. Їх можна витіснити при дії

на ґрунт розчином гідролітично лужної солі, наприклад оцтовокислого натрію – CH_3COONa . Ця кислотність включає менш рухому частину поглинених іонів H^+ , важче обмінюються на катіони ґрунтового розчину.

У водному розчині оцтовокислий натрій розпадається на іони $\text{CH}_3\text{COOH}^{2-}$ і Na^+ в розчині утворюється еквівалентна кількість NaOH і CH_3COOH по рівнянню:



При обробці ґрунту розчином оцтовокислого натрію в розчин переходять все що містяться в ґрунті іони водню (і алюмінію), тобто визначається сума всіх видів кислотності (актуальна, обмінна і гідролітична). З нею доводиться зустрічатися частіше, ніж з обмінною, вона властива більшості ґрунтів, навіть чорноземам.

Частина 1. Визначення актуальної та обмінної кислотності ґрунтів.

Мета роботи – визначити рН сольової витяжки і згрупувати одержані результати за ступенем кислотності.

Суть методу полягає у витісненні обмінних іонів H^+ і Al^{3+} 1 н. розчином KCl (рН=5,5-6) при відношенні ґрунту до розчину 1:5 для мінеральних ґрунтів і 1 : 2,5 для торфових з наступним визначенням рН.

Для визначення концентрації іонів водню використовується електрометричний (потенціометричний) метод, який дає можливість визначити рН в мутних, забарвлених і густих суспензіях.

Електрометричний метод базується на вимірюванні різниці потенціалів, яка виникає при зануренні пластинки якого-небудь металу в розчин, який містить цей же метал.

На електродах, які занурені у досліджуваний розчин або суспензію, емульсію виникає різниця потенціалів, яка залежить від концентрації іонів водню у досліджуваному середовищі.

Хід роботи. На технічній вазі відважити дві наважки ґрунту по 10 г і пересипати їх в стаканчики ємністю 50 мл. В один стаканчик долити 25 мл дистильованої води, а в другий – 25 мл. 1 н. розчину KCl . Вміст у стаканчиках ретельно перемішують склянною паличкою протягом 3-4 хвилин.

За допомогою приладу рН – 340 визначають величину рН в одному й другому стаканчиках і записують за формулою:

$$pH_{H_2O} = \quad ; \quad pH_{KCl} = \quad , (6.1)$$

За показниками величини рН актуальної і обмінної кислотності визначають ступінь кислотності ґрунту.

Лабораторна робота № 6 Визначення актуальної та потенційної кислотності ґрунту Частина 2. Визначення гідролітичної кислотності.

Мета роботи – визначити гідролітичну кислотність і на основі одержаних даних розрахувати дозу вапна, яку необхідно внести в ґрунт для нейтралізації всієї кислотності ґрунту.

Суть методу полягає в обробленні ґрунту 10 н. розчином оцтовокислого натрію з утворенням оцтової кислоти, яка відтитровується 0,1н. розчином $NaOH$. За кількістю мілілітрів витраченого для титрування лугу визначають гідролітичну кислотність.

Гідролітична кислотність завжди більша від обмінної, бо вона включає в себе актуальну і всю потенціальну кислотність. Пояснюють це явище тим, що гідролітична кислотність зумовлюється не тільки тими іонами водню, які є на поверхні колоїдної частинки, а й тими, які витискуються натрієм з інших шарів колоїдних частинок. Визначаючи гідролітичну

кислотність, кількість виявлених водневих іонів також виражають у міліграм-еквівалентах на 100 г ґрунту. Визначати її необхідно для вирішення ряду практичних питань застосування добрив – встановлення норм вапна і можливості ефективного застосування фосфоритного борошна, розрахунку величини ступеня насичення ґрунтів основами.

Хід роботи. На технічній вазі відважити 20 г ґрунту, пересипати в склянку і долити 50 мл 1 н. розчину оцтовокислого натрію:

- ✚ *склянку закрити корком, вміст її збовтувати одну годину;*
- ✚ *одержану суспензію відфільтрувати через фільтр;*
- ✚ *взяти 25 мл фільтрату в колбочку, додати 2-3 краплі фенолфталеїну і відтитрувати 0,1 н. розчином лугу (NaOH) до слабо рожевого кольору.*

Розрахунок проводиться за формулою:

$$H_{\Gamma} = \frac{a \cdot F \cdot 100 \cdot 1,75 \cdot K \cdot 0,1}{H}, \dots\dots\dots(6.2)$$

де: ***a*** – кількість лугу, яка витрачена на титрування; ***F*** – поправка до титру; 100 – для перерахунку на 100 г ґрунту; 1,75 – коефіцієнт на повне витіснення водню; 0,1 – коефіцієнт перерахунку в міліеквіваленти; ***H*** – наважка ґрунту, яка відповідає об'єму фільтрату, що взято для титрування; ***K*** – коефіцієнт гігроскопії.

Розрахунок норми вапна проводиться за формулою:

$$CaCO_3 m / ga = 0,05 \times H_2 \times h \times dv. \quad (6.3)$$

де: 0,05 – коефіцієнт перерахунку в ***CaCO₃***, ***H₂*** – гідролітична кислотність в мг/екв на 100 г ґрунту; ***h*** – потужність орного шару; ***dv*** – щільність складання ґрунту, г/см³.

Завдання для перевірки знань та самостійної роботи

1. *Що таке рН?*
2. *Якими іонами обумовлюється кислотність ґрунту?*
3. *Що таке актуальна кислотність?*
4. *Що таке потенціальна кислотність?*
5. *Що таке обмінна кислотність ґрунту?*
6. *Поділ ґрунтів за рівнем рН.*
7. *При взаємодії з якими солями проявляється обмінна кислотність?*
8. *Що таке потенціальна кислотність?*
9. *На які види поділяється потенціальна кислотність?*
10. *При взаємодії з якими солями в ґрунті проявляється гідролітична кислотність?*
11. *Яку потрібно знати кислотність, щоб розрахувати дозу вапна?*
12. *Написати реакцію вапнування кислих ґрунтів.*
13. *Якими іонами обумовлюється гідролітична кислотність ґрунтів.*

Лабораторна робота № 7 Визначення агрегатного складу твердої фази ґрунту

Мета роботи: Вивчати види структури та визначити структурний стан ґрунту; Встановити роль структури ґрунту в формуванні його властивостей, режимів та родючості; Визначити шляхи втрати та заходи відновлення структури ґрунту.

Теоретичні відомості.

Механічні елементи ґрунту можуть знаходитись в розділено-частковому вигляді або ж бути об'єднані під впливом різних сил і причин в структурі окремої /агрегати, куски/ різної форми і розміру.

Здатність ґрунту розпадатись на агрегати називається структурністю, а сукупність агрегатів різної величини, форми якісного складу називається ґрунтовою структурою.

В агрегації механічних елементів беруть участь гумус, карбонати кальцію, гідроксиди заліза. Злипання елементарних частинок відбувається в результаті дії сил Ван-дер-Ваальса, остаткових валентностей і водневих зв'язків, адсорбційних і капілярних явищ, а також з допомогою кореневих систем, слизі мікроорганізмів та ш. Причинами розпаду агрегатів є набухання і усадка, замерзання і розмерзання, інтенсивність механічного обробітку, фізико-хімічні та біологічні причини.

Структура ґрунту є одним з найважливіших факторів формування його фізичних властивостей, умов обробітку, водно-фізичних властивостей та родючості в цілому.

Розрізняють структуру в морфологічному /генетичному/ і агрономічному розумінні.

Залежно від величини розрізняють три групи агрегатів:

✚ **Мікроагрегати** < 0,25 мм

✚ **Мезоагрегати** 0,25 - 10 мм

✚ **Макроагрегати** > 10 мм.

Агрономічно цінною вважається кубовидна за формою водостійка мезоструктура з високою в нутрі агрегатною пористістю, утворення якої і є завданням агро меліоративних і агротехнічних заходів.

Хід роботи:

Аналітично структурність ґрунту визначають методом фракціонування ґрунту в повітряно-сухому стані /сухе просіювання/ на наборі сит.

Для цього:

- 1.Наважку ґрунту не менше 0,5 кг розсівають на ситах з піддоном, попередньо розчавивши в пальцях великі куски.
- 2.Збирають кожну фракцію і зважують її.
- 3.Отримані дані розділяють на мікро-, мезо- та макроструктуру.
4. Визначають коефіцієнт структурності (K)

$$K = \frac{\alpha}{\nu}, \quad (7.1)$$

де: α -кількість мезоагрегатів,%, β -сумма мікро- і макроагрегатів,%.

Чим вищий коефіцієнт структурності, тим ґрунт краще оструктурений.

Для якісної оцінки структури необхідно визначити її водостійкість і лише тоді дати повну оцінку структурного стану ґрунту за такою шкалою.

Шкала оцінки структурного стану ґрунту.

Таблиця 7.1.

Вміст агрегатів розміром 0,25-10 мм, % до маси ґрунту		Оцінка структурного стану ґрунту
повітряно-сухих	водостійких	
>80	>70	відмінний
80-60	70-55	добрий
60-40	55-40	задовільний
40-20	40-20	незадовільний
<20	<20	поганий

Висновки:

1. За результатами лабораторних досліджень встановити коефіцієнт структурності і дати оцінку структурного стану ґрунту;

2. Розробити заходи покращення структури ґрунту;

3. Описати можливі екологічні наслідки і причини втрати структури ґрунту

Завдання для перевірки знань та самостійної роботи

- 1. Поняття про агрегатний склад.***
- 2. Що таке структура та структурність ґрунту?***
- 3. Вплив структури на властивості та режими ґрунту.***
- 4. Агрономічне значення структури.***
- 5. Причини утворення структури.***
- 6. Причини втрати структури, методи її відновлення.***
- 7. Поняття про коефіцієнт структурності ґрунту, від чого він залежить.***
- 8. Оцінка структурного стану ґрунту.***

9. Екологічні наслідки втрати структури ґрунтом.

Лабораторна робота № 8 Визначення фізичних властивостей ґрунту.

Мета роботи: Ознайомитися з основними фізичними властивостями ґрунту. Визначити щільність (об'ємну вагу), щільність твердої фази (питому вагу) пористість та аерацію. Встановити фактори, від яких залежать названі величини.

Теоретичні відомості

До загальних фізичних властивостей належать щільність твердої фази ґрунту, щільність непорушеного складу ґрунту (щільність складення) і пористість.

Щільність твердої фази ґрунту (питома вага ґрунту, d) – це відношення ваги твердої фази ґрунту в сухому стані до ваги рівного об'єму води при температурі 4 °С.

Щільність ґрунту (об'ємна маса, dv) – маса одиниці об'єму абсолютно сухого ґрунту, взятого у природному заляганні (з непошкодженим складом), виражена в $г / см^3$. Ґрунт вважають (за Качинським):

- ✚ розпушеним або збагаченим органікою за щільності $< 1 г / см^3$;

- ✚ значення показника для орних земель – $1,0 - 1,2 г / см^3$;

- ✚ орні горизонти дещо ущільнені – $1,2 - 1,3 г / см^3$;

- ✚ значення щільності для підорних горизонтів (крім чорноземів) – $1,4 - 1,6 г / см^3$;

- ✚ сильно ущільнені горизонти (солоді та підзоли) – $1,6 - 1,8 г / см^3$.

Шпаруватість – сумарний обсяг усіх пір і проміжків між частинками твердої фази ґрунту. Оцінка загальної шпаруватості (за Качинським):

- ✚ Грунт розпушений > 70 %;
- ✚ Культурний орний шар – 55 – 65 ;
- ✚ Задовільна для орного шару - 50 – 55 ;
- ✚ Характерна для ущільнених елювіальних горизонтів
- ✚ 45 – 50 – культурний піщаний ґрунт.

Загальні фізичні властивості ґрунтів (щільність з непорушеною будовою, щільність твердої фази, шпаруватість) залежать від мінералогічного, механічного та хімічного складу.

Вони суттєво впливають на процеси ґрунтоутворення та родючість ґрунту, тому є невід’ємною частиною їх генетичної, меліоративної та агрономічної характеристики.

Частина 1. Визначення щільності ґрунту

Щільністю ґрунту називають масу одиниці об’єму абсолютно сухого ґрунту з непорушеною будовою (разом з порами), г/см³.

Для визначення цього показника існує декілька методів: ***фіксажний, вазеліновий, піщаний, з допомогою рідин та буровий***, який є найбільш поширений, його принцип полягає у відбиранні зразка ґрунту з непорушеною будовою за допомогою бура-циліндра певного об’єму висушування його до постійної ваги та зважування цього об’єму.

Хід роботи:

1. За допомогою бура-циліндра, об’ємом 50 см³. відібрати зразок ґрунту, не порушуючи його структуру і перенести в зважений бюкс.

2. Бюкс з ґрунтом висушити при температурі 105°C до постійної ваги і зважити.

3. Обчислити щільність ґрунту за формулою:

$$d = \frac{m}{V} \quad (8.1)$$

де: m - маса абсолютно сухого ґрунту, відібраного в циліндр, г. V - об'єм відібраного ґрунту, см^3 .

Лабораторна робота № 8 Визначення фізичних властивостей ґрунту. Частина 2. Визначення щільності твердої фази ґрунту.

Теоретичні відомості.

Щільністю твердої фази називають масу одиниці об'єму абсолютно-сухого, абсолютно-твердого ґрунту (без пор і пустот). Основним і найбільш поширеним методом визначення питомої ваги є **пікнометричний**.

Пікнометр – мірна посудина, яка дозволяє визначати об'єм рідини з великою точністю. На рис. 8.1 зображено найбільш поширені види пікнометрів. Принцип методу полягає в визначенні об'єму води або інертної рідини, який витісняє наважка ґрунту, взята для аналізу.

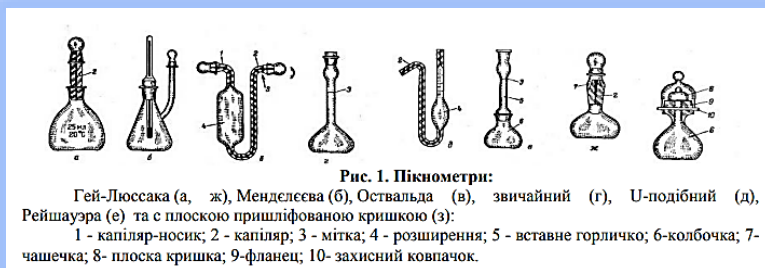


Рис. 8.1 Види пікнометрів

Хід роботи:

1.Пікнометр, об'ємом 100 мл наповнити до риски кип'яченою дистильованою водою кімнатної температури і зважити (A , г)

2.Відлити 2/3 об'єму води.

3.Зважити 10г повітряно-сухого ґрунту розтертого і просіяного крізь сито з отворами 1 мм.(д,г). Одночасно в ґрунті визначають гігроскопічну вологу (W_r) для розрахунку абсолютно сухої ваги (B , г) за формулою:

$$W = \frac{a - b}{b - c} \times 100\% \quad (8.2)$$

де: a – вага бюкса з ґрунтом та кришечкою від нього (г.), b значення абсолютно сухого ґрунту з бюксом (г.), c вага абсолютно сухого (пустого) бюксу з кришечкою (г.)

4.Наважку ґрунту перенести в пікнометр. Частинки ґрунту, що залишились на стінках пікнометра змити дистильованою водою.

5.Вміст пікнометра прокип'ятити протягом 30хв., щоб видалити повітря з ґрунту.

6.Охолодити пікнометр до кімнатної температури, долити кип'яченою дистильованою водою до мітки і зважити (C , г).

7.Розрахувати щільність твердої фази ґрунту в г/см³.

$$D = \frac{B}{A + B - C} \quad (8.3)$$

Таблиця 8.1

Результати визначення щільності твердої фази ґрунту

№ зразка	Наважка сухого ґрунту, г (P)	Гігроскопічна волога, %	Вага пікнометра		Щільність твердої фази
			з водою (P ₁)	з водою та ґрунтом (P ₂)	

$$B = \frac{\alpha \times 100}{100 \times W_r} \quad (8.4)$$

Пористість (шпаруватість) ґрунту.

Пористістю ґрунту ($P_{заг}, \%$) називають загальний або сумарний об'єм всіх пор і проміжків в одиниці об'єму ґрунту. Вона характеризує сукупність всіх проміжків між механічними елементами та структурними агрегатами і виражається в відсотках від об'єму ґрунту. Її розраховують на основі даних щільності (***d***) та щільності твердої фази ґрунту (***D***) за формулою:

$$P_{заг} = \left(1 - \frac{d}{D}\right) \times 100 \quad (8.5)$$

Ґрунтові пори можуть бути зайняті водою і повітрям.

Аерація ґрунту

Аерація ($A, \%$) - це об'єм пор заповнених повітрям при даній вологості ґрунту. Вона розраховується за формулою:

$$A = P_{заг} - P_w \quad (8.6)$$

де: ***P_w***- об'єм пор, зайнятих водою, % (або вологість ґрунту в об'ємних відсотках)

$$P_w = W_{об} = W_{заг} \times d \quad (8.7)$$

Вміст повітря вважається недостатнім і вимагає збільшення, якщо величина аерації становить менше 10-15% від об'єму ґрунту.

Виконавши роботу, зробити відповідні висновки за планом:

Від чого і як залежать визначені фізичні властивості;

2. Встановити ступінь ущільненості орного шару ґрунту залежно від вмісту гумусу в ньому.

3. Дати агрономічну оцінку ґрунтів за щільністю, щільністю твердої фази та пористістю.

4.Розробити заходи щодо поліпшення фізичних властивостей ґрунту.

Завдання для перевірки знань та самостійної роботи:

1.Назвіть загальні фізичні властивості ґрунту, дайте їх короткий характеристику.

2.Щільність ґрунту та методи її визначення.

3.Щільність твердої фази ґрунту та принцип методу її визначення.

4.Від чого залежить величина пильності та щільності твердої фази ґрунту?

5.Практичне застосування даних про щільність та щільність твердої фази ґрунту, наведіть приклад.

6.Пористість ґрунту, її розрахунок, практичне значення.

7.Аерація ґрунту, її розрахунок, шляхи регулювання.

8.Приблизні величини щільності та щільності твердої фази для ґрунтів різного механічного складу.

Лабораторна робота № 9 Вивчення водних властивостей ґрунту.

Мета роботи: ознайомитись та визначити основні водні властивості ґрунту.

Теоретичні відомості.

До найважливіших водних властивостей відносять водопроникність, водоутримуючу здатність та вологоємність ґрунту.

Водоутримуюча здатність — це здатність ґрунту утримувати воду, яка міститься в ньому, від стікання під дією сили тяжіння; кількісною характеристикою водоутримуючої здатності є вологоємність.

Вологоємність — це здатність ґрунту поглинати й утримувати визначену кількість води.

Водопроникність ґрунту – це здатність ґрунту всмоктувати і пропускати через себе воду, яка надходить із поверхні.

Водопідйомна здатність ґрунтів – це властивість ґрунтів викликати підняття вміщеної води за рахунок капілярних сил.

Види вологи: легкодоступна, середньодоступна, важкодоступна. Водопідйомна здатність ґрунту визначається менісковими і адсорбційними силами. Висота і швидкість капілярного підняття, як і капілярна вологоємність, залежать від хімічного і механічного складу, агрегатності, температури ґрунту та інших умов.

Властивість ґрунту утримувати максимальну кількість води в залежності від прояву різних водоутримуючих сил і умов навколишнього середовища, називається вологоємністю ґрунту.

В залежності від кількості вологи і в якій формі ця волога знаходиться, розрізняють: **максимальну адсорбційну вологоємність (МAB), найменшу польову (НВ), капілярну (KB) та повну вологоємність (ПВ).** Вологоємність виражають в відсотках від об'єму ґрунту, в мм або в м /га.

Під водовіддачею розуміють ту кількість води, яка витікає з ґрунту після насичення його до повної вологоємності під дією різних сил. Розрізняють три види водовіддачі: максимальну, мінімальну і питому.

Знання вологоємності та водовіддачі ґрунту дуже важливе при проектуванні та розробці заходів по регулюванню водного режиму.

Частина 1 Визначення повної вологоємності та водовіддачі

Методи визначення та хід роботи:

Повна вологоємність і водовіддача визначається методом малих монолітів ґрунту, поміщених в циліндри. Для цього:

1.Зважити циліндри з кришками і заповнити монолітами ґрунту. Паралельно взяти зразки ґрунту в бюкси для визначення їх вологості (Таблиця 9.1).

Таблиця 9.1

Розрахунок повної еалогосинності

Група	№ сталі	Маса сталі A_f	Маса сталі до експертів B_f	Вологість грунту $W, \%$	Маса абсолютного сухого грунту з сталі B_f	Маса сталі з грунтом на експертів B_f	Маса грунту в сталі $a = I \times A$	ІВ $\frac{a-b}{b} \times 100$
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблиця 9.2

Розрахунок максимальної еалогосинності

Група	Маса грунту пологового дощового	Маса сталі з грунтом після експертів	Маса грунту після експертів	Максимальна вологість W_f	Маса води в грунті $W = a - b$	Об'єм грунту в сталі $V = \pi r^2 h$	Об'єм води в грунті $V = W_f$	Максимальна вологість $W_{f, \max}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9

2.Зважити циліндри з відібраними монолітами, поставити їх в кристалізатор на скляні палички і залити водою до висоти циліндрів. Насичувати протягом 1 години.

3.Після насичення циліндри зважити.

4.Зважені циліндри поставити сітчастою кришкою донизу в металеві підноси на скляні палички для вільного відтоку води з моноліту.

5.Через 50...60 хв. циліндр з ґрунтом зважити.

6. Повну вологоємність (**ПВ**,%) розраховують за формулою:

$$ПВ = \frac{\alpha - \epsilon \times 100}{\epsilon} \quad (9.1)$$

де: α - вага ґрунту в стакані при **ПВ**, г; ϵ - вага абсолютно сухого ґрунту в стакані, г;

7.Водовіддачу (% від об'єму), розраховують за формулою:

$$ВВ = \frac{O_1 \times 100}{O_2} \quad (9.2)$$

або

$$ВВ = \frac{M_1 \times 100}{M_2} \quad (9.3)$$

де: O_1 - об'єм води, який витік із стакана після насичення ґрунту до **ПВ**, см; O_2 - об'єм ґрунту в стакані, см; M_1 - маса води, яка витекла з ґрунту після насичення його до **ПВ**, г; M_2 - маса води в стакані з ґрунтом насиченим до **ПВ**, г.

8.Розрахунки при визначенні **ПВ** і **ВВ** проводимо в табличній формі.(таблиця 9.1 і 9.2).

Виконавши роботу, зробити відповідні висновки за планом:

1. Від чого і як залежить величина ПВ і ВВ ґрунту.
2. Встановити можливі шляхи зміни вологоємності та водовіддачі ґрунту.

Лабораторна робота № 9 Вивчення водних властивостей ґрунту. Частина 2. Визначення швидкості та висоти капілярного підняття та капілярної вологоємності ґрунту.

Мета роботи: Визначити швидкість та висоту капілярного підняття в ґрунтах різного механічного складу. Побудувати графіки швидкості капілярного підняття в досліджуваних ґрунтах. Встановити вплив швидкості та висоти капілярного підняття на екологічну обстановку в ґрунті. Визначити капілярну вологоємність досліджуваних ґрунтів.

Теоретичні відомості

Легкі ґрунти відрізняються високою швидкістю і невеликою висотою капілярного підняття води (0,5...0,7м).

Суглинкові і глинисті ґрунти характеризуються значною водопідйомною здатністю (3-5м), але рухається ця вода в капілярах дуже повільно.

Капілярний рух води в ґрунті має важливе значення в забезпеченні рослин водою, в формуванні водного режиму ґрунту. При близькому заляганні ґрунтових вод можливі такі небажані процеси, як засолення, заболочування, забруднення ґрунту та інші.

Хід роботи:

1. В попередньо зважені разом з чашками Петрі і паличками скляні трубки насилаємо ґрунт (3-7см) (Рис. 9.3).
2. Об'ємну вагу ґрунту в трубках довести до ***1,2 – 1,4 г / см*** і зважити знову разом з частинками і паличками.
3. Ставимо скляні трубки з ґрунтом на палички, розложивши з чашці, і приливаємо воду, підмітивши на секундомірі момент торкання води до нижнього кінця трубки.

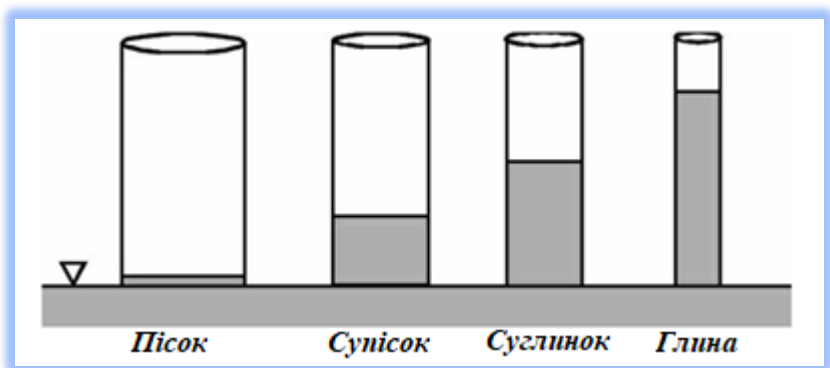


Рис. 9.3. Капілярне підняття в порах різного діаметру

4. Для побудови графіку швидкості капілярного підняття води відмічаємо висоту капілярного підняття через кожні 10 с (для легких ґрунтів) або 1 хв. (для суглинистих ґрунтів).

5. Після появи води на поверхні ґрунту секундомір вимикають, залишок води з чашки зливають і знову зважують ґрунт з тарою.

6. Розраховують капілярну вологоємність (***KB***,%)

$$KB = \frac{(B - E) \times 100}{L} \quad (9.1)$$

де: ***B*** - вага ґрунту в трубці після насичення до ***KB***, г; ***E*** - вага повітряно-сухого ґрунту в трубці, г.

7. Розраховуємо швидкість капілярного підняття (***V***, см / сек) .

$$V = \frac{H}{T} \quad (9.2)$$

де: ***H*** - висота стовпа ґрунту в трубці, м ***T*** - час капілярного підняття води, сек.

8.Швидкість капілярного підняття води зображаємо графічно в координатах $H = f(T)$.

9.Дані спостережень записуємо в таблицю 9.3.

Таблиця 9.3

Результати дослідів

Назва ґрунту	Час спостережень		Інтервал часу		Висота капілярного підняття, см		Швидкість капілярного підняття
	сек.	хв.	сек.	хв	загальна	за інтервалом часу	см/хв

Після виконання роботи, зробити висновки

1. Від чого і як залежить висота та швидкість капілярного підняття?

2. Як впливає висота та швидкість капілярного підняття води в ґрунті на екологічну обстановку в ґрунті?

3.Практичне використання даних про швидкість та висоту капілярного підняття.

Завдання для перевірки знань та самостійної роботи:

1.Від чого залежить швидкість та висота капілярного підняття води в ґрунті?

2.Яка висота та швидкість капілярного підняття води в ґрунтах різного механічного складу?

3.Які небажані наслідки викликає близьке залягання рівня ґрунтових вод?

4.Що таке критичний рівень залягання ґрунтових вод, який він для різних ґрунтів?

5.Як впливає склад поглинутих катіонів на висоту та швидкість капілярного підняття води в ґрунті?

6.Приведіть формулу для розрахунку висоти капілярного підняття.

7.Практичне використання даних про висоту та швидкість капілярного підняття води.

8.Що називається вологоємністю ґрунту та її види

9. Які сили втримують воду в ґрунті?
10. Що таке доступна та недоступна вода в ґрунті?
11. Водовіддача та її види.
12. Від чого залежить вологемність та водовіддача ґрунту?
13. Шляхи зміни вологемності та водовіддачі ґрунту.
14. Практичне використання даних про ПВ і ВВ.

Лабораторна робота № 10 Аналіз водної витяжки

Мета роботи: Встановити причини утворення засолених ґрунтів. Виявити вплив засолення на екологічну обстановку. Визначити ступінь і характер засолення запропонованого ґрунту. Розробити заходи по розсоленню ґрунту.

Теоретичні відомості.

Засоленими називають ґрунти, які містять в своєму профілі легкорозчинні солі в токсичних для сільськогосподарських культур кількостях. До них відносяться солончаки, солонці і солоді. Найбільш поширеним методом вивчення цих ґрунтів є аналіз водної витяжки.

Водна витяжка - це фільтрат, отриманий при короткотерміновій обробці ґрунту водою з послідовним фільтруванням. В отриманому фільтраті визначаються: сухий залишок, лужність, хлор-іон, суму катіонів **$Ca + Mg$** , катіон **Ca** , аніон **SO_4** , катіони **K** та **Na** .

Методи визначення:

-  **Безпосередньо в ґрунті;**
-  **Витісненням ґрунтового розчину з ґрунту;**
-  **За допомогою водної витяжки.**

Хід роботи:

1. 100 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного через сито з отворами 1 мм перенести в колбу і залити 500 мл дистильованої води.

2. Протягом 3 хвилин інтенсивно збовтувати, після чого профільтрувати через подвійний фільтр.

3. Перші каламутні краплі фільтрату злити знову на фільтр і продовжити фільтрування.

Визначення загальної суми водорозчинних речовин (сухого залишку).

Сухий залишок - це сума всіх водорозчинних солей в ґрунті. За величиною сухого залишку визначають ступінь затаєння ґрунту. Якщо сухий залишок менший 0,05-2%, то такі ґрунти вважаються незасоленими.

Хід роботи:

1. Зважити на аналітичній вазі чашку.

2. Набрати 50 мл фільтрату і вилити в чашку, яку поставити на водяну баню для випаровування

3. Після випаровування сухий залишок висушити в термостаті при температурі 105 °С.

4. Охолодити чашку з сухим залишком і зважити на аналітичній вазі.

5. Кількість сухого залишку в % до ваги повітряно-сухого ґрунту розраховують за формулою:

$$X = (100 \times a \times V) / B \times c. \quad (10.1)$$

де: ***a*** - маса сухого залишку; ***V*** - загальний об'єм води, взятої для приготування водної витяжки, мл; ***B*** - об'єм витяжки, взятої для випаровування, мл; ***c*** - наважка ґрунту, взятого для аналізу, г, 100 - перевідний коефіцієнт в %.

Визначення загальної лужності

Загальна лужність зумовлюється присутністю у водній витяжці гідрокарбонатних іонів ($H_2CO_3^-$).

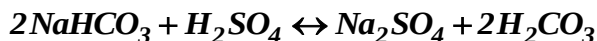
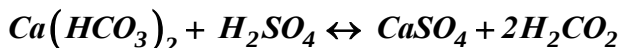
Хід роботи:

1. В колбу за допомогою піпетки набрати 25 мл водної витяжки.

2. В колбу з водною витяжкою додати 2 краплі фенолфталеїну з метою виявлення в ній іонів CO_3 . Поява червоного кольору свідчить про наявність нормальних карбонатів (іонів CO_3 визначення яких проводиться за допомогою титрування **0,02н H_2SO_4** до зникнення червоного забарвлення водної витяжки.

3. В ту ж колбу, де визначалась лужність, зумовлена нормальними карбонатами CO_3 додати 2 краплі метилроту або метилоранжу і титруємо **0,02н H_2SO_4** до переходу жовтого кольору в рожево-помаранчевий.

Реакція іде за таким рівнянням:



Загальна лужність (мг/екв. на 100г. ґрунту), розраховується за формулою:

$$HCO_3 = ((a + m) \times H \times V \times 100) / B \times c. \quad (10.2)$$

де: **a** - число мл **0,02н H_2SO_4** , яке пішло на титрування лужності, зумовленої нормальними карбонатами; **m** - число мл

0,02n H₂SO₄ , яке пішло на титрування лужності, спричиненої бікарбонатами; ***H*** - нормальність титрованого розчину; ***V*** - загальна кількість води, взятої для приготування водної витяжки, мл; ***B*** - об'єм витяжки, взятої для титрування , мл; ***c*** - наважка ґрунту, г, 100 - коефіцієнт перерахунку на 100 г ґрунту.

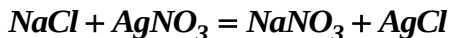
Визначення хлор-іону.

Хід роботи:

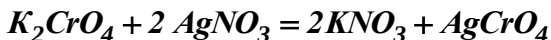
1. В ту ж колбу, де визначалась загальна лужність, додати 1 мл 10% **K₂CrO₄**

2. Титруємо **0,02n AgNO₃** до появи червоного кольору.

Реакція іде за таким рівнянням:



При цій реакції **AgCl** випадає в осад білого кольору. Після того, як всі іони хлору вступають в реакцію з сріблом, остання вступає в реакцію з біхроматом калію за реакцією:



хромовоокисле срібло випадає в осад червонуватого кольору, поява якого свідчить про кінець титрування.

3. Кількість іонів хлору (мг-екв./100г ґрунту) розраховують за формулою:

$$Cl = (a \times H \times V \times 100) / B \times c . \quad (10.3)$$

де: ***a*** - число **0,02n AgNO₃** , що пішло на титрування; ***H*** - нормальність **AgNO₃** ***V*** - загальна кількість води, що пішла на приготування водної витяжки, мл; ***B*** - об'єм водної витяжки, яку

брали для визначення Cl , мл; c - наважка ґрунту, г; 100 - коефіцієнт перерахунку на 100 г ґрунту.

Визначення суми іонів Ca та Mg .

Визначення суми іонів Ca та Mg виконують комплексометричним методом. Цей метод базується на властивості трилону Б (Т-Б) зв'язувати іони Ca та Mg з метал – індикаторами (зокрема хромогеном чорним) і утворювати з ним стійкі сполуки. Реакція проходить у слабо-лужному середовищі в присутності хлоридно-аміачного буферного розчину (рН=10).

Хід роботи:

1.В конічну колбу береться 25 мл водної витяжки. приливаємо 5 мл буферного розчину та 8-10 крапель хромогену чорного Т-00.

2.Титруємо 0,05н розчином Т-Б до переходу червоного кольору рідини через ліловий в синьо-голубий.

3.Розраховуємо вміст іонів кальцію і магнію (мг-екв/100г ґрунту) за формулою:

$$Ca + Mg = (a \times H \times V \times 100) / B \times c . \quad (10.4)$$

де: a - число 0,05н Т-Б, яке пішло на титрування, мл; H - нормальність Т-Б. Інші позначення як і у попередніх формулах.

Визначення іонів Ca :

Визначення іонів Ca виконується також комплексометричним способом, іони якого з'єднуються з індикатором мурексидом. При ньому колір розчину змінюється від рожево-червоного у ліловий. Реакція проходить у сильно-лужному середовищі (при рН -12), для чого додають 2н або 10% розчин $NaOH$.

Хід роботи:

1. В конічну колбу набирають 25 мл. водної витяжки.
2. Приливаемо 2 мл. **2nNaOH** і додаємо мурексиду стільки, щоб водна витяжка набула рожево-червоного кольору.
3. Титруємо 0,05н Т-Б до переходу червоного у ліловий колір.
4. Розрахунок вмісту іонів кальцію (мг-екв/100г ґрунту) ведеться за формулою:

$$Ca = (a \times H \times V \times 100) / B \times c. \quad (10.5)$$

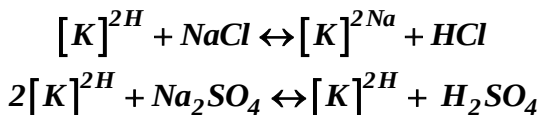
де: ***a*** – число мл. Т-Б, що пішов на титрування; ***H*** - нормальність. Інші позначення, як і у попередніх формулах.

Визначення іонів SO₄ катіонітовим методом.

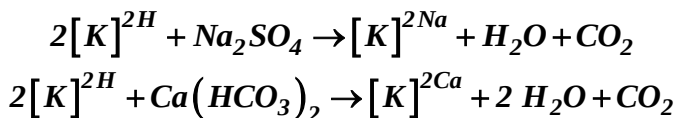
Теоретичні відомості.

Метод ґрунтується на використанні іонообмінної смоли, яка являє собою синтетичну високо молекулярну сполуку, здатну вступати в обмінні реакції і поглинати їх із розчину.

Пропускаючи через Н - катіоновий фільтр певний об'єм водної витяжки, отримують суміш сильних кислот.



Карбонати і бікарбонати при цьому розпадаються до CO₂



За кількістю **0,1nNaOH**, що пішов на титрування кислого фільтрату, знаходять концентрацію аніонів сильних кислот

$(Cl + SO_4)$ у водній витяжці. За різницею $(Cl + SO_4) - Cl$ визначається вміст SO_4 у водній витяжці.

Хід роботи:

1. 25 мл. водної витяжки пропускають через Н- катіоновий фільтр і фільтрують з швидкістю 0,5 мл. за хвилину.

2. Промивають фільтр 50 мл. води, пропускають її з швидкістю 2,5 мл. за хвилину.

3. До фільтрату додають 1-2 краплі метилоранжу і титрують **0,1nNaOH** до переходу червоного у жовтий.

По кількості витраченого на титрування розчину **NaOH** визначаємо вміст у водній витяжці **Cl + SO₄**.

Розрахунок (в мг-екв/100г ґрунту) ведуть за формулою:

$$Cl + SO_4 = (a \times H \times V \times 100) / B \times c. \quad (10.6)$$

де: **a** – число мл. **0,1nNaOH**, що пішов на титрування; **H** – нормальність **NaOH**. Інші позначення, як і у попередніх формулах.

Визначення іону Na:

Кількість іонів **Na + K** визначається за різницею між сумою аніонів і сумою катіонів **Ca + Mg**.

Оформлення результатів аналізу водної витяжки:

Величини мг-екв/10г ґрунту перераховують в відсотки за допомогою перевідних коефіцієнтів :

$$Na - 0.023 \qquad Cl - 0.035$$

$$Ca - 0.020 \qquad HCO_3 - 0.061$$

$$Mg - 0.012 \qquad SO_4 - 0.048$$

Дані аналізу водної витяжки зводять в таблицю 10.1.

Таблиця 10.1

Результати аналізу водної витяжки

Глибина в см.	Сухий залишок	Аніони в мг- екв/100г ґрунту			Катіони в мг- екв/100г ґрунту		
		HCO ₄	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na

Перевірка точності виконаного аналізу.

Перевірка точності виконаного аналізу водної витяжки проводиться шляхом порівняння суми всіх видів катіонів і аніонів, виражених в процентах з величиною сухого залишку. Ці величини повинні бути приблизно рівними, допустиме відхилення не повинно перевищувати 3-5%

Таблиця 10.2

Тип засолення за аніонним складом.

Тип засолення	Cl SO ₄	HCO ₃ Cl	HCO ₃ SO ₄
Хлоридний	»2,5	-	-
Сульфатно- Хлоридний	2,5-1	-	-
Хлоридно- Сульфатний	1-0,2	-	-
Сульфатний	«0,2	«1	1
Содово- Хлористий	»1	»1	»1
Содово- Сульфатний	«1	«1	«1
Хлоридно- Содовий	»1	»1	»1

За результатами аналізу водної витяжки визначають хімізм засолення ґрунту по аніонному складу. Для цього розраховують відношення вмісту іонів **Cl** до **SO₄** в мг-екв/100г ґрунту, а також відношення вмісту іону **HCO₃** до **Cl**, і **HCO₃** до **SO₄**.

Знаючи співвідношення цих іонів за таблицею визначають хімізм засолення ґрунту за аніонним складом. Визначивши тип

засолення і знаючи суму водорозчинних солей (сухий залишок), визначають тип засолення ґрунту за таблицею:

Таблиця 10.3

Ступінь засолення в залежності від якісного складу солей(в % за Н.І. Базилевич)

Ступінь	Тип засолення					
	Хлоридний	Сульфатно-хлоридний	Хлоридно-сульфатний	Содово-сульфатний	Хлоридно-содовий	Сульфатно-содовий
Не засолені	<0,05	<0,1	<0,2	-	<0.1	<0.15
Слабо засол.	0.05-0,15	0.1-0.2	0.2 – 0.4	-	0.1-0.2	0.15-0.25
Середн. зас.	0.15-0.3	0.2-0.4	0.4 – 0.6	0.25 - 0.4	0.2-0.3	0.25-0.4
Сильно зас.	0.3-0.7	0.4-0.6	0.6 – 0.9	0.4 – 0.6	0.3 - 0.5	0.4 - 0.6
Дуже сильно	>0.7	>0.8	>0.9	>0.6	>0.5	>0.6

Розрахунок запасів солей в ґрунті.

Вміст солей у розрахунковому шарі ґрунту визначають за формулою:

$$S = a - h - d . \quad (10.7)$$

де: **S** - вміст солей у шарі ґрунту, т/га; **a** - сухий залишок, %; **d** - об'ємна маса ,г/см; **h** - розрахунковий шар ґрунту, см.

Розрахунок промивної норми.

Розрахунок промивної норми для розсолоння мертвого шару ґрунту проводять за формулою В.Р. Волобуєва

$$M = 10000 \times a \times lg \times (S_n / S_q) . \quad (10.8)$$

де: M - промивна норма $\text{м}^3/\text{га}$; a – коефіцієнт солевіддачі ґрунту; S_n - вміст солей в промивному шарі ґрунту до початку промивки, %; S_q - допустимий залишок солей після промивки.

Таблиця 10.4

Типи засолення ґрунтів

Ґрунти	Тип засолення			
	Хлоридний	Сульфатно-хлоридний	Сульфатно-натрієві	Сульфатно-натрійкалієві
Глинисті	2,7	2,8	3,0	3,3
Глинисті, суглинисті	1.22	1,32	1.42	1.78
Серельносуглинисті	0.92	1.02	1.12	1.46
Легкосугл. супіщані	0.62	0.72	0.82	1.18

Висновки:

1. Описати причини утворення засолених ґрунтів.
2. За величиною сухого залишку зробити висновок про ступінь засолення ґрунту.
1. Від чого залежить ступінь і характер.
2. Вказати основні екологічні наслідки засолення ґрунтів.
3. Розробити заходи щодо розсолоння ґрунтів.

Завдання для перевірки знань та самостійної роботи:

1. Основні причини утворення засолених ґрунтів.
2. Суть солонцевого процесу ґрунтоутворення.
3. Що покладено в основу класифікації засолених ґрунтів?
4. Охарактеризуйте основні властивості засолених ґрунтів.
5. Ґрунтовий розчин та методи його виділення з ґрунту.
6. Що являє собою водна витяжка?
7. З якою метою виконується аналіз водної витяжки?
8. Як визначається сухий залишок і на що він вказує?
9. Принципи методів визначення іонів Ca , Mg , HCO_3 , Cl .
10. Суть катіонітового методу визначенні SO_4 .
11. Як розраховується вміст іонів Na ?

- 12.Оформлення даних результатів водної витяжки.**
- 13.Визначення ступеня та характеру засолення ґрунтів.**
- 14.Заходи щодо розсолоння ґрунтів.**

Рекомендована література

1. Веремеєнко С. І., Кравчук М. М., Довбиш Л. Л. Лісове ґрунтознавство : навч. посібник. Житомир : Новоград, 2023. 300 с.
2. Гнатенко О. Ф., Капштик М.В ., Петренко Л. Р., Вітвіцький С. В. Ґрунтознавство з основами геології : навч. посібник. К. : Оранта, 2005. 648 с.
3. Боднарук Я. М., Довбиш Л. Л., Кравчук М. М, Матвійчук Б. В. Генетико-морфологічна характеристика ґрунтів Полісся : методичні поради. Житомир : ЖНАЕУ, 2011. 62 с.
4. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство : підручник. Чернівці : Книги – ХХІ, 2004. 400 с.
5. Полупан М. І., Сол овей В. Б., Кисіль В. І., Величко В. А. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. К. : Колобів, 2005. 303 с.
6. Класифікація ґрунтів України / За ред. М. І. Полупана. К. : Аграрна наука, 2005. 300 с.
7. Практикум з ґрунтознавства : навч. посібник / За ред. Д. Г Тихоненка і В. В. Дегтярьова. Вінниця : Нова книга, 2008. 448 с.
8. Методичні вказівки для виконання лабораторних та самостійних робіт з дисципліни «Ґрунтознавство» здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» денної та заочної форм навчання з елементами дуальної освіти (Видання друге. Зі змінами та доповненнями). [Електронне видання] / В. М. Фурман, О. С. Мороз. Рівне : НУВГП, 2024. 52 с.

Зміст

Вступ.....	3
Техніка безпеки при роботі в лабораторії.....	4
Лабораторна робота №1 Відбір ґрунтових зразків.....	7
Лабораторна робота № 2 Визначення гранулометричного складу ґрунтів. Частина 1. Лабораторні методи визначення гранулометричного складу ґрунтів.....	11
Лабораторна робота № 2 Визначення гранулометричного складу ґрунтів. Частина 2. Польові методи визначення гранулометричного (механічного) складу ґрунту.....	19
Лабораторна робота № 3 Визначення вмісту гумусу в ґрунті.....	24
Лабораторна робота № 4 Визначення фізико-механічних властивостей ґрунт. Частина 1 Визначення набухання та усадки ґрунту.....	28
Лабораторна робота № 4 Визначення фізико-механічних властивостей ґрунту Частина 2 Визначення твердості ґрунту.....	30
Лабораторна робота № 5 Визначення вбирної здатності ґрунту.....	32
Лабораторна робота № 6 Визначення актуальної та потенційної кислотності ґрунту. Частина 1. Визначення актуальної та обмінної кислотності ґрунтів.....	35
Лабораторна робота № 6 Визначення актуальної та потенційної кислотності ґрунту Частина 2. Визначення гідролітичної кислотності.....	39
Лабораторна робота № 7 Визначення агрегатного складу твердої фази ґрунту.....	41
Лабораторна робота № 8 Визначення фізичних властивостей ґрунту. Частина 1. Визначення щільності ґрунту.....	44
Лабораторна робота № 8 Визначення фізичних властивостей ґрунту. Частина 2. Визначення щільності твердої фази ґрунту.....	46
Лабораторна робота № 9 Вивчення водних властивостей ґрунту. Частина 1 Визначення повної вологоємності та водовіддачі.....	49

Лабораторна робота № 9 Вивчення водних властивостей ґрунту. Частина 2. Визначення швидкості та висоти капілярного підняття та капілярної вологосмності ґрунту.....	53
Лабораторна робота № 10 Аналіз водної витяжки.....	56
Рекомендована література.....	66