

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

05-01-307М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи
з навчальної дисципліни «Ґрунтознавство» (Частина 2)
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
денної (з елементами дуальної освіти) та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості
ННІАЗ
Протокол № 6 від 19.12.2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Ґрунтознавство» (Частина 2) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної (з елементами дуальної освіти) та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Веремеєнко С. І., Опанасюк Т. С. – Рівне : НУВГП, 2023. – 44 с.

Укладачі: Веремеєнко С. І., доктор сільськогосподарських наук; професор кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства ім. С. Т. Вознюка; 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 201 «Агрономія»

Колесник Т. М.

© С. І. Веремеєнко,
Т. С. Опанасюк, 2023
© НУВГП, 2023

ЗМІСТ

	стор.
Вступ	4
Техніка безпеки при роботі в лабораторії	5
1. Відбір зразків ґрунту та підготовка їх до аналізу	7
2. Визначення гігроскопічної вологи в ґрунті	12
3. Визначення щільності твердої фази (питомої маси) ґрунту	15
4. Визначення щільності складання (об'ємної маси) ґрунту	17
5. Визначення гранулометричного (механічного) складу ґрунту	20
6. Визначення кислотності ґрунту	26
7. Визначення суми обмінних основ в ґрунті за методом Каппена-Гільковиця і розрахунок ступеня насичення ґрунту основами	31
8. Визначення загального вмісту гумусу в ґрунті (<i>метод І. В. Тюріна в модифікації В. М. Симакова</i>) (ДСТУ 4289:2004)	35
9. Визначення лужногідролізованого азоту в ґрунті за методом Корнфілда	38
10. Визначення рухомих форм фосфору та калію за методом Кірсанова	41
11. Визначення рухомих форм калію за методом Кірсанова	43
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	44

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:

1. Забороняється концентровані кислоти, луки, аміак, пергідроль набирати піпеткою. Вказані розчини можна заливати із бюретки або набирати автоматичною піпеткою.

2. Із більших ємностей наливають вказані речовини через лійку, маючи при цьому фартух із плівки або дермантину і захисні окуляри, руки захищаються гумовими рукавицями.

3. Не нахилити великий бутиль, який стоїть на підлозі, а повертати його, припіднімаючи. Робити це краще вдвох.

4. Концентровані кислоти соляну, азотну, аміак, пергідроль – наливають тільки під тягою у витяжній шафі.

5. При розбавленні концентрованої сірчаної, при змішуванні сірчаної і азотної кислот, при змішуванні речовин, які супроводжуються виділенням тепла, необхідно використовувати лише тонкостінний хімічний посуд.

6. При використанні концентрованих кислот для приготування розчинів щоб запобігти розбризкуванню при нагріванні приливають кислоту у воду, а не навпаки.

6. 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:

1. *Порізи склом* – вийняти уламки скла з ранки, злегка протерти її чистою марлею або ватою і залити порізі йодом.

2. *Опік 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.

3. *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.

4. *Опік очей концентрованими кислотами* – ретельно промити око 2-5% розчином двовуглекислої соди – NaHCO_3 або бури ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$).

5. *Опік міцними лугами* – обробити обпечене місце слабкою кислотою (2% розчином борної, оцтової, лимонної кислоти).

6. *Опіки очей лугами* – ретельно промити око водою і після цього промити 2% розчином борної кислоти.

7. *Отруєння газами* – вивести потерпілого на чисте повітря, якщо потрібно зробити штучне дихання і дати вдихнути кисень. Старанно провітрити приміщення.

8. *Попадання кислот на одяг* – якщо поблизу є вода швидко змити кислоту, потім обробити це місце слабким розчином соди і знову промити водою. Якщо води поблизу немає обробити місце з кислотою слабким розчином соди потім водою.

9. *Попадання на одяг концентрованих лугів* – те саме, що і у попередньому випадку тільки замість соди обробляють місце оцтовою кислотою.

10. *Виникнення пожежі* – негайно закрити вогонь ковдрою або засипати піском (залежно від характеру пожежі).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1 **ВІДБІР ЗРАЗКІВ ҐРУНТУ ТА ПІДГОТОВКА ЇХ ДО** **АНАЛІЗУ**

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

Завдання: 1. Вивчити теоретичні положення щодо закладки розрізів при проведенні ґрунтових обстежень згідно ДСТУ ISO 10381:2004, формування середніх і індивідуальних проб ґрунту та закладки розрізів.

2. Навчитись відбирати зразки ґрунту з різних генетичних горизонтів та готувати їх до аналізу.

Польове вивчення ґрунту для визначення (чи уточнення) його назви проводиться за допомогою закладки ґрунтового розрізу. У вибраному для розрізу місці копають яму (рис. 2.1).

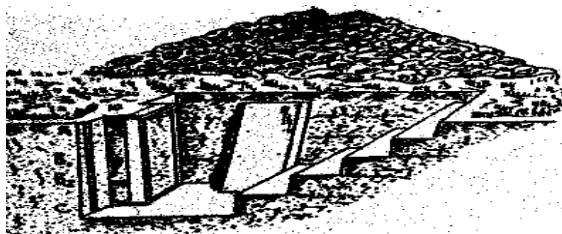


Рис. 2.1. Грунтовий розріз

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.

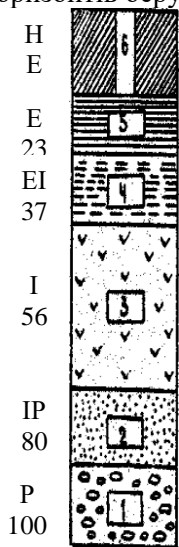
Розріз акуратно засипають зразу ж після його опису і відбору зразків. При засипанні спочатку засипають нижні горизонти, останнім засипають верхній гумусовий горизонт. При засипанні ґрунт помірно ущільнюють.

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. 2.2. 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 10 см. Якщо потужність горизонту менше 10 см, зразок 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.

Рис. 2.2. Схема відбору ґрунтових зразків по генетичних горизонтах

Краще відбирати зразки знизу вверх, 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. 2.3). У разі відсутності бура точкову пробу можна відібрати звичайною штиковою лопатою.

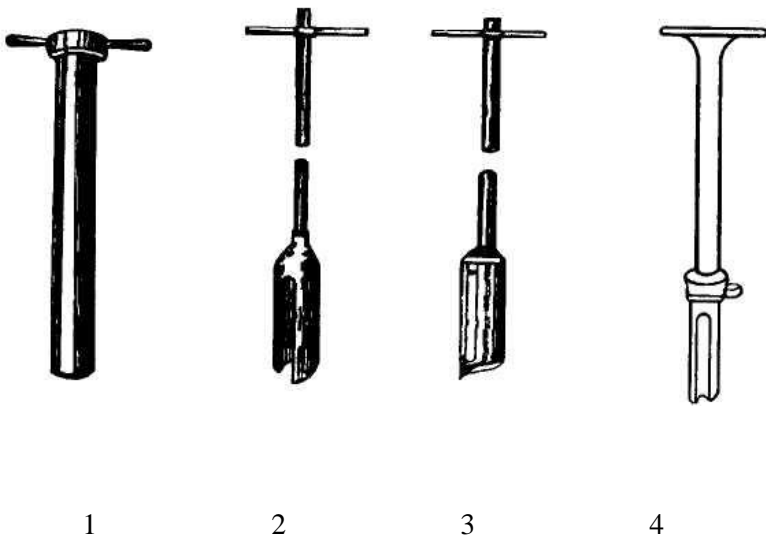


Рис. 2.3. Бури для відбору проб ґрунту

1. Качинського; 2. Ізмаїльського; 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).

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Перерахуйте устаткування і матеріали, що використовуються під час відбирання проб.

2. Вкажіть максимальні площі репрезентативності точки відбирання проб за різних видів обстеження залежно від категорії ґрунтового покриву.

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 ГІГРОСКОПІЧНОЇ ВОЛОГИ В ҐРУНТІ

Мета роботи: Визначити вміст гігроскопічної вологи у ґрунті та розрахувати коефіцієнт гігроскопії.

Суть методу визначення гігроскопічної вологи полягає у висушуванні ґрунту до постійної маси.

В ґрунті, в повітряно-сухому стані, завжди міститься якась кількість гігроскопічної вологи.

Гігроскопічною (адсорбованою) вологою називають таку кількість пароподібної вологи, яка поглинається і міцно утримується поверхнею ґрунтових частинок із навколишнього повітря.

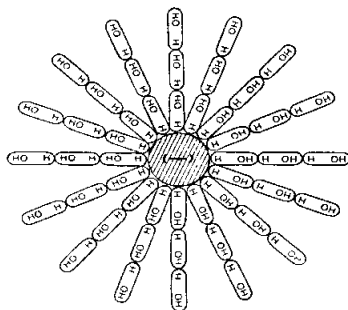


Рис. 2.3. Схема утворення гігроскопічної вологи
(за І.П. Герасимовим та М.А. Глазовською)

Ця волога знаходиться у рівновазі з пароподібною вологою атмосфери і характеризується вологістю повітряно-сухого ґрунту. Вміст гігроскопічної вологи в ґрунтах різний і залежить, в першу чергу, від відносної вологості повітря, ступеня дисперсності ґрунту (вмісту мулистих і колоїдних частинок), вмісту органічної речовини, присутності деяких солей (CaCl_2 , MgCl_2).

Вміст гігроскопічної вологи у різних ґрунтах коливається від 0,5 до 5%. Легкі за гранулометричним складом ґрунти (піщані, супіщані) містять не більше 0,5-1,0% гігроскопічної вологи з помітним її збільшенням у суглинкових та глинистих ґрунтах.

Гігроскопічну вологу визначають для того, щоб розрахувати поправочний коефіцієнт (коефіцієнт гігроскопічної вологи K_g) на абсолютно сухий ґрунт, тому що всі подальші розрахунки проводитимуться на цей стан ґрунту.

ХІД РОБОТИ. Алюмінієві бюкси висушують в сушильній шафі протягом трьох годин при температурі 105°C і зважують. В попередньо зважений на аналітичній вазі бюкс поміщають близько 5 г підготовленого до аналізу повітряно-сухого ґрунту. Потім зважують бюкс з ґрунтом на аналітичній вазі, після чого ставлять в сушильну шафу для висушування при температурі 105° протягом 6-8 годин. Після висушування закритий бюкс з ґрунтом охолоджують в ексикаторі й знову зважують на аналітичній вазі. При цьому кришки повинні бути закриті, бо

абсолютно сухий ґрунт сильно вбирає вологу з повітря і знову стає повітряно-сухим.

Результати зважування записують у таблицю за формою:

№ бюкса	Маса порожнього бюкса	Маса бюкса з ґрунтом до висушування	Маса бюкса з ґрунтом після висушування	Маса випарованої вологи, г, (<i>a</i>)	Маса абсолютно сухого ґрунту, г (<i>в</i>)	Гігроскопічна волога, % (<i>X</i>)	Коефіцієнт гігроскопії, (<i>Kz</i>)

Величина гігроскопічної вологи вираховується за формулою

$$X, \% = \frac{a \cdot 100}{в}$$

де

a – маса випарованої вологи, г;

в – маса абсолютно сухого ґрунту, г.

Масу випарованої (гігроскопічної) вологи (*a*) отримаємо, якщо від маси бюкса з ґрунтом до висушування віднімаємо масу бюкса з ґрунтом після висушування, а при вираховуванні маси порожнього бюкса від маси бюкса з сухим ґрунтом, отримаємо масу абсолютно сухого ґрунту (*a*).

Вміст гігроскопічної вологи дає змогу вирахувати поправку (коефіцієнт) на абсолютно сухий ґрунт (*Kz*) за формулою:

$$Kz = \frac{x + 100}{100}$$

Сутність коефіцієнта гігроскопії полягає в тому, що він показує скільки треба взяти ґрунту в повітряно-сухому стані, щоб отримати 1 г ґрунту в абсолютно сухому стані.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке гігроскопічна волога?
2. Від чого залежить вміст гігроскопічної вологи в ґрунті та яка кількість її в різних ґрунтах?
3. З якою метою визначається гігроскопічна волога?
4. Що таке коефіцієнт гігроскопії та як він вираховується?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ТВЕРДОЇ ФАЗИ (ПИТОМОЇ МАСИ) ҐРУНТУ

Мета роботи – визначити показник щільності твердої фази ґрунту.

Суть методу визначення щільності ґрунту полягає у визначенні об'єму води або інертної рідини, який відповідає об'єму ґрунту, взятого для аналізу.

Щільність твердої фази ґрунту (питома маса ґрунту) – це відношення маси твердої фази ґрунту до маси води в тому ж об'ємі при температурі +4°C.

Ґрунти різних типів і навіть окремі генетичні горизонти мають неоднакову щільність твердої фази. Вона залежить від кількості органічних речовин, щільність яких рівна в середньому 1,4, і мінералогічного складу ґрунту, так як щільність різних мінералів ґрунтів коливається від 2,5 до 3,8. До складу мінеральної частини ґрунту як основні мінералів входять кварц, польові шпати, глинисті мінерали, які мають щільність в межах 2,40-2,80 г/см³. Щільність гумусу становить 1,20-1,40 г/см³.

В більшості випадків щільність твердої фази ґрунту в середньому рівна 2,5-2,65.

Бідні на органічну речовину, легкі за гранулометричним складом дерново-підзолисті ґрунти, які сформувались на льодовикових та водно-льодовикових породах, вирізняються великою щільністю твердої фази (2,7-3,0). Чорноземні ґрунти, з високим вмістом гумусу (7-10%), мають щільність 2,2-2,3, а торф'яники та торфові ґрунти – 1,4-1,8.

Щільність твердої фази ґрунту свідчить про його мінералогічний склад та ступінь гумусованості. Показник щільності також необхідний для розрахунку пористості ґрунту.

Щільність твердої фази ґрунту визначають із перетертого зразка ґрунту, шляхом визначення об'єму любої наважки ґрунту при витісненні нею води.

ХІД РОБОТИ. З підготовленого до аналізу ґрунту беруть дві проби по 50 г і пересипають в два пікнометри (бутилки);

- в обидва пікнометри з ґрунтом доливають до половини дистильовану воду і потім змішують протягом 30 хвилин (до повного витіснення повітря);

- змити з корків ґрунт в пікнометри і долити дистильованою водою до верху пікнометра. Надлишок води в горловині “зрізати” скляною паличкою;

- сухий пікнометр з ґрунтом і водою зважити на технічній вазі;

- обидва пікнометри, після зважування, вимити дистильованою водою від ґрунту та налити новою порцією дистильованої води до верху;

- “зрізати” надлишок води в горловині скляною паличкою і зважити пікнометри з водою;

Після чого розраховують щільності твердої фази ґрунту за формулою:

$$d = \frac{50}{(50 + A) - B}$$

де:

d – щільність твердої фази ґрунту;

A – маса пікнометра з дистильованою водою;

B – маса пікнометра з водою і ґрунтом;

50 – наважка ґрунту в г.

З двох визначень береться середнє.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке щільність твердої фази ґрунту?

2. Від чого залежить щільність твердої фази?

3. Які величини щільності твердої фази в різних ґрунтах?

4. Про які властивості ґрунту судять за величиною щільності твердої фази?

5. З якою метою визначається щільність твердої фази ґрунту?

6. Яка щільність твердої фази є оптимальною для культурних рослин?

7. В яких одиницях вимірюється щільність твердої фази ґрунту?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4 ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ СКЛАДАННЯ (ОБ'ЄМНОЇ МАСИ) ҐРУНТУ

Мета роботи: Визначити щільність складання ґрунту непорушеної будови та вирахувати його пористість.

Завдання: 1. Визначити масу одиниці об'єму взятого у полі ґрунту з непорушеною будовою.

Щільність складання ґрунту (об'ємна маса) – це маса одиниці об'єму абсолютно-сухого ґрунту, взятого в непорушеному (природному) стані. Виражається вона в грамах на 1 см^3 . На відмінність від щільності твердої фази при визначенні щільності складання визнають масу ґрунту в одиниці об'єму з усіма її порами, тому показники щільності складання будуть завжди меншими показників щільності твердої фази одного і того ж ґрунту.

Ґрунт, є пористим тілом, завжди містить деяку кількість крупних і дрібних пор (проміжків) між твердими частинками, зайнятих водою та повітрям.

Щільність складання ґрунту залежить від складання, структурності, гранулометричного складу, кількості органічної речовини. Піщані та супіщані ґрунти, які містять мало органічної речовини, з погано вираженою структурою, мають щільність складання завжди більшу, ніж суглинкові ґрунти, що мають високий вміст гумусу і добре виражену грудкувату або зернисту структуру, а значить і пористість.

Орні горизонти, які мають внаслідок обробітку більш рихле складання, характеризуються меншою щільністю складання в порівнянні з нижніми горизонтами, які мають більш щільне складання.

Щільність складання ґрунту знаходиться в межах 0,9-1,8 г/см³. Більшою щільністю вирізняються ґрунти малогумусні, а також нижні горизонти профілю – в межах 1,5-1,8 г/см³. Щільність торфових ґрунтів менше 1 г/см³.

Показник щільності складання потрібний для розрахунку пористості ґрунту, а також при розрахунках запасів поживних речовин, вологи, гумусу в ґрунті, тощо.

Щільність складання ґрунту використовується для розрахунку запасів різних речовин в ґрунтових горизонтах.

1. Визначення щільності ґрунту (d) буровим методом.

Його принцип полягає у відбиранні зразка ґрунту з непорушеною будовою за допомогою бура-циліндра певного об'єму.

Щільність ґрунту називають масу одиниці об'єму абсолютно сухого ґрунту з непорушеною будовою (разом з порами).

ХІД РОБОТИ. За допомогою бура-циліндра, об'ємом 50 см³, відібрати зразок ґрунту і перенести його в зважений бюкс. Бюкс з вологим ґрунтом зважити і висушити протягом 6-ти годин при t=105⁰C, після чого охолодити і зважити. Обчислити щільність ґрунту (d) за формулою:

$$d = \frac{m}{v},$$

де: m – маса абсолютно сухого ґрунту в циліндрі, г,

v- об'єм ґрунту в циліндрі, см³.

Величину щільності ґрунту використовують у вирішенні практичних задач: розрахунку пористості, вмісту повітря в порах, запасів: гумусу, поживних речовин, солей, води, норм поливу та інше.

Розрахунок пористості та аерації ґрунту.

Пористістю ґрунту (P) називають загальний або сумарний об'єм всіх пор і проміжків в одиницю об'єму ґрунту.

Характеризує сукупність всіх проміжків між механічними елементами та структурними агрегатами і виражається у % від

об'єму ґрунту. Їх розраховують на основі даних щільності твердої фази ґрунту (D) та щільності (d) за формулою

$$P_{заг} = \left(1 - \frac{d}{D}\right) \cdot 100, \%$$

де $\frac{d}{D}$ – об'єм твердої фази в одиниці об'єму ґрунту з неперушеною будовою.

ґрунтові пори можуть бути зайняті водою і повітрям (некапілярні або пори аерації).

Повітроміскість ($P_{аер}$) – це об'єм пор, заповненим повітрям при даній вологості ґрунту. Вона розраховується за формулою:

$$P_w = W_{ваг} \cdot d, \%$$

де: P_w – об'єм пор, зайнятих водою, % (або вологість ґрунту в об'ємних процентах).

Аерація ґрунту вважається недостатньою і вимагає агротехнічних заходів якщо величина її становить менше 10-15 % відсотків об'єму ґрунту.

Пористість обумовлює глибину промочування ґрунту, капілярне підняття ґрунтових вод та процеси випаровування.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке щільність складання ґрунту?
2. Від чого залежить щільність складання?
3. Які величини щільності складання в різних ґрунтах?
4. Де використовується показник щільності складання?
5. Яка щільність верхніх горизонтів ґрунту є оптимальною для культурних рослин?
6. Як з глибиною змінюється щільність ґрунту?
7. В яких одиницях вимірюється щільність ґрунту?
8. Що таке пористість ґрунту і як вона розраховується?
9. Які є види пористості ґрунту?
10. В яких порах знаходиться доступна для рослин вода?
11. Яка шпаруватість (пористість) повинна бути в орних горизонтах ґрунтів?

12. В яких одиницях вимірюється шпаруватість ґрунту?
13. Від яких показників залежить шпаруватість ґрунту?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5 **ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО** **(МЕХАНІЧНОГО) СКЛАДУ ҐРУНТУ**

Мета роботи: Зробити аналіз гранулометричного складу ґрунту піпетковим методом і назвати ґрунт за гранулометричним складом за двочленною класифікацією (за Н. А. Качинським).

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.

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.

Більшість методів аналізу дрібнозему ґрунту оснований 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.

Тобто, швидкість падіння частинок буде рівна:

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

де V – швидкість падіння частинок, см/сек

– постійний коефіцієнт,

g – прискорення сили тяжіння, рівне 981 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:

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

б) 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:

- 1) підготовка ґрунту (зразка) до аналізу;
- 2) розподіл його на фракції.

ХІД РОБОТИ.

1. Підготовка зразка:

- а) беруть наважку 5 г ґрунту і поміщають в чашку діаметром 10-12 см;
- б) наважку ґрунту заливають 4% розчином пірофосфату натрію (10 мл) з метою пептизації ґрунтових агрегатів;
- в) розмішують в чашці ґрунтову масу до суспензії скляною паличкою;
- г) доливають в чашку 75 мл дистильованої води і знову ретельно розмішують;
- д) готують прилад до виділення фракцій.

2. Виділення фракцій:

- а) більшу частину суспензії з чашки зливають через лійку в склянку (балончик) на приладі і доводять рідину до рівня середньої риски на балончику;
- б) знімають лійку, закривають балончик гумовим корком і збовтують рідину з ґрунтом, хитаючи балончик донизу і доверху 5 разів;
- в) закріплюють балончик на штативі й помічають час у хвилинах;
- г) через 5 хвилин, не знімаючи балончика зі штатива, відкривають затискач на виливній трубці балончика і зливають рідину до нижньої риски;
- д) 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 пилу.

е) 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 пилу (0,05-0,01 мм);

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

з) змиті часточки крупного пилу в великому стакані повинні осісти, після чого змиваються в пікнометр і зважуються;

є) 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:

Пісок, % = $32,12 \times (B_1 - A)$; де

A – маса пікнометра з водою;

B₁ – маса пікнометра з водою і піском.

Крупний пил, % = $32,12 \times (B_2 - A)$; де:

B₂ – маса пікнометра з крупним пилом.

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

Кінцеві результати аналізу гранулометричного складу ґрунту записуються за такою схемою:

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

Таблиця 2.1.

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-	Степовий тип ґрунтоутворення	Солончі та солонцюваті	Підзолистий тип ґрунтоутворення	Степовий тип ґрунтоутворення	Солончі та солонцюваті	
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 2.2.

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	0,001-0,0005 мм
		мул тонкий	0,0005-0,0001 мм
		колоїди	0,0001 мм і менше
молекулярні та іонні розчини	1×10^{-6} мм		

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

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 найбільш 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 (пісок, супісок, суглинок легкий, середній і важкий, глина легка, середня, важка).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6 ВИЗНАЧЕННЯ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТУ

Мета роботи – навчитись визначати кислотність ґрунту та норму внесення вапнякового матеріалу.

Завдання: 1. Вивчити види кислотності, особливості їх лабораторного визначення та практичного застосування результатів аналізу.

2. Визначити актуальну, обмінну і гідролітичну кислотність зразка ґрунту.

3. На основі аналізу результатів лабораторного визначення видів кислотності зробити обґрунтовані висновки щодо потреби у вапнуванні та норми внесення вапнякового матеріалу.

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.

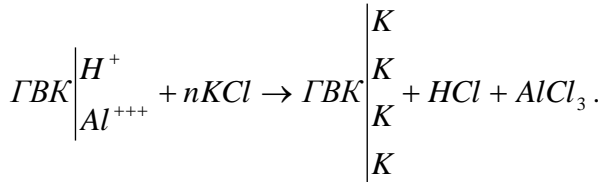
АКТУАЛЬНА КИСЛОТНІСТЬ (активна) – кислотність ґрунтового розчину. Залежить від кількості водневих іонів, які безпосередньо знаходяться в ґрунтовому розчині і позначаються символом рН водної витяжки, рН – від'ємний логарифм концентрації водневих іонів, виражений в грам еквівалентах на 1 літр.

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.

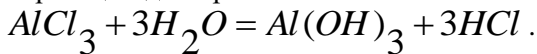
ПОТЕНЦІАЛЬНА КИСЛОТНІСТЬ – це кислотність, яка зумовлена наявністю водневих іонів і алюмінію в ґрунтовому поглинальному комплексі. Проявляється в результаті взаємодії ґрунту з розчином солей або основ. Вона впливає на рівень актуальної кислотності: чим більша потенціальна кислотність, тим вища кислотність 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 (грунтового 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. КСl 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 CH_3COOH^{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.

1. Визначення актуальної та обмінної кислотності ґрунтів (рН водної і сольової витяжки) потенціометричним методом

Мета лабораторної 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 склянкою паличкою протягом 3-4 хвилин.

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

$$pH_{H_2O} = \quad ; \quad pH_{KCl} = \quad .$$

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

2. Визначення гідролітичної кислотності.

Мета лабораторної 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:

$$H_{г} = \frac{a \cdot F \cdot 100 \cdot 1,75 \cdot K \cdot 0,1}{H}, \text{ де}$$

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;

К – коефіцієнт гігроскопії.

Розрахунок норми вапна проводиться за формулою:

$\text{CaCO}_3 \text{ т/га} = 0,05 \times H_2 \times h \times dv$, де:

0,05 – коефіцієнт перерахунку в CaCO_3 ;

H_2 – гідролітична кислотність в мг/екв на 100 г ґрунту;

h – потужність орного шару;

dv – щільність складання ґрунту, г/см³.

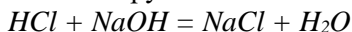
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

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 СУМИ ОБМІННИХ ОСНОВ В ҐРУНТІ ЗА МЕТОДОМ КАПШЕНА-ГІЛЬКОВИЦЯ І РОЗРАХУНОК СТУПЕНЯ НАСИЧЕННЯ ҐРУНТУ ОСНОВАМИ

Мета роботи – визначити суму увібраних основ і розрахувати ступінь насичення ґрунтів основами.

Суть методу. Метод заснований на обробці ґрунту точно визначеною кількістю 0,1 н розчину НСІ. При взаємодії НСІ з ґрунтом катіони водню соляної кислоти витісняють з ГВК обмінні катіони (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ та ін.) і стають на їх місце у еквівалентній кількості. Обмінна реакція між ґрунтом і розчином НСІ відбувається за схемою Кількість НСІ, що залишилася, визначають титруванням:



Знаючи вміст кислоти до і після взаємодії з ґрунтом, за різницею визначають суму обмінних катіонів.

Сукупність високодисперсних мінеральних, органічних і орґано-мінеральних частинок твердої фази ґрунту, здатних поглинати, утримувати і обмінювати молекули, іони, різні речовини та сполуки називається ґрунтовим вбирним комплексом(ГВК).

Кожному ґрунту властиві певні обмінні катіони. Наприклад, у складі обмінних катіонів чорноземів та каштанових ґрунтів переважають Ca^{2+} і Mg^{2+} ; дерново-підзолистих — H^+ і Al^{3+} ; солонцях — Na^+ ; болотних — Fe^{3+} . У кожній із згаданих ґрунтових відмін поряд з основними містяться й інші катіони. Наприклад, у чорноземах — K^+ , Na^+ , H^+ ; дерново-підзолистих ґрунтах — Ca^{2+} , Mg^{2+} ; солонцях — Ca^{2+} , Mg^{2+} та інші. Дуже важливим є співвідношення у ґрунтовому колоїдному вбирному комплексі між обмінними катіонами H^+ і Al^{3+} та Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ .

Перші характеризують потенціальну кислотність ґрунту, а другі — суму увібраних основ (S). Отже, можна записати:

$$C = H_{\text{г}} + S.$$

Сума увібраних основ визначається як загальна кількість катіонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , які витісняються з некарбонатних і незасолених ґрунтів. Кількісно вона може співпадати з місткістю катіонного обміну ($S = C$), але може і суттєво відрізнитися. В більшості ґрунтів $C > S$. Вміст у ґрунті обмінних катіонів виражають у міліграмеквівалентах (1/1000 г-екв) на 100 г ґрунту.

ґрунти, що не мають увібраних H^+ і Al^{3+} , а лише увібрані основи, кількість яких відповідає місткості катіонного обміну, називають *насиченими основами*. ґрунти, які крім поглинутих

основ містять H^+ і Al^{3+} , називають *ненасиченими основами*, в них завжди $S < C$.

При вирішуванні питань вапнування ґрунтів треба знати не лише кількісний склад увібраних катіонів. Важливим показником є ступінь насиченості ґрунтів основами. Тобто показник, який показує в якій мірі ґрунтовий колоїдний вбирний комплекс насичений основами. Розраховують його за формулою Д. Хиссинка:

$$V = \frac{S \cdot 100}{E} \text{ або } \frac{S \cdot 100}{S + H},$$

де V — ступінь насиченості ґрунту основами, % від МКО;
 V_S

S — сума увібраних основ, мг-екв на 100 г ґрунту;

C — місткість катіонного обміну, мг-екв на 100 г ґрунту;

H_g — гідролітична кислотність, мг-екв на 100 г ґрунту;

100 — коефіцієнт для перерахунку в проценти.

Ступінь насичення ґрунту основами характеризує вбирну здатність і кислотність ґрунтів. Чим більше ґрунт насичений основами, тим менше у вбирному комплексі його іонів водню.

За ступенем насиченості ґрунтового колоїдного вбирного комплексу основами ґрунти поділяють на 5 груп:

Дуже низький – <30 %

Низький – 30,1-50,0 %

Середній – 50,1-70,0 %

Підвищений – 70,1-90,0 %

Високий – >90 %

ХІД РОБОТИ. На технічній вазі відважують 20 г ґрунту, пересипають в склянку й доливають туди 100 мл 0,1 н розчину HCl .

Склянку закривають корком і збовтують 1 годину. Потім розчин відфільтровують. З прозорого фільтрату беруть 50 мл в колбочку, додають 2-3 краплі фенолфталеїну і титрують 0,1 н.

розчином $NaOH$ до слабо рожевого кольору, який не зникає протягом 1 хвилини.

Одночасно роблять холосте визначення: відтитровується 50мл 0,1 н. розчину HCl розчином 0,1 н. $NaOH$.

Розрахунок проводять за формулою:

$$S = \frac{(a-b) \cdot 2 \cdot 100 \cdot H \cdot K}{C}, \text{ де}$$

a – кількість 0,1 н. розчину $NaOH$, витраченого на титрування при холостому визначенні, мл;

b – кількість розчину $NaOH$, витраченого на титрування для визначення суми обмінних основ, мл;

2 – коефіцієнт для перерахунку на весь об'єм розчину (100 мл);

100 – коефіцієнт для перерахунку на 100 г ґрунту;

H – нормальність розчину $NaOH$;

C – наважка ґрунту;

K – коефіцієнт гігроскопії.

Розрахунок ступеня насиченості ґрунтів основами проводиться з урахуванням суми обмінних основ за формулою:

$$V, \% = \frac{S}{E} \cdot 100, \text{ або } V, \% = \frac{S}{S+Hr} \cdot 100, \text{ де}$$

S – сума обмінних основ, мг/екв;

E – ємність поглинання;

Hr – гідролітична кислотність, мг/екв.

Ступінь насичення ґрунту основами характеризує потребу ґрунту у вапнуванні:

1. Якщо V менше ніж 60% ґрунт потребує вапнування в першу чергу.
2. Якщо $V=60-70\%$ – середня потреба у вапнуванні.
3. Якщо $V=70-80\%$ – слабка потреба у вапнуванні.
4. Якщо $V=80\%$ і вище- ґрунт вапнування не потребує.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке ґрунтовий вбирний комплекс?
2. Що таке обмінні катіони і які вони бувають у різних типах ґрунтів?
3. Що таке сума обмінних основ?
4. Від чого залежить значення цього показника?
5. Шляхи регулювання складу обмінних катіонів у ґрунті.
6. Що таке ступінь насичення ґрунтів основами?
7. На які групи поділяють ґрунти за ступенем насичення основами?
8. Які ґрунти вважаються насиченими і ненасиченими на основи?
9. За якого ступеня насиченості ґрунту основами його потрібно вапнувати?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8 ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО 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 запас.

Суть методу ґрунтується на окисненні вуглецю гумусу 0,4 н. розчином двохромовокислого 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.

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:

$$X = \frac{(a-b) \cdot F \cdot 0,0010362100 \cdot K}{c}, \text{ де}$$

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:

Запаси, т/га = X х h х dv, де:

X – вміст гумусу в ґрунті, %;

h – потужність орного шару;

dv – щільність складання ґрунту, г/см³.

Таблиця 2.3.

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 0 – 20 см 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.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

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?

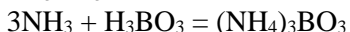
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9 ВИЗНАЧЕННЯ ЛУЖНОГІДРОЛІЗОВАНОГО АЗОТУ В ҐРУНТІ ЗА МЕТОДОМ КОРНФІЛДА

Мета роботи: У підготовлених зразках ґрунту визначити вміст лужногідролізованого азоту.

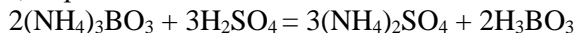
Кількість азоту, визначена за методом Корнфілда, характеризує ступінь окультуреності ґрунтів, а також ступінь

забезпеченості азотом, оскільки вміст його в основних типах ґрунтів має тісну кореляційну залежність між вмістом гумусу, загальним вмістом азоту та нітрифікаційною здатністю ґрунту.

Суть методу. Метод ґрунтується на лужному гідролізі органічних азотовмісних сполук ґрунту під дією на нього 1-нормального розчину в термостаті при 28⁰С в чашці Конвея з пришліфованою кришкою протягом двох діб. Це умовно імітує процес окислення і розчинення кореневою системою рослин ризосферної мікрофлори. Внаслідок цього азот обмінного амонію, вільного і ввібраного аміаку, амідів, частково моноамінокислот, аміносахарів (глюкозоаміни, галактозоаміни) та деяких інших сполук виділяється з ґрунту у вигляді NH₃, який завдяки дифузії потрапляє у внутрішнє відділення чашки і поглинається розчином H₃BO₃.



Після закінчення гідролізу аміак кількісно визначають титруванням 0,1н розчином H₂SO₄.



За кількістю сірчаної кислоти, витраченої на титрування, визначають вміст азоту в розчині. Метод Корнфілда не враховує нітратів, які є в ґрунті. Тому на сильногумусових ґрунтах, в яких може бути значна кількість нітратів цей метод дає менш високу кореляцію з урожаєм рослин.

ХІД РОБОТИ. 2 г ґрунту вміщують в одне із зовнішніх відділень чашки Конвея. У внутрішню частину наливають 2 мл 2% розчину борної кислоти і додають 2 краплі індикатора Гроака. Потім у зовнішню частину чашки приливають 5 мл 1,0 н розчину NaOH, не допускаючи змочування ґрунту. Для цього чашку слід тримати злегка нахиленою до перегородки. Не змінюючи положення, чашку накривають кришкою. Обережними коловими рухами чашки протягом 1 хв. ґрунт змішують з розчином NaOH. Потім чашку ставлять у термостат при 28С на 48 годин. Після цього її виймають, знімають кришку і відтитровують аміак, який поглинувся борною кислотою. Титрують з мікробюретки 0,01н H₂SO₄ розчином до переходу зеленого забарвлення у фіолетово-червоний.

Для поправки на можливе забруднення реактивів проводять контрольний дослід. Все роблять так як описано раніше, тільки без наважки ґрунту. Величину азоту, добуту при контрольному визначенні віднімають від даних аналізів.

Вміст азоту (N), мг/кг ґрунту, обчислюють за формулою:

$$N = \frac{y \cdot 0,28 \cdot 1000}{m}, \text{ де}$$

y – кількість точно 0,01н розчину H₂SO₄, витраченої на титрування зв'язаного аміаку, мл;

0,28 – кількість азоту, яка відповідає 1 мл 0,01н розчину H₂SO₄, мг;

1000 – для перерахунку на кг ґрунту;

m – маса наважки ґрунту, г.

Групування ґрунтів за вмістом гідролізованого азоту, рекомендоване для обласних проектно-пошукових станцій, наведено в таблиці.

Кількість лужногідролізованого азоту за Корнфілдом становить для більшості ґрунтів 4 – 6%, а інколи 8 – 10% загального азоту.

Відносити всю цю кількість до засвоюваної рослинами не можна.

Таблиця 2.4.

Групування ґрунтів за вмістом гідролізованого азоту, визначеного методом Корнфілда

№ групи	Ступінь забезпеченості гідролізованим азотом	N мг/кг ґрунту
1	Дуже низький	До 100
2	Низький	101 – 150
3	Середній	151 – 200
4	Підвищений	> 200

Рослини використовують лише частину азоту, яка вилучається, а решта становить потенціальний запас і може бути використана ними найближчим часом.

На основі зіставлення даних врожайності у польових умовах з результатами визначення легкогідролізованого азоту за Корнфілдом запропоновано орієнтовні індекси забезпеченості рослин азотом, мг/кг ґрунту: до 80 – висока потреба в азотних добривах; 80 – 160 – середня; 160 – 200 низька; більш як 200 потреби азотних добрив немає.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10 **ВИЗНАЧЕННЯ РУХОМИХ ФОРМ ФОСФОРУ ТА КАЛІЮ** **ЗА МЕТОДОМ КІРСАНОВА**

Мета роботи – у підготовлених наважках ґрунту визначити вміст рухомої фосфорної кислоти та калію.

Суть методу. Рухомою фосфорною кислотою називають ту частину сполук фосфору ґрунту, яка легко розчиняється у воді та інших розчинниках (в органічних і мінеральних кислотах слабкої концентрації та ін.) Ця частина сполук фосфору є найбільш доступною для рослин.

Для кислих ґрунтів найбільш поширеним методом визначення фосфорної кислоти є метод, розроблений А.І. Кірсановим.

Сутність цього методу полягає в тому, що фосфорну кислоту витягують з ґрунту 0,2 н розчином соляної кислоти, а потім визначають колориметрично за інтенсивністю фосфорно-молібденової сині, яка утворюється при додаванні до розчину неорганічного фосфату (ґрунтовій витяжці) визначеної кількості молібденово-кислого амонію і відновленням комплексного фосфорно-молібденової сполуки хлористим оловом у фосфорно-молібденову синь.

Чим більше в досліджуваному розчині міститься фосфорної кислоти, тим вища концентрація сполуки, яка утвориться, а відповідно, – й інтенсивність забарвлення.

За вмістом рухомої фосфорної кислоти можна судити про забезпеченість рослин фосфором. Чим менше міститься в ґрунті доступних фосфатів, тим вища потреба рослин у фосфорних добривах.

ХІД РОБОТИ. Відважити на технічній вазі 5 г ґрунту, який пропущений через сито з отворами 1 мм. Перенести ґрунт в конічну колбу на 100 мл і долити піпеткою 25 мл 0,2 н розчину НСІ. Збовтувати вміст колби протягом 1 хв. І залишити на 15 хв., щоб постояло. Після 15 хв. відстоювання профільтрувати розчин через беззольний фільтр. 1-2 мл. Фільтрату помістити в мірну колбу на 50 мл., розбавити дистильованою водою до об'єма 30-40 мл., додати 2мл розчину молібденово-кислого амонію, довести до мітки і перемішати. Додати 3 краплі хлористого олова і знову перемішати. Через 10-15 хв. проколориметрувати. Одночасно провести холосте визначення.

Розрахунок результатів аналізу проводять за формулою:

$$x = \frac{100 \cdot B \cdot c}{H \cdot A}, \text{ мг } P_2O_5 \text{ на } 100 \text{ г ґрунту}$$

де: Н – наважка ґрунту, взята для аналізу, г;

С – кількість мл 0,2н. НСІ;

А – кількість мл витяжки, взятої для колориметрування;

В – відрахунок по графіку.

Записати отримані значення витяжок в таблицю.

Таблиця 2.5.

Оформлення результатів вимірювань.

Назва об'єкту	Значення на приладі	Значення P_2O_5 на графіку	Вміст P_2O_5 в ґрунті, мг на 100 г	Забезпеченість рухомих P_2O_5

Таблиця 2.6.

Ступінь забезпечення рухомим фосфором

Ступінь забезпечення рухомим фосфором	Вміст P_2O_5 в ґрунті, мг на 100 г	
	мінеральні	торф'яно-болотні і торф'яні
1. Дуже низька	0,1-3,0	до 10
2. Низька	3,1-6,0	10-20
3. Середня	6,1-10,0	20-40
4. Підвищена	10,1-15,0	40-60
5. Висока	15,1-25,0	60-80
6. Дуже висока	>25,0	>80

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11
ВИЗНАЧЕННЯ РУХОМИХ ФОРМ КАЛІЮ ЗА МЕТОДОМ
КІРСАНОВА**

ХІД РОБОТИ. Доступний калій витягується із ґрунту 0,2 н розчином соляної кислоти і визначається на полум'яному фотометрі.

Витяжку ґрунту, яка отримана при визначенні фосфору за методом Кірсанова, вводять в полум'я горілки і записують відлік. Знаходять вміст за графіком. Відлік по графіку відповідає концентрації K_2O в ґрунті в мг на 100 г.

Записати отримані значення витяжок в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7.

Оформлення результатів вимірювань

Назва об'єкту	Значення на приладі	Значення K_2O на графіку	Вміст K_2O в ґрунті, мг на 100 г	Забезпеченість рухомим K_2O

Таблиця 2.8.

Групування ґрунтів за вмістом доступного калію

Ступінь забезпечення доступним калієм	Вміст K_2O в ґрунті, мг на 100 г	
	мінеральні	торф'яно-болотні і торф'яні
1. Дуже низька	0,1-4,0	до 10
2. Низька	4,1-8,0	10-25
3. Середня	8,1-12,0	15-25
4. Підвищена	12,1-17,0	25-35
5. Висока	>17,0	35-50
6. Дуже висока		>50

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., Капшти 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., Соловей В. Б., Кисіль В. І., Величко В. А. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. К. : Колобіг, 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.