

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

О. І. Лялін

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для виконання лабораторних робіт
із навчальної дисципліни

«ГРУНТОЗНАВСТВО»

(для студентів 1 курсу спеціальності 206 – Садово-паркове господарство)

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2019

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт із навчальної дисципліни «Ґрунтознавство» (для студентів 1 курсу спеціальності 206 – Садово-паркове господарство) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. О. І. Лялін. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 60 с.

Укладач канд. с.-г. наук, доц. О. І. Лялін

Рецензент

С. І. Мусієнко, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою лісового та садово-паркового господарства, протокол № 1 від 29.08.2018.

ЗМІСТ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1 МЕХАНІЧНИЙ (ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ) СКЛАД ҐРУНТУ ТА ЙОГО ВИЗНАЧЕННЯ	4
1.1 Складові механічного (гранулометричного) складу ґрунту	4
1.2 Підготовка зразка ґрунту до аналізу.....	7
1.3 Визначення гранулометричного складу ґрунту методом піпетки	7
1.4 Розрахунок результатів гранулометричного аналізу	13
1.5 Визначення гранулометричного складу ґрунту в польових умовах	15
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2 ҐРУНТОВИЙ ПЕРЕГНІЙ (ГУМУС), ТА ЙОГО ВИЗНАЧЕННЯ	16
2.1 Визначення вмісту перегною в ґрунті методом прожарювання.....	17
2.2 Визначення наявності різних груп органічних речовин в ґрунтового перегної	20
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3 СТРУКТУРА ҐРУНТУ, ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇЇ СКЛАДУ	22
3.1 Визначення структурного (агрегатного) складу ґрунту.....	24
3.2 Визначення водомісності структурних агрегатів за методом М. М. Нікольського	26
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4 ВБИРНА ЗДАТНІСТЬ ҐРУНТУ ТА ДЕМОНСТРАЦІЯ ЇЇ РІЗНОВИДІВ.....	28
4.1 Демонстрування механічної вбирної здатності ґрунту	29
4.2 Демонстрування фізичної вбирної здатності	29
4.3 Демонстрування фізико-хімічної вбирної здатності.....	30
4.4 Демонстрування коагуляції і пептизації ґрунтових колоїдів	32
4.5 Демонстрування хімічної вбирної здатності ґрунту	33
4.6 Визначення суми увібраних основ за методом Каппена-Гільковиця.....	34
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5 КИСЛОТНІСТЬ ҐРУНТУ ТА МЕТОДИКИ ЇЇ ВИЗНАЧЕННЯ	37
5.1 Визначення рН водної витяжки (активної кислотності ґрунту) колориметричним методом	41
5.2 Визначення рН сольової витяжки (обмінної кислотності ґрунту) колориметричним методом	43
5.3 Розрахунок доз вапна на 1 га ґрунту.....	44
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6 ҐРУНТОВА ВОЛОГА І ВИЗНАЧЕННЯ ВОДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ	46
6.1 Визначення польової вологості ґрунту.....	47
6.2 Визначення вмісту в ґрунті гігроскопічної вологи	50
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7 ХІМІЧНИЙ СКЛАД ҐРУНТУ ТА ЙОГО АНАЛІЗУВАННЯ.....	53
7.1 Приготування водної витяжки ґрунту	53
7.2 Якісний аналіз водної витяжки	53
7.3 Визначення загальної суми водорозчинних речовин у ґрунті.....	56
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1 МЕХАНІЧНИЙ (ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ) СКЛАД ҐРУНТУ ТА ЙОГО ВИЗНАЧЕННЯ

Завдання: 1. Вивчити теоретичний матеріал теми. Засвоїти основні поняття і терміни: механічні елементи ґрунту, фракція механічних елементів, механічний склад ґрунту. Знати фізичні властивості, які залежать від механічного складу, практичне значення механічного аналізу ґрунту та класифікацію ґрунтів за механічним складом.

2. Підготувати зразок ґрунту до аналізу.

3. Визначити механічний (гранулометричний) склад ґрунту.

Література. Практикум з ґрунтознавства : Навчальний посібник / За ред. проф. Д. Г. Тихоненка.– 6-е вид., перероб. і доп.– Харків : Майдан, 2009. 447 с. стр. 86–96.

1.1 Складові механічного (гранулометричного) складу ґрунту

Більшість ґрунтів формується на розсипчастих відкладах, які є продуктами вивітрювання (руйнування), перетворення та перевідкладів початкових щільних порід, і являють собою суміш мінеральних часток різної величини, які називаються **механічними елементами**.

Часточки розміром понад 1 мм називають **скелетом ґрунту**, а до 1 мм – **дрібноземом**, який поділяють на **фізичний пісок і фізичну глину**. До *фізичного піску* відносять суму всіх часточок розміром 1–0,01 мм, а часточки менше 0,01 мм – до *фізичної глини*.

Окремі фракції механічних елементів по-різному впливають на властивості ґрунту. Це пояснюється їх неоднаковим мінералогічним і хімічним складом та різними водно-фізичними й фізико-хімічними властивостями.

Відомі декілька класифікаційних схем, за якими групують окремі частинки ґрунту. Широке поширення одержала класифікація механічних елементів розроблена Нікодімом Антоновичем Качинським (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Класифікація механічних елементів

Механічні елементи	Розмір часток, мм
Каміння	>3
Гравій	3–1
Пісок: крупний	1,0–0,5
середній	0,5–0,25
дрібний	0,25–0,05
Пил: крупний	0,05–0,01
середній	0,01–0,05
дрібний	0,05–0,01
Мул (гумус + глина):	<0,001
грубий	0,001–0,0005
тонкий	0,0005–0,0001
Колоїди	<0,0001

Каміння (>3 мм) складається переважно з уламків гірських порід. Присутність значної кількості таких часток у ґрунті погіршує його агрономічні властивості. Наявність каміння у ґрунтах ускладнює їх обробіток, використання сільськогосподарських машин і знарядь, заважає появі сходів, розвитку та росту рослин тощо. На слабокам'янистих ґрунтах прискорюється зношення робочої поверхні знарядь обробітку. Середньо- й дуже кам'яністі ґрунти потребують спеціальних меліоративних заходів.

Гравій (3–1 мм) складається переважно з уламків первинних мінералів. Наявність його у ґрунтах не перешкоджає обробітку, але надає їм несприятливих властивостей – провальної водопроникності, дуже низької водопіднімальної здатності та вологостійкості.

Піщана фракція (1–0,05 мм) складена з уламків первинних мінералів, і перш за все кварцу та польових шпатів. Для неї характерна висока водопроникність, вона не набрякає, не пластична, не наділена вбирною здатністю та ефектом коагуляції. На відміну від гравію піщана фракція має вищу вологомісткість, наділена малою висотою та великою швидкістю капілярного підняття води. Природні піски, особливо дрібнозернисті з вологостійкістю понад 10%, придатні для вирощування сільськогосподарських культур.

Фракція крупного пилу (0,05–0,01 мм) за мінералогічним складом мало відрізняється від піщаної, тому їй притаманні деякі властивості пісків. Вона не пластична, слабо набрякає, схильна до запливання, має невисоку вологоємність, але порівняно високу рухомість капілярної води.

Фракція середнього пилу (0,01–0,005 мм) містить підвищену кількість слюди, яка надає їй високої пластичності та зв'язності. Вона добре утримує вологу, але має невелику водопроникність, не здатна до колоїдних явищ (коагуляції та пептизації), не бере участі в утворенні структури ґрунту, не входить до складу вбирного комплексу. Ґрунти, збагачені на фракцію крупного та середнього пилу, схильні до запливання, ущільнення, утворення кірки та плужної підшви. Їх водопроникність нерідко буває незадовільною. Їх структура недостатньо водотривка і легко розпорошується при обробітку.

Фракція дрібного пилу (0,005–0,001 мм) складається з вторинних і найтонших уламків первинних мінералів. Характеризується відносно високою дисперсністю, володіє рядом властивостей, які не проявляються у більш крупних фракціях. У ній чітко виявляється здатність до коагуляції та структуроутворення. Фракція наділена вбирною здатністю і містить підвищену кількість гумусових речовин. Проте, при значному вмісті у ґрунтах у вільному стані, надає їм несприятливих агрономічних властивостей. Такі ґрунти мають низьку водопроникність, високе, але повільне, капілярне підняття, значний вміст недоступної вологи, високу здатність до набрякання у вологому стані та до зсідання, ущільнення і тріщинуватості у сухому. Містить хімічно зв'язану воду.

Фракція мулу (<0,001 мм) складена переважно з високодисперсних вторинних мінералів (з первинних у ній зустрічаються кварц, ортоклаз), органічних речовин та елементів зольного і азотного живлення рослин; володіє здатністю до агрегації; характеризується низькою водопроникністю та слабкою водовіддачею; має велику здатність до набрякання і дуже виражену схильність до коагуляції. Колоїдній частині даної фракції належить особливо важлива роль у структуроутворенні. В коагульованому (насиченому) стані вона забезпечує

грунтам добру структурність, водопроникність, аерацію, малу здатність до прилипання, а у диспергованому (подрібненому) – несприятливі фізичні, фізико-механічні і водні властивості.

1.2 Підготовка зразка ґрунту до аналізу

Для проведення аналізу 100 г повітряно-сухого ґрунту розтерти у фарфоровій ступці і просіяти крізь сито з діаметром отворів 1 мм. Просіяний ґрунт пересипають у банку з притертою пробкою або, в крайньому випадку, в паперові пакети (краще з кальки, звичайно менш гігроскопічної). На тару чіпляють етикетку де записують номер зразка, звідки взято (поле, тип ґрунту, горизонт ґрунту, глибина взяття проби).

Зберігають зразки у спеціальному, добре провітрюваному приміщенні (в лабораторних умовах зберігати їх не можна).

1.3 Визначення гранулометричного складу ґрунту методом піпетки

Визначення гранулометричного складу ґрунту методом піпетки у модифікації Н. А. Качинського проводиться за МВВ 31-497058-010-2003, де МВВ – це методика виконання вимірювань.

Тверда фаза ґрунту складається з мінеральних і органічних часток різних розмірів і різного хімічного складу. У ґрунті механічні елементи переважно з'єднані у агрегати, в межах яких є найрізноманітніші орґано-мінеральні частки. Від співвідношення механічних елементів та їх взаємодії з навколишнім середовищем залежать фізичні властивості ґрунтів (теплопровідність, водопроникність тощо). Ці фракції обумовлюють також вбирну здатність ґрунту, містять різну кількість поживних речовин і здійснюють великий вплив на опір ґрунту під час обробітку.

Гранулометричним складом ґрунту називається процентне співвідношення окремих механічних фракцій (піску, тилу, мулу). Існує багато методів визначення гранулометричного складу. Одним з найпоширеніших є **метод піпетки**, який ґрунтується на врахуванні швидкості осідання часток

різного розміру в рідкому середовищі та відборі проб із суспензії з глибини, яка визначається у залежності від розміру та щільності часток твердої фази при певній температурі (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Інтервали взяття проб суспензій в залежності від температури і щільності твердої фази ґрунту

Діаметр частинок, мм	Щільність твердої фази ґрунту	Глибина взяття проб, см	Інтервали взяття проб суспензії у залежності від температури		
			15°C	20°C	25°C
0,05	2,40	25	149"	132"	117"
0,01	2,40	10	24'51"	21'59"	19' 33"
0,005	2,40	10	1 г 39'27"	1 г 27'54"	1 г 18'13"
0,001	2,40	7	29 г 00'00"	25 г 28'20"	20 г 23'11"
0,05	2,45	25	144"	127"	113"
0,01	2,45	10	24'00"	21'13"	18'53"
0,005	2,45	10	1 г 36'00"	1 г 24'53"	1 г 15'31"
0,001	2,45	7	28 г 00'06"	24 г 45'15"	22 г 01'15"
0,05	2,50	0,05	139"	123"	109"
0,01	2,50	10	23'12"	20'31"	18'15"
0,005	2,50	10	1 г 32'48"	1 г 22'01"	1 г 12'58"
0,001	2,50	7	27 г 03'59"	23 г 55'48"	21 г 17'17"
0,05	2,55	25	135"	119"	106"
0,01	2,55	10	22'27"	19'51"	17'39"
0,005	2,55	10	1 г 29'48"	1 г 19'24"	1 г 10'37"
0,001	2,55	7	26 г 11'41"	23 г 09'23"	20 г 36'00"
0,05	2,60	25	130"	115"	103"
0,01	2,60	10	21'45"	19'44"	17'06"
0,005	2,60	10	1 г 26'59"	1 г 16'55"	1 г 08'25"
0,001	2,60	7	25 г 22'28"	22 г 25'57"	19 г 57'26"
0,05	2,65	25	127"	112"	100"
0,01	2,65	10	22'06"	18'39"	16'35"
0,005	2,65	10	1 г 24'21"	1 г 14'34"	1 г 06'21"
0,001	2,65	7	24 г 36'25"	21 г 45'09"	19 г 21'13"
0,05	2,70	25	123"	109"	97"
0,01	2,70	10	20'28"	18'06"	16'06"
0,005	2,70	10	1 г 21'04"	1 г 12'24"	1 г 04'34"
0,001	2,70	7	23 г 53'05"	21 г 06'44"	18 г 48'40"
0,05	2,75	25	119"	105"	94"
0,01	2,75	10	19'53"	17'35"	15'38"
0,005	2,75	10	1 г 19'33"	1 г 10'19"	1 г 02'34"
0,001	2,75	7	23 г 12'02"	20 г 30'32"	18 г 14'51"
0,05	2,80	25	116"	103"	91"
0,01	2,80	10	19'20"	17'06"	15'12"
0,005	2,80	10	1 г 17'20"	1 г 08'22"	1 г 00'50"
0,001	2,80	7	22 г 33'26"	19 г 56'28"	17 г 44'23"

Швидкість падіння механічних елементів (V м/с) обчислюють за формулою Стокса (1.1):

$$V = \frac{2}{9}gr^2 \frac{d_T - d_P}{\eta}, \quad (1.1)$$

де r – радіус падаючої частки, м; d_T – щільність падаючої частки, г/м³; d_P – густина рідини, в якій проводять аналіз, кг/м³; g – прискорення сили тяжіння при вільному падінні тіла (9,81 м/с²); η – в'язкість рідини, кг/м·с.

При розрахунках приймають такі величини щільності та в'язкості води за Лантольд-Берштейном (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Густина та в'язкість води в залежності від температури

Температура, °С	Щільність водії, г/мм	В'язкість води, см ⁻¹ Г С ⁻¹
10,0	0,999727	0,01301
15,0	0,998713	0,01038
17,5	0,998526	0,01006
20,0	0,998230	0,01002
22,5	0,997682	0,009504
25,0	0,997071	0,008948
27,5	0,996400	0,008473
30,0	0,995673	0,007998

Величину щільності твердої фази визначають безпосередньо або користуються відомими табличними даними (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Щільність твердої фази ґрунту різних типів, кг/м³

Глибина, см	Легкі ґрунти усіх типів	Підзолисті та опідзолені (сірі лісові ґрунти)	Чорноземи звичайні і глибокі	Чорноземи південні	Каштанові ґрунти	Бурі ґрунти	Червоноземи первинні та незмиті	Солонці
0–20	2,60	2,60	2,40	2,55	2,60	2,65	2,60	Визначається за типом ґрунту, у зоні якого формуються солонці
20–40	2,65	2,65	2,50	2,60	2,65	2,70	2,65	
40–100	2,65	2,70	2,65	2,65	2,70	2,70	2,65	
100	2,65	2,70	2,70	2,70	2,75	2,75	2,80	

Хід роботи. Для аналізу відбирають середню пробу повітряно сухого зразка масою 100-150 г. Ґрунт поступово частинами розтирають у ступці

товкачем з гумовим накінечником, потім просіюють крізь сито з отворами 1 мм. Частинки ґрунту, які лишилися на ситі і не піддаються розтиранню, зважують. З просіяного ґрунту відбирають наважку масою 10–15 г для визначення гігроскопічності (для подальшого перерахунку результатів аналізу на абсолютно сухий ґрунт) та втрат під час промивання. Для легких ґрунтів рекомендується збільшити наважку до 20 г.

Як правило, для визначення гранулометричного складу ґрунту беруть наважку близько 10 г і 10% розчином HCl якісно визначають присутність карбонатів. Якщо виділяються бульбочки CO₂, то ґрунт карбонатний. Карбонати руйнують, змочуючи наважки ґрунту у фарфоровій чашці 0,2 н HCl, доки не припиниться виділення CO₂. При відсутності карбонатів або відразу після їх руйнування ґрунт переміщують у хімічну склянку місткістю 100 мл, малими порціями (10–15 мл) додають розчин 0,05 н HCl, перемішують склянкою паличкою і після відстоювання обережно по паличці зливають освітлену рідину на лійку з паперовим фільтром, доки у цій рідині не будуть визначатися іони кальцію. Для їх виявлення збирають у пробірку 2–3 мл фільтрату, нейтралізують його 10%-ним розчином гідрату аміаку NH₄OH (до ясного запаху), підкислюють 2–3 краплями 10%-ного розчину оцтової кислоти, додають декілька крапель розчину щавлевокислого амонію ((NH₄)₂C₂O₄) підігрівають до кипіння. Відсутність у пробірці білого осаду після закипання свідчить про повноту витіснення кальцію з ґрунту.

Після насичення ґрунту іоном водню, його відмивають від надлишку HCl у тій же склянці дистильованою водою методом декантації. Промивають ґрунт доти, поки у фільтраті не залишиться іонів хлору (проба розчином азотнокислого срібла з підкисленням 2–3 краплями 10%-ного розчину азотної кислоти). Якщо фільтрат покаламутніє (що свідчить про рухомість колоїдів), відмивання від хлору припиняють.

Потім водою з промивалки змивають з фільтру ґрунт крізь лійку у конічну колбу місткістю 750 мл (рис. 1.1 а).

Скляною паличкою знімають з фільтру частинки, що прилипли, зволожують його водою та двічі або тричі віджимають у колбу. Заливають дистильовану воду до третини об'єму і додають 4–5 мл 1 н розчину гідрату аміаку NH_4OH , щоб зв'язати увібраний водень. Одержану суспензію кип'ятять протягом однієї години, закривши колбу пробкою зі зворотним холодильником (рис. 1.1 б).

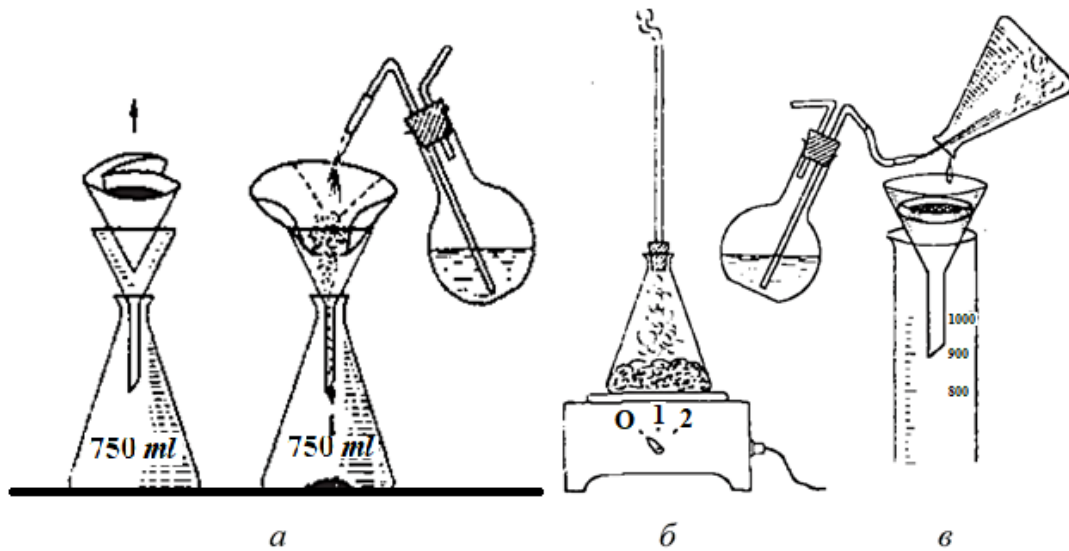


Рисунок 1.1 – Підготовка ґрунту до аналізу на визначення гранулометричного складу: а – перенесення промитої кислотою та водою проби в колбу для кип'ятіння; б – кип'ятіння із зворотним холодильником; в – перенесення в циліндр для фракціонування крізь сито 0,25 мм

Під час кип'ятіння ґрунтові агрегати механічно руйнуються. Суспензію охолоджують і крізь сито з отворами 0,25 мм переливають у літровий циліндр. Частинки, які прилипли до дна та стінок колби, змивають малими порціями води з промивалки (рис. 1.1 в). Частинки $>0,25$ мм на ситі також ретельно промивають водою. Потім у циліндр доливають воду до позначки 1000 мл. Частинки, які залишилися на ситі (фракції розміром від 1,0 до 0,25 мм), змивають промивалкою у чашку, надлишок води з неї обережно зливають, а чашку ставлять на піщану баню для випарювання води.

З циліндра піпеткою послідовно відбирають проби. Інтервали та глибини взяття проб зазначені в таблиці 1.2. Перед взяттям проби суспензію збовтують

мішалкою протягом 1 хв; час, необхідний для взяття чергової проби, відраховують з моменту закінчення збовтування.

Суспензію з піпетки виливають у металічний бюкс (заздалегідь висушений та зважений), піпетку промивають водою у той же бюкс (щоб запобігти втратам) і ставлять бюкси на піщану баню для випарювання. Слід стежити, щоб вміст бюксів не розбризкувався і не підгорав. Потім бюкси з пробою висушують (близько трьох годин) у сушильній шафі до постійної маси, охолоджують у ексікаторі і зважують на аналітичних терезах (результати записують у табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Облік проб під час визначення гранулометричного складу ґрунтів

Показники	Пісок 1–0,25 мм А	Проба 1 0,05 мм П ₁ (секундна)	Проба 2 0,01 мм П ₂ (хвилинна)	Проба 3 0,005 мм П ₃ (годинна)	Проба 4 0,001 мм П ₄ (добова)
Номер бюкса					
Маса порожнього бюкса, г					
Маса бюкса з частинками проби, г					
Маса сухих частинок проби, г					
Вміст частинок, %					

Паралельно визначають втрати від обробки ґрунту розчином НСІ. Для цього наважку ґрунту (близько 10 г для суглинистих і глинистих, близько 20 г для піщаних і супіщаних ґрунтів) поміщують на заздалегідь зважений фільтр, який знаходиться у лійці, і здійснюють ті ж операції, що і з пробою, яка йде на аналіз. Після відмивання НСІ водою наважку з фільтром переміщують до сушильної шафи, висушують до постійної маси і зважують. Різниця у масі ґрунту до і після промивання і становить втрати від обробки розчином НСІ. У карбонатних ґрунтах втрати розподіляють по окремих фракціях (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Розподіл втрат за фракціями пропорційно до розміру частинок (встановлено експериментально)

0,25–0,05 мм	0,05–0,01 мм	0,01–0,005 мм	0,005–0,001 мм	<0,001 мм
1	1	2	4	5

Для безкарбонатних ґрунтів втрати від обробки кислотою відносять до фракції мулу. Тому величину маси, яка характеризує втрати, додають до маси фракції мулу або ж обчислюють процент втрат і додають до проценту мулистій фракції.

1.4 Розрахунок результатів гранулометричного аналізу

Кількісний вміст фракції розміром 1–0,25 мм визначають за результатами зважування маси частинок, які залишаються на ситі з отворами 0,25 мм при перенесенні суспензії у циліндр. Часточки < 0,25 мм підраховують під час першого відбору проби з циліндра (враховуючи частинки менше зазначеної величини); <0,01 мм – під час другого відбору; <0,005 мм – під час третього; <0,001 мм – під час четвертого відбору. Отже, безпосередньо за даними аналізу можна визначити вміст першої і останньої фракцій. Вміст інших фракцій обчислюють за двома зважуваннями проб. Якщо серед частинок, які потрапили у чашку під час третього відбору, є частинки < 0,005 мм, то, знаючи їх вміст (за зважуванням), визначають вміст частинок у межах від 0,005 до 0,001 мм. Їх вміст буде різницею у масі частинок (г), врахованих під час зважування після третього і четвертого відбору. Так визначають і масу частинок (фракцій) інших розмірів, зокрема масу фракції 0,25–0,05 мм – за різницею між масою всієї наважки, взятої для аналізу, та сумою усіх визначених фракцій, з урахуванням втрат при обробці. Розрахунок фракцій проводять за формулами 1.2 – 1.7:

$$\begin{array}{l} \% \text{ піску} \\ (1 - 0,25 \text{ мм}) \end{array} = \frac{A \times 100 \times K_r}{C}, \quad (1.2)$$

$$\begin{array}{l} \% \text{ крупного пілу} \\ (0,05 - 0,01 \text{ мм}) \end{array} = \frac{(\Pi_1 - \Pi_2) \times 1000 \times 100 \times K_r}{C_U}, \quad (1.3)$$

$$\begin{array}{l} \% \text{ середнього пілу} \\ (0,01 - 0,005 \text{ мм}) \end{array} = \frac{(\Pi_2 - \Pi_3) \times 1000 \times 100 \times K_r}{C_U}, \quad (1.4)$$

$$\begin{array}{l} \% \text{ дрібного пілу} \\ (0,005 - 0,001 \text{ мм}) \end{array} = \frac{(\Pi_3 - \Pi_4) \times 1000 \times 100 \times K_r}{C_U}, \quad (1.5)$$

$$\begin{array}{l} \% \text{ мулу} \\ (\text{менше } 0,001 \text{ мм}) \end{array} = \frac{\Pi_4 \times 1000 \times 100 \times K_r}{C_U}, \quad (1.6)$$

$$\begin{array}{l} \% \text{ дрібного піску} \\ (0,25 - 0,05 \text{ мм}) \end{array} = 100 \% - \sum \text{ усіх фракцій}, \quad (1.7)$$

де P_1, P_2, P_3, P_4 – маса відповідної проби, г; A – маса піску, г; U – об’єм піпетки, мл; C – наважка ґрунту, г; 1000 – об’єм циліндра, мл; 100 – коефіцієнт перерахунку у відсотки; K_r – коефіцієнт гігроскопічності).

Результати визначення гранулометричного складу ґрунтів записують у таблицю 1.7.

Таблиця 1.7 – Результати визначення гранулометричного складу ґрунтів

Ґрунт і місце взяття зразка	Номер розрізу	Генетичний горизонт та глибина взяття зразка	Гранулометричні фракції, %					Сума частинок, %		
			Пісок		Пил			Мул	Фізичний пісок	Фізична глина
			1–0,25 мм	0,25–0,05 мм	0,05–0,01 мм	0,01–0,005 мм	0,005–0,001 мм	<0,001 мм	>0,01 мм	<0,01 мм

Необхідні реактиви:

1. 10% розчин етанової (оцтової) кислоти CH_3COOH . 97 см³ CH_3COOH (густина 1,05 г/см³) доводять до об’єму 1 дм³ дистильованою водою.

2. Насичений розчин щавлевокислого амонію $(NH_4)_2C_2O_4$. 4 г $(NH_4)_2C_2O_4$ розчиняють у 100 см³ дистильованої води.

3. 5% розчин нітрату срібла $AgNO_3$. 5 г $AgNO_3$ розчиняють у 100 см³ дистильованої води.

4. 0,2 н розчин HCl . 16,4 см³ хімічно чистої HCl (густина 1,19 г/см³) доводять до об’єму 1 дм³ дистильованою водою. Концентрація кислоти перевіряється титруванням лугом.

5. 10% розчин HCl . 23,4 см³ концентрованої HCl розводять у 100 см³ дистильованої води.

6. 0,05 н розчин HCl . 4,1 см³ концентрованої HCl доводять до об’єму 1 дм³ дистильованою водою.

7. 1 н розчин $NaOH$. 40 г $NaOH$ розчиняють у 1 дм³ дистильованої води.

8. 10% розчин HNO_3 . 115 см³ концентрованої HNO_3 доводять до об’єму 1 дм³ дистильованою водою.

1.5 Визначення гранулометричного складу ґрунту в польових умовах

«Мокрий метод» (проба на скачування). Невелику кількість ґрунту зволожують до тістоподібного стану, розкочують на долоні у шнур діаметром 2–3 мм і згортають шнур у кільце діаметром близько 2 см (звичайно навколо пальця). Про гранулометричний склад ґрунту висновують за такими показниками (рис. 1.2).

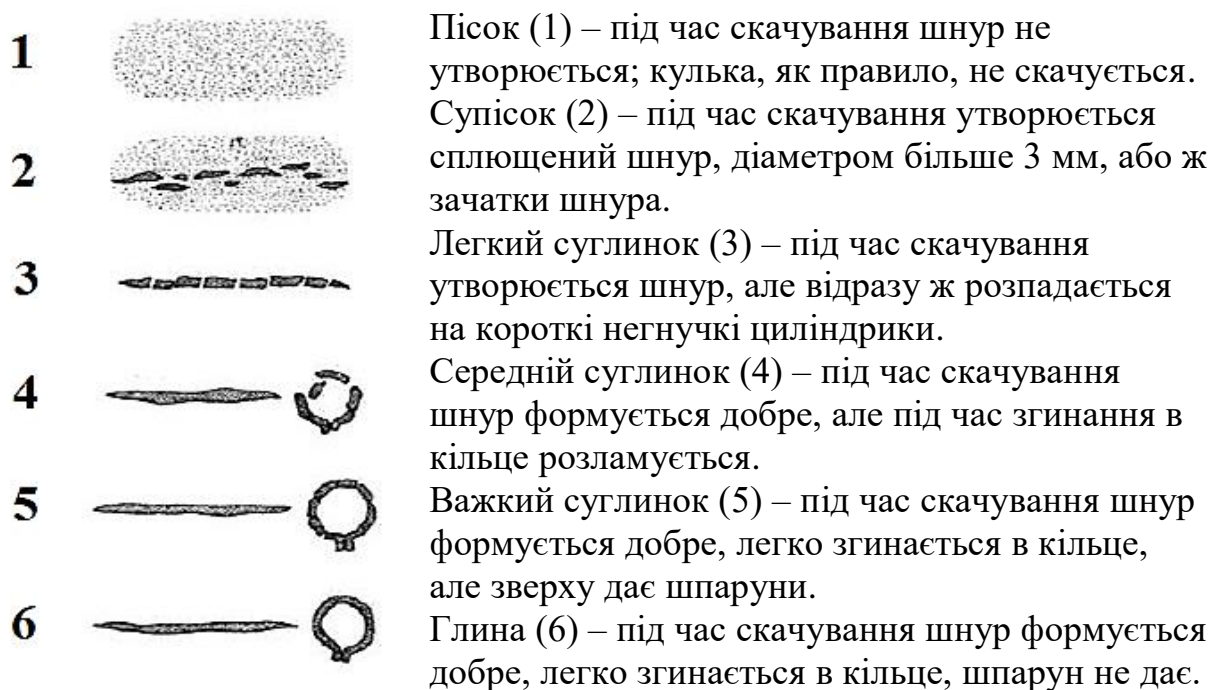


Рисунок 1.2 – Визначення гранулометричного складу ґрунту в полі (метод скачування)

«Мокрий метод» (мокре розтирання). Невелику кількість ґрунту зволожують до тістоподібного стану і розтирають по долоні пальцем. Ступінь пластичності ґрунту і кількість піщинок, які відчуються на дотик, є показниками гранулометричного складу.

«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).

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

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2 ҐРУНТОВИЙ ПЕРЕГНІЙ (ГУМУС), ТА ЙОГО ВИЗНАЧЕННЯ

Завдання: 1. Вивчити теоретичний матеріал теми. Засвоїти визначення основних понять і термінів: торф, перегній, гумус, гумінові кислоти, фульвокислоти, гумін, ульмін. Знати роль гумусу в ґрунтоутворенні та його екологічне значення.

2. Визначити вміст перегною в ґрунті.

3. Визначити наявність в ґрунтовому перегною різних груп органічних речовин.

Література. Практикум з ґрунтознавства : Навчальний посібник / За ред. проф. Д. Г. Тихоненка.– 6-е вид., перероб. і доп.– Харків : Майдан, 2009. 447 с. стр. 12–41.

Загальні поняття: Гумус, як форма органічної маси ґрунту, є комплекс високомолекулярних сполук, специфічних для ґрунту. Здебільшого це азотисті ароматичні сполуки кислотної природи. До його складу входить три групи органічних речовин: гумінові кислоти, фульвокислоти і гуміни. Вони відрізняються між собою за хімічним складом, забарвленням і відношенням до розчинників.

Залежно від поєднання факторів ґрунтоутворення інтенсивність синтезу гумусних речовин та їх відносний склад є різними. Тобто, кількісний вміст і якісний склад гумусу в зональних ґрунтах неоднаковий. Це зумовлює різний вплив гумусних речовин на ґрунтоутворення і рівень родючості ґрунту.

2.1 Визначення вмісту перегною в ґрунті методом прожарювання

Принцип методу: Ґрунт складається з мінеральних і органічних речовин. Якщо його прожарювати при високій температурі (500–600 °С), у ньому згоряють органічні речовини, випаровується гігроскопічна і хімічно зв'язана вода, а також зменшується маса деяких мінералів (карбонатів, хлоридів) в результаті їх розкладання. Зменшення ваги вихідної наважки ґрунту визначають після його прожарювання і наступного охолодження. Речовина, яка залишилась після прожарювання ґрунту, є його мінеральна частина. За різницею ваги вихідної наважки і мінеральної частини обчислюють процентний вміст органічних речовин у ґрунті. Але при цьому необхідно зробити поправку на вміст гігроскопічної вологи, яка випарувалась.

Слід пам'ятати, що цей метод дає можливість наближено визначити вміст органічних речовин у ґрунті. Щоб не допустити значного відхилення від величини реального вмісту гумусу, наважку ґрунту слід прожарювати при температурі 525 °С (початок червоного розжарювання муфельної печі). При цій температурі згоряють всі органічні речовини ґрунту і випаровуються з нього всі форми води.

Практичне значення роботи: У теоретичному курсі ґрунтознавства вказано, що гумусні речовини мають надзвичайно важливе значення у формуванні ґрунту і його родючості. Вони надають ґрунту певного забарвлення, беруть участь у формуванні його хімічного і структурного складу, підвищують ємкість вбирання тощо. Гумінові кислоти позитивно впливають на всі фактори родючості ґрунту – на тепловий, поживний, водний і повітряний режими. Фульвокислоти навпаки – негативно впливають на родючість ґрунту. Вони легко вимиваються в нижні горизонти атмосферними опадами. Гумінові кислоти є слабкорозчинними сполуками і тому акумулюються у верхньому горизонті ґрунту.

Знаючи властивості гумусних речовин і їх роль у ґрунтоутворенні легко пояснити чому ґрунти з високим вмістом гумусу є високородючі. А звідси – щоб знати рівень родючості ґрунту на конкретній ділянці необхідно визначити в ньому вміст гумусу.

Необхідне обладнання: Фарфоровий тигель, муфельна піч або газовий пальник, терези; муфельні (тигельні) щипці, ексикатор.

- Хід роботи.** 1. Підготувати зразок ґрунту до аналізу як це вказано вище.
2. Визначити вміст гігроскопічної вологи за відповідною методикою.
 3. Зважити на аналітичних терезах тигель без ґрунту і на зовнішній площині дна написати графітним олівцем номер зразка ґрунту (при масових аналізах). Вагу тигля з точністю до 0,01 г записати в зошит.
 4. Насипати в тигель 5–7 г підготовленого ґрунту і провести точне зважування.
 5. Поставити відкритий тигель з наважкою ґрунту в муфельну піч, яка набула червоного розжарювання. Через 20–30 хвилин тигель вийняти з печі, охолодити і, обережно постукуючи по його стінках, перемішати ґрунт. Після цього тигель знов поставити на прожарювання на 20–30 хвилин.
 6. Охолодити тигель в ексикаторі і зважити.
 7. Поставити тигель знову в піч і прожарювати 15–20 хв.
 8. Охолодити тигель і знов зважити. Якщо результати двох останніх зважувань значно розходяться, то прожарювання і зважування необхідно повторити до стабілізації маси мінеральної частини ґрунту.
 9. Обчислити процентний вміст гумусу за формулою 2.1:

$$X = \frac{(A - B) \cdot 100}{B}, \quad (2.1)$$

де X – вміст гумусу, в %; A – втрата у вазі після прожарювання; B – вага гігроскопічної води; B – вага абсолютно сухої наважки; (A - B) – вага органічних речовин, які згоріли при прожарюванні.

Вихідні дані та вміст гумусу записують у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати визначення вмісту перегною в ґрунті методом прожарювання

№ зразка ґрунту	Назва ґрунту	Вага ґрунту, г		Втрата ваги після прожарювання, г	Вага гігроскопічної води в ґрунті, г	Вага абсолютно сухого ґрунту, г	Вміст перегною, %
		до прожарювання	після прожарювання				
1	сірий лісовий	5,68	5,30	0,38	0,19	5,49	3,46

Обчислення вмісту гумусу проводять в такій послідовності (приклад):

1. Нехай вага тиглю без ґрунту становить 11,53 г.
2. Вага тиглю з ґрунтом до прожарювання – 17,21 г.
3. Вага тиглю з ґрунтом після прожарювання – 16,83 г.
4. Вміст гігроскопічної вологи в ґрунті – 3,5 %

Спочатку визначаємо вагу наважки ґрунту до прожарювання. Для цього від ваги тигля з ґрунтом до прожарювання віднімаємо вагу тигля (17,21 - 11,53 = 5,68). Залишок мінеральної частини після прожарювання ґрунту становитиме 16,83 - 11,53 = 5,30 г. Різниця між вагою ґрунту до прожарювання і вагою ґрунту після прожарювання буде втрата ваги при прожарюванні (5,68 - 5,30 = 0,38 г).

Вагу гігроскопічної води розраховуємо за формулою 2.2:

$$X = \frac{a \cdot b}{103,5}, \quad (2.2)$$

де a – повітряно-суха наважка ґрунту, г; b – вміст гігроскопічної води, %.

Звідси, вага гігроскопічної води в ґрунті становитиме:

$$X = \frac{5,68 \cdot 3,5}{103,5} = 0,19 \text{ г.}$$

Віднявши вагу гігроскопічної води від ваги повітряно-сухого ґрунту ми знайдемо вагу абсолютно сухого ґрунту (5,68 - 0,19 = 5,49 г).

Записавши одержані дані у формулу 2.1 обчислимо вміст гумусу:

$$X = \frac{(0,38 - 0,19) \cdot 100}{5,49} = 3,46 \%$$

Тлумачення одержаних результатів: Родючість ґрунтів оцінюють перш за все за вмістом в них гумусу. Гумус - інтегрований показник родючості, який об'єднує в собі ряд властивостей ґрунту. Умови життя рослин залежать від наявності в ґрунті гумусних речовин, які відображаються на складі і властивостях ґрунтового профілю: потужності гумусного горизонту, фізичному стані ґрунтової маси, реакції ґрунтового розчину, біохімічній активності, придатності хімічного складу до сільськогосподарського використання тощо. Тому, оцінюючи забезпеченість ґрунту гумусними речовинами (гумусний стан ґрунту), ми оцінюємо при цьому одночасно кілька характеристик ґрунту.

Для оцінки гумусного стану ґрунту в агроґрунтознавстві прийнято такі критерії (табл. 2.2).

Високих доз органічних добрив потребують ґрунти з дуже низьким і низьким вмістом гумусу. На ґрунтах з середнім вмістом гумусу вносять малі дози добрив лише під культури, які є вибагливими до родючості ґрунту (овочеві, плодові тощо).

Таблиця 2.2 – Показники гумусного стану ґрунтів (за Гришиною Л. А. і Орловим Д. С.)

№ п.п.	Показник гумусного стану	Рівень	Межі значень
1	Вміст гумусу, %	Дуже високий Високий Середній Низький Дуже низький	> 10 6–10 4–6 2–4 < 2
2	Запаси гумусу в шарі ґрунту від 0 до 100 см, т/га	Дуже високі Високі Середні Низькі Дуже низькі	> 600 400–600 200–400 100–200 < 100
3	Тип гумусу, С _{ГК} : С _{Фк}	Гуматний Фульватно-гуматний Гуматно-фульватний Фульватний	> 2 1–2 0,5–1 < 0.5

Ґрунти з високим і дуже високим вмістом гумусу не потребують органічних добрив.

Висновок: За результатами проведеного аналізу встановлено, що зразок №1 сірого лісового ґрунту має низький рівень забезпеченості гумусом і тому потребує внесення високих доз органічних добрив.

2.2 Визначення наявності різних груп органічних речовин в ґрунтовогому перегної

Принцип методу: Базується на реакції різних груп органічних речовин на розчинники. Так гумінові кислоти слабо розчинні у воді, але розчинні в слабких лугах, фульвокислоти розчинні в слабких лугах і воді, а гумін і ульмін (гумусове «вугілля») не розчинні ні у воді, ні в лугах.

При обробці ґрунту розчином луґу, гумінові і фульвокислоти переходять в розчин, а гумін і ульмін залишаються в нерозчинному стані. При фільтруванні суспензії вони разом з мінеральними частками залишаються на фільтрі.

При дії на розчин гумінових і фульвокислот хлоридною (соляною, хлороводневою) кислотою відбувається взаємна нейтралізація кислоти і лугу. Розчин набуває нейтральної реакції, як це наведено у формулі 2.3.



В нейтральному середовищі, як відомо, гумінові кислоти нерозчинні і тому вони випадають в осад. Під час другого фільтрування вони затримуються фільтром (темно-бура маса), а фульвокислоти залишаються в розчинному стані (світложовтий фільтрат).

Необхідне обладнання і реактиви: 1. 10%-ний розчин гідроксиду натрію NaOH або гідрату аміаку NH₄OH;

2. 10%-ний розчин HCl;
3. Три колби місткістю 250 мл,
4. Лійка;
5. Паперові фільтри;
6. Електрична плитка;
7. Скляна паличка.

Схема виділення з ґрунту різних груп гумусних речовин має наступний вигляд:



Хід роботи. 1. Взяти близько 20 г повітряно-сухого, багатого на перегній ґрунту, просіяного крізь сито з діаметром отворів 1 мм, і висипати його в колбу.

2. Залити ґрунт 50 мл 10%-ного розчину NaOH, старанно збовтати і залишити стояти на 15 хв. Через кожні 5 хв. вміст колби збовтувати.

3. Поставити колбу з суспензією на електричну плитку і довести до кипіння.

4. Профільтрувати суспензію через складчатий фільтр. При цьому на фільтрі залишиться нерозчинна частина гумусу (гумін і ульмін), а розчинна його частина (гумінові і фульвокислоти) пройде крізь фільтр.

5. Нейтралізувати фільтрат, додаючи до нього невеликими порціями соляну кислоту. Спостерігати при цьому випадання гумінових кислот в осад. На початок випадання гумінових кислот в осад вказує помутніння розчину. Кожного разу при додаванні порції кислоти розчин необхідно збовтувати. Після початку випадання осаду прилити до фільтрату ще кілька мілілітрів кислоти і залишити його стояти приблизно на 5 хв. до масового випадання осаду.

6. Профільтрувати суспензію: на фільтрі залишаються гумінові кислоти, а в фільтраті – фульвокислоти.

7. Ознайомитися з зовнішніми ознаками виділених груп органічних речовин ґрунту.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА З СТРУКТУРА ҐРУНТУ, ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇЇ СКЛАДУ

Завдання: 1. Вивчити теоретичний матеріал з даної теми. Засвоїти поняття і терміни: структурний агрегат ґрунту, структура ґрунту, структурність ґрунту, структурний (агрегатний) склад ґрунту, агрегація ґрунту. Чітко уявляти процес формування структурних агрегатів. Знати під впливом яких факторів і при наявності яких компонентів формується водоміцна, агрономічно цінна структура ґрунту. Звернути увагу на роль ґрунтових колоїдів, гумусу і двовалентних катіонів у формуванні ґрунтових агрегатів. Зрозуміти, що в основі формування структури ґрунту лежить процес коагуляції ґрунтових колоїдів.

2. Визначити структурний склад ґрунту.

3. Визначити водоміцність структурних агрегатів за методом Миколи Миколайовича Нікольського.

Література. Практикум з ґрунтознавства : Навчальний посібник / За ред. проф. Д. Г. Тихоненка.– 6-е вид., перероб. і доп.– Харків : Майдан, 2009. 447 с. стр. 102–115.

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

Агрегати, які утворюються з первинних механічних елементів, належать до першого порядку. Силами залишкових валентностей, а також шляхом склеювання та злипання можуть утворюватись агрегати другого, третього та інших порядків. У міру збільшення розміру агрегату зв'язок між окремими складовими послаблюється, отже, зменшуються зв'язність і міцність.

Здатність ґрунту розпадатися на структурні окремості, або агрегати, називають його **структурністю**. Розрізняють два поняття структури ґрунту: морфологічне і агрономічне. У морфологічному відношенні гарною буде будь-яка чітко виявлена структура: *горіхувата, стовпчаста, призмоподібна, пластинчаста* та ін. Кожному генетично відмінному ґрунту і його окремим горизонтам притаманна своя, характерна структура. Її формування тісно пов'язане з умовами утворення даного ґрунтового типу. Агрономічно цінною є тільки така структура, яка забезпечує *родючість ґрунту*. Оптимальні умови водного та повітряного режимів складаються у ґрунтах з дрібногрудкуватою та зернистою структурою. Ґрунтову структуру за розмірами агрегатів поділяють так: брилувата (агрегати >10 мм); грудкувато-зерниста, або макроструктура (агрегати 10–0,25 мм); мікроструктура (агрегати <0,25 мм).

Павло Андрійович Костичев запропонував класифікувати структуру ґрунту як *водостійку* (агрономічно цінну) і *неводостійку*. Пізніше, розвиваючи

це положення, Василь Робертович Вільямс запропонував розрізняти дві якості ґрунтових агрегатів: *зв'язність* і *міцність*.

Під *зв'язністю* розуміється здатність агрегату протистояти механічній дії, а під *міцністю* – здатність агрегату довго протистояти руйнівній (розмиваючій) дії води. Зв'язність ґрунту залежить від кількості мулуватих і особливо колоїдних частинок, міцність агрегату – тільки від якості гумусу, який цементує механічні елементи. Грудочка ґрунту може бути зв'язаною, але неміцною: наприклад, грудочку сухої глини важко зруйнувати рукою, але у воді вона швидко розпадається на механічні елементи, які складають її. Саввінов Микола Іванович запропонував класифікацію агрономічно цінних агрегатів (табл. 3.1), яка в теперішній час є загальноприйнятою в Україні.

Таблиця 3.1 – Класифікація агрономічно цінних структурних агрегатів ґрунту (за М. І. Саввіновим)

Рід окремоостей	Вид окремоостей	Розмір (діаметр), мм
Брилиста частіша ґрунту (окремості понад 10 мм у діаметрі)	Брили: грубі середні дрібні	>100 100–30 30–10
Грудочкувата частина ґрунту (окремості розміром 10–0,25 мм у діаметрі)	Грудочки: грубі середні дрібні зернисті елементи	10–3,0 3,0–1,0 1,0–0,5 0,5–0,25
Пилувата частіша ґрунту (окремості менше 0.25 мм у діаметрі)	Мікроструктурні елементи Пилувато-глинисті частки	0,25–0,01 <0,01

Як видно з таблиці 3.1 агрономічно цінні структурні агрегати ґрунту розподіляють за 9-ма градаціями розміру.

3.1 Визначення структурного (агрегатного) складу ґрунту

Принцип методу: Визначення структурного складу ґрунту (процентний вміст у ґрунті структурних агрегатів різного розміру) проводять просіюванням наважки (зразка) ґрунту крізь сита з отворами різного діаметру. Для цього використовують спеціальний набір, який містить в собі сита з діаметром отворів 0,25, 0,5, 1, 2, 3, 5, 7 і 10 мм. Сукупність агрегатів, яка не пройшла крізь

отвори сита, називають фракцією. Кожну фракцію зважують на терезах і обчислюють її частку від загальної наважки.

Практичне значення роботи: Ступінь оструктуреності ґрунту, форма, розмір і міцність структурних агрегатів визначають його фізичні властивості і родючість. Ступінь оструктуреності виражають *коефіцієнтом структурності ґрунту* (K), який визначають за даними ситового аналізу та розраховується за формулою 3.1. Всі агрегати поділяють на три групи: мікроагрегати ($< 0,25$ мм), мезоагрегати ($0,25-7$ мм) і макроагрегати (> 7 мм). Мезоагрегати вважають агрономічно цінними.

$$K = \frac{a}{b}, \quad (3.1)$$

де a – кількість мезоагрегатів, b – сума макро- і мікроагрегатів.

Наприклад, ґрунт містить макроагрегатів 6,2, мезоагрегатів 81,5 і мікроагрегатів 12,3%.

$$K = \frac{81.5}{18.5} = 4.4\%$$

Чим вищий коефіцієнт структурності, тим кращі фізичні властивості і родючість ґрунту. Важливими в оцінці структури ґрунту є визначення її водоміцності (див. пункт 3.2 роботи).

Крім цього, в спеціальній агрономічній літературі є інший підхід до оцінки структурного складу ґрунту. Вважають, що з агрономічної точки зору найціннішими є структурні агрегати розміром від 1 до 5 мм. Відмінним структурним станом ґрунту вважають стан, коли даний ґрунт містить більше 80 % повітряносухих і більше 70% водоміцних агрегатів; добрим – 80–60% сухих і 70–55% водоміцних; задовільним – 60–40% сухих і 55–40% водоміцних; незадовільним – 40–20% сухих і водоміцних і поганим – менше 20% тих і тих агрегатів.

Необхідне обладнання: 1. Набір сит;

2. Чашки Петрі;

3. Ваги.

Хід роботи. 1. Перевірити комплектність і правильну послідовність розміщення сит в наборі. Зверху повинно бути сито з найбільшими отворами, а

донизу діаметр отворів зменшується в такій послідовності: 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0,5 , 0,25 мм. Внизу встановити піддонник.

2. Підготувати зразок ґрунту до аналізу. Видалити з нього коріння рослин, рештки тварин тощо. Взяти наважку 200-300 г ґрунту з точністю до 0,1 г.

3. Висипати наважку ґрунту на верхнє сито і прикрити його кришкою. Круговим рухом колонки просіяти ґрунт крізь сита.

4. Зважити на терезах всі фракції агрегатів, що залишились на ситах і фракцію, яка пройшла в піддонник. Вагу кожної фракції записати в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати визначення структурного складу ґрунту

Розмір фракції, мм	>10	10–7	7–5	5–3	3–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	<0,25
Вага фракції, г									
Вміст фракції, %									

5. Обчислити процентний вміст у ґрунті структурних агрегатів кожної фракції за формулою 3.2:

$$X = \frac{A}{P} * 100, \quad (3.2)$$

де X – процентний вміст у ґрунті агрегатів даного розміру, %; A – вага структурних агрегатів даного розміру, г; P – вага наважки ґрунту, взятої для аналізу, г.

Результати визначення структурного складу необхідно представити у вигляді цифрової таблиці 3.2 і графічно.

3.2 Визначення водоміцності структурних агрегатів за методом М. М. Нікольського

Принцип методу: Метод базується на визначенні кількості структурних агрегатів, які не розпадаються при намочуванні їх у спокійній воді.

Необхідне обладнання: набір сит, 14 скляних чашок Петрі, скляна паличка, дистильована вода.

Хід роботи. 1. Провести просіювання зразка ґрунту крізь колонку сит (див. пункт 1.1 роботи).

2. З кожної фракції (крім >10 і <0,25 мм) взяти дві проби по 20–30 агрегатів і помістити їх в чашки Петрі з дистильованою водою. Рівень води в чашках повинен бути вище шару агрегатів на 1–2 мм.

3. Залишити чашки стояти 20 хв.

4. Порахувати водоміцні агрегати. Для цього їх треба переміщувати скляною паличкою на відстань 1–2 см. Якщо на цьому шляху грудочка не розпалась – вона є водоміцною. Те саме зробити в чашечках другої проби. Результати визначення водоміцності представити у вигляді таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати визначення водоміцності структурних агрегатів

Розмір фракції, мм	10–7	7–5	5–3	3–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25
Взято агрегатів для визначення, шт.							
Збереглося агрегатів після 20 хв. розмочування, шт.							
Вміст водоміцних агрегатів, %.							

5. Обчислити процент водоміцних агрегатів в двох пробах кожної фракції за формулою 3.3:

$$X = \frac{a}{b} * 100, \quad (3.3)$$

де X – вміст водоміцних агрегатів у даній фракції, %; a – кількість агрегатів, що збереглися, шт.; b – кількість агрегатів узятих для аналізу, шт.

6. Обчислити середній вміст водоміцних агрегатів у кожній фракції.

Дайте письмові відповіді на такі запитання:

1. Що таке структура ґрунту?
2. Що таке структурність ґрунту?
3. Яка класифікація агрономічно цінних структурних агрегатів ґрунту є загальноприйнятою в Україні і в чому вона полягає?
4. Що означає і як визначається коефіцієнт структурності зразка ґрунту?
5. Які компоненти входять до складу структурних агрегатів ґрунту?
6. За якими показниками оцінюють структурний стан ґрунту?
7. Чому структурні ґрунти є високородючими?
8. Які є шляхи поліпшення структурного стану ґрунту?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4 ВБИРНА ЗДАТНІСТЬ ҐРУНТУ ТА ДЕМОНСТРАЦІЯ ЇЇ РІЗНОВИДІВ

Завдання: 1. Вивчити теоретичний матеріал теми. Засвоїти визначення понять: вбирна здатність ґрунту, механічна, фізична, фізико-хімічна, хімічна і біологічна вбирні здатності.

2. Продемонструвати механічну, фізичну і фізико-хімічну вбирні здатності ґрунту.

Література. Практикум з ґрунтознавства : Навчальний посібник / За ред. проф. Д. Г. Тихоненка.– 6-е вид., перероб. і доп.– Харків : Майдан, 2009. 447 с. стр. 48–54.

Загальні поняття: *Вбирна здатність ґрунту* є найважливішою його властивістю. Вона проявляється в тому, що механічні частки ґрунту вбирають і утримують на своїй поверхні тверді, рідкі і газоподібні речовини, які містяться в ґрунтовому розчині і ґрунтовому повітрі. Вчення про вбирну здатність ґрунту розробив відомий російський вчений Костянтин Каєтанович Гедройц. Залежно від природи вбирання він виділив такі її типи.

Механічне вбирання відбувається під час фільтрації води крізь ґрунт. При цьому пори і капіляри затримують частки, розмір яких більший за діаметр капілярів. Завдяки механічному вбиранню людина одержує чисту джерельну воду.

Фізичне, або молекулярно-сорбційне вбирання проявляється в тому, що на поверхні колоїдів ґрунту вбираються молекули речовин, які мають полярну будову. Прикладом фізичного вбирання є адсорбція ґрунтом молекул води.

Фізико-хімічне, або іонно-сорбційне вбирання – здатність ґрунту вбирати на поверхні колоїдних часток іони і обмінювати їх на еквівалентну кількість іонів ґрунтового розчину.

Хімічне вбирання зумовлено утворенням в ґрунтовому розчині важкорозчинних сполук, які випадають в осад. Наприклад: $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$.

Біологічне вбирання зумовлене здатністю живих організмів, що населяють ґрунт, засвоювати хімічні елементи. Після відмирання організмів засвоєні ними елементи акумулюються у верхньому шарі ґрунту у складі органічних речовин.

4.1 Демонстрування механічної вбирної здатності ґрунту

Здатність ґрунту вбирати мінеральні і органічні частки з водних суспензій має велике значення в природі і житті людини.

Завдяки механічному вбиранню відбувається очищення каламутних водних потоків. При цьому суспензовані у воді частки акумулюються в певному горизонті ґрунту, що зумовлює зміну його механічного складу. Отже, процес природної фільтрації води є одним з елементарних ґрунтових процесів.

Очищені ґрунтові води є основним джерелом водопостачання населених пунктів. Чиста джерельна вода є цінним природним ресурсом для задоволення різноманітних потреб людини в побуті і господарстві. Явище механічного вбирання широко використовують при будівництві штучних фільтрів для очищення води.

- Необхідне обладнання:**
1. Дві колби місткістю 250–500 мл;
 2. Лійка;
 3. Глина.

Хід роботи. 1. Лійку поставити на колбу і насипати в неї 20–30 г ґрунту. Щоб ґрунт не просипався, в роstrуб лійки треба покласти уламок побитої кераміки або паперову кульку.

2. В другій колбі приготувати водну суспензію глини. Для цього кілька грамів глини залити водою і ретельно збовтати.

3. Фільтруючи крізь ґрунт суспензію, переконайтесь, що ґрунт вбирає частки глини.

4.2 Демонстрування фізичної вбирної здатності

Мета цієї роботи полягає в тому, щоб довести наявність у ґрунтових колоїдів негативного заряду. Це можна довести пропускаючи крізь ґрунт розчин речовини, молекули якої мають полярну будову (розчин позитивно зарядженого реагенту).

В природі такою речовиною є вода. Негативно заряджені колоїди ґрунту сорбують на своїй поверхні дипольні молекули H_2O і міцно їх утримують. Таку форму води називають гігроскопічною.

Для демонстрування фізичної вбирної здатності рекомендується застосовувати розчин метиленової синьки, молекули якої мають позитивний заряд. Для порівняння доцільно взяти розчин нейтрального барвника, наприклад, еозину, молекули якого не мають заряду.

Необхідне обладнання і реактиви: 1. Колба;

2. Лійка;

3. Фільтри;

4. Водний розчин метиленової синьки (1:1000);

5. Водний розчин еозину (1:1000).

Хід роботи. 1. На лійку покласти паперовий фільтр і насипати 15–20 г ґрунту. Лійку поставити на колбу.

2. В центрі насипаного на лійку ґрунту зробити невелике заглиблення. Влити невелику порцію розчину метиленової синьки в це заглиблення і спостерігати за кольором крапель фільтрату. При потребі влити ще порцію розчину синьки. Переконатись, що фільтрат знебарвлюється. Це свідчить про те, що молекули синьки увібрались колоїдами ґрунту.

3. Налити на цей же ґрунт порцію розчину еозину і переконатись, що забарвлення його не змінюється. Його молекули ґрунт не вбирає тому, що вони на мають заряду.

4.3 Демонстрування фізико-хімічної вбирної здатності

Фізико-хімічне вбирання полягає в тому, що колоїди ґрунту сорбують на своїй поверхні катіони металів. Одночасно увібрані катіони можуть обмінюватись на катіони ґрунтового розчину. Між тонкодисперсною масою ґрунту (ґрунтовим вбирним комплексом) і ґрунтовим розчином існує рухома рівновага. Зміна складу розчинних сполук в ґрунтовому розчині викликає відповідні зміни в складі увібраних катіонів. Одні катіони здатні витіснити з ГВК інші. Перші займають місце в дифузному шарі колоїдної міцели, другі

переходять у ґрунтовий розчин. Таким чином, катіони одного і того ж елемента перебувають в ґрунті в двох станах: увібраному і вільному в ґрунтового розчині. Тому, щоб довести наявність у ґрунті увібраних катіонів (наприклад, Ca^{2+}) необхідно спочатку видалити з нього вільні іони цього елемента.

Необхідне обладнання і реактиви: 1. Колба;

2. Лійка;

3. Паперові фільтри;

4. Пробірки;

5. Насичений розчин NaCl або KCl ;

6. 4%-ний розчин щавелевокислого амонію $(\text{NH}_4)\text{C}_2\text{O}_4$.

Хід роботи. 1. На лійку покласти паперовий фільтр і насипати 15–20 г ґрунту. Лійку поставити на колбу.

2. Кілька разів промити ґрунт дистильованою водою для того, щоб вимити з нього сполуки кальцію. Повне вимивання кальцію визначають якісною реакцією з оксалатом амонію. Для цього після чергового промивання ґрунту водою в пробірку беруть пробу фільтрату і доливають до нього кілька крапель оксалату амонію. Якщо при цьому випадає білий осад, то це вказує на те, що в ґрунті є вільний кальцій і промивання слід продовжувати. Якщо при доливанні оксалату амонію у фільтраті не з'являється помутніння чи осад, то це свідчить про те, що весь вільний кальцій вже вимито і в ґрунті залишився лише увібраний кальцій, який водою не вимивається.

3. Промитий водою ґрунт обробити розчином NaCl або KCl і перші краплі фільтрату зібрати в чисту пробірку. При доливанні оксалату амонію до фільтрату в ньому випаде білий осад оксалату кальцію.

Таким чином, при завершенні промивання ґрунту водою ми виявили відсутність кальцію у фільтраті. Це означає, що вільний кальцій ми видалили з ґрунту. Проте після обробки ґрунту не водою, а розчином солі, у фільтраті знову з'являється кальцій. Це означає, що іони натрію витіснили з ГВК увібрані іони кальцію.

Аналогічний дослід можна провести з будь-яким іншим катіоном, застосувавши відповідну якісну реакцію.

4.4 Демонстрування коагуляції і пептизації ґрунтових колоїдів

Завдання: 1. Вивчити теоретичний матеріал, в якому йдеться про типи вбирної здатності ґрунту та процеси, які відбуваються в колоїдних розчинах. Засвоїти визначення таких понять як коагуляція, пептизація, золь, гель, хімічне вбирання, дисперсна фаза, дисперсне середовище.

2. Продемонструвати коагуляцію і пептизацію ґрунтових колоїдів

3. Продемонструвати хімічну вбирну здатність ґрунту.

Необхідне обладнання і реактиви: 1. Лійка;

2. Фільтр;

3. Колба місткістю 300–500 мл;

4. 0,05 н. розчин HCl;

5. Дистильована вода;

6. Циліндр місткістю 200–300 мл;

7. 1 н. розчин NaOH;

8. Концентрований розчин CaCl₂.

Хід роботи. 1. Насипати в лійку на фільтр 15–20 г безкарбонатного або малокарбонатного ґрунту (який не закипає при дії HCl). Під лійку поставити склянку або колбу місткістю 300–500 мл. Промити ґрунт 0,05н. розчином HCl з метою видалення з нього вільного і увібраного кальцію. Для цього необхідно витрати близько 300 мл розчину. Потім промити ґрунт невеликою порцією дистильованої води.

2. Промитий ґрунт перенести з фільтра в циліндр, обмиваючи фільтр дистильованою водою.

3. Влити в циліндр 20–25 мл 1 н. розчину NaOH, щоб викликати пептизацію колоїдів, і довести об'єм суспензії дистильованою водою до 150–250 мл (залежно від об'єму циліндра).

4. Ретельно збовтати вміст циліндра і залишити його стояти 30–40 хв. За цей час крупні частки ґрунту осядуть на дно, а колоїдні залишаться в завислому стані.

5. Долити в циліндр 2–3 мл концентрованого розчину CaCl_2 і спостерігати за процесом коагуляції колоїдів ґрунту і утворенням гелю.

6. Після закінчення коагуляції долити в циліндр кілька cm^3 1 н. розчину NaOH і простежити за пептизацією колоїдів.

Дайте письмові відповіді на такі запитання:

1. Що таке коагуляція і пептизація колоїдів?

2. Чому дво- і тривалентні катіони зумовлюють коагуляцію колоїдів, а одновалентні – пептизацію колоїдів?

3. Чому колоїди засолених ґрунтів (солонець, солончак) дуже пептизовані, а чорноземів – зкоагульовані або слабо пептизовані?

4. Як залежить родючість та інші властивості ґрунту від коагуляції і пептизації (від складу увібраних катіонів)?

4.5 Демонстрування хімічної вбирної здатності ґрунту

Необхідне обладнання і реактиви: 1. Штатив з пробірками;

2. Лійка;

3. Фільтр;

4. 5%-ний розчин BaCl_2 ;

5. 1 н. розчин $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Хід роботи. 1. Встановити на штативі дві пробірки, на одну з яких поставити лійку з паперовим фільтром.

2. Насипати на лійку $1/2$ її об'єму суглинкового ґрунту і зволожити його 5%-ним розчином BaCl_2 .

3. Промивати на лійці ґрунт краплями 1 н. розчину $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ доки в пробірку не набереться $1/3$ її об'єму фільтрату. В другу пробірку (контрольну) налити таку ж кількість 1 н. розчину $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$.

4. В першу і другу пробірки долити по 3 мл 5%-ного розчину BaCl_2 . Спостерігати за інтенсивністю випадання білого осаду в обох пробірках.

Дайте письмові відповіді на такі запитання:

1. В чому проявляється хімічне вбирання ґрунту?
2. Чому в дослідному фільтраті осаду випало більше, ніж в контрольному?

4.6 Визначення суми увібраних основ за методом Каппена-Гільковиця

Завдання: 1. Вивчити теоретичний матеріал з питань: «Ємкість вбирання ґрунту», «Єкологічне значення вбирної здатності ґрунту». Засвоїти такі поняття: ємкість вбирання ґрунту, ґрунтовий вбирний комплекс, склад увібраних катіонів в основних зональних типах ґрунтів, ґрунти насичені і ненасичені основами.

2. Визначити суму обмінних основ за методом Каппена-Гільковиця.

Принцип методу: Суму увібраних основ витісняють з ГВК воднем титрованого розчину соляної кислоти і визначають їх кількість по залишку кислоти. Цей метод дає дуже наближені результати, тому що при одноразовому настоюванні ґрунту з кислотою обмінні основи не витісняються повністю. Крім того, частина кислоти витрачається на побічні реакції з твердою і рідкою фазами ґрунту.

Практичне значення роботи: Кількість, склад і співвідношення увібраних катіонів мають великий вплив на фізичні і фізико-хімічні властивості ґрунту. Від цього залежать структурний стан ґрунту, реакція ґрунтового розчину, буферність ґрунту тощо. Сума увібраних основ визначає взаємодію ґрунту з внесеними добривами. Їх міграція, закріплення ґрунтом, засвоєння кореневою системою рослин, участь в хімічних реакціях значною мірою залежать від процесів обмінної вбирної здатності ґрунту. Катіони металів внесених добрив повністю або частково вбираються ГВК і закріплюються в ґрунті. Певна їх частина вимивається в нижні горизонти. Увібрані основи, як відомо, є доступними для живлення рослин. Звідси, чим більше в ґрунті увібраних основ, тим вища його родючість.

Таким чином, визначення суми увібраних основ дає можливість зробити висновок про рівень родючості ґрунту. Показник суми обмінних основ використовують при обґрунтуванні системи удобрення ґрунтів в сівозміні, хімічної меліорації (вапнування) ґрунтів тощо.

- Необхідне обладнання і реактиви:**
1. Колба місткістю 200–250 мл;
 2. Штатив з бюреткою на 100 мл;
 3. Лійка;
 4. Фільтри;
 5. Мірна піпетка на 50 мл;
 6. 0,1 н. розчин HCl (титрований);
 7. 0,1 н. розчин NaOH (титрований);
 8. Фенолфталеїн;
 9. Електрична плитка.

Хід роботи. 1. На технічних терезах зважити 20 г повітряносухого ґрунту розтертого і просіяного крізь сито з діаметром отворів 1 мм. Наважку ґрунту висипають в колбу.

2. За допомогою бюретки або піпетки долити в колбу з ґрунтом 100 мл 0,1 н. розчину HCl точно встановленого титру. Ґрунт з кислотою збовтують протягом години і залишають стояти на добу. (Примітка: цю частину роботи студенти виконують під керівництвом лаборанта напередодні занять.)

3. Через 24 години вміст колби збовтати і профільтрувати крізь складчатий фільтр, повністю переносячи на нього ґрунт. Якщо фільтрат каламутний – його вдруге фільтрують через той самий фільтр з ґрунтом.

4. Мірною піпеткою взяти з прозорого фільтрату пробу 50 мл і влити в чисту колбу.

5. Вміст колби довести до кипіння на електричній плитці і кип'ятити 2–3 хв. для видалення CO₂.

6. Долити в колбу 3–4 краплі фенолфталеїну і титрувати гарячий розчин 0,1 н. розчином NaOH точно встановленого титру до появи блідо-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом одної хвилини.

7. Обчислити вміст у ґрунті увібраних основ за формулою 4.1:

$$S = \frac{(a-b) \cdot 0,1 \cdot K_{NaOH} \cdot 2 \cdot 100 \cdot K_{H_2O}}{p}, \quad (4.1)$$

де S – сума обмінних катіонів, мг-екв на 100 г ґрунту; a – кількість мл NaOH, витрачених на холосте титрування; b – кількість мл NaOH, витрачених на титрування фільтрату; 0,1 – нормальність розчину NaOH; K_{NaOH} – поправка до титру NaOH; 2 – коефіцієнт перерахунку на весь об'єм фільтрату; 100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г ґрунту; K_{H_2O} – коефіцієнт перерахунку на суху наважку ґрунту; p – наважка ґрунту, г.

8. Результати аналізу записати в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати визначення суми увібраних основ

Наважка ґрунту, г	Кількість фільтрату взятого для титрування, мл	Нормальність HCl	Кількість розчину NaOH, витраченого на титрування, мл	Нормальність NaOH	Сума увібраних основ, мг-екв, на 100 г ґрунту
20	50	0,1		0,1	

Приклад розрахунків: Наважка повітряно сухого ґрунту 20 г. Взято для титрування 50 мл фільтрату. Витрачено на титрування фільтрату 28 мл 0,1 н розчину NaOH. На холосте титрування фільтрату пішло 50 мл 0,1 н розчину NaOH. $K_{NaOH} = 1$. $K_{H_2O} = 1,02$.

$$S = \frac{(50 - 28) \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 1,02}{20} = 22,4 \text{ мг-екв на 100 г ґрунту}$$

Дайте письмові відповіді на такі запитання:

1. Дайте визначення поняття «ємкість вбирання ґрунту» і вкажіть від яких факторів залежить ця величина.
2. Який зв'язок між величиною ємкості вбирання і рівнем родючості ґрунту?
3. Чому ґрунти сформовані на лесових породах мають високу ємкість вбирання, а ґрунти сформовані на льодовикових породах – низьку?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5 КИСЛОТНІСТЬ ҐРУНТУ ТА МЕТОДИКИ ЇЇ ВИЗНАЧЕННЯ

Завдання: 1. Вивчити теоретичний матеріал, наведений в підручниках і конспекті лекцій. З'ясувати, що таке реакція ґрунтового розчину, якими одиницями виражають дану величину, які фактори зумовлюють кислу реакцію ґрунту, а які – лужну. Засвоїти визначення таких понять: ґрунтовий розчин, активна кислотність, потенціальна кислотність, обмінна кислотність і гідролітична кислотність.

2. Визначити активну кислотність ґрунту.

3. Визначити обмінну кислотність ґрунту.

4. Обчислити дозу вапна на 1 га за величиною рН сольової витяжки.

Література. Практикум з ґрунтознавства : Навчальний посібник / За ред. проф. Д. Г. Тихоненка.– 6-е вид., перероб. і доп.– Харків : Майдан, 2009. 447 с. стр. 184–195.

Загальні поняття: Вода та розчинені в ній різні речовини складають рідинну фазу ґрунту, або **ґрунтовий розчин**, з якого рослини через свою кореневу систему вбирають воду та поживні речовини і який відіграє вирішальну роль в житті рослинного організму.

Під **кислотністю** розуміють здатність ґрунту підкислювати ґрунтовий розчин, воду і розчини нейтральних солей. Обумовлена кислотність наявністю головним чином вуглецевої та органічних кислот, гідролітично кислих солей, вільних іонів H^+ у ґрунтовому розчині та обмінних катіонів H^+ і Al^{3+} у ґрунтовому вбирному комплексі.

Реакція ґрунтового розчину визначається співвідношенням концентрацій вільних іонів H^+ та OH^- . Якщо концентрація іонів водню дорівнює концентрації гідроксильних іонів – *реакція нейтральна*; коли концентрація іонів H^+ більша концентрації іонів OH^- – *кисла*; якщо концентрація іонів H^+ менша концентрації іонів OH^- – *лужна*.

Залежно від величини рН водної витяжки або суспензії реакція ґрунту має наступну назву:

Реакція ґрунтового розчину	pH	Концентрація H ⁺ в 1 л розчину
Дуже кисла	3–4	10 ⁻³ – 10 ⁻⁴
Кисла	4–5	10 ⁻⁴ – 10 ⁻⁵
Слабокисла	5–6	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁶
Нейтральна	7	10 ⁻⁷
Слаболужна	7–8	10 ⁻⁷ – 10 ⁻⁸
Лужна	8–9	10 ⁻⁸ – 10 ⁻⁹
Дуже лужна	9–10	10 ⁻⁹ – 10 ⁻¹⁰

Концентрацію іонів водню в розчині прийнято виражати символом **pH**, який є від’ємний десятковий логарифм концентрації іонів водню в розчині: $pH = -\lg [H^+]$. Кисла реакція властива підзолистим, дерново-підзолистим, сірим лісовим і болотним ґрунтам; нейтральна – чорноземам; лужна – каштановим ґрунтам і солонцям.

Розрізняють два види кислотності ґрунту: *активну* і *потенційну*.

Активна кислотність ґрунту – це кислотність ґрунтового розчину. Обумовлена вона іонами H⁺, які знаходяться в рідкій фазі ґрунту, вимірюється в одиницях pH і позначається pH_{H₂O} або pH_{водний}. Активна кислотність безпосередньо впливає на ріст рослин та життєдіяльність мікроорганізмів. У табл. 1 наводяться інтервали pH, сприятливі для росту і розвитку сільськогосподарських культур та ґрунтових мікроорганізмів.

Для одних рослин оптимум pH знаходиться в інтервалі 4,0–5,5 (див. таблицю 5.1), для інших – від 7,0 до 8,0, азотфіксуючі бактерії найкраще розвиваються при реакції, яка близька до нейтральної, а грибна мікрофлора – при кислій. Іони H⁺, які присутні у ґрунтовому розчині, складають незначну частину від водневих іонів, які знаходяться у ввібраному стані. Крім того, активна кислотність дуже змінюється протягом вегетаційного періоду. Тому величина активної кислотності не може бути надійним показником потреби ґрунту у вапнуванні для нейтралізації кислотності.

Потенційна кислотність – це кислотність твердої фази ґрунту і ґрунтового розчину. Обумовлена вона іонами H⁺ і Al³⁺, які увібрані ГКВК. Потенційна кислотність завжди більша активної, бо складається з кислотності ґрунтового розчину і кислотності, яка утворюється за рахунок увібраних іонів водню та алюмінію.

Таблиця 5.1 – Оптимальна реакція ґрунтового середовища для сільськогосподарських культур, плодкових насаджень і мікроорганізмів

Культура	pH	Культура	pH
Пшениця озима	6,3–7,7	Вівсяниця лугова	5,3–6,0
Пшениця яра	6,0–7,5	Льон	5,5–6,5
Ячмінь	6,8–7,5	Коноплі	7,1–7,4
Жито озиме	5,5–7,5	Тютюн	6,5–8,0
Овес	5,0–7,5	Морква	5,5–7,0
Кукурудза	6,0–7,0	Капуста	6,5–7,4
Рис	4,0–6,0	Огірки	6,4–7,0
Просо	5,5–7,5	Цибуля	6,4–7,9
Гречка	4,7–7,5	Томати	6,3–6,7
Горох	6,0–7,0	Салат	6,0–6,5
Соя	6,5–7,1	Щавель	4,5–5,0
Квасоля	7,0–8,0	Селера	5,8–7,5
Вика	5,7–6,5	Цикорій	6,0–6,5
Люпин	4,5–6,0	Гарбузи	5,3–6,0
Боби кормові	6,0–7,0	Яблуня	6,5–7,5
Соняшник	6,0–6,8	Груша	4,5–6,0
Буряки цукрові	7,0–7,5	Абрикос	7,0–8,5
Картопля	5,0–5,5	Слива	6,5–8,0
Бруква	4,8–5,5	Вишня	6,5–8,5
Турнепс	6,0–6,5	Виноград	7,0–8,7
Люцерна	7,0–8,0	Азотобактер	6,7–6,8
Конюшина	6,0–7,0	Нітрифікатори	6,0–8,0
Житняк	7,0–8,5	Денітрифікатори	7,0–8,0
Райграс	6,8–7,5	Бульбочкові бактерії	6,0–7,0
Тимофіївка	5,0–7,5	конюшини	

Потенційну кислотність умовно ділять на дві форми: обмінну і гідролітичну.

Обмінна кислотність – виявляється при взаємодії ґрунту з розчином нейтральної солі (тобто солі сильного лугу і сильної кислоти): KCl , $BaCl_2$ і ін.

При внесенні у ґрунт великої кількості фізіологічно кислих мінеральних добрив у формі нейтральних солей (NH_4Cl ; $(NH_4)_2SO_4$; KCl та ін.) іон водню переходить у ґрунтовий розчин і підкислює його. За таких умов він збагачується шкідливими для рослин іонами Al^{3+} та Mn^{2+} . Тому обмінна кислотність є найбільш шкідливою для рослин формою кислотності ґрунту.

Підкислення ґрунту може відбуватися за рахунок життєдіяльності мікроорганізмів. Наприклад, у процесі нітрифікації утворюється HNO_3 .

Гідролітична кислотність – виявляється при взаємодії ґрунту з розчином гідролітично лужної солі (солі сильної основи і слабкої кислоти): CH_3COONa , $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ і т. п.

Встановлено, якщо ґрунт обробити нормальним розчином оцтовокислого натрію, то кислотність буде підвищуватись, бо з ГКВК у ґрунтовий розчин буде переходити іон водню, який нейтральною сіллю не витісняється.

При визначенні гідролітичної кислотності застосовують оцтовокислий натрій. Внаслідок гідролізу CH_3COONa лужна реакція обумовлена утворенням NaOH за наступною реакцією $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$.

Оцтова кислота дисоціює дуже слабо, а луг, що утворився, реагує з обмінним воднем, який утворює в розчині гідролітичну кислотність. При визначенні гідролітичної кислотності враховують усі види кислотності: активну (іони водню ґрунтового розчину), обмінну (увібрані водень та алюміній, які обмінюються на катіони нейтральної солі) і гідролітичну.

Групування ґрунтів за ступенем кислотності, прийняте в Україні, наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Групування ґрунтів за ступенем кислотності

Ступінь кислотності	Показник кислотності		Ґрунт
	$\text{pH}_{\text{КСІ}}$	Hг , мг-екв на 100 г ґрунту	
Дуже сильнокислий	<4,0	>6,0	Підзол, торфовище верхове, болотно-підзолистий, бурозем кислий, підзолисто-буроземний
Сильнокислий	4,1–4,5	5,9–5,1	Дерново-підзолні оглеєні, торфянисто- і торфово-глейові, дерново-буроземні кислі
Середньокислий	4,6–5,0	5,0–4,1	Дерново-підзолисті, підзолисто-дернові, ясно-сірі лісові оглеєні
Слабокислий	5,1–5,5	4,0–3,1	Ясно- і сірі лісові, темно-сірі лісові оглеєні, дерново-борові
Близький до нейтральних	5,6–6,0	3,0–2,1	Темно-сірі лісові, чорноземи опідзолені, вилужені та реградовані, дернові
Нейтральний	>6,0	<2,0	Чорноземи типові та звичайні, лучно-чорноземні, коричневі

При відсутності обмінної кислотності – гідролітична – не шкідлива для рослин, бо іони H^+ гідролітичної кислотності малорухомі. Вимірюють

гідролітичну кислотність в мг-екв на 100 г ґрунту і позначають індексом Нг. За величиною гідролітичної кислотності розраховують дози вапна, необхідного для нейтралізації всіх присутніх у ґрунті іонів водню та алюмінію.

Як видно з таблиці 5.2 за ступенем кислотності ґрунти бувають дуже сильно-, сильно-, середньо- слабокислі, близькі до нейтральних і нейтральні.

5.1 Визначення рН водної витяжки (активної кислотності ґрунту) колориметричним методом

Принцип методу: Для визначення активної кислотності готують водну витяжку ґрунту, в якій міститься певна кількість протонів водню. При доливанні до такого розчину індикаторів нітрофенольного ряду він набуває певного забарвлення. Порівнюючи забарвлення дослідної витяжки з кольорами стандартної шкали, визначають рН водної або сольової витяжки (обмінну кислотність).

Практичне значення роботи: Кислі ґрунти є несприятливими для вирощування більшості рослин. З метою підвищення родючості такі ґрунти вапнують. За величиною рН сольової витяжки визначають потребу ґрунту у вапнуванні.

Необхідне обладнання і реактиви: 1. Зразок дерново-підзолистого ґрунту просіяного крізь сито з отворами 1 мм;

2. Ваги;

3. Прилад М. І. Алямовського (рис. 5.1) або рН – метр;

4. Дві колби;

5. Мірний циліндр;

6. Дистильована вода;

7. Лійка;

8. Фільтрувальний папір;

9. Піпетка на 10 мл;

10. Пробірка.

Хід роботи. 1. На вагах відважити 10 г ґрунту і висипати його у колбу.

2. Долити в колбу 50 мл дистильованої води, після чого старанно збовтувати ґрунт з водою протягом 10 хв.

3. Вміст колби профільтрувати крізь складчастий фільтр. Якщо фільтрат буде каламутним, профільтрувати його ще раз крізь чистий фільтр.

4. З допомогою піпетки набрати 5 мл прозорого фільтрату і перенести його в пробірку.

5. До фільтрату в пробірці долити мікропіпеткою 0,3 мл універсального індикатора і старанно збовтати.



Рисунок 5.1 – Прилад Алямовського у футлярі

6. Забарвлену рідину в пробірці порівняти з забарвленими стандартними розчинами приладу Алямовського (рис. 5.2).



Рисунок 5.2 – Набір ампул для визначення рН з приладу Алямовського

7. Знайти ампулу з кольором близьким до кольору досліджуваного фільтрату і визначити його рН.



При наявності рН – метру (рис. 5.3) визначити рН водної витяжки з його допомогою.

За результатами роботи робиться висновок де зазначають результати визначення рН водної витяжки.

Рисунок 5.3 – Електричний кишеньковий цифровий рН-метр тестер

5.2 Визначення рН сольової витяжки (обмінної кислотності ґрунту) колориметричним методом

Необхідне обладнання і реактиви: зразок ґрунту, ваги, прилад М. І. Алямовського або рН - метр, колби, мірний циліндр, лійка, фільтрувальний папір, піпетка на 5 мл, 1 н. розчин КСІ.

Хід роботи. 1. На вагах відважити 20 г ґрунту і висипати його в колбу.

2. Долити в колбу 50 мл 1 н. розчину КСІ, після чого старанно збовтувати суспензію протягом 30 хв.

3. Вміст колби профільтрувати крізь складчастий фільтр. Якщо фільтрат буде каламутним, профільтрувати його ще раз крізь чистий фільтр.

4. Набрати піпеткою 5 мл прозорого фільтрату і перенести його в пробірку, долити 0,3 мл універсального індикатора і старанно збовтати.

5. З допомогою стандартних розчинів приладу М. І. Алямовського визначити рН сольової витяжки.

6. При наявності рН – метру визначити рН сольової витяжки з його допомогою.

За результатами роботи робиться висновок де зазначають результати визначення рН водної витяжки.

Тлумачення одержаних результатів: Як активна, так і, значною мірою, потенціальна кислотність ґрунту негативно впливає на ріст і розвиток рослин. Тому величина рН ґрунтового розчину є однією з основних агровиробничих характеристик ґрунту. Залежно від цього вживають меліоративні заходи щодо поліпшення родючості кислих ґрунтів. Таким заходом є внесення вапна в ґрунт (вапнування).

Різні агровиробничі групи ґрунтів вапнують неоднаково. Сильно кислі ґрунти (рН<4,5) потребують високих доз вапна, кислі (рН 4,5–5,5) – середніх, а слабокислі (рН 5,5–6,5) не потребують вапнування. У тих випадках, коли на слабокислих ґрунтах необхідно вирощувати такі культури (дуб, ясен, липа, клен та ін.), для яких оптимальною є нейтральна і слаболужна реакція (рН 6,5–7,0), їх також вапнують.

Висновок. Входячи з цього і роблять відповідний висновок за результатами аналізу. Наприклад, рН водної витяжки досліджуваного ґрунту становить 4,6. В цьому випадку висновок має бути таким: *Зразок ґрунту № 1 належить до групи кислих ґрунтів з показником рН 4,6, а отже потребує вапнування.*

5.3 Розрахунок доз вапна на 1 га ґрунту

В практиці сільськогосподарського виробництва конкретні дози вапна розраховують, здебільшого, за гідролітичною кислотністю (див. попередню роботу). Проте, вченими-агрохіміками встановлена чітка кореляція між гідролітичною кислотністю і рН сольової витяжки одного і того ж ґрунту.

Виходячи з цього, розроблені спеціальні таблиці, які дають змогу визначити дозу вапна за рН сольової витяжки.

З наведеної нижче таблиці 5.3 видно, що при одному і тому ж значенні рН на важких ґрунтах потрібно вносити значно більше вапна, ніж на піщаних. Це пояснюється високою ємкістю вбирання катіонів глинистими ґрунтами.

Таблиця 5.3 – Дози внесення CaCO_3 в т/га під час вапнування кислих ґрунтів

Сівозміна	Механічний склад ґрунту	рН сольової витяжки						
		<4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4–5,5	>5,5
З низьким процентом кальцієфобних культур, яким шкодить надлишок вапна	Супіщані і легкі суглинки	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	Вапно не вносять
	Середні суглинки	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,0	
	Важкі суглинки	8,0	7,5	6,5	5,5	5,0	4,5	
З високим процентом кальцієфобів	Супіщані і легкі суглинки	2,5	2,0	2,0	1,5	Вапно не вносять		
	Середні суглинки	3,5	3,0	3,0	2,5			

При визначенні доз вапна, крім кислотності ґрунту, враховують біологічні особливості культурних рослин (їх реагування на внесення вапна) і механічний склад ґрунту. Деякі культури негативно реагують на наявність надлишку вапна (кальцію) в ґрунті. Тому вносити вапно безпосередньо під ці культури не рекомендується.

При визначенні дози вапна за цією таблицею слід мати на увазі, що в ній наведені дози хімічно чистої сполуки CaCO_3 . А в практиці застосовують вапняні добрива, які містять значну кількість інших сполук, уламки мінералів, вологу тощо. Тому при обчисленні дози реального вапна вносять поправки до дози хімічно чистого вапна.

Наприклад, необхідно визначити дозу вапна на 1 га дерново-підзолистого середньосуглинкового ґрунту, рН якого 4,6. Сівозміна господарства має

низький процент кальцієфобів. Вапняне добриво, яке завезено в господарство містить 20% вологи і 23% домішок.

Норму чистого сухого вапна ми знаходимо в таблиці. Вона буде дорівнювати 5,5 т. Отже, нам треба внести на 1 га таку кількість реального вапняного добрива, в якій би містилось 5,5 т чистого і сухого вапна. Спочатку робимо поправку на вміст домішок (x_1).

$$x_1 = \frac{5,5 * 100}{77} = 7,14 \text{ т/га}$$

7,14 т є сума чистого CaCO_3 і домішок в сухому стані. Норма вапна з урахуванням вологості (x_2) становитиме:

$$x_2 = \frac{7,14 * 100}{80} = 8,93 \text{ т/га}$$

Отже, загальна маса необхідного вапна з врахуванням вмісту домішок та вологості для вапнування дерново-підзолистого середньосуглинкового ґрунту, рН якого становить 4,6 складає 8,93 т/га.

Дайте письмові відповіді на такі запитання:

1. Які фактори зумовлюють накопичення в ґрунті органічних кислот?
2. З якою метою визначають кислотність ґрунту?
3. Який меліоративний захід застосовують на кислих ґрунтах?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6 ҐРУНТОВА ВОЛОГА І ВИЗНАЧЕННЯ ВОДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ

Завдання: 1. Вивчити теоретичний матеріал з цієї теми. Засвоїти основні поняття і терміни. Мати чітке уявлення про стан і форми води в ґрунті (хімічно-зв'язану, сорбційно-зв'язану і вільну воду). Знати водні властивості і види вологості ґрунту.

2. Визначити польову вологість ґрунту.
3. Визначити гігроскопічну вологу ґрунту.

Література. Практикум з ґрунтознавства : Навчальний посібник / За ред. проф. Д. Г. Тихоненка.– 6-е вид., перероб. і доп.– Харків : Майдан, 2009. 447 с. стр. 147–171.

Загальні поняття: Під *вологістю* розуміють вміст води у ґрунті в даний момент часу.

Ґрунтова волога – практично єдине джерело водозабезпечення наземних рослин. Від наявності її у ґрунті залежить ефективність добрив і хімічних меліорантів, час проведення та якість обробітку, строки сівби та поливів, і, як наслідок, продуктивність угідь, луків і пасовищ. Тому вивчення режиму вологості та розробка заходів його регулювання стосовно різних ґрунтів є невід’ємною частиною ґрунтово-генетичних, агрономічних і екологічних досліджень.

Для визначення вологості ґрунту використовують прямі і непрямі методи. Найбільш поширеним, доступним і точним є ваговий метод, який базується на висушуванні ґрунтового зразка в стандартних умовах. Нині додатково застосовують вагоміри-тензіометри, прилади з нейтронним випромінюванням та ін.

6.1 Визначення польової вологості ґрунту

Принцип методу: Визначення польової вологості ґрунту проводять шляхом висушування проби ґрунту при температурі 105°C протягом 6–10 годин.

Практичне значення роботи: Польову вологість ґрунту визначають з метою обчислення вмісту в ґрунті води, доступної для рослин. Польова вологість ґрунту є сумою процентного вмісту в ґрунті води, доступної для рослин, і води, не доступної для рослин. Кількість води не доступної для рослин наближено дорівнює подвоєному вмісту гігроскопічної вологи. Звідси вміст доступної для рослин води (S) становитиме різницю між польовою вологістю ґрунту (W) і подвоєною гігроскопічною (2B) $S = W - 2B$.

Необхідне обладнання: 1. Сушильна шафа;

2. Ексикатор;
3. Алюмінієві або скляні бюкси;
4. Ґрунтовий бур БГ;
5. Ваги.

Хід роботи. 1. На вагах зважити необхідну кількість алюмінієвих бюксів з кришками.

2. У різних місцях поля на глибині орного горизонту взяти кілька зразків ґрунту масою 10–15 г. Кожний зразок брати безпосередньо з стінки розрізу, негайно поміщати його в бюкс і щільно закривати кришкою. У разі неможливості зробити розріз проби відбирають ґрунтовим буром.



Рисунок 6.1 – Ґрунтовий бур БГ у розкладеному вигляді (робоча глибина до 5 метрів, діаметр збиральної гільзи 135 мм)

Щоб запобігти втраті вологи з ґрунту, на стик між краєм кришки і корпусом бюкса одягають кільце гумового ущільнювача. Цим самим досягається повна герметизація бюкса.

3. Якомога швидше привезти бюкси в лабораторію і зважити їх (без гумового кільця) з точністю до 0,01 г.

4. Помістити бюкси в сушильну шафу (кришки покласти у шафу під стаканчики, щоб їх не переплутати) і висушувати при температурі 105° С впродовж 6 годин.

5. Закрити бюкс кришкою, вийняти його з шафи і охолодити в ексікаторі.

6. Охолоджені бюкси з ґрунтом зважити з точністю до 0,01 г і знову помістити в сушильну шафу ще на одну годину.

7. Через годину бюкси вийняти, закрити кришками, охолодити в ексікаторі і знову зважити з тією ж точністю. Якщо результати першого і другого зважування збігаються, то висушування припиняють. Якщо ж між ними є розбіжність, то висушування повторюють до збігання результатів двох останніх зважувань.

8. Обчислити польову вологість (W) за формулою 6.1:

$$\text{Вологість ґрунту (\%)} = \frac{B - B_1}{B_1 - A} \cdot 100 \quad (6.1)$$

де А – маса пустого, заздалегідь попередньо висушеного бюкса, г; В – маса бюкса з вологим ґрунтом, г; В₁ – маса бюкса з абсолютно сухим ґрунтом, г; В–А – наважка абсолютно сухого ґрунту, г; В–В₁ – кількість води в наважці, г.

Результати записують у таблицю 6.1 і обчислюють середню арифметичну польової вологості.

Таблиця 6.1 – Результати визначення польової вологості ґрунту

№ бюкса	Маса бюкса без ґрунту, г	Маса бюкса з ґрунтом, г			Маса води, яка випарувалась, г	Маса абсолютно сухого ґрунту, г	Вологість ґрунту у %
		до висушування, г	після 1-го висушування, г	після 2-го висушування, г			

Виконайте такі обчислення:

1. Обчисліть вміст у ґрунті води, доступної для рослин (продуктивна волога).

2. Обчисліть запас доступної для рослин води в орному горизонті в т/га.

3. Обчисліть запас доступної для рослин води в міліметрах.

Хід обчислення:

Наприклад, польова вологість ґрунту становить 34,2 %, а вміст гігроскопічної – 4,1%. Тоді, вміст доступної для рослин води становитиме

$$S = W - 2B = 34,2 - 8,2 = 26,0 \%$$

В умовах зрошуваного землеробства потрібне обчислення кількості вмісту води у вагових одиницях або в міліметрах. Для цього вміст води в процентах множать на 10. При цьому ми визначаємо кількість води в одному кілограмі ґрунту. Здобуту величину множать на 3 мільйони (приблизна маса ґрунту (в кг) орного горизонту одного гектара).

$$26,0 * 10 * 3\ 000\ 000 = 780\ 000\ 000 \text{ г, або } 780 \text{ т.}$$

Обчислення вмісту води в міліметрах проводять так:

Розраховують загальний об'єм шару води 1 мм на площі 1 га:

$$1 \text{ мм} * 10000 \text{ м}^2 \text{ (} 10 \text{ мільярдів мм}^2 \text{)} = 10 \text{ мільярдів мм}^3.$$

10 мільярдів мм³ дорівнює 10 м³, або 10 т води.

У нашому прикладі в орному горизонті одного гектара ґрунту міститься 780 т, або 78 мм води.

Здобуту величину порівнюють з потребою у воді різних рослин (транспіраційним коефіцієнтом), вносять поправку на випаровування та інші непродуктивні витрати і приходять до висновку - вистачить чи не вистачить наявного запасу води в ґрунті для вирощування запланованого урожаю. Таким чином наведені обчислення допомагають правильно оцінити водний режим ґрунту і забезпеченість вологою сільськогосподарських рослин.

6.2 Визначення вмісту в ґрунті гігроскопічної вологи

Гігроскопічна вода є недоступною для рослин. Це молекулярна вода, адсорбована поверхнею колоїдних часток.

Завдання: 1. Засвоїти визначення понять: гігроскопічна волога, максимальна гігроскопічність ґрунту, пливчаста волога, абсолютно сухий ґрунт, повітряносухий ґрунт.

2. Визначити вміст в ґрунті гігроскопічної вологи.

Принцип методу: Визначення вмісту в ґрунті гігроскопічної вологи проводять в пробах повітряносухого ґрунту, тобто ґрунту, який втратив всі інші форми води, крім гігроскопічної. Повітряносухого стану ґрунт набуває при висушуванні його при кімнатній температурі протягом 3–4 днів. Після такого висушування ґрунт зберігає гігроскопічну і хімічно зв'язану воду. Хімічно зв'язана вода особливого практичного значення не має і тому її можна не брати до уваги. Видалення гігроскопічної води з ґрунту здійснюється висушуванням його при температурі 105°C.

Практичне значення роботи: Визначення вмісту в ґрунті гігроскопічної вологи проводять з метою обчислення запасу недоступної для рослин вологи (вологість в'янення). Ця кількість ґрунтової вологи дорівнює подвоєній величині гігроскопічної вологи. При вмісті в ґрунті такої і меншої кількості води осмотичний тиск ґрунтового розчину буде більшим за осмотичний тиск клітинного соку і тому коренева система рослин буде втрачати вологу. Тому в зрошуваному землеробстві треба підтримувати вологість ґрунту на певному рівні не допускаючи його зниження до вологості в'янення. Оптимальною вологістю ґрунту для більшості сільськогосподарських культур є вологість не нижче 70% від повної вологоємності.

Необхідне обладнання: 1. Фарфорова ступка;

2. Сито з діаметром отворів 1 мм;

3. Бюкс;

4. Ексикатор;

5. Термостат;

6. Ваги.

Хід роботи. 1. 10–20 г повітряносухого ґрунту розтерти в ступці і просіяти крізь сито з отворами 1 мм. Домогтися подрібнення всієї проби ґрунту і проходження часток крізь отвори сита.

2. У два прожарених і зважених (з точністю до 0,01 г) бюкси взяти проби просіяного ґрунту по 5–6 г. Зважити бюкси з ґрунтом. Результати зважування записати у таблицю.

3. Помістити відкриті бюкси у сушильну шафу і висушувати при температурі 105°C протягом 5–6 годин.

4. Охолодити бюкси з ґрунтом в ексикаторі протягом 30–60 хв. і зважити.

5. Обчислити вміст у ґрунті гігроскопічної вологи окремо по кожній пробі. Обчислення зробити за формулою 6.2:

$$x = \frac{(a-b) \cdot 100}{C}, \quad (6.2)$$

де a – маса бюкса з повітряно сухим ґрунтом (до висушування), г; b – маса бюкса з абсолютно сухим ґрунтом (після висушування), г; C – наважка повітряно сухого ґрунту (різниця між масою бюкса з повітряно-сухим ґрунтом та масою порожнього бюкса), г.

6. Обчислити середнє арифметичне значення вмісту гігроскопічної вологи за результатами двох проб. Всі результати занести в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Результати визначення вмісту гігроскопічної вологи в зразку ґрунту № ____.

№ бюкса	Вага бюкса, г	Вага бюкса з ґрунтом, г		Вага ґрунту, г		Втрата у вазі, г	Вміст гігроскопічної води, в %	Середній вміст гігроскопічної води, в %
		до висушування	після висушування	до висушування	після висушування			

Примітка: обчислення вмісту гігроскопічної вологи в ґрунті проводиться на 100 г абсолютносухого ґрунту, як на постійну величину.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7 ХІМІЧНИЙ СКЛАД ҐРУНТУ ТА ЙОГО АНАЛІЗУВАННЯ

Завдання: 1. Вивчити загальну схему ґрунтоутворення звернувши особливу увагу на геохімію ґрунтоутворення. Приготувати водну витяжку ґрунту.

2. Провести якісний аналіз водної витяжки ґрунту.

3. Зробити визначення загальної суми водорозчинних речовин у ґрунті.

Література. Практикум з ґрунтознавства : Навчальний посібник / За ред. проф. Д. Г. Тихоненка.– 6-е вид., перероб. і доп.– Харків : Майдан, 2009. 447 с. стр. 196–210.

7.1 Приготування водної витяжки ґрунту

Необхідне обладнання: 1. Фарфорова ступка;

2. Ваги;

3. Дві колби на 200–250 мл;

4. Лійка;

5. Мірний циліндр на 50–100 мл;

6. Дистильована вода;

7. Фільтрувальний папір.

Хід роботи. 1. На технічних терезах відважити 25 г розтертого в ступці ґрунту і висипати його в колбу.

2. Налити в колбу 50 мл дистильованої води і збовтувати суспензію протягом кількох хвилин.

3. Вміст колби відстоюють 10–15 хвилин, а потім фільтрують через складчастий фільтр. Якщо фільтрат каламутний, його треба ще раз профільтрувати через той самий фільтр.

7.2 Якісний аналіз водної витяжки

Принцип методу: Визначення вмісту в ґрунті водорозчинних мінеральних сполук базується на проведенні якісних реакцій, які відомі з курсу неорганічної хімії. За інтенсивністю забарвлення розчину, випадання осаду

тощо роблять висновок про наближений кількісний вміст у ґрунті тої чи іншої сполуки.

Практичне значення роботи: Наявність в ґрунтах легко- і середньорозчинних хімічних сполук є важливим показником рівня їх родючості. Високий вміст солей негативно впливає на родючість. Засоленими вважають ґрунти, які містять більше 0,2% легкорозчинних солей. Такі ґрунти є малопридатними для вирощування сільськогосподарських культур. У культурних рослин на засолених ґрунтах порушується мінеральне живлення і фотосинтез, внаслідок чого знижується урожай і його якість.

На родючість ґрунтів впливає якісний склад хімічних сполук. Найшкідливішими для рослин солями є сода (Na_2CO_3), хлориди (NaCl , MgCl_2 , CaCl_2) і сульфати (Na_2SO_4). Шкідливими для рослин є також закиси заліза і марганцю, аміак, сірководень та інші відновні сполуки. Наявність в ґрунтах в оптимальній кількості нітратів, фосфатів, карбонатів кальцію, магнію, доступних для рослин форм калію та інших елементів позитивно впливає на їх родючість.

Отже, визначення хімічного складу ґрунту дає уявлення про рівень його родючості і придатності для вирощування культурних рослин.

Необхідне обладнання і реактиви: штатив з пробірками, пробіркотримач, підставка для пального із сухим спиртом, 10% розчин азотної кислоти, 0,1 н. розчин азотнокислого срібла, 20% розчин хлориду барію, концентрована соляна кислота, розчин дифеніламіну в сірчаній кислоті, 10% розчин соляної кислоти, 4% розчин щавелевокислого амонію.

Хід роботи. 1. *Якісне визначення хлоридів.* Відбираємо в пробірку 5 см^3 водної витяжки (далі фільтрату) й додаємо декілька крапель 10%-го розчину азотної кислоти і по краплям приливаємо 0,1 н. розчину азотнокислого срібла. При наявності хлоридів азотнокисле срібло реагує з ними за схемою: $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl}\downarrow + \text{NaNO}_3$.

Хлорид срібла випадає як білий пластівцеподібний осад, і вказує на хлориди в кількості десятих долей відсотка і більше ($> 0,1\%$). При вмісті хлоридів в кількості сотих долей відсотка ($0,01\%$) спостерігається ясна

опалесценція (слабкий веселковий перелив кольорів). При незначному вмісті хлоридів (0,001%) з'являється слабка опалесценція.

2. *Якісне визначення сульфатів.* Відбираємо в пробірку 5 см³ фільтрату, додаємо декілька крапель концентрованої HCl та 2–3 см³ 20% розчину хлориду барію. Розчин в пробірці нагріваємо до кипіння. При наявності сульфатів відбувається реакція: $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{BaSO}_4 \downarrow$.

Сульфат барію випадає у вигляді білого дрібнокристалічного осаду, що свідчить про вміст сульфатів в кількості декількох десятих відсотка і більше. Сильна біла каламуть вказує на вміст сульфатів в кількості сотих долей відсотка. Слабка каламуть, помітна лише на чорному фоні, утворюється лише при вмісті сульфатів в кількості тисячних долей відсотка.

3. *Якісне визначення нітратів.* В пробірку переносимо 5 см³ фільтрату і по краплям додаємо розчин дифеніламіну в сірчаній кислоті. При наявності нітратів розчин забарвлюється в синій колір.

4. *Якісне визначення кальцію.* 10 см³ фільтрату наливаємо в пробірку, підкислюємо 1–2 краплями 10% розчину HCl й додаємо 5 см³ 4% розчину щавелевокислого амонію. При наявності кальцію відбувається реакція: $\text{CaCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 = \text{CaC}_2\text{O}_4 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$.

При вмісті кальцію в кількості десятих долей та одиниць відсотка випадає білий осад щавелевокислого кальцію, а при вмісті кальцію в кількості сотих і тисячних долей відсотка спостерігається слабке помутніння розчину.

5. Результати аналізу записати в таблицю 7.1.

Таблиця 7.1 – Результати якісного аналізу водної витяжки ґрунту

Назва зразка ґрунту	Хлориди	Сульфати	Нітрати	Кальцій

Присутність сполуки вказати знаком «+», а відсутність – «-». При цьому вказати інтенсивність забарвлення, помутніння тощо.

Дайте письмові відповіді на такі запитання:

1. За результатами якісного аналізу водної витяжки зробіть висновок про придатність даного ґрунту для вирощування культурних рослин.

2. Які хімічні сполуки в ґрунтах є шкідливими для рослин. Які корисними?

7.3 Визначення загальної суми водорозчинних речовин у ґрунті

Принцип методу: Загальний вміст водорозчинних речовин ґрунту визначають зважуванням сухого залишку після випаровування водної витяжки. У водну витяжку переходять легкорозчинні солі, а також водорозчинні органічні сполуки.

Практичне значення роботи: Водорозчинні сполуки відіграють велику роль у ґрунтоутворенні та житті рослин. Вони беруть участь у перебігу таких процесів як утворення вторинних мінералів, формуванні хімічного складу генетичних горизонтів ґрунту, осолонцювання, осолодіння, оглеєння тощо. Склад водорозчинних сполук зумовлює реакцію ґрунтового розчину.

Водорозчинні сполуки є основним джерелом поживних речовин для мікроорганізмів, нижчих і вищих рослин. Саме вони найлегше засвоюються кореневою системою. Разом з цим серед водорозчинних солей є шкідливі для рослин сполуки, які негативно впливають на їх ріст і розвиток. До цієї групи належать сода (Na_2CO_3), хлориди (NaCl , MgCl_2 , CaCl_2), сульфат натрію (Na_2SO_4) і закисне залізо (FeO). Так наявність у ґрунті соди, навіть у незначній кількості (0,005%), спричиняє загибель культурних рослин. Вміст у верхньому горизонті легкорозчинних солей у кількості, що перевищує 0,25%, свідчить про засолення цього ґрунту. Високий вміст солей негативно впливає на його родючість.

Отже, визначення загального вмісту водорозчинних речовин дає можливість зробити висновок про ступінь засолення ґрунту і дати наближену оцінку його родючості.

Необхідне обладнання і реактиви: 1. Ваги;

2. Скляні банки або колби з пробками місткістю 500–1000 мл;

3. Дистильована вода;

4. Лійка;
5. Мірний циліндр на 300 мл;
6. Фільтрувальний папір;
7. Фарфорова чашка;
8. Водяна або піщана баня;
9. Електрична плитка;
10. Термостат;
11. Муфельна піч;
12. Ексикатор.

Хід роботи. 1. Приготувати водну витяжку. Для цього на технічних терезах взяти 52 г повітряносухого ґрунту, просіяного крізь сито з отворами 1 мм. Наважку висипати в скляну банку місткістю близько 1 л з притертим корком. Долити в банку 250 мл дистильованої води і закрити її (вода повинна бути позбавлена CO₂). Вміст банки (колби) енергійно збовтувати протягом 5 хв. (а краще залишити його стояти протягом доби). Профільтрувати вміст колби через щільний складчастий фільтр. При цьому весь ґрунт переносять на фільтр.

2. Визначити загальну суму водорозчинних речовин. З допомогою піпетки або мірного циліндра беруть 50–100 мл водної витяжки і виливають у фарфорову чашку, яку перед цим висушили і зважили на аналітичних терезах. Чашку ставлять на водяну (або піщану) баню і випарюють до сухого залишку. Сухий залишок висушують в термостаті при температурі 105°C протягом 3 годин. Після цього чашку охолоджують в ексикаторі і зважують на аналітичних терезах.

3. Визначити вміст у ґрунті водорозчинних мінеральних і органічних речовин. Для цього висушену і зважену чашку з сухим залишком прожарити у муфельній печі при температурі 300°C до повного згорання органічної речовини. Охолодити в ексикаторі мінеральну частину сухого залишку і зважити на терезах.

4. Обчислити кількість сухого залишку в процентах до маси повітряно-сухого ґрунту за формулою 7.1:

$$A_c = \frac{a \cdot V \cdot 100 \cdot K_{H_2O}}{V_1 \cdot p}, \quad (7.1)$$

де a – маса сухого залишку, г; V – загальний об’єм води, взятий для приготування водної витяжки, мл; 100 – коефіцієнт для переводу в проценти; V_1 – об’єм витяжки, взятий на випарювання, мл; p – наважка ґрунту, г; K_{H_2O} – коефіцієнт гігроскопічності.

5. За цією ж формулою обчислити процентний вміст у ґрунті водорозчинних мінеральних речовин. У цьому разі a буде вагою мінеральних речовин.

6. Різниця між вмістом загальної суми водорозчинних сполук і вмісту мінеральних сполук становитиме вміст у ґрунті водорозчинних органічних речовин.

Результати аналізу занести в таблицю 7.2.

Таблиця 7.2 – Результати визначення вмісту в ґрунті водорозчинних речовин

Назва ґрунту, № зразка	Наважка, г	Вага чашки, г			Вага залишку, г		Вміст водорозчинних речовин, %	
		по-рожньої	з сухим залишком	з прожареним залишком	сухого	прожареного	мінеральних	органічних

Висновок. На основі одержаних результатів зробіть висновок про ступінь засолення цього ґрунту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вальков А. Ф. Почвоведение: учебник для вузов / А. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – М. : ИКЦ МарТ, 2004. – 496 с.
2. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України : навч. посібник / М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. І. Кисіль, В. А. Величко. – Київ : Колообіг, 2005. – 304 с.
3. Ґрунтознавство: підручник / І. І. Назаренко, С. М. Польчина, В. А. Нікорич. – Вид. 3-тє. – Чернівці : Книги – ХХІ, 2008. – 400 с.
4. Ґрунтознавство: Підручник / Д. Г. Тихоненко, М. О. Горін, М. І. Лактіонов та ін.; за ред. Д. Г. Тихоненка. – Київ : Вища освіта, 2005. – 703 с.
5. Ґрунтознавство з основами геології : навч. посібник / О. Ф. Гнатенко, М. В. Капштик, Л. Р. Петренко, С. В. Вітвицький – Київ : Оранта, 2005. – 648 с.
6. Зеликов В. Д. Почвоведение / Виктор Дмитриевич Зеликов. – М. : Лесная промышленность, 1981. – 216 с.
7. Іваницький С. М. Ґрунтознавство: Підручник / С. М. Іваницький, Г. Р. Щирба. Тернопіль : Збруч, 2005. – 228 с.
8. Ковриго В. П. Почвоведение с основами геологии: [учеб. и учеб. пособия для студ. высш. уч. завед.] / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л.М. Бурлакова ; под ред. В.П. Ковриго. – М. : Колос, 2000. – 416 с.
9. Назаренко І. І. Ґрунтознавство з основами геології : підручник / І. І. Назаренко, С. М. Польчина, В. А. Нікорич. – Черівці: Книги–ХХІ, 2006. – 504 с.
10. Панас Р. М. Ґрунтознавство: навч. посібник. – Львів: Новий Світ – 2000, 2008. – 326 с.
11. Почвоведение : [учеб. и учеб. пособия для студ. высш. уч. завед.] / Под ред. И. С. Кауричева. – [4-е изд. перераб., доп]. – М. : Агропромиздат, 1989. – 287 с.

12. Почвоведение с основами геоботаники / Л. П. Груздева, А. А. Яскин, В. В. Тимофеев и др.; Под ред. Л. П. Груздевой, А. А. Яскина. – М. : Агропромиздат, 1991. – 448 с.
13. Практикум з ґрунтознавства : навч. посібник / за ред. Д. Г. Тихоненка, В. В. Дегтярьова. – [6-е вид., перероб. і доп.]. – Харків : Майдан, 2009. – 448 с.
14. Полупан М. І. Класифікація ґрунтів України / М, І. Полупан, В. Б. Соловей, В. А. Величко ; за ред. М. І. Полупана. – Київ : Аграрна наука, 2005. – 300 с.
15. Полевой определитель почв / Под ред. Н. И. Полупана, Б. С. Носко, В. П. Кузмичова. – Київ : Урожай, 1981. – 318 с.
16. Практикум по почвоведенню / Под ред. И. С. Кауричева – М. : Агропромиздат, 1986. – 180 с.
17. Ремезов Н. П. Лесное почвоведение / Н. П. Ремезов, П. С. Погребняк. – М. : Лесная промышленность, 1965. – 324 с.
18. Сучасні технології відтворення родючості ґрунтів та підвищення продуктивності агросистем / за ред. Ю. О. Тараріко. – Київ : Аграрна наука, 2004. – 126 с.
19. Технологія відтворення родючості ґрунтів у сучасних умовах / під ред. С. М. Рижуга, В. В. Медведєва. – Київ : 2003. – 213 с.
20. Геологія з основами мінералогії / Д. Г. Тихоненко, В. В. Дегтярьов, М. А. Щуковський та ін. / [за ред. Д. Г. Тихоненка]. – Київ : Вища школа, 2003. – 287 с.
21. Тихоненко Д. Г. Класифікація ґрунтів / Тихоненко Дмитро Григорович / Харків. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. – Харків : ХНАУ, 2009. – 59 с.

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт
із навчальної дисципліни

«ГРУНТОЗНАВСТВО»

(для студентів 1 курсу спеціальності 206 – Садово-паркове господарство)

Укладач **ЛЯЛІН** Олександр Іванович

Відповідальний за випуск *В. П. Ткач*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *О. І. Лялін*

План 2019, поз. 85М

Підп. до друку 07.08.2019 Формат 60 × 84/16.
Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 2,5.
Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.