

Міністерство освіти та науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Біологічний факультет
Кафедра мікології та фітоімунології

Пруднікова Т.І., Леонтьєв Д.В., Неділько О.П.

ГРУНТОЗНАВСТВО

**Методичні рекомендації
до лабораторних занять**

Харків – 2010

Пруднікова Т. І., Леонтєв Д. В., Неділько О. П. Ґрунтознавство. Методичні рекомендації до лабораторних занять для студентів біологічного факультету. – Харків: ХНУ, 2010. – 42 с.

У посібнику викладено методики проведення лабораторних робіт до курсу «Ґрунтознавство» для студентів біологічного факультету ХНУ. Наведено роботи з тем «Ґрунтовий профіль», «Структура та гранулометричний склад ґрунтів», «Приготування поживних середовищ для виділення ґрунтових мікроорганізмів», «Виділення мікроорганізмів із ґрунту методом ґрунтового розведення», «Кількісний та якісний склад мікроорганізмів ґрунтів», «Вологість і вологемність ґрунтів», «Визначення кислотності ґрунту», «Якісне визначення водорозчинних солей у ґрунті», «Визначення вмісту гумусу». У кожному розділі наводяться короткі відомості на тему виконуваних робіт, описано обладнання та матеріали, досліджувані об'єкти, завдання, цілі та методики проведення роботи.

Рецензенти: кандидат географічних наук, доцент
екологічного факультету ХНУ імені
В.Н. Каразіна Тітенко А.В.

кандидат біологічних наук, доцент
кафедри фізіології та біохімії рослин
та мікроорганізмів ХНУ імені В.Н.
Каразіна Віннікова О.І.

Рекомендовано до друку на засіданні кафедри мікології та фітоімунології
Харківського національного університету ім. В.Н.Каразіна
(протокол №5 від 02.03.10).

© Пруднікова Т.І., Леонтєв Д.В., Неділько О.П.
© ХНУ ім. В.Н.Каразіна

ВСТУП

Грунт є одним із найважливіших планетарних феноменів, існування яких зумовлене тісною взаємодією біосфери та літосфери за участю водного та повітряного середовищ. Без існування ґрунтів на поверхні Землі було б неможливим рослинне життя, а отже – життя тварин і людини. Багато тисяч років ґрунт є основою сільськогосподарського виробництва, що забезпечує людину рослинною та тваринною їжею, сировиною для текстильної промисловості, матеріалами для виготовлення житла, паливними ресурсами тощо.

Ґрунтознавство, наука про ґрунти, є однією з фундаментальних природничих наук. У сферу інтересів цієї науки входять уявлення про утворення ґрунтів, їх будову, хімічний склад, фізико-хімічні властивості, географічне поширення, живе населення, родючість і шляхи раціонального використання.

Ґрунти формуються під впливом кліматичних умов, геологічної структури материнської породи, флори та фауни даної області, тому в різних регіонах планети вони суттєво відрізняються один від одного. Своєю чергою, склад і структура ґрунтів має помітний вплив на флору і фауну – досить згадати, як змінюється склад рослинності при підкисленні або засоленні ґрунтів. У зв'язку з цим вивчення природних екосистем неможливе у відриві від вивчення особливостей ґрунтового покриву досліджуваного регіону. Базові знання про ґрунти є важливою складовою біологічної освіти.

Пропонований посібник містить опис лабораторних робіт, що дозволяють на практиці ознайомитися з різноманітністю ґрунтів, їх основними властивостями та мікроскопічним населенням. Виконання цих робіт дає можливість студентам стаціонарного відділення глибше засвоїти теоретичний матеріал курсу «Ґрунтознавство».

ТЕМА І. МОРФОЛОГІЯ ҐРУНТІВ

Лабораторна робота №1 Ґрунтовий профіль

Основні відомості на тему роботи

1.1. Морфологічні ознаки ґрунтів

Морфологічні ознаки ґрунтів – це зовнішні ознаки, що дозволяють відрізнити ґрунти один від одного, а також від гірських порід, приблизно судити про походження ґрунту, спрямованість і ступінь інтенсивності ґрунтоутворювального процесу.

У ґрунтознавстві та агрономічній практиці найбільше значення мають наступні групи морфологічних ознак ґрунтів:

- **будова ґрунтового профілю** – загальний вигляд усієї товщі ґрунту на поперечному зрізі (розкопі), що є вертикальною послідовністю однорідних шарів – генетичних горизонтів;
- **потужність ґрунту** – його товщина від поверхні вглиб до незайманої ґрунтоутворюючими процесами материнської породи;
- **структура ґрунту** – сукупність агрегатів (окремостей), на які природно розпадається ґрунтова маса;
- **гранулометричний склад** – відносний вміст у ґрунті твердих частинок (механічних елементів) різної величини;
- **складення ґрунту** – взаємне розташування у просторі та співвідношення механічних елементів, структурних окремостей та пов'язаних з ними пор. За щільністю складення буває *злите, щільне, пухке і розсипчасте*, за пористістю – *тонкопористе, пористе, губчасте, дірчасте, комірчасте і трубчасте*;
- **забарвлення ґрунту** – колірна характеристика кожного з горизонтів ґрунту, що спостерігається візуально. Найбільш поширеними кольоровими аспектами є чорний, червоний, жовтий, сизо-зелений та білий;
- **новоутворення** – скупчення речовин, які утворюються і відкладаються в горизонтах ґрунту в результаті ґрунтоутворювальних процесів. До новоутворень хімічного походження відносяться *вищвіти, нальоти, скоринки, примазки, потіки, прожилки, прошарки*. До новоутворень біологічного походження – *червоточини, копроліти, кротовини, кореневини, дендрити*;
- **включення** – присутні в ґрунті тіла органічного та неорганічного походження, наявність яких не пов'язана з ґрунтоутворювальним процесом: *каміння, лід, кістки тварин, раковини молюсків, скам'янілості, предмети, пов'язані з діяльністю людини*.

1.2. Генетичні горизонти

Ґрунтовий профіль – це вертикальний розріз ґрунту, що складається з декількох шарів, що відрізняються один від одного за забарвленням, складенням, структурою та іншими морфологічними ознаками. Ці шари зветься **генетичними горизонтами**, оскільки вони сформувалися в процесі генези (розвитку) ґрунту із спочатку однорідної товщі материнської породи.

Відповідно до класичної системи В.В. Докучаєва, у складі ґрунтового профілю виділяють такі генетичні горизонти (рис. 1):

- **підстилка (O)** – не є частиною власне ґрунту і складається з рослинних залишків, що зберігають свою анатомічну будову (лісовий опад, очес трав і т.п.);
- **поверхневі горизонти (A)** – найбільш насичені органічною речовиною шари ґрунту, до складу яких входять перероблені органічні залишки та, іноді, мінеральні новоутворення;
- **підповерхневі горизонти (B)** – частково порушена ґрунтоутворювальним процесом гірська порода, що перебуває у тісній взаємодії з органічною фазою ґрунту;
- **ґрунтоутворююча порода (C або P)** – незачеплена ґрунтоутворювальним процесом гірська порода, яка є вихідним матеріалом для формування ґрунту;
- **підстилаюча порода (D)** – гірська порода, що змінює ґрунтоутворюючу породу в нижній частині профілю і яка не бере участі в утворенні ґрунту.

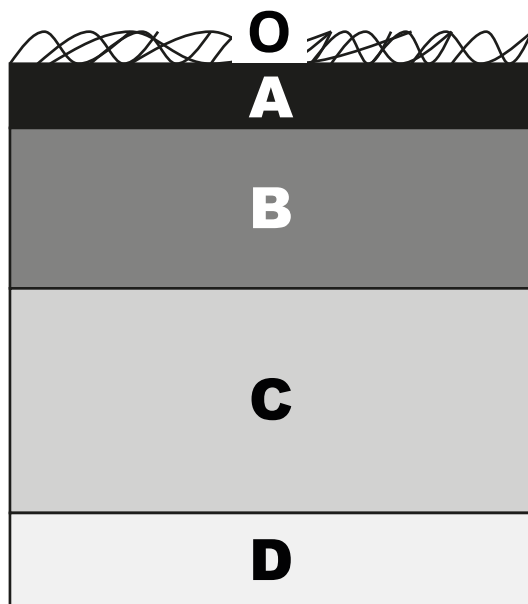


Рис. 1. Основні генетичні горизонти.

В Україні прийнято систему символів О.Н. Соколовського, за якою кожен генетичний горизонт позначається великою латинською літерою слова, яка вказує на генетичну суть та особливості складу та стану горизонтів, пов'язаних із проявом основного ґрунтоутворювального процесу:

- **торф'яні горизонти (Т)** – складені більш ніж на 70% з рослинних залишків (деревних, трав'янистих, мохових, лишайникових), які тривалий час зберігають свою структуру внаслідок недостатньої інтенсивності процесів окислення; забарвлені в жовтувато-коричневий, коричневий та бурий кольори; структура визначається формою рослинних решток;
- **торф'яно-перегнійні горизонти (ТН)** – складені з сильно розкладених гуміфікованих (вже невидимих) рослинних залишків, забарвлені в чорний колір, мажуться, мають *пилювато-зернисту* або *комкувату* структуру (тут і далі тип ґрунтової структури описується за класифікацією С.О. Захарова, див. Лаб. р. 2);
- **орґано-аккумулятивні горизонти (Н_о)** – є лісовим опадом різного ступеню розкладення (лісова підстилка) або залишками трав'янистої рослинності (степова повсть);
- **дернові горизонти (Н_д)** – складені наполовину і більше з живого та відмерлого коріння трав'янистих рослин;
- **гумусові горизонти (Н)** – скупчення гуміфікованої органічної речовини, які складаються з рослинних решток, що повністю втратили вихідну будову під впливом процесів окиснення. Забарвлені в сірий, темно-сірий, коричневий або бурий колір. Зазвичай пухкі, добре оструктурені;
- **елювіальні горизонти (Е)** – скупчення частинок, що збереглися у складі горизонту після інтенсивного вимивання органічної речовини у глибші шари ґрунту; забарвлені в білуваті, світло-сірі або пльові кольори; мають *пластинчасту* або *плитчасту* структуру, пухкі;
- **ілювіальні горизонти (І)** – скупчення, утворені наносами органічного матеріалу та глинистих частинок з шарів ґрунту, що залягають вище; забарвлені в буровато-червоний, коричневий або темно-сірий колір; щільні, мають *призмоподібну* або *горіхувату* структуру;
- **глеєві горизонти (Gl)** – шари ґрунту, в яких, через перезволоження та нестачу кисню переважають процеси відновлення; забарвлені в блакитний, сизий або оливковий кольори; безструктурні;
- **солонцеві горизонти (Sl)** – ілювіальні горизонти, збагачені розчинними солями (насамперед натрієвими), глиною і вимитою з верхніх шарів органічною речовиною; забарвлені в сірий або чорний кольори; мають *стовпчасту* або *призмоподібну* структуру; механічні елементи з глянцеви́ми гранями, щільні, у вологому стані безструктурні, в'язкі, здатні до набухання;

- **псевдофіброві (Pf)** – горизонти, складені з тонких бурих або червоно-бурих ущільнених прошарків (псевдофібр) довжиною 1-3 см, що чергуються з більш потужними (5-10 см) прошарками пального або білуватого піску;
- **ортзандові (R)** – горизонти, складені з піску, зцементованого оксидами заліза, що накопичуються внаслідок діяльності ґрунтових вод та мікроорганізмів. Забарвлені в іржаво-червоний колір, щільні, безструктурні;
- **ортштейнові (Rg)** – горизонти, збагачені глиною, півтораоксидами, гелями кремнію, тверді, червонувато-коричневі;
- **ґрунтоутворююча порода (P)** – горизонти, утворені гірською породою, з якої сформувався ґрунт. До основних ґрунтоутворюючих порід належать: леси, вапняки, карбонатні відкладення, сланці тощо;
- **підстилаюча порода (D)** – порода, яка залягає нижче ґрунтоутворюючої та не бере участі в утворенні ґрунту;
- **захований ґрунт (Fs)** – шари стародавнього ґрунту, виключені з ґрунтоутворення відкладеннями різного віку, що залягають зверху.

У багатьох ґрунтах присутні **перехідні горизонти**, які поєднують властивості кількох суміжних горизонтів. Їх позначають символами суміжних горизонтів, наприклад: **HE** – гумусово-елювіальний, **HGI** – гумусово-глеєвий, **HSI** – гумусово-солонцюватий. Менша інтенсивність прояву ознак основних ґрунтоутворювальних процесів позначається тими самими символами, але маленькими їх літерними значеннями: сильна елювіальність – **E**, мала – **e**; сильна гумусовість – **H**, мала – **h** і т.д.

Додаткові ознаки горизонтів, такі як наявність певних мінералів, включень, продуктів діяльності людини, індексуються також малими літерами: **a** – орна обробка, **k** – карбонати, **es** – гіпс, **d** – дернові елементи (відмерле коріння), **f** – залізисті включення, **g** – оглеєння, **m** – метаморфічні зміни, **o** – елементи підстилки, **s** – розчинні солі, **sl** – ознаки солонцюватості, **si** – кремністі включення, **t** – торф, **v** – живе коріння, **n** – конкреції, **z** – копроліти та ін.

Кордон між ґрунтовими горизонтами також може мати різну будову. За формою він може бути *рівним, хвилястим, кишеньковим, язиковатим, затічним, розмитим, пильчастим, полісадним*. За рівнем вираженості розрізняють три типи кордонів: *різкий перехід* – зміна одного горизонту іншим відбувається протягом 2-3 см; *ясний перехід* – зміна горизонтів відбувається протягом 5 см; *поступовий перехід* – дуже поступова зміна горизонтів протягом більше 5 см.

1.3. Забарвлення ґрунту

Забарвлення ґрунту – один з найважливіших діагностичних показників, що відображає літологічний та хімічний склад горизонтів, якість органічної речовини та інші ознаки ґрунтів. Не дивно, що багато типів ґрунтів мають «колірні» назви: чорноземи, буроземи, червоноземи, каштанові, коричневі, сероземи, жовтоземи, та ін. Найбільш важливі для забарвлення ґрунтів наступні групи речовин:

- гумусові речовини надають ґрунту чорного, темно-сірого та сірого забарвлення (таке забарвлення мають, наприклад, чорноземи);
- сполуки окисного заліза (Fe_2O_3) забарвлюють ґрунт у червоний, помаранчевий та жовтий кольори (таке забарвлення мають червоноземи, жовтоземи, каштанові ґрунти);
- сполуки закисного заліза (FeO) забарвлюють ґрунт у сизі та блакитні кольори (таке забарвлення мають, наприклад, тундрові глеєземи, дерновоглеєві ґрунти тайги);
- кремнезем (SiO_2), карбонат кальцію (CaCO_3), гіпс (CaSO_4) і легкорозчинні солі забарвлюють ґрунт у сірі та білуваті кольори (так забарвлені, наприклад, підзолисті, сірі лісові ґрунти).

Основні типи забарвлення та їх взаємні переходи описуються в так званому *трикутнику Захарова* (Рис. 2).

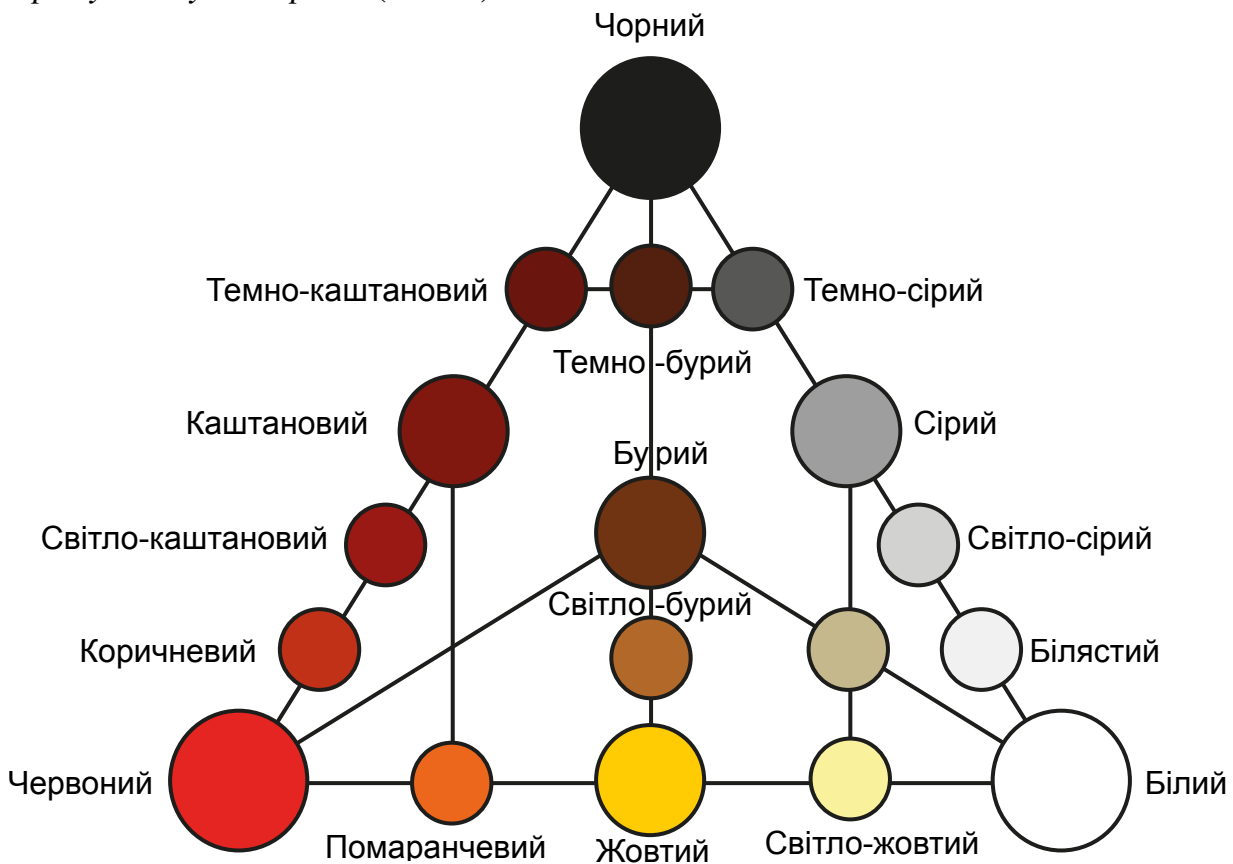


Рис. 2. Основні кольори ґрунтів (по С.А.Захарову).

Сучасні автори для отримання найбільш точної колірної характеристики ґрунту використовують стандартну шкалу Мансела – Munsell Soil Colour Charts, основні кольори якої показано на рис. 3.

	Чорний		Темно-буро-жовтий
	Темно-сірий		Темно-буро-коричневий
	Сірий		Буро-коричневий
	Світло сірий		Світло-буро-коричневий
	Білувато-сірий		Темно-червоно-коричневий
	Темно-бурувато-сірий		Червонувато-коричневий
	Буро-сірий		Світло-червоно-коричневий
	Світло-буро-сірий		Темно-червоний
	Темно-бурий		Червоний
	Бурий		Темно-коричнево-червоний
	Темно-сірувато-бурий		Коричнювато-червоний
	Сірувато-бурий		Світло-коричнево-червоний
	Світло-сірувато-бурий		Оливковий
	Темно-бурий		Світло-оливковий
	Темно-жовтувато-бурий		Сірувато-оливковий
	Світло-жовтувато-бурий		Світло-сірувато-оливковий
	Темно-червоно-бурий		Зеленувато-оливковий
	Червонувато-бурий		Оливково-зелений
	Світло-червоно-бурий		Оливково-сірий
	Темно-палевий		Темно-оливково-сірий
	Палевий		Темно-оливково-бурий
	Жовто-палевий		Оливково-бурий
	Буро-палевий		Світло-оливково-бурий
	Буро-сірувато-палевий		Темно-сіро-зелений
	Темно-жовтий		Сіро-зелений
	Жовтий		Світло-сіро-зелений
	Світло-жовтий		Темно-сизий
	Світло-буро-жовтий		Сизий
	Темно коричневий		Світло-сизий
	Коричневий		Сірувато-сизий
	Світло коричневий		Сизувато-сірий
	Темно-сірувато-коричневий		Темно-блакитний
	Сірувато-коричневий		Блакитний
	Світло-сірувато-коричневий		Світло блакитний
	Буро-жовтий		Сизувато-блакитний

Рис. 3. Основні кольори, що використовуються для опису забарвлення ґрунту.

Колір ґрунтового горизонту не завжди є однорідним, часто містить різноманітні плямистості, що відрізняються від основної маси горизонту за своїм забарвленням. Відповідно до цього виділяють такі типи ґрунтів:

0 – ґрунт однорідний (плями відсутні);

1 – слабоплямиста (плями поодинокі, виявляються тільки при уважному розгляді);

2 – плямиста (плями зустрічаються часто, добре помітні, розташовані на відстані 5-15 см один від одного);

3 – сильноплямиста (плями зустрічаються часто, відстань між ними менше 5см).

При визначенні кольору ґрунту в польових умовах слід враховувати його залежність від освітленості ґрунтового розрізу та вологості ґрунту: зволожений ґрунт має більш темне забарвлення, ніж сухий, тому поряд із кольором необхідно вказувати ступінь зволоження (див. Лаб. р. № 6). Освітлення має бути рівномірним по всьому ґрунтовому профілю.

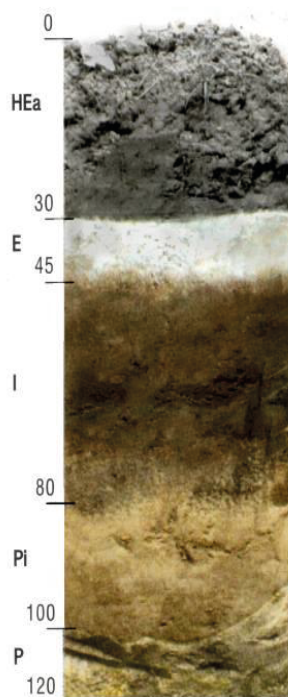
Матеріали та обладнання

1) колірна шкала; 2) фотографії ґрунтових зрізів.

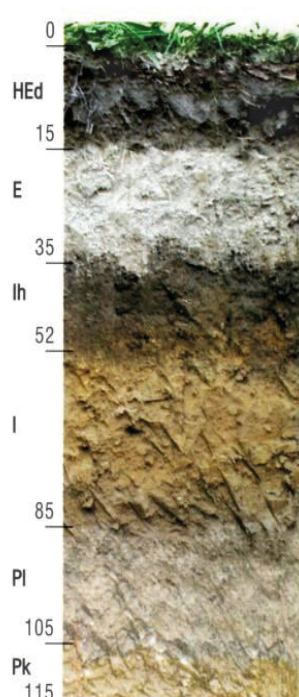
Хід роботи

На наданих фотографіях (рис. 4) виділити та дати назву генетичним горизонтам. Оцінити забарвлення кожного горизонту, використовуючи стандартну шкалу кольорів (рис. 3). Визначити потужність ґрунту та його окремих горизонтів. Отримані результати занести до таблиці.

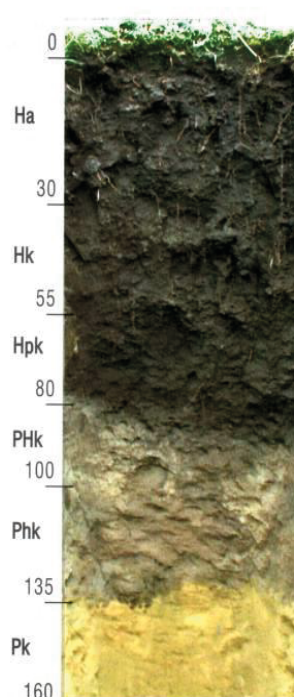
Назва ґрунту	Потужність ґрунту	Будова профілю	Забарвлення горизонту	Потужність горизонту



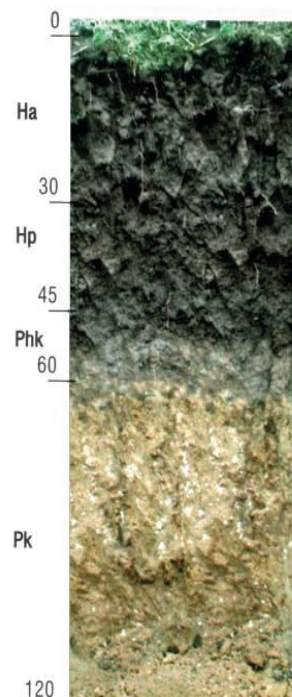
дерново-підзолистий



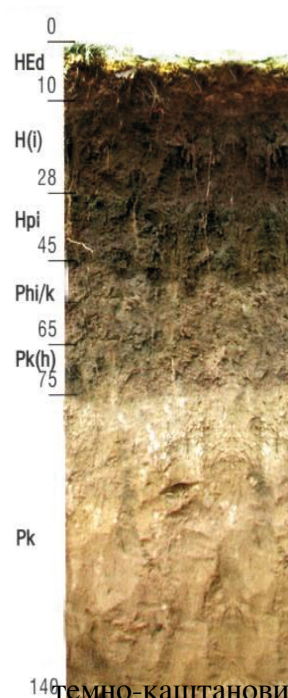
світло-сірий лісовий



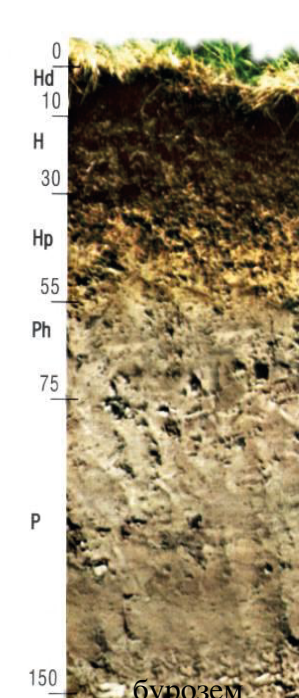
чорнозем типовий



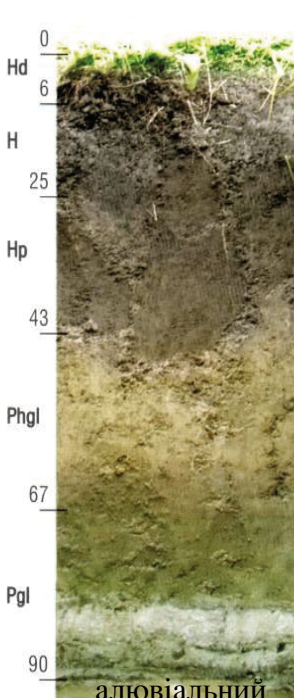
чорнозем звичайний



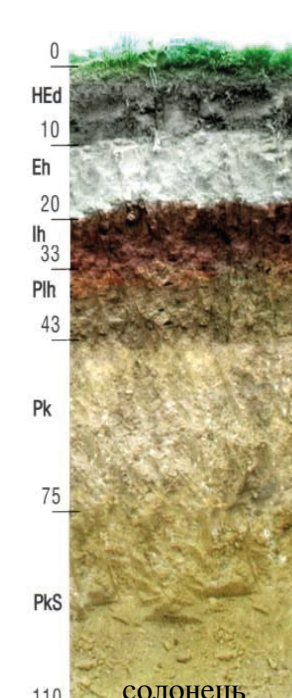
темно-каштановий



бурозем



алювіальний



солонець

Рис. 4. Зразки ґрунтових профілів (за М.І. Полупаном та ін.).

Лабораторна робота №2

Структура і гранулометричний склад ґрунту

Основні відомості на тему роботи

Поряд із забарвленням ґрунту, одними з головних діагностичних показників, які визначають багато інших показників, є **структура та гранулометричний склад**.

Структура ґрунту – це сукупність агрегатів (окремостей) різних по формі та розмірам, на які природно розпадається ґрунтова маса при її слабкому механічному пошкодженні або вилученні з ґрунтового горизонту. Природні фрагменти ґрунту, ґрунтові окремості, суттєво відрізняються один від одного за формою та розміром, що відображає їх хімічний склад, стан та властивості ґрунтової маси, тип ґрунтоутворювального процесу, що переважає. Так, надмірне засолення призводить до утворення стовпчастих агрегатів, а інтенсивне вимивання органічної речовини сприяє формуванню плитчастих окремостей.

Нижче наведено зображення та опис основних типів ґрунтових агрегатів (табл. 1, рис. 5).

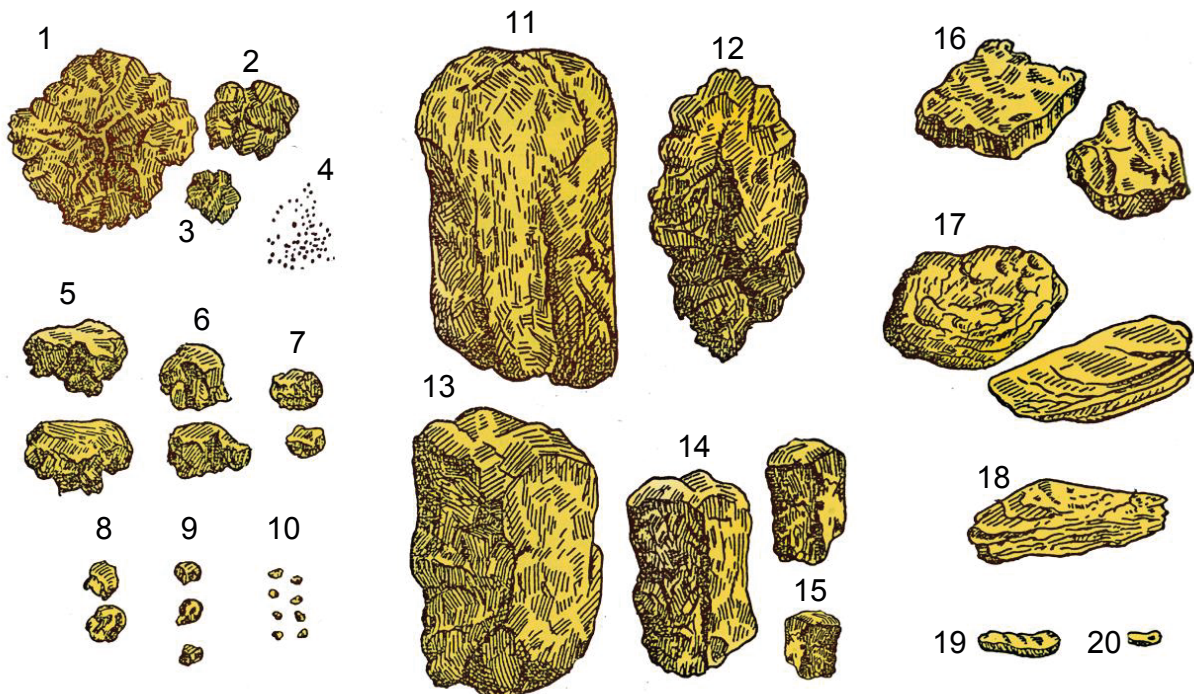


Рис. 5. Основні типи структурних елементів ґрунту (за С.А. Захаровим).

1 – крупногрудкуватий; 2 – грудкуватий; 3 – дрібногрудкуватий; 4 – пилуватий; 5 – крупногоріхуватий; 6 – горіхуватий; 7 – дрібногоріхуватий; 8 – крупнозернистий; 9 – зернистий; 10 – дрібнозернистий; 11 – стовпчастий; 12 – стовпоподібний; 13 – крупнопризматичний; 14 – призматичний; 15 – дрібнопризматичний; 16 – плитчасті сланцеві; 17 – плитчасті пластинчасті; 18 – дрібноплитчасті; 19 – листуваті; 20 – лускаті.

Табл. 1. Класифікація структурних елементів ґрунту (за С.А. Захаровим)

Рід	Вид	Розмір
Тип А. Кубоподібний – елементи рівномірні за трьома осями		
Макроструктурні агрегати		
Брилистий – складні агрегати зі слабо вираженими гранями та ребрами	Крупнобрилистий Дрібнобрилистий	> 10 см 10-5 см
Грудкуватий – агрегати неправильної округлої форми, з нерівною шорсткою поверхнею розлому, грані не виражені	Крупногрудкуватий Грудкуватий Дрібногрудкуватий	5-3 см 3-1 см 1-0,5 см
Мікроструктурні агрегати		
Пилуватий – агрегати неправильної форми з добре вираженими гранями та ребрами	Пилуватий	< 0,25 мм
Горіхуватий - агрегати більш-менш правильної форми з добре вираженими гранями; поверхня рівна, з гострими ребрами	Крупногоріхуватий Горіхуватий Дрібногоріхуватий	> 10 мм 10-7 мм 7-5 мм
Зернистий – агрегати більш-менш правильної форми, з округлими, шорсткими або гладкими, блискучими гранями	Крупнозернистий Зернистий (крупчастий) Дрібнозернистий	5-3 мм 3-1 мм 1-0,5 мм
Тип Б. Призмоподібна – елементи витягнуті по вертикальній осі		
Стовпчастий – агрегати правильної форми, з округлою верхньою поверхнею («голівкою») та плоскою нижньою	Крупностовпчастий Стовпчастий Дрібностовпчастий	> 5 см* 5-3 см* < 3 см*
Призматичний – агрегати правильної форми, з гострими ребрами і добре вираженими гранями, що мають рівну глянцювату поверхню	Крупнопризматичний Призматичний Дрібнопризматичний	> 5 см* 5-3 см* < 3 см*
Тип В. Плитоподібна – елементи горизонтально сплюснені		
Плитчастий – агрегати плоскі, шаруваті, з більш-менш розвиненими горизонтальними площинами, що мають різні поверхні	Сланцюватий Плитчастий Пластинчастий Листуватий	> 5 мм** 5-3 мм** 3-1 мм** < 1 мм**
Лускатий – агрегати з порівняно невеликими, частково вигнутими горизонтальними площинами та гострими гранями	Шкаралупуватий Груболускатий Дрібнолускатий	> 3 мм** 3-1 мм** < 1 мм**

* – за довжиною вертикальної осі

** – за довжиною горизонтальної осі

Гранулометричний склад – вміст у ґрунті елементарних ґрунтових частинок, що володіють постійною формою та розміром. На відміну від структурних агрегатів, гранулометричні елементи ґрунту не розпадаються при зволоженні, зберігаючи свою структуру у водній суспензії. Гранулометричні елементи поділяються на групи залежно від розміру (табл. 2).

Гранулометричний склад істотно впливає на водно-фізичні та фізико-механічні властивості ґрунту, його водний і повітряний режим, окислювально-відновлювальні умови, поглинальну здатність, накопичення у ґрунті гумусу та зольних елементів. Найбільший вплив на ці якості має вміст у ґрунті фракції

$< 0,01\text{мм}$ – *фізичної глини* (див. табл. 2) – найбільш легкої складової ґрунтової маси, відповідальної за зв'язування води, проходження окисно-відновних реакцій, утворення ґрунтових колоїдів. У зв'язку з цим, класифікація ґрунтів за гранулометричним складом будується на визначенні відсоткового вмісту в них фізичної глини (табл. 3).

Табл. 2. Класифікація механічних елементів ґрунту (за Н.А. Качинським)

Механічні елементи	Розмір механічних елементів, мм
Скелет ґрунту	
каміння	> 3
гравій	$1 - 3$
Дрібнозем ґрунту	
пісок великий	$1,0 - 0,5$
середній	$0,5 - 0,25$
дрібний	$0,25 - 0,05$
пил великий	$0,05 - 0,01$
середній	$0,01 - 0,005$
дрібний	$0,005 - 0,001$
мул грубий	$0,001 - 0,0005$
тонкий	$0,0005 - 0,0001$
колоїди	$< 0,0001$

Табл. 3. Класифікація ґрунтів за вмістом фізичної глини (ДСТУ, 2008)

Еколого-генетичний статус ґрунтів за гранулометричним складом	Вміст фізичної глини ($< 0,01\text{ мм}$), %
піщана	0-5
зв'язно-піщана	6-10
легко-супіщана	11-15
важко-супіщана	16-20
піщано-легко-суглиниста	21-25
легко-суглиниста	26-30
легко-середньо-суглиниста	31-35
середньо-суглиниста	36-40
важко-середньо-суглиниста	41-45
легко-важко-суглиниста	46-50
важко-суглиниста	51-55
легко-глиниста	56-60
легко-середньо-глиниста	61-65
середньо-глиниста	66-70
важко-глиниста	71-75

Точне визначення гранулометричного складу ґрунту – дуже трудомісткий процес. У польових умовах з цією метою використовується «метод скочування» Н.А. Качинського, заснований на оцінці механічних якостей ґрунтової маси при зволоженні її до тістоподібної консистенції (табл. 4, рис. 6).

Табл. 4. Визначення гранулометричного складу ґрунтів у польових умовах (за Н.А. Качинським)

Гранулометричний тип ґрунтів	Властивості грудки, що скачується
0 – пісок, непластичний	скачати грудку або шнур не виходить
1 – супісь, дуже слабопластична	ґрунт скочується в неміцну кульку, але не скочується в шнур
2 – легкий суглинок, слабопластичний	ґрунт скочується в короткі товсті циліндрики, ковбаски, які розтріскуються при згинанні
3 – середній суглинок, середньопластичний	ґрунт скочується в шнур діаметром 2-3мм, який легко ламається при подальшому скачуванні або розтріскується при згинанні
4 – суглинок важкий, дуже пластичний	ґрунт скочується в тонкий, менше 2мм у діаметрі шнур, який надламується при згинанні його в кільце діаметром 2-3см
5 – глина, високопластична	ґрунт скочується в довгий, тонкий, менше 2мм шнур, який згинається в кільце діаметром 2-3см без порушення його цілісності

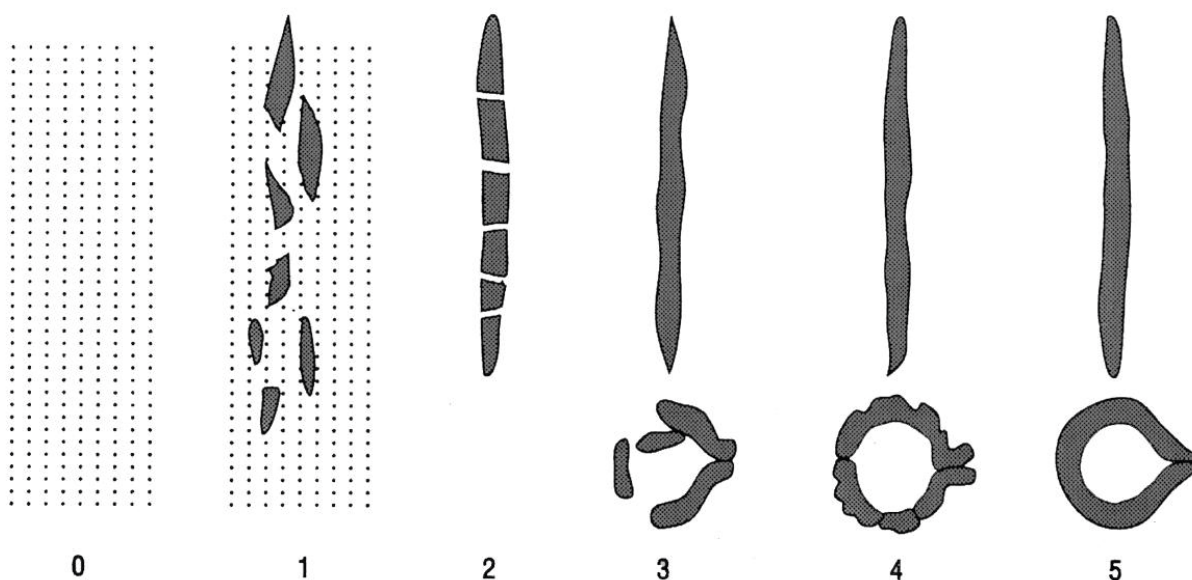


Рис. 6. Стандартні критерії польового визначення гранулометричного складу ґрунтів.

Одним із важливих морфологічних показників є складення ґрунту.

Складення ґрунту – взаємне розташування у просторі та співвідношення механічних елементів, структурних окремоностей і пов'язаних з ними пор. Складення ґрунту залежить від його структури, гранулометричного та хімічного складу та від вологості ґрунтових горизонтів.

За щільністю у сухому стані складення буває *злите, щільне, пухке і розсипчасте*.

За пористістю виділяють такі типи складення: *тонкопористе, пористе, губчасте, дірчасте, комірчасте і трубчасте*.

Матеріали та обладнання

1) зразки ґрунтів; 2) вода; 3) пластикові лотки; 4) таблиці та малюнки.

Хід роботи

1. Визначити переважаючий тип структурних елементів у запропонованих зразках ґрунту, використовуючи для цього табл. 1. та рис. 5.

Результати занести до таблиці:

№ зразка	Найменування зразка	Структурний тип ґрунту

2. Визначити гранулометричний склад ґрунту за методом скочування. Для цього змочити водою зразок ґрунту та замішати його до консистенції густого тіста. Скачати між долонями в кульку, а потім у «ковбаску» діаметром 2-3 мм; «ковбаску» спробувати згорнути в кільце. Для визначення гранулометричного складу зразка ґрунту використовувати табл. 4 та рис. 6.

Результати занести до таблиці:

№ зразка	Найменування зразка	Гранулометричний склад ґрунту

ТЕМА 2.

РОЛЬ МІКРООРГАНІЗМІВ У ҐРУНТОУТВОРЕННІ

Лабораторна робота №3

Приготування поживних середовищ для виділення ґрунтових мікроорганізмів

Основні відомості на тему роботи

Організми, що населяють ґрунт (едафон), утворюють складні екологічні системи. Внаслідок їх безпосереднього впливу на ґрунт, а також впливу продуктів їх життєдіяльності, здійснюються всі найважливіші складові ґрунтоутворювального процесу. Мікроорганізми здійснюють синтез та руйнування органічної речовини ґрунтів, виборчу концентрацію біогенних елементів, руйнування та новоутворення мінералів. У результаті саме вони визначають формування найважливішої властивості ґрунту – родючості.

Серед ґрунтових мікроорганізмів найбільше значення мають бактерії, актиноміцети та гриби.

Бактерії становлять найбільшу частину мікронаселення ґрунту. Особливе місце серед них займають види, які безпосередньо беруть участь у кругообігу азоту в природі. Вони здійснюють такі важливі процеси, як *азотфіксація* (переведення вільного газоподібного азоту у відновлену, амонійну форму), *нітрифікація* (окислення амонійного азоту до нітритів та нітратів) та *денітрифікація* (відновлення нітритів і нітратів до вільного азоту). Велике значення для ґрунтоутворення має також діяльність хемотрофних бактерій, які здійснюють окислення іонів металів, в першу чергу заліза, переводячи його з закисної форми (II) до окисної (III).

Актиноміцети, або «променисті грибки», – міцеліальні прокаріоти, широко поширені у ґрунтах. Вони є найактивнішими гумусоутворювачами. Саме продукти діяльності актиноміцетів надають ґрунту характерного запаху (чисті культури актиноміцетів також мають «ґрунтовий» запах). Актиноміцети населяють переважно верхні горизонти ґрунту та концентруються у ділянках, насичених органічною речовиною.

Гриби також беруть активну участь у процесах ґрунтоутворення. Вони, як і бактерії, здатні руйнувати складні органічні речовини, але спектр таких речовин у грибів значно ширший. Так, саме гриби розкладають основну масу лігніну,

целюлози та дубильних речовин, що надходять у ґрунт із рослинними рештками. Таким чином, ґрунтовим грибам належить провідна роль у забезпеченні кругообігу вуглецю.

Під час розкладання рослинних тканин гриби виділяють фульвокислоти та інші компоненти гумусу, що беруть участь у розчиненні мінералів ґрунтоутворювальної породи та формуванні ґрунтових колоїдів. При відмиранні та розкладанні грибів виділяється аміак, що локально нейтралізує кислотність ґрунту. Багато грибів вступають у симбіоз з корінням судинних рослин (мікориза). Такі гриби забезпечують рослини елементами мінерального живлення, насамперед фосфором, покращують постачання води та підвищують стійкість коренів до патогенів.

Поширення грибів у ґрунті та їх висока ґрунтоутворювальна активність пояснюються їх більшою, порівняно з іншими мікроорганізмами, стійкістю до умов навколишнього середовища, що змінюються. Так, гриби добре переносять будь-які умови кислотності і тому зустрічаються і в кислих (рН 4 і нижче), і в лужних ґрунтах. Багато грибів відрізняються великою стійкістю до високої концентрації солей та умов ускладненого водопостачання. У той же час гриби дуже вимогливі до умов аерації, тому багатше представлені у верхніх горизонтах ґрунту.

При розорюванні цілинних ґрунтів чисельність мікроорганізмів у ґрунті збільшується, особливо у верхньому горизонті. І чим окультуреніший ґрунт, тим більше в ньому мікроорганізмів, що мають агрономічне значення. Розподіл мікроорганізмів у ґрунтах різних типів залежить також від вмісту гумусу. Так, кількість мікроорганізмів дуже висока в чорноземах, сіроземах, каштанових ґрунтах і знижена в підзолах, дерново-підзолистих і торф'яних ґрунтах.

Для виявлення ґрунтових мікроорганізмів у лабораторних умовах використовують різні **поживні середовища**. Готують такі середовища як із продуктів рослинного походження, так і з хімічних сполук. Для нормального зростання та розвитку мікроорганізмів, поживні середовища повинні містити макроелементи (азот, вуглець, кисень, водень, калій) та органічні речовини (як правило, використовуються моносахариди). У деякі середовища також додають мікроелементи, вітаміни, стимулятори росту та ін. У середовищах також необхідно підтримувати певні значення рН, вологості, температури. І, нарешті, живильні середовища обов'язково мають бути стерильними.

За походженням поживні середовища ділять на *натуральні* та *штучні* (синтетичні). До складу натуральних поживних середовищ можуть входити такі продукти як молоко, картопля, відвари трав, пивне сусло та ін. Синтетичні поживні середовища готують із суміші хімічних сполук – мінеральних солей,

вуглеводів тощо. Середовища, що готуються з хімічних речовин та натуральних продуктів, називають *напівсинтетичними*.

За консистенцією середовища бувають *рідкі, напіврідкі та тверді*. Рідкі середовища, що є водним розчином поживних речовин, використовують для вивчення біохімічних властивостей мікроорганізмів. Для виділення мікроорганізмів у чисту культуру, їх ідентифікації та вивчення морфологокультуральних особливостей використовують тверді поживні середовища, які готують з рідких, додаючи 2,0-2,5% агар-агару (гелеподібної субстанції, одержуваної з морських водоростей).

Матеріали та обладнання

- 1) газові пальники; 2) каструля; 3) колби термостійкі на 200 та 500 мл; 4) середовище Чапека; 5) молочна кислота; 6) чашки Петрі; 7) піпетки на 1 мл з відбитим носиком; 8) кола фільтрувального паперу; 9) паперові конверти; 10) пробірки (3 шт.) із ватними тампонами; 11) дистильована вода; 12) технічні ваги; 13) водяна баня.

Хід роботи

Етап 1. Стерилізація чашок Петрі. Загорнути чашки Петрі у паперові конверти та поставити стерилізувати в сухожарову шафу при температурі 140°C на 2 години.

Етап 2. Стерилізація піпеток. У верхню частину піпетки помістити ватний тампон, загорнути в папір і покласти в сухожарову шафу для стерилізації при температурі 140°C на 2 години.

Етап 3. Стерилізація фільтрів. Паперові фільтри помістити в чашку Петрі та поставити стерилізувати в сухожарову шафу при температурі 140°C на 2 години.

Етап 4. Приготування поживного середовища Чапека:

1. Наважки агару та цукру зважити на технічних вагах, зсипати в окремі скляні склянки.
2. У колбу на 500 мл (з підготовленою міткою на 100 мл!) зсипати наважки агару, налити 50 мл дистильованої води, перемішати.
3. Наважки мінеральних солей зважити на торсійних вагах, зсипати в порожню скляну склянку.
4. Залити склянку із солями малим об'ємом теплої води (менше 50 мл), перемішати до розчинення.
5. Включити газовий пальник, встановити водяну баню, помістити в неї колбу з агаром.
6. Нагрівати колбу до повного розплавлення агару, періодично перемішуючи.
7. Влити у колбу з агаром розчин солей.

8. Всипати в колбу цукор.
9. Довести вміст колби теплою водою до 100 мл.
10. Перемішати вміст середовища до повного розчинення цукру.

Кількість компонентів, необхідна для приготування середовища, наведено у табл. 5.

Табл. 5. Склад середовища Чапека

Реактиви	На 100 мл води
NaNO ₃	300 мг
KH ₂ PO ₄	100 мг
MgSO ₄	50 мг
KCl	50 мг
FeSO ₄	1 мг
Цукроза чи глюкоза	3 г
Агар-агар	2 г

Етап 5. Підготовка молочної кислоти. Молочну кислоту взяти піпеткою в кількості 0,4 мл, налити в пробірку та закрити ватною пробкою.

Етап 6. Підготовка посуду для ґрунтового розведення. У колбу на 200 мл налити 90 мл дистильованої води та закрити ватною пробкою. У 3 пробірки налити піпеткою по 9 мл дистильованої води і закрити пробками.

Етап 7. Стерилізація. Приготоване середовище, колбу та пробірки з водою, пробірки з молочною кислотою простерилізувати в автоклаві за тиску 0,5 атм. протягом 30 хвилин.

Лабораторна робота №4

Виділення мікроорганізмів із ґрунту методом ґрунтового розведення

Основні відомості на тему роботи

Мікрофлора ґрунту дуже численна та різноманітна. Кількісний та якісний склад ґрунтової мікрофлори залежить від типу ґрунту, його хімічного складу, фізичних властивостей, вмісту вологи та повітря, кліматичних умов, пори року, характеру рослинного покриву та багатьох інших факторів.

Одним із найпоширеніших методів *виділення* ґрунтових мікроорганізмів (тобто їх виявлення та введення в культуру) є *метод ґрунтового розведення*, що полягає у посіві на агаризоване поживне середовище водної суспензії ґрунтових частинок.

Матеріали та обладнання

- 1) колба із середовищем Чапека; 2) колба з 90 мл стерильної води; 3) 3 пробірки з 9 мл стерильної води; 4) стерильні піпетки; 5) стерильні чашки Петрі; 6) стерильні кола фільтрувального паперу; 7) шпатель; 8) металевий бюкс для висушування ґрунту; 9) технічні ваги; 10) спирт; 11) вата; 12) водяна баня; 13) зразок ґрунту.

Хід роботи

1. Лабораторію стерилізують бактерицидною лампою 20 хвилин.
2. Ватним тампоном, змоченим у спирті, протирають робоче місце.
3. Колбу з поживним середовищем Чапека ставлять на водяну баню та нагрівають до повного розплавлення.
4. Розплавлене поживне середовище розливають за полум'ям пальника по стерильних чашках Петрі (по 10 мл у кожную), перемішують обережними похитуваннями і залишають для застигання.
5. Ґрунт зважують на технічних вагах (10 г), насипаючи шпателем на стерильні кола паперу.
6. Зважений зразок ґрунту переносять у колбу, що містить 90 мл стерильної води, і періодично обережно збовтують круговими рухами протягом 5 хвилин.
7. 1 мл отриманої суспензії переносять стерильною піпеткою з колби в пробірку з 9 мл стерильної води і злегка збовтують, після чого таким самим чином 1 мл отриманої суміші з пробірки переносять у наступну пробірку.

- З пробірки третього та четвертого розведення 1 мл суспензії переносять у стерильні чашки Петрі з поживним середовищем.
8. З метою ослаблення росту бактерій поживне середовище підкислюють молочною кислотою з розрахунку 4 мл на 1 л середовища.
 9. Після посіву чашки загортають у стерильні конверти і ставлять у термостат для інкубації за температури 23-25°C терміном на 10 діб.
 10. Оскільки кількість грибних та бактеріальних зачатків розраховують на 1 г сухого ґрунту, слід з відібраного зразка одночасно з посівом взяти наважку ґрунту (10 г) та висушити у відкритому бюксі в сушильній шафі при температурі 105°C протягом 6 годин до постійної ваги.

Лабораторна робота №5 **Кількісний та якісний склад** **мікроорганізмів ґрунту**

Основні відомості на тему роботи

Склад мікроорганізмів – важливий параметр, що дозволяє не лише уточнити типологію ґрунту, а й оцінити перспективи його використання у різних галузях сільськогосподарського виробництва.

Кількісний склад мікроорганізмів – це величина, що вказує на загальну кількість мікроорганізмів в одиниці маси ґрунту (як правило – в 1 г). Проблема визначення цього параметра полягає в тому, що підрахувати мікроорганізми в нативному зразку ґрунту неможливо, а в культурах їх кількість збільшується в міру зростання. Тому, як облікова одиниця при визначенні кількості мікроорганізмів використовується *колонієутворююча одиниця* (скорочено – КУО) – спора гриба або актиноміцета, клітина бактерії і т.п., що у культурі дає початок новій колонії. Підрахунок колонієутворюючих одиниць на практиці зводиться до підрахунку утворених ними колоній, що можливо при прямому огляді чашки Петрі. Важливо враховувати, що вік культури не повинен бути надто великим, інакше в ній з'являться вторинні колонії, що розвинулися зі спор, що утворилися вже в культурі.

Якісний склад мікроорганізмів – це їх розподіл за таксономічними групами – від царств (бактерії, гриби і т.д.) до видів. Визначення таксономічної приналежності або *ідентифікація* – складний процес, освоєння якого лежить за межами курсу ґрунтознавства. У пропонованій лабораторній роботі наводиться зразок ідентифікації ґрунтових грибів-мікроміцетів до рівня роду.

5.1. Кількісний облік ґрунтових мікроміцетів

Матеріали та обладнання

- 1) чашки Петрі з представниками ґрунтової мікрофлори, що висіялися;
- 2) мікроскопи; 3) предметні та покривні скла; 4) піпетки; 5) дистильована вода;
- 6) препарувальні голки; 7) бюкси з ґрунтом після висушування; 8) 10% р-р КОН,
- 9) визначна таблиця та ключ.

Хід роботи

1. Зважити бюкси з ґрунтом після висушування і визначити вагу сухого ґрунту.
2. Зі зворотного боку чашку Петрі розділити на квадрати і зробити окремо підрахунок грибних і бактеріальних колоній, що вирости, по кожному розведенню з урахуванням посіву на середовище Чапека стандартне і підкислене.
3. Провести підрахунок грибних та бактеріальних зачатків на 1 г сухого ґрунту за такою формулою:

$$A = \frac{B * C * D}{E}$$

A – кількість грибних (бактеріальних) зачатків в 1 г сухого ґрунту;

B – середня кількість колоній у чашці;

C – розведення, з якого зроблено посів;

D – кількість мілілітрів суспензії, висіяної у чашку;

E – вага сухого ґрунту, взятого для аналізу.

Результати занести до таблиці

Тип ґрунту	Розведення	Кількість грибних зачатків в 1 г сухого ґрунту	Кількість бактеріальних зачатків в 1 г сухого ґрунту

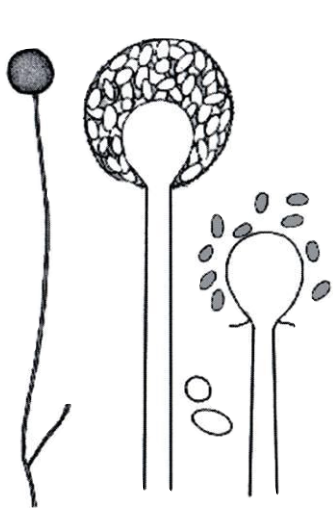
5.2. Якісний облік ґрунтових мікроміцетів

Хід роботи

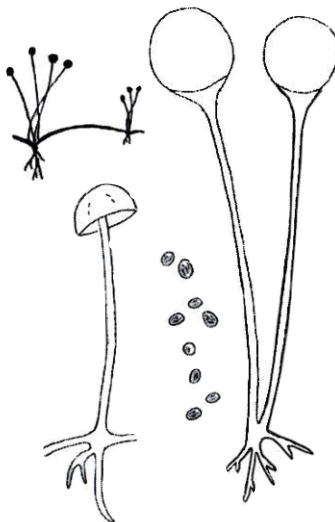
Краплю 10% розчину КОН нанести на предметне скло. Препарувальною голкою взяти фрагмент колонії та перенести в краплю КОН. Об'єм фрагмента не повинен перевищувати розмірів сірникової голівки. Брати слід молоді, але вже спороносні ділянки. Накрити пробу покривним склом, розмістити під мікроскоп. Визначити систематичну приналежність мікроміцету, дотримуючись вказівок визначного ключа та малюнків.

КЛЮЧ ОСНОВНИХ РОДІВ ҐРУНТОВИХ МІКРОМІЦЕТІВ

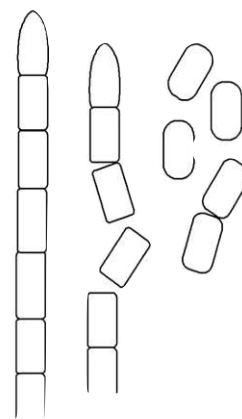
1. Міцелій несептований. Спори утворюються у спорангіях, одноклітинні, овальні. Колонії грубоповстяні, з добре помітними гіфами, брудно-білі або димчасто-сірі **2**
- Міцелій септований. Спори утворюються на конідієносцях, одно- або багатоклітинні. Колонії тонковолокнисті або зернисті, чисто-білі, бурі до чорних, яскраво забарвлені..... **3**
2. Спорангії великі, помітні неозброєним оком, темно-коричневі або чорні, утворюються в пучках, з'єднаних столонами ***Rhizopus***
- Спорангії дрібні, майже непомітні неозброєним оком, сірі або світло-сірі, утворюються на міцелії поодинокі; столонів немає ***Mucor***
3. Конідії (екзогенні спори) утворюються шляхом фрагментації гіф міцелію (талічна закладка). Колонії чисто-білі ***Geotrichum***
- Конідії утворюються із спеціальних зачатків (бластична закладка)..... **4**
4. Конідії утворюються на звичайних гіфах із замкнутою клітинною стінкою (холобластоконідії та пороконідії) **5**
- Конідії утворюються на фіалідах – спеціалізованих колбоподібних клітинах з відкритим гирлом (фіалоконідії)..... **6**
5. Конідії одноклітинні, іноді з однією перегородкою, не ширші за конідієносці, довгасті, овальні або лимоноподібні, утворюються в ланцюжках. Колонії темно-оливкові..... ***Cladosporium***
- Конідії багатоклітинні, з поперечними та поздовжніми перегородками, значно ширше конідієносців, обернено-яйцеподібні або обернено-булавоподібні, різної довжини, темнозабарвлені. Утворюються поодинокі або в ланцюжках. Колонії темно-бурі..... ***Alternaria***
6. Фіаліди утворюються на верхівковому ампулоподібному здутті конідієносця. Конідії утворюють ланцюжки. Колонії тонкі, із слабкорозвиненим субстратним міцелієм, дрібнозернисті. Колір колоній – жовтий, трав'яно-зелений, темно-коричневий..... ***Aspergillus***
- Фіаліди утворюються як на вершині, так і на бічній поверхні конідієносців. Ампуловидного здуття немає..... **7**
7. Конідієносці добре розвинені, іноді сильно гілкуються. Фіаліди розташовані тісними групами **8**
- Конідієносці слабкорозвинені. Фіаліди поодинокі або в невеликих групах..... **9**
8. Спороншення має вигляд «деревця». Бічні гілки конідієносця та окремі фіаліди нахилені під прямим кутом до основної осі конідієносця. Колонії складаються з дрібних «подушечок» (груп конідієносців), забарвлені в смарагдово-зелений або жовтувато-зелений колір..... ***Trichoderma***
- Спороншення має вигляд пензлика. Бічні гілки конідієносця спрямовані під гострим кутом до осі, фіаліди розташовані тісними віялоподібними групами. Колонії подушкоподібні, з дрібнозернистою, іноді радіально складчастою поверхнею, білі, сизі, сизувато-зелені, блакитно-сірі..... ***Penicillium***
9. Макроконідії веретеноподібно-серпоподібні, зазвичай з 3-5 перегородками. Мікроконідії овальні, лимоноподібні, подовжені або майже кулясті, зазвичай одноклітинні. Колонії білі або рожеві, рідше жовті або червоні, але ніколи не мають зелених відтінків..... ***Fusarium***



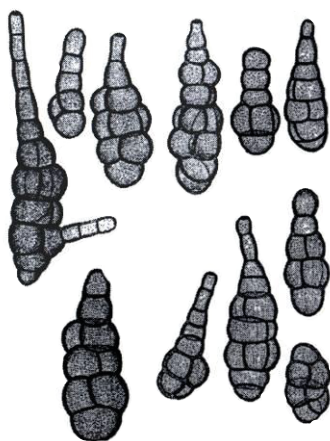
Mucor



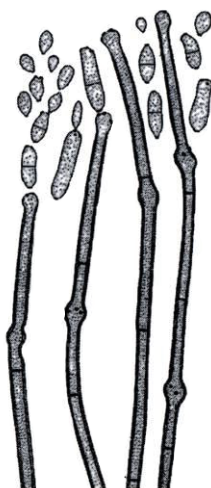
Rhizopus



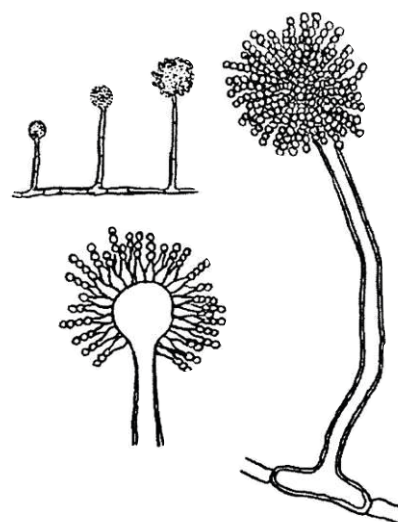
Geotrichum



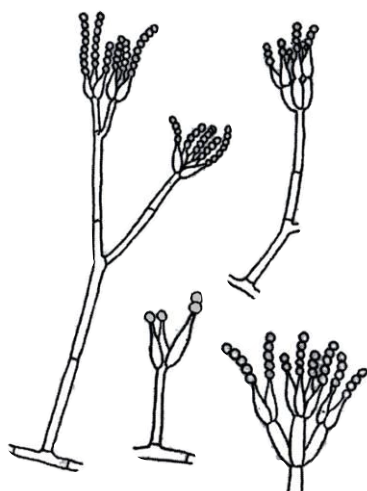
Alternaria



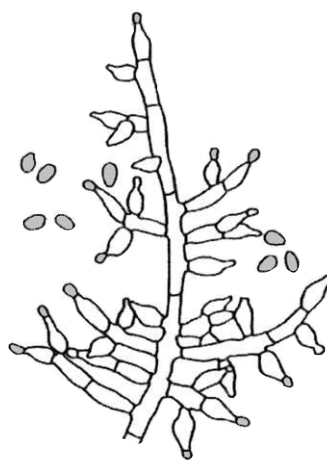
Cladosporium



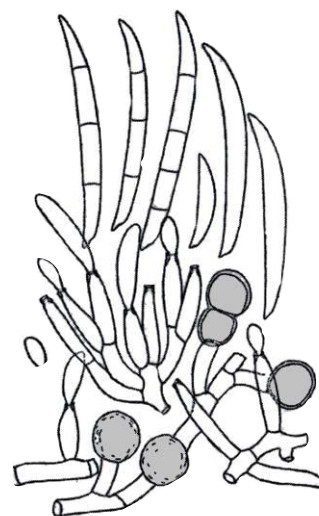
Aspergillus



Penicillium



Trichoderma



Fusarium

Рис. 7. Основні роди ґрунтових мікроміцетів.

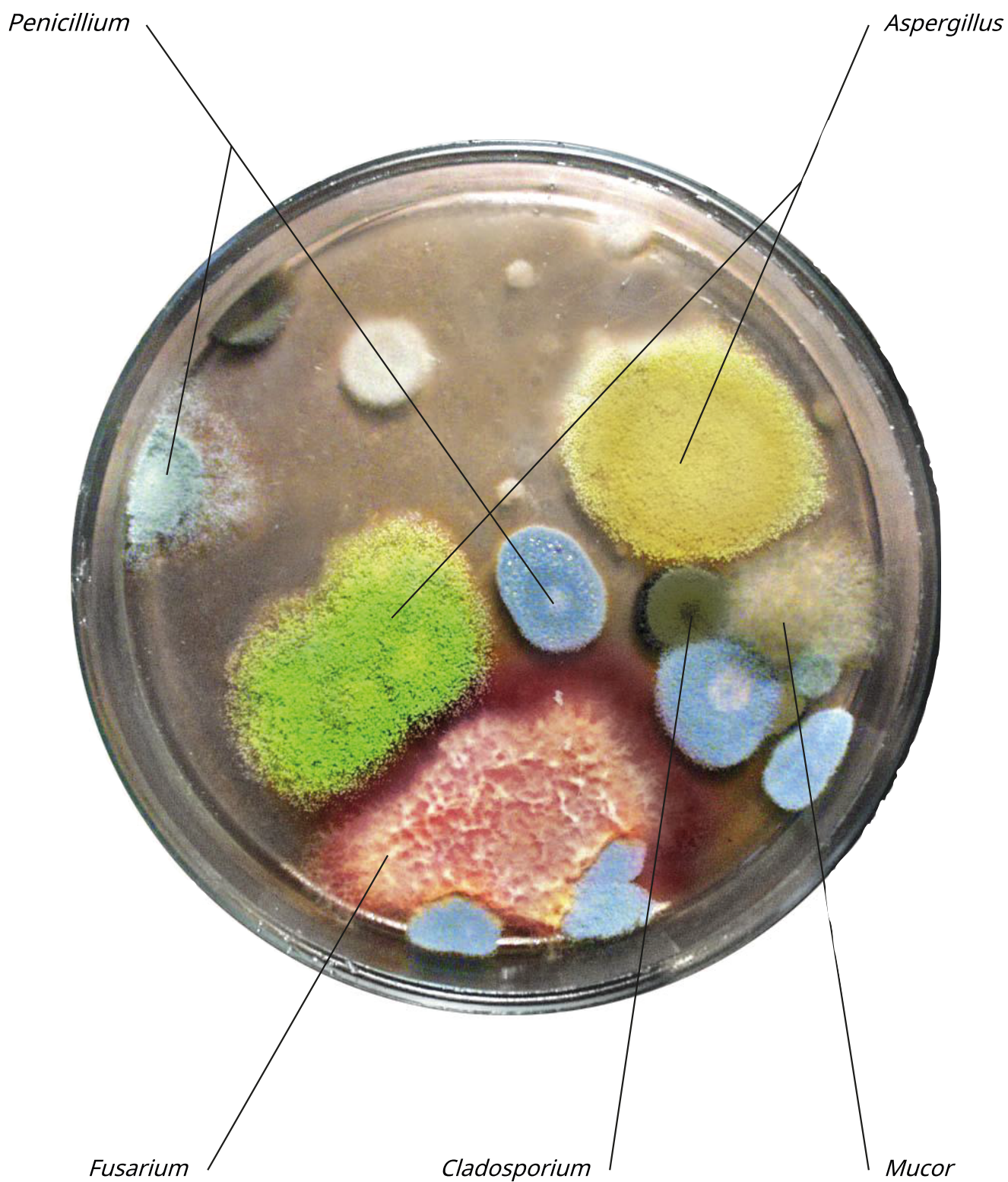


Рис. 8. Колонії ґрунтових грибів на агаризованому середовищі.

ТЕМА 3. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ Ґрунтів

Лабораторна робота №6 Вологість та вологоємність Ґрунту

Вологість ґрунту – це виражена різними способами кількість води, що міститься в ньому як у вільному, так і у хімічно-зв'язаному вигляді.

Вода відіграє провідну роль у багатьох процесах, що відбуваються у ґрунті, багато в чому визначає її фізико-хімічні та агрономічні якості. Вона забезпечує вертикальне і горизонтальне перенесення органічної речовини та розчинних солей, є середовищем для проходження окислювально-відновних реакцій, бере участь в утворенні гумусу, забезпечує життєдіяльність рослин та ґрунтових мікроорганізмів. З точки зору життєдіяльності організмів, найбільше значення мають такі показники вологості, як критична вологість і вологість в'янення.

6.1. Визначення польової вологості ґрунту

Основні відомості на тему роботи

Польова вологість ґрунту – це ступінь насиченості ґрунту водою, визначена при польовому описі ґрунту. Цей показник не є діагностичним, проте вносить суттєві корективи у визначення кольору, структури та складення ґрунту. В Україні прийнято такі градації польової вологості ґрунтів:

- **суха (0)** – наявність у ґрунті вологи не відчувається рукою, ґрунт не світлішає при висиханні, темніє при додаванні води, поверхня горизонту порошить без дотику до неї;
- **свіжа (1)** – волога ледь помітно відчувається рукою як прохолода, ґрунт не мажеться, світлішає при висиханні, темніє при додаванні води;
- **волога (2)** – в руці чітко відчувається волога, ґрунт не темніє при додаванні води;
- **сира (3)** – при легкому стисканні в руці ґрунт перетворюється на густу тістоподібну масу, але вода при цьому не виділяється;
- **мокра (4)** – при стисканні зразка у руці з нього виділяється вода, яка може вільно просочуватися по стінці розрізу.

Матеріали та обладнання

1) шкала польової вологості ґрунтів; 2) зразки ґрунту різної вологості.

Хід роботи

За шкалою визначити польову вологість ґрунту.

6.2. Визначення гігроскопічної вологості ґрунту

Основні відомості на тему роботи

Гігроскопічна вологість – це насиченість ґрунту хімічно-незв’язаною (*доступною*) водою, яка може бути видалена шляхом нагрівання. Значення гігроскопічної вологості використовується в аналітичній практиці для обчислення маси сухого ґрунту або коефіцієнта перерахунку результатів аналізу повітряно-сухого ґрунту на сухий.

Матеріали та обладнання

1) алюмінієві бюкси; 2) ексікатор; 3) сушильна шафа; 4) аналітичні ваги; 5) зразки ґрунту.

Хід роботи

Алюмінієвий бюкс із притертою кришкою просушують до постійної маси в сушильній шафі при $t = 100-105^{\circ}\text{C}$. Охолоджують в ексікаторі та зважують на аналітичних вагах 5 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного через сито з отворами 1 мм. Ґрунт у склянці з відкритою кришкою сушать у сушильній шафі 5 годин, після чого склянку закривають кришкою, охолоджують в ексікаторі та зважують. Потім просушують знову протягом 2 годин, якщо маса склянки з ґрунтом після другого сушіння залишилася постійною, то просушування припиняють (допустима розбіжність у масі не повинна перевищувати 0,003 г). Гігроскопічну вологість (в %) обчислюють за такою формулою:

$$W = \frac{a}{b} * 100$$

де W – польова вологість, %; a – маса води, що випарувалася, г;
 b – маса повітряно-сухого ґрунту, г.

Коефіцієнт перерахунку результатів аналізу повітряно-сухого ґрунту на абсолютно сухий обчислюють за формулою:

$$K_{H_2O} = 1 + \frac{W}{100}$$

Отримані результати занести до таблиці.

Зразок ґрунту	Маса порожнього бюкса, г	Маса бюкса з вологим ґрунтом, г	Маса бюкса із сухим ґрунтом, г	Маса повітряно-сухого ґрунту (b), г	Маса води, що випарувалася (a), г	Гігроскопічна вологість ґрунту (W), %

6.3. Визначення капілярної вологоємності ґрунту

Основні відомості на тему роботи

Вологоємність ґрунту – величина, яка кількісно характеризує водоутримуючу здатність ґрунту. Як і вологість, вологоємність визначається у % до ваги сухого ґрунту. Залежно від сил, що утримують вологу в ґрунтах, розрізняють три основні категорії вологоємності: *повна*, *найменша* та *капілярна*.

Повна вологоємність – це максимальна кількість води, яку може утримувати ґрунт за допомогою усіх вологоутримувальних сил.

Найменша вологоємність – це максимальна кількість води, яку ґрунт може утримувати в хімічних зв'язках та колоїдних системах.

Капілярна вологоємність – це максимальна кількість води, яку ґрунт може утримувати у своїх капілярах.

Матеріали та обладнання

1) скляні циліндри без дна; 2) марля; 3) ванночки; 4) фільтрувальний папір; 5) технічні ваги; 6) зразки ґрунту.

Хід роботи

Скляний циліндр без дна обв'язують марлею з нижнього кінця. У попередньо зважений на технічних вагах циліндр насипають, злегка ущільнюючи постукуванням, ґрунт на висоту 10 см. Визначають масу циліндра з ґрунтом. Далі циліндр із ґрунтом поміщають у спеціальну ванночку з водою – так, щоб дно циліндра стояло на фільтрувальному папері, кінці якого опущені у воду.

Вода по порах паперу передається ґрунту, обумовлюючи його капілярне насичення. Через кожну добу циліндр зважують на технічних вагах доки його маса не перестане зростати. Це вкаже на те, що ґрунт досяг повного капілярного насичення. Капілярну вологоємність розраховують за такою формулою:

$$KB = \frac{B - M}{M} * 100$$

де KB – капілярна вологоємність, %; B – маса ґрунту в циліндрі після насичення, г;

M – маса абсолютно сухого ґрунту, г.

Оскільки в циліндрі міститься *повітряно-суха* наважка, а розрахунки проводяться на масу *абсолютно сухого* ґрунту, масу абсолютно сухого ґрунту попередньо треба обчислити, використовуючи значення коефіцієнта перерахунку, отримане в попередній роботі (всі лабораторні роботи виконуються з тим самим ґрунтовим зразком) за формулою:

$$M = \frac{b}{K_{H_2O}}$$

де M – маса абсолютно сухого ґрунту, b – маса повітряно-сухого ґрунту,
 K_{H_2O} – коефіцієнт гігроскопічності.

Отримані результати занести до таблиці.

Зразок ґрунту	Маса циліндра, г	Маса циліндра з ґрунтом після насичення, г	Маса ґрунту в циліндрі після насичення (B), г	Коефіцієнти перерахунку на абсолютно суху масу (K_{H_2O})	Маса абсолютно сухого ґрунту (M), г	Капілярна вологоємність ґрунту (KB), %

Лабораторна робота №7

Визначення кислотності ґрунту

Основні відомості на тему роботи

Кислотність ґрунтів – це їх здатність обумовлювати кислу реакцію ґрунтового розчину за рахунок наявності в ньому катіонів водню. Найбільш поширеним джерелом кислотності ґрунтів є *фульвокислоти*, які утворюються при розкладанні рослинних решток. Крім них у ґрунті присутньо багато низькомолекулярних кислот – органічні (масляна, оцтова) та неорганічні (вугільна, сірчана, соляна).

Кислотність – це діагностичний параметр, що має значний вплив на життя мешканців ґрунту та рослин, що зростають на ньому. Для більшості сільськогосподарських культур оптимальні діапазони кислотності близькі до нейтральних, проте багато природних ґрунтів є лужними або кислими, тому виникає потреба оцінки і, при необхідності, корекції їх кислотності.

Надмірна кислотність прямо чи опосередковано негативно впливає на рослини. Підкислення ґрунтів призводить до порушення їх структури, що у свою чергу викликає різке погіршення аерації та капілярних властивостей ґрунту. Надлишкова кислотність пригнічує життєдіяльність корисних мікроорганізмів (особливо нітрифікаторів і азотфіксаторів), посилює зв'язування фосфору алюмінієм, що порушує іонообмінні процеси в коренях рослин. Зрештою, ці

процеси призводять до закупорки корневих судин та відмирання кореневої системи.

Розрізняють дві форми кислотності – актуальну та потенційну.

- **Актуальна кислотність** обумовлена наявністю у ґрунтовому розчині вільних іонів водню, що утворилися в результаті дисоціації водорозчинних органічних та слабких мінеральних кислот, а також гідролітично-кислих солей. Вона безпосередньо впливає на розвиток рослин та мікроорганізмів.
- **Потенційна кислотність** характеризується наявністю в ґрунтово-поглинальному комплексі іонів H^+ та Al^{3+} , які при взаємодії твердої фази з катіонами солей витісняються у ґрунтовий розчин та підкислюють його.

Визначення кислотності ґрунту зазвичай проводиться *потенціометричним* методом. Він заснований на вимірюванні електрорушійної сили в ланцюзі, що складається з двох напівелементів: електрода вимірювання, зануреного у випробуваний розчин, та допоміжного електрода з постійним значенням потенціалу. Прилад вимірювання рН називається потенціометром або рН-метром.

Результати потенціометричного вимірювання рН ґрунту оцінюються за стандартними шкалами. У практичному ґрунтознавстві використовується класифікація ґрунтів за рівнем рН водної витяжки (актуальна кислотність) або сольової витяжки (потенційна кислотність) (табл. 6).

Табл. 6. Класифікація ґрунтів за рівнем кислотності

Тип ґрунту	рН
Дуже сильнокислі	<4,0
Сильнокислі	4,1 – 4,5
Кислі	4,6 – 5,0
Слабокислі	5,1 – 5,5
Близькі до нейтральних	5,6 – 6,0
Нейтральні	6,1 - 7,0
Слаболужні	7,1-7,5
Лужні	7,6-8,0
Сильнолужні	8,1-8,5
Дуже сильнолужні	> 8,6

Матеріали та обладнання

1) хімічні склянки на 100-150 мл; 2) 1N розчин KCl; 3) потенціометр (рН-метр); 4) технічні ваги; 5) зразки ґрунту.

Хід роботи

Для визначення актуальної кислотності слід на технічних вагах зважити 20 г повітряно-сухого ґрунту. Наважку помістити в хімічну склянку на 100-150 мл і додати 50 мл дистильованої води. Вміст перемішувати 1-2 хв і залишити стояти 5 хв. Перед визначенням суспензію ще раз перемішати, після чого повністю занурити в неї електрод вимірювання та електрод порівняння. Через 30-60 сек. відрахувати за шкалою потенціометра значення рН, що відповідає вимірюваній кислотності ґрунтової суспензії.

Для визначення потенційної кислотності до наважки ґрунту 20 г доливають 50 мл 1N розчину KCl. Подальший хід аналізу той самий, що й при визначенні актуальної кислотності.

Результати роботи занести до таблиці:

Тип ґрунту	Актуальна кислотність	Потенційна кислотність	Категорія кислотності

Лабораторна робота №8 **Якісне визначення водорозчинних солей у ґрунті**

Основні відомості на тему роботи

Засоленими називаються ґрунти, що містять у своєму профілі легкорозчинні солі в токсичних для сільськогосподарських рослин кількостях. Вони широко поширені в зонах сухих і пустельних степів, в пустельній зоні, трапляються також у степовій, лісостеповій та тайгово-лісовій зонах.

Засолення буває різним як за інтенсивністю – слабким, середнім, сильним, інтенсивним, так і за якістю – за складом солей. Найчастіше у ґрунтах

зустрічаються *хлориди* (NaCl , MgCl_2 , CaCl_2), *сульфати* (Na_2SO_4 , MgSO_4 , CaSO_4), і *карбонати* (Na_2CO_3 , NaHCO_3). За складом солей розрізняють засолення содове, хлоридне, сульфатне та змішане (хлоридно-сульфатне, сульфатно-хлоридне та ін.). Надмірний вміст цих солей призводить до зневоднення рослин, що втрачають вологу за осмотичним механізмом. Чим сильніше засолений ґрунт, тим більше пригнічуються рослини. Інтенсивно засолені ґрунти без меліорації для вирощування культурних рослин непридатні.

Накопичення солей у ґрунтах становить сутність солончакового процесу. Під **солончаковістю (засоленістю)** ґрунтів розуміють підвищення (більш ніж на 0,1 % маси сухого ґрунту) вмісту в ньому легкорозчинних солей, особливо солей натрію. Солончакові ґрунти відрізняються від незасолених підвищеною концентрацією ґрунтового розчину і часто вмістом твердих (кристалічних) сольових виділень (сольових вицвітів, кірок, прожилок, зростків, кристалів тощо).

Частіше за все ґрунти засолюються за капілярного або гідростатичного підйому неглибоко залягаючих мінералізованих ґрунтових вод. Джерелом солей може бути і засолена материнська порода. Волога, що піднімається знизу, випаровуючись, залишає в ґрунті (або на його поверхні) ті солі, які були в ній розчинені. Солончаковим може стати будь-який ґрунт (чорнозем, луговий, болотний, солонцюватий, солонці тощо), якщо він капілярно пов'язаний із засоленими ґрунтовими водами або засоленою водою.

У солончаковому ґрунті зберігається в основному профіль та ознаки того ґрунту, який при засоленні став солончаковим. Подальший його розвиток визначається умовами. Якщо капілярний зв'язок ґрунту з мінералізованими ґрунтовими водами не порушений, то ґрунт продовжує засолюватись і переходить із слабкосолончакового в середньо- та сильносолончаковий, солончак та сольові кірки.

Солончаки – ґрунти, що містять велику кількість водорозчинних солей з самої поверхні та у профілі. Виділяють два типи солончаків: автоморфні та гідроморфні. **Солончаки автоморфні** формуються на засолених ґрунтоутворюючих породах при глибокому рівні ґрунтових вод. **Солончаки гідроморфні** розвиваються в умовах близького залягання мінералізованих ґрунтових вод.

Визначення агрономічно-значущих елементів засолення здійснюється за допомогою загальноприйнятих якісних реакцій, які проводяться або безпосередньо в ґрунті, або в ґрунтовому фільтраті.

Матеріали та обладнання

1) Реактиви: 0,1М розчин AgNO_3 , 10% розчин HCl , 20% розчин BaCl_2 ; 2) зразки ґрунтів; 3) фарфорова ступка з пестом; 4) мірний циліндр; 5) колби на 200 та 100 мл; 6) паперові фільтри; 7) воронки; 8) пробірки; 9) піпетки на 2 мл; 10) стерильна вода; 11) індикаторний папір.

Хід роботи

1. Приготування фільтрату водної витяжки ґрунту

Наважку ґрунту 15 г розтерти у фарфоровій ступці, перенести в колбу ємністю 200 мл та прилити 25 мл стерильної води. Вміст колби ретельно збовтати і дати відстоятися протягом 5-10 хвилин, а потім після легкого збовтування відфільтрувати в колбу на 100 мл через паперовий фільтр. При фільтруванні весь ґрунт необхідно перенести на фільтр.

2. Якісне визначення хлорид-іону

Налити в пробірку 2 мл фільтрату, додати 1-2 краплі 0,1М розчину AgNO_3 . За наявності у пробі хлорид-іону утворюється білий осад хлориду срібла. При концентрації хлорид-іону в кількості десятих часток відсотка і більше утворюється рясний пластівцевоподібний осад. При вмісті сотих і тисячних часток відсотка хлоридів осад не випадає, але розчин каламутніє.

3. Якісне визначення сульфат-іону

У пробірку налити 2 мл фільтрату, додати 1-2 мл 20% рр BaCl_2 . При наявності у пробі сульфатів утворюється білий осад сульфату барію. При концентрації сульфат-іону в кількості кількох десятих часток відсотка і більше утворюється рясний дрібнокристалічний осад. Помутніння розчину також вказує на вміст сульфатів у кількості сотих часток відсотка.

4. Якісне визначення карбонат-іону

Проводиться з нативним ґрунтом. Невелику кількість ґрунту помістити у фарфорову чашку і прилити піпеткою кілька крапель 10% розчину HCl . Оксид вуглецю, що утворюється при реакції, виділяється у вигляді бульбашок (ґрунт «кипить»). За інтенсивністю їх виділення судять про більш або менш значний вміст карбонатів.

Результати роботи занести до таблиці:

Зразок ґрунту	хлориди	сульфати	карбонати

+ – слабка реакція (помутніння фільтрату, окремі бульбашки газу)

+ + – сильна реакція (утворення осаду, рясне «кипіння»)

ТЕМА 4. ОРГАНІЧНА ЧАСТИНА ҐРУНТУ

Лабораторна робота №9

Визначення вмісту гумусу у Ґрунті

Основні відомості на тему роботи

Гумусом називають складний динамічний комплекс органічних сполук, що утворюються при розкладанні та гумифікації органічних залишків.

Гумус є основним фактором родючості ґрунтів. Однак його вплив на життєдіяльність рослин є непрямим: рослини, будучи автотрофами, не засвоюють органічні речовини ґрунту. Як фактор родючості гумус виконує дві основні функції:

- забезпечує оструктуреність ґрунтів, яка, у свою чергу, необхідна для нормалізації їх повітряно-водного режиму;
- забезпечує елементами живлення ґрунтову мікрофлору, яка мінералізує хімічні елементи, роблячи їх доступними для рослин, виступає у якості симбіонтів тощо.

Загальний вміст гумусу в різних ґрунтах варіює в широких межах.

Органічна речовина ґрунтів за своїм складом різноманітна та складна. Головні продукти гумифікації, від яких безпосередньо залежить формування різних властивостей ґрунтів та типів ґрунтоутворення, представлені трьома класами сполук:

- **гумінові кислоти** – високомолекулярні фенольні сполуки темно-коричневого та чорного кольору, розчинні у воді;
- **фульвокислоти** – високомолекулярні азотовмісні фенольні сполуки жовтого кольору, розчинні в лугах;
- **гумін** – залишок органічної речовини, що не гідролізується, не розчинний у воді та лугах.

Визначення змісту гумусу методом І.В. Тюріна засноване на окисненні вуглецю гумусових речовин до CO_2 0,4N розчином двохромовоокислого калію ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). За кількістю хромової суміші, яка пішла на окислення органічного вуглецю, судять про його кількість.

Матеріали та обладнання

1) конічні колби на 100 мл; 2) воронки; 3) 0,4N розчин $K_2Cr_2O_7$ у розведений H_2SO_4 (1:1); 4) 0,1N або 0,2N розчин солі Мора; 5) 0,2% розчин фенілантранілової кислоти; 6) бюретка для титрування; 7) газовий пальник.

Хід роботи

Для проведення аналізу середню пробу необхідно спеціально підготувати: дуже ретельно видалити коріння та інші органічні залишки. Крім того, у зв'язку з відносно невеликими наважками ґрунту, які беруться для цих визначень, необхідно мати ґрунт, розтертий і пропущений через сито 0,25 мм. Це обумовлено тим, що ґрунт, просіяний через сито в 1 мм, надто неоднорідний за величиною грудок, і взяти невелику наважку, яка була б середньою пробою, з порівняно великого об'єму ґрунту не є можливим.

Після видалення органічних залишків, грудочки ґрунту обережно руйнують порцеляновим пестиком і знову ретельно відбирають корінці та інші органічні залишки.

Далі ґрунт розтирають у фарфоровій ступці і пропускають через сито в 1мм.

З розтертого ґрунту беруть середню пробу вагою близько 10 г, з якої знову видаляють органічні залишки, що залишилися. Для цього ґрунт розстиляють тонким шаром на пергаменті і над ґрунтом, на висоті приблизно 10 см, проводять скляною паличкою, попередньо наелектризованою. Маленькі шматочки корінців та інших органічних залишків, що залишилися не видаленими з ґрунту до цього, пристають до палички. Операцію повторюють до тих пір, поки до палички чіплятимуться лише поодинокі коріння. У процесі відбору органічних залишків ґрунт слід кілька разів перемішувати і знову розподіляти тонким шаром. Не можна дуже близько проводити паличкою над ґрунтом, тому що до неї можуть прилипати не тільки органічні залишки, а й мулисті частинки ґрунту.

Після відбору органічних залишків ґрунт ще раз розтирають у фарфоровій ступці і пропускають через сито з отвором 0,25 мм.

На аналітичних вагах взяти наважку ґрунту 0,2 – 0,3 г і обережно перенести його в конічну колбу на 100 мл. У колбу з бюретки прилити 10 мл хромової суміші і обережно перемішати круговими рухами.

У колбу вставити маленьку воронку, яка служить зворотним холодильником, потім поставити колбу на азбестову сітку, довести вміст колби до кипіння і кип'ятити рівно 5 хвилин з моменту появи великих бульбашок CO_2 . Бурхливого кипіння не допускати: це призводить до викривлення результатів через можливе розкладання хромової суміші. При масових аналізах рекомендується кип'ятіння замінити нагріванням у сушильній шафі при $150^{\circ}C$ протягом 30 хвилин.

Далі колбу остудити, воронку та стінки колби обмити з промивалки дистильованою водою, довівши об'єм до 30-40 мл. Додати 4-5 крапель 0,2% розчину фенілантранілової кислоти і титрувати 0,1N або 0,2N розчином солі Мора. Кінець титрування визначається за переходом вишнево-фіолетового забарвлення розчину в зелене. Паралельно слід провести холосте визначення, використовуючи замість ґрунтового зразка прожарений ґрунт або пемзу (0,2 – 0,3 г).

Вміст органічного вуглецю обчислюють за такою формулою:

$$C = (100 * (a - b) * K_M * 0,0003 * K_{H_2O}) * P^{-1},$$

де C – вміст органічного вуглецю, %; a – кількість солі Мора, що пішла на холосте титрування; b – кількість солі Мора, яка пішла на титрування залишку хромовоокислого калію; K_M – поправка до титру солі Мора; 0,0003 – кількість органічного вуглецю, відповідна 1 мл 0,1N розчину солі Мора, г (при використанні 0,2N розчину солі Мора, кількість органічного вуглецю, відповідна 1 мл солі Мора, дорівнює 0,0006 г); K_{H_2O} – коефіцієнт гігроскопічності для перерахунку на абсолютно суху наважку ґрунту; P – наважка повітряно-сухого ґрунту, г.

Нарешті, вміст гумусу визначається з розрахунку, що у його складі міститься в середньому 58% органічного вуглецю (1 г вуглецю відповідає 1,724 г гумусу):

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

Отримані результати порівнюють з даними таблиці (табл. 7) та визначають ступінь забезпеченості гумусом аналізованого ґрунту.

Табл. 7. Типи ґрунтів із забезпеченості гумусом

Вміст гумусу, %	Ступінь забезпеченості
≤ 1	Вкрай бідні
1,01 – 2,0	Бідні
2,01 – 3,0	Недостатньо забезпечені
3,01 – 4,0	Середньо забезпечені
$\geq 4,0$	Добре забезпечені

Контрольні питання до теми «Морфологія ґрунтів»

1. Які характеристики включають морфологічні ознаки ґрунту?
2. Наведіть приклади системи символів генетичних горизонтів, ухваленої в Україні.
3. Наведіть коротку характеристику основних генетичних горизонтів та їхню символіку.
4. Поясніть чим зумовлене білувате, світло-сіре або палеве забарвлення елювіального горизонту.
5. Які основні діагностичні ознаки ілювіальних горизонтів ґрунтів?
6. Перерахуйте основні морфологічні ознаки генетичних горизонтів.
7. За якими ознаками розрізняють межі між генетичними горизонтами?
8. Від чого залежить колір ґрунту в польових умовах?
9. На які градації поділяють ґрунти за гранулометричним складом та пластичності?
10. Як у польових умовах визначити гранулометричний склад ґрунтів?
11. Що таке структура ґрунту? Класифікація структурних елементів.
12. Як класифікуються механічні елементи ґрунту?

Контрольні питання до теми «Роль мікроорганізмів у ґрунтоутворенні»

1. Роль мікроорганізмів у ґрунтоутворенні.
2. Як виявити ґрунтові мікроорганізми у лабораторних умовах?
3. Класифікація поживних середовищ.
4. Необхідні компоненти приготування поживних середовищ.
5. Яким методом можна виділити ґрунтові мікроорганізми?
6. Кількісний та якісний облік виділених мікроорганізмів.

Контрольні питання до теми «Фізико-хімічні властивості ґрунтів»

1. Дати визначення вологості ґрунту.
2. Що таке польова вологість ґрунту? Перерахуйте її градації.
3. Що таке гігроскопічна вологість, яким методом вона визначається?
4. Дати визначення вологості ґрунту та перерахувати її категорії.
5. Визначення вологості у лабораторних умовах.

6. Що таке кислотність ґрунтів? Які форми кислотності існують?
7. Чому необхідно боротися з кислотністю ґрунтів та якими заходами?
8. Методи визначення актуальної та потенційної кислотності.
9. Дати визначення засолених ґрунтів. Типи засолення ґрунтів.
10. Що таке солончаковий процес?
11. Дати визначення солончаків. Перелічити типи солончаків.
12. Якісне визначення водорозчинних солей.

Контрольні питання до теми «**Органічна частина ґрунту**»

1. Роль рослин у ґрунтоутворенні.
2. Роль мікроорганізмів у ґрунтоутворенні
3. Що таке ґрунтовий гумус? Який його склад?
4. Значення гумусу в ґрунтоутворенні та родючості ґрунтів.
5. Метод визначення вмісту гумусу.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Крикунов В.Г., Полупан М.І. Ґрунти УРСР та їх родючість. – К.: Вища шк. Головне вид-во, 1987. – 320 с.
2. Назаренко І.І., Польчина С.М., Нікорич В.А. Ґрунтознавство. Чернівці, 2006. – 400 с.
3. Ніколайчук В.І., Білик П.П. Ґрунтознавство: навчальний посібник. – Ч. І. Утворення, склад, загальні властивості ґрунтів. Ужгород: Патент, 2000. – 198 с.
4. Панас Р.М. Ґрунтознавство: підручник. Львів: Новий світ, 2006. – 371 с.
5. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України. К.: Аграрна наука, 2005. – 299 с.
6. Полупан М.І., Соловей В.Б., Кисіль В.І., Величко В.А. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України: Навчальний посібник. – К.: Колообіч, 2005. – 304 с.
7. Ґрунти України та підвищення їх родючості / За ред. М.І. Полупана. – Т. 1. – К.: Урожай, 1988. – 293 с.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
Тема 1. МОРФОЛОГІЯ Ґрунтів.....	4
Лабораторна робота №1. Ґрунтовий профіль.....	4
Лабораторна робота №2. Структура та гранулометричний склад ґрунту.....	12
Тема 2. РОЛЬ МІКРООРГАНІЗМІВ У ҐРУНОУТВОРЕННІ.....	17
Лабораторна робота №3. Приготування поживних середовищ для виділення ґрунтових мікроорганізмів.....	17
Лабораторна робота №4. Виділення мікроорганізмів із ґрунту методом ґрунтового розведення.....	21
Лабораторна робота №5. Кількісний та якісний склад мікроорганізмів ґрунтів.....	22
Тема 3. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ Ґрунтів.....	27
Лабораторна робота №6. Вологість та вологоемність ґрунту.....	27
Лабораторна робота №7. Визначення кислотності ґрунту.....	30
Лабораторна робота №8. Якісне визначення водорозчинних солей у ґрунті.....	32
Тема 4. ОРГАНІЧНА ЧАСТИНА ҐРУНТУ.....	35
Лабораторна робота №9. Визначення вмісту гумусу у ґрунті.....	35
Контрольні питання	38
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	40

Навчальне видання

Пруднікова Тетяна Іванівна
Леонтьєв Дмитро Вікторович
Неділько Ольга Павлівна

ҐРУНТОЗНАВСТВО

**Методичні рекомендації до лабораторних робіт
для студентів біологічного факультету**

Підписано до друку 2010. Формат 60×84/16.

Папір офсетний 80. Друк струйний. Умовн. друк арк. 2.

Тираж 300 прим.

Друкарня «Magpress». Свідоцтво про державну реєстрацію № 962047
від 01.09.1999р.

61002, Харків, вул. Дарвіна, 21, оф. 2. тел.: 0(057) 719-44-55
