

Міністерство
освіти і науки
України

Національна
академія наук
України

Національний центр
«Мала академія наук
України»

Антоненко С. В., Бобошко О. П.

ЕКОЛОГІЯ

ОСНОВИ

БІОІНДИКАЦІЇ

*Методичні рекомендації
та лабораторний практикум*



Київ 2018



Міністерство освіти і науки України
Національна академія наук України
Національний центр «Мала академія наук України»

Антоненко С. В., Бобошко О. П.

ЕКОЛОГІЯ. ОСНОВИ БІОІНДИКАЦІЇ

*Методичні рекомендації та
лабораторний практикум*

Київ 2018

УДК 576.21 + 576.24

Методичні рекомендації та лабораторний практикум «Екологія. Основи біоіндикації» / Укладачі: Антоненко С. В., Бобошко О. П. – Київ, 2018. – 54 с.

Посібник містить теоретичний та практичний матеріал з курсу «Екологія. Основи біоіндикація». Лабораторний практикум розрахований на учнів хіміко-біологічної школи Малої академії наук України.

© Антоненко С. В., Бобошко О. П., 2018.

© Національний центр «Мала академія наук України», 2018.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
ПРАВИЛА ПОВЕДІНКИ ПІД ЧАС РОБОТИ У БІОЛОГІЧНОМУ КАБІНЕТІ.....	5
<i>РОЗДІЛ 1. ЛЮДИНА І ДОВКІЛЛЯ.....</i>	<i>7</i>
<i>Практична робота №1. Екологічний слід людини</i>	
<i>РОЗДІЛ 2. ПОВІТРЯ.....</i>	<i>15</i>
<i>Практична робота №2. Визначення мікробного числа повітря</i>	
<i>Практична робота №3. Дослідження фітотоксичності пилу</i>	
<i>Практична робота №4. Експрес-аналіз якості повітря за допомогою сосни звичайної (Pinus sylvestris).</i>	
<i>Практична робота №5. Аналіз антропогенного впливу за шкалою крайових некрозів листя</i>	
<i>РОЗДІЛ 3. ВОДА.....</i>	<i>25</i>
<i>Практична робота №6. Визначення мікробного числа води</i>	
<i>Практична робота №7. Аналіз ефективності методу хлорування води у боротьбі із мікроорганізмами</i>	
<i>Практична робота №8. Біотестування забруднення води за допомогою ряски малої (Lemna minor L.) (за Л. В. Цаценко)</i>	
<i>Практична робота №9. Реакція проростків пшениці на дію мікроелементів (Cu²⁺, Zn²⁺, Ni²⁺) в умовах водної культури</i>	
<i>Практична робота №10. Вивчення реакції пшениці на засолення по ознакам мінливості морфометричних параметрів проростків</i>	
<i>Практична робота №11. Біологічний аналіз активного мулу</i>	
<i>РОЗДІЛ 4. ҐРУНТ.....</i>	<i>40</i>
<i>Практична робота №12. Визначення мікробного числа ґрунту</i>	
<i>Практична робота №13. Біоіндикації ґрунту</i>	
ЛІТЕРАТУРА.....	54

ПЕРЕДМОВА

Біоіндикація – оперативний моніторинг навколишнього середовища на основі спостережень за станом і поведінкою біологічних об'єктів (рослин, тварин та ін.). Біоіндикація використовується в екологічних дослідженнях, як метод виявлення антропогенного навантаження на біоценоз. Метод біоіндикаторів заснований на дослідженні впливу екологічних факторів, що змінюються, на різні характеристики біологічних об'єктів і систем. У якості біоіндикаторів вибирають найбільш чуттєві до досліджуваних факторів біологічні системи або організми. Зміни в поведінці тест-об'єкта оцінюють у порівнянні з контрольними ситуаціями, прийнятими за еталон. Біоіндикація має ряд переваг перед інструментальними методами. Вона відрізняється високою ефективністю, не вимагає великих витрат і дає можливість характеризувати стан середовища за тривалий проміжок часу.

Основною метою цього посібника є надання методичної допомоги учням для більш ефективного засвоєння знань, закріплення теоретичного матеріалу, а також осмисленого виконання лабораторних робіт під час вивчення курсу «Екологія. Основи біоіндикації». Під час курсу учні матимуть змогу оволодіти методами біоіндикації навколишнього середовища, вивчити мікрофлору екосистем, з'ясувати реакцію організмів на забруднення навколишнього середовища, визначити власний «екологічний слід» на планеті та спрогнозувати наслідки забруднення довкілля на здоров'я людини. Отримані знання допоможуть учням у формуванні сучасного наукового світогляду, сприятимуть вихованню екологічно свідомої особистості.

Для досягнення даної мети необхідно виконати ряд завдань, які відповідають основним етапам роботи:

1. Підбір та опрацювання літератури з курсу, та з'ясувати такі питання як, що таке біоіндикація, «екологічний слід людини», які методи біоіндикація використовуються в сучасних дослідженнях, в чому їх особливості та .

2. Оволодіти методиками експрес аналізу екологічного стану навколишнього середовища, біотестування забруднення води, навчитися визначати мікробне число повітря, води, ґрунту, з'ясувати реакцію рослин на хімічне забруднення, розрахувати власний «екологічний слід» на планеті тощо.

3. Проаналізувавши отримані експериментальні дані, зробити висновки.

Правила поведінки під час роботи в біологічному кабінеті

I. Загальні положення

1.1. Під час роботи в кабінеті біології будьте обережними, дотримуючись порядку й чистоти на робочому місці, дотримуйтесь правил безпеки. Безладність, поспішність, необачність у роботі й порушення правил техніки безпеки можуть привести до нещасних випадків.

II. Вимоги безпеки перед початком роботи

- 2.1. Чітко з'ясуйте порядок і правила проведення досліду.
- 2.2. Перевіряйте наявність і надійність посуду, приладів та інших предметів, необхідних для виконання завдання.
- 2.3. Звільніть робоче місце від усіх непотрібних для роботи предметів та матеріалів.
- 2.4. Починайте виконувати завдання тільки з дозволу вчителя.
- 2.5. Виконуйте тільки ту роботу, що передбачена завданнями або доручена вчителем. Виконувати роботи не пов'язані з завданням забороняється.
- 2.6. Не відволікайтеся самі і не відволікайте інших від роботи сторонніми розмовами.

III. Вимоги безпеки під час виконання роботи

- 3.1. Для виконання завдання користуйтеся посудом і приладами виданими вчителем.
- 3.2. Нагріваючи рідини, тримайте посудину отвором від себе і не спрямовуйте на сусідів.
- 3.3. Обережно поводьтеся з гострими предметами (ножицями, препарувальними голками).
- 3.4. Розбавляючи концентровані кислоти водою, обережно доливайте кислоту у воду, а не навпаки.
- 3.5. Посуд, у якому проводять досліди з органічними розчинниками, перед заповненням повинен бути чистим та сухим.

IV. Вимоги безпеки після закінчення роботи

- 4.1. Розлиті випадково кислоти або розчини лугів збирайте і зливайте в місця вказані вчителем.
- 4.2. Після закінчення роботи ретельно вимийте руки з милом.

V. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

6.1. Не пробуйте хімічні речовини на смак, адже будь-яка з них у тій чи іншій мірі є отруйною.

6.2. Не заглядайте в посудину зверху (навіть у пробірку), тому що у випадку виштовхування рідини може статись нещасний випадок.

6.3. Нагріваючи рідини, не залишайте їх без нагляду навіть на короткий час.

6.4. При виявленні несправності установок негайно припиніть роботу і повідомте про це вчителя.

6.5. При попаданні на шкіру, одяг будь-яких речовин негайно припиніть роботу і повідомте про це вчителя та змийте їх великою кількістю води.

З правилами ознайомлений /-на

П.І.П.

(дата)

(підпис)

РОЗДІЛ 1.

ЛЮДИНА І ДОВКІЛЛЯ

Довкілля – це вся жива і нежива природа, що оточує людину (повітря, водойми, ґрунт, повітря, рослини, тварини, мікроорганізми). Бурхливий розвиток економіки багатьох європейських країн, США, Китаю, Індії, а також зростання світового населення суттєво вплинули на стан навколишнього середовища. За останні десятиліття забруднення довкілля стало таким масштабним, що вчені заговорили про глобальну зміну клімату, викликану екологічним слідом людини.

Екологічний слід – це умовний показник, що наочно ілюструє споживання людством ресурсів Землі, виражений у площі біологічно продуктивної поверхні Землі (в гектарах), необхідної для виробництва споживаних нами ресурсів та переробки відходів. Поняття «екологічний слід» було вперше використано в 1992 році Вільямом Рисом. Цей індикатор ще називають «показником тиску на природу». Він допомагає встановити, скільки земельних і водних ресурсів використовується людиною (містом, регіоном, бізнес-організацією) для виробництва, споживання та утилізації необхідних для його життєдіяльності товарів і послуг. На даний час на кожного жителя Землі припадає 2,70 га продуктивної поверхні Землі. Якщо ми віднімемо від величини біологічного потенціалу величину екологічного сліду (1,78–2,70), то дізнаємося на скільки наше споживання ресурсів перевершує можливості планети. Лише 20% населення світу живе в країнах, які можуть забезпечити своїх громадян необхідними ресурсами, не вдаючись до імпорту. За даними Всесвітнього фонду дикої природи (WWF), людський вплив на біосферу планети перевищує здатність Землі до відновлення приблизно на 30%, і ця цифра продовжує зростати. Вчені вважають, що на сьогоднішній день нашій планеті потрібно один рік і п'ять місяців, щоб поповнити ту кількість ресурсів, яку людство витрачає за один рік. Глобальна перевитрата земельних і водних ресурсів загрожує не тільки екології планети, а й добробуту більшості людей на Землі. Безконтрольний вилов морських мешканців, зменшення лісового покриву Землі, виснаження джерел чистої прісної води призводять до зниження біорізноманіття та глобальних змін клімату. Крім того, забруднення навколишнього середовища сприяє розвитку міжнаціональних конфліктів і збільшенню масової міграції населення, викликаній голодом, нестачею води та інших природних ресурсів.

Ступінь впливу на навколишнє середовище може бути підрахований не тільки відносно людини або району, а й для кожної країни окремо. При

розрахунках екологічного сліду в межах кожної країни розглядають такі характеристики, як біопродуктивність аграрних земель та водних ресурсів; відсоток територій, що знаходяться під забудовами; енергетичний потенціал території та показники біорізноманіття (Мал.1.).



Мал. 1. Структура «екологічного сліду»

Найбільш екологічно стійкі країни: Габон (27,878*); Болівія (16,262*); Конго (12,303*); Монголія (9,604*); Парагвай (8,050*); Канада (7,906*); Австралія (7,874*); Центральна Африканська Республіка (7,122*); Фінляндія (6,305*); Бразилія (6,080*). У цьому списку виявилися, як бідні країни з низьким рівнем споживання, так і розвинені країни з відносно невеликою чисельністю населення і багаті природними ресурсами. До країн з значним екологічним впливом відносяться: Об'єднані Арабські Емірати (-9,831*); Катар (-8,000*); Кувейт (-5,929*); Бельгія (-6,656*); Нідерланди (-5,166*); Південна Корея (-4,534*); Ізраїль (-4,500*); Саудівська Аравія (-4,295*); Японія (-4,130*); США (-4,128*). В Україні цей показник становить -1,100*. * розрахунки рівня екологічного впливу для кожної країни здійснені як різниця між біопотенціалом країни та її екологічним слідом. Щоб скоротити свій «екологічний слід» і жити більш зеленим життям, ви можете використовувати енергозберігаючі лампи, більше пересуватися пішки або на велосипеді, не їсти м'яса хоча б раз на тиждень, здавати непотрібні або старі речі у переробку, купувати товари, зроблені з вторсировини.

Практична робота № 1

Визначення екологічного сліду людини

Мета: Визначити власний екологічний слід та зробити висновки про особистісний внесок в екологічний слід планети.

Матеріали та обладнання: зошит, ручка, олівець.

ХІД РОБОТИ:

1. Розрахуйте бали екологічного сліду для житла, користуючись *табл.1*. При цьому, бали, отримані за відповідь на питання про житло, розділіть на кількість людей, що живуть у ньому.

Табл.1. Анкета екологічного сліду стосовно житла

<i>1. Запитання стосовно житла:</i>	<i>Бали</i>
1.1. Площа вашого житла дозволяє тримати кішку, а собаці нормальних розмірів було б затісно	+7
1.2. Велика, простора квартира	+12
1.3. Котедж на 2 сім'ї	+23
1.4. Ваша відповідь:	
1.5. Кількість людей, що проживають з вами:	
1.6. Отриманий бал (1.4 розділіть на 1.5):	

Примітка: Необхідно вибрати твердження, що відповідає вашому способу життя і провести додавання кількості балів, зазначених праворуч.

2. Розрахуйте бали екологічного сліду стосовно використання енергії, користуючись *табл.2*.

Табл.2. Анкета екологічного сліду стосовно використання енергії

2. Запитання стосовно використання енергії:	Бали
2.1. Для опалення вашого будинку використовується нафта, природний газ або вугілля	+45
2.2. Для опалення вашого будинку використовується енергія води, сонця або вітру	+2
2.3. Більшість з нас отримує електроенергію з горючих копалин, тому додайте собі	+75
2.4. Опалення вашого будинку влаштовано так, що ви можете регулювати його залежно від погоди	-10
2.5. У холодний період року вдома ви тепло одягнені, а вночі вкриваєтесь двома ковдрами	-5
2.6. Виходячи з кімнати, ви завжди вимикаєте в ній світло	-10
2.7. Ви завжди вимикаєте свої побутові прилади, не залишаючи їх в черговому режимі	-10

2.8. Отриманий бал:

Примітка: Необхідно вибрати твердження, що відповідає вашому способу життя і провести додавання/віднімання кількості балів, зазначених праворуч.

3. Розрахуйте бали екологічного сліду стосовно транспорту, яким користуєтесь Ви та ваша сім'я, використовуючи табл. 3.

Табл.3. Анкета екологічного сліду стосовно використання енергії

3. Запитання стосовно транспорту:	Бали
3.1. Ви їздите на громадському транспорті	+25

3.2. Ви ходите пішки або їздите на велосипеді	+3
3.3. Ви їздите на звичайному легковому автомобілі	+45
3.4. Ви використовуєте великий і потужний автомобіль з повним приводом	+75
3.5. В останню відпустку ви летіли літаком	+85
3.6. У відпустку ви їхали потягом, причому шлях зайняв до 12 годин	+10
3.7. У відпустку ви їхали потягом, причому шлях зайняв більше 12 годин	+20
3.8. Отриманий бал:	

Примітка: Необхідно вибрати твердження, що відповідає вашому способу життя і провести додавання кількості балів, зазначених праворуч.

4. Розрахуйте бали екологічного сліду стосовно Вашого режиму харчування, використовуючи табл. 4.

Табл. 4. Анкета екологічного сліду стосовно режиму харчування

4. Запитання стосовно режиму харчування:	Бали
4.1. В продуктовому магазині або на ринку ви купуєте в основному свіжі продукти (хліб, фрукти, овочі, рибу, м'ясо) місцевого виробництва, з яких готуєте обід самостійно.	+2
4.2. Ви надаєте перевагу вже обробленим продуктам, напівфабрикатам, свіжозамороженим готовим стравам, які потребують тільки розігріву, а також консервам, причому не звертаєте уваги на виробника	+14
4.3. В основному ви купуєте готові або майже готові до вживання продукти, але намагаєтеся, щоб вони були зроблені ближче до дому	+5
4.4. Ви вживаєте м'ясо 2-3 рази на тиждень	+50

4.5. Ви вживаєте м'ясо 3 рази на день +85

4.6. Надаєте перевагу вегетаріанській їжі +30

4.7. Отриманий бал:

Примітка: Необхідно вибрати твердження, що відповідає вашому способу життя і провести додавання кількості балів, зазначених праворуч.

5. Розрахуйте бали екологічного сліду стосовно споживання Вами водних ресурсів та паперу, використовуючи *табл. 5*.

Табл. 5. Анкета екологічного сліду стосовно споживання Вами водних ресурсів та паперу

<i>5. Запитання стосовно споживання води та паперу:</i>	<i>Бали</i>
5.1. Ви приймаєте ванну щодня	+14
5.2. Ви приймаєте ванну 1-2 рази на тиждень	+2
5.3. Замість ванни ви щодня приймаєте душ	+4
5.4. Час від часу ви поливаєте присадибну ділянку або маєте свій автомобіль зі шланга	+4
5.5. Якщо ви хочете прочитати книгу, то завжди купуєте її	+2
5.6. Іноді ви берете книги в бібліотеці або позичаєте у знайомих	-1
5.7. Прочитавши газету, ви її викидаєте	+10
5.8. Виписані або придбані вами газети після вас читають інші	+5
5.9. Отриманий бал:	

Примітка: Необхідно вибрати твердження, що відповідає вашому

способу життя і провести додавання/віднімання кількості балів, зазначених праворуч

6. Розрахуйте бали екологічного сліду стосовно побутових відходів, які Ви викидаєте. Користуйтеся табл. 6.

Табл. 6. Анкета екологічного сліду стосовно побутових відходів

6. Запитання стосовно побутових відходів:	Бали
6.1. Оскільки усі ми створюємо масу відходів та сміття, додайте зазначені бали	+100
6.2. За останній місяць ви здавали пляшки (хоча б одноразово)	-15
6.3. Викидаючи сміття, ви відкладаєте в окремий контейнер макулатуру	-17
6.4. Ви здаєте порожні банки з-під напоїв і консерв	-10
6.5. Ви викидаєте в окремий контейнер пластикову упаковку	-8
6.6. Ви намагаєтеся купувати в основному не фасовані, а вагові товари; отриману в магазині упаковку використовуєте в господарстві.	-15
6.7. З домашніх відходів ви робите компост для удобрення своєї ділянки	-5
6.8. Отриманий бал:	

Примітка: Необхідно вибрати твердження, що відповідає вашому способу життя і провести додавання/віднімання кількості балів, зазначених праворуч.

7. Розрахуйте величину Вашого екологічного сліду, підсумувавши бали, отримані за кожен попередній крок, а саме пункти 1.6, 2.8, 3.8, 4.7, 5.9 та 6.8. Якщо Ви проживаєте в місті з населенням в півмільйона і більше, помножте ваш загальний результат на 2. Отриманий Вами бал власного екологічного сліду занесіть в табл. 7.

8. Щоб дізнатися скільки гектарів земної поверхні потрібно, щоб задовольнити всі ваші потреби, і скільки буде потрібно планет, якби всі люди жили так само, як Ви – розділіть отримані Вами бали на 100 га.

Примітка: Щоб усім нам вистачило однієї планети, на 1 людину має припадати не більше 1,8 га (біопотенціал планети) продуктивної землі (дивися вступ для інформації). Отримані результати щодо кількості га та планет занесіть в табл. 8.

Табл. 8. Дані щодо власного екологічного сліду

9. Зробіть наступні обговорення: – порівняйте отримані результати з іншими учасниками дослідження; – порівняйте отримані результати з даними для інших країн (користуйтеся інформаційними примітками — табл.9.); – опишіть до чого може призвести безконтрольне збільшення екологічного сліду людини; – обговоріть шляхи можливого скорочення величини власного екологічний сліду зокрема та планети загалом. Зробіть наступні висновки: – яка сфера життя вносить найбільший внесок у величину Вашого екологічного сліду; – який Ваш внесок у екологічний слід планети.

Табл.9. Дані щодо екологічного сліду жителів деяких країн

Середній мешканець країни:	Кількість гектарів земної поверхні які потрібні, щоб задовольнити потреби одного мешканця	Кількість планет які потрібні, якби всі люди жили так само, як мешканці даної країни
Мозамбіку	0,7 га	0,4 планети
Росії	4,4 га	2,5 планети
Європи	5,1 га	2,8 планети
США	12,2 га	5,3 планети

Висновки:

РОЗДІЛ 2. ПОВІТРЯ

Повітря — природна суміш газів з яких складається атмосфера, повітряна оболонка планети. Основними компонентами сухого повітря є азот (78,09% за об'ємом) і кисень (20,95%), а також невелика кількість вуглекислого газу, водню інших газів. Вміст водяної пари в повітрі постійно змінюється (від 0,2 до 3%) залежно від її агрегатного стану. Повітря містить також тверді й рідкі домішки (аерозолі). Основними хімічними домішками, що забруднюють атмосферу, є оксид вуглецю (CO), діоксид вуглецю (CO₂), діоксид сірки (SO₂), оксиди азоту, озон, вуглеводні, сполуки свинцю, фреони, промисловий пил. Аерозольні частинки відрізняються великою хімічною різноманітністю. Найчастіше в їх складі виявляються сполуки кремнію, кальцію і вуглецю, рідше – оксиди металів: заліза, магнію, марганцю, цинку, міді, нікелю, свинцю, сурми, вісмуту, селену, миш'яку, берилію, кадмію, хрому, кобальту, молібдену, а також азбест. Промисловість викидає в атмосферу значну кількість твердих часток (сажа, зола, пил) та шкідливих газів (оксиди вуглецю, вуглеводні, оксиди азоту). Шкідливі гази і промисловий пил накопичуються здебільшого над містами (в 1 см³ міського повітря кількість пилинок сягає 100 тис. штук). У пилогазових викидах промисловості нараховують близько 140 видів шкідливих речовин.

Пил – це скупчення дрібних твердих частинок органічного або мінерального походження, які осіли на якій-небудь поверхні, або знаходяться в повітрі. За розміром одна порошинка може бути від 0,0001 до 0,1 міліметра діаметром. Пилові часточки можуть мати різний колір, розміри, хімічну природу, форму тощо. Виділяють декілька типів пилу:

1) *Атмосферний пил* – це дрібні частинки ґрунту, солей, мінералів, гірських порід, а також частки тваринних організмів і організмів рослинних. Всі ці частинки дуже дрібні, при потоці повітря вони піднімаються вгору і переносяться в різних напрямках земної кулі. Тому у себе в квартирі або офісі ви можете дихати пилом з ґрунту пустель Африки, або вдихати частинки солей з Атлантичного океану. Але крім такої закордонної екзотики, ви неодмінно вдихаєте пил, утворений від останків тваринних організмів. Кількість пилу в атмосфері впливає як на клімат, так і на здоров'я людини.

2) *Космічний пил* або так званий *зоряний пил* – це пил, який утворюється в космосі. Джерелом космічного пилу є вмираючі і вибухають зірки.

3) *Живий пил* – це пил, що складається з бактерій, грибків, яка знаходиться не тільки в нижніх шарах атмосфери, а й у високих, так як деякі

бактерії стійкі до низьких температур. Найбільша кількість такого пилу в мегаполісах і великих містах. За статистикою, міський житель вдихає в хвилину близько мільярда пилинок, тоді як сільський - тільки 40 мільйонів. Тому питання чистоти приміщення, прибирання пилу городянин повинен приділяти максимум уваги і зусиль.

Таким чином, на великі міста осідає кілька сот тисяч тонн пилу на рік. З них сімдесят відсотків природного походження, а тридцять - людського. Джерелом людського пилоутворення є відходи від спалювання нафти, дерева, вугілля, газу. Цей пил є дуже шкідливою для організму, вона може викликати такі небезпечні захворювання як алергія, бронхіальна астма.

Пил знаходиться скрізь, вона проникає навіть у найвіддаленіші куточки. Нерідко дивує той факт, що навіть у закритому приміщенні, де ніхто не мешкає, утворюється товстий шар домашнього пилу. Так наприклад, якщо закрити всі вікна і двері в квартирі, то приблизно за 14 днів в ній утворюється щільний шар пилу товщиною в 1 см. Це еквівалентно 11-12 тисячам пилових частинок на 1 квадратний сантиметр. Приблизно 35% - це частинки мінерального походження. Наприклад, це можуть бути гірські породи, мінерали і т., близько 12% різних частинок паперу і схожих за складом волокон. Ще вчені знайшли близько 19% лусочок людської шкіри. Крім цього, було знайдено близько 7% квіткового пилку. Майже всі хімічні елементи таблиці Менделєєва знаходяться в частинках пилу.

Дрібні частинки можуть осідати на листках, знижуючи світлопоглинання і відповідно фотосинтез, негативно впливати на запилення квітки, розміри і стан листя, а також можуть завдавати механічних пошкоджень гострими краями або спричинювати опіки і отруєння. Пил, що осідає на листя, здійснює на рослині фізичну і хімічну дію. Фізичний вплив полягає в зміні оптичних властивостей листків. Встановлено, що в листках на 10-25% зменшується вміст хлорофілу, скорочується площа асиміляційної поверхні. Чим вища запиленість листя, тим нижчим є значення цих показників. Шкідлива дія пилу залежить від цілого ряду фізичних та хімічних властивостей, форми та розміру пилу. Головне значення при цьому має концентрація пилу в повітрі. Особливістю пилу є те, що він може бути нетоксичним, але, адсорбуючи на своїй поверхні газоподібні чи рідкі сполуки, набуває зовсім інших властивостей і збільшує цим небезпеку для рослин. Фітотоксичність пилу вивчають за допомогою рослин індикаторів.

Практична робота № 2

Визначення мікробного числа повітря

Мета: дослідити мікрофлору повітря різних екосистем та рівняти із мікрофлорою навчального закладу.

Матеріали та обладнання: мікробіологічне поживне середовище LB/NB, агар, дистильована вода (dH₂O), водяна баня, спиртівки, колби, чашки Петрі, зошити, ручки, олівці.

ХІД РОБОТИ:

1. Підготувати чашки Петрі з агаризованим поживним середовищем:
 - 1.1. Розрахувати наважки компонентів для приготування 50 мл. агаризованого NB поживного середовища:
NB - _____
Агар - _____
dH₂O - _____
 - 1.2. Тверде поживне середовище розплавляють на водяній бані та охолоджують до 50°C.
 - 1.3. Над полум'ям спиртівки стерилізують отвір колби з середовищем, виймають пробку. Відкриту колбу тримають в нахиленому положенні горловиною в бік полум'я.
 - 1.4. До стерильної чашки Петрі заливають 15-25 мл. поживного середовища, піднявши кришку чашки Петрі з одного боку (в бік полум'я). Поживне середовище повинно рівномірно розподілитися по всій поверхні чашки.
 - 1.5. Чашку Петрі закривають кришкою, залишивши невелику щпарину та чекають 10-15 хв. поки середовище застигне. Пробку обпалюють в полум'ї спиртівки і закривають колбу.
2. Дослідити мікрофлору повітря навчальної кімнати, парку/ пришкольного саду та узбіччя дороги.
 - 2.1. Чашку Петрі із твердим середовищем залишити відкритими на 20 хв. у навчальній кімнаті, парку/ пришкольному саду, узбіччі дороги для осідання бактерій із повітря.

2.2. Чашки Петрі закрити кришкою і залишити на 1-2 доби у термостаті за температури +37°C.

2.3. Дослідити колонії, що проявилися (*користуючись додатком 1*). Результати спостереження внести до табл. 2. та зробити відповідні висновки.

Об'єкти дослідження:	Кількість колоній:

2.4. Порівняти мікрофлору екосистем із мікрофлорою навчального закладу, зробити відповідні висновки.

Висновки:

Практична робота № 3

Оцінка запиленості повітря

Мета: Оцінка рівня запиленості повітря, дослідження впливу пилу на швидкість проростання насіння, вивчення механічного складу пилу.

Матеріали та обладнання: насіння крес-салату, дистильована вода (dH2O), чашки Петрі, фільтрувальний папір, зошити, ручки, олівці.

ХІД РОБОТИ:

1. Насіння крес-салату (*Lepidium sativum*) висіяти у три чашки Петрі та пророщувати на фільтрувальному папері із додаванням пилу (частину пилу залишити для аналізу під мікроскопом), який попередньо зібраний із листкових пластинок. В якості контролю використовують насінини крес-салату пророщені на чистому фільтрувальному папері з дистильованою водою.

2. Спостерігати за насінинами протягом 5-7 днів та підраховувати відсоток схожості насіння. Знімати виміри довжини пагонів (П) і зародкових коренів (К) у проростків. Отримані дані внести до *таблиці 10*. Порівняти отримані дані дослідних чашок із контролем.

3. З пилу, що залишився, зробити мікропрепарати, розглянути їх під мікроскопом, замалювати побачене до зошита.

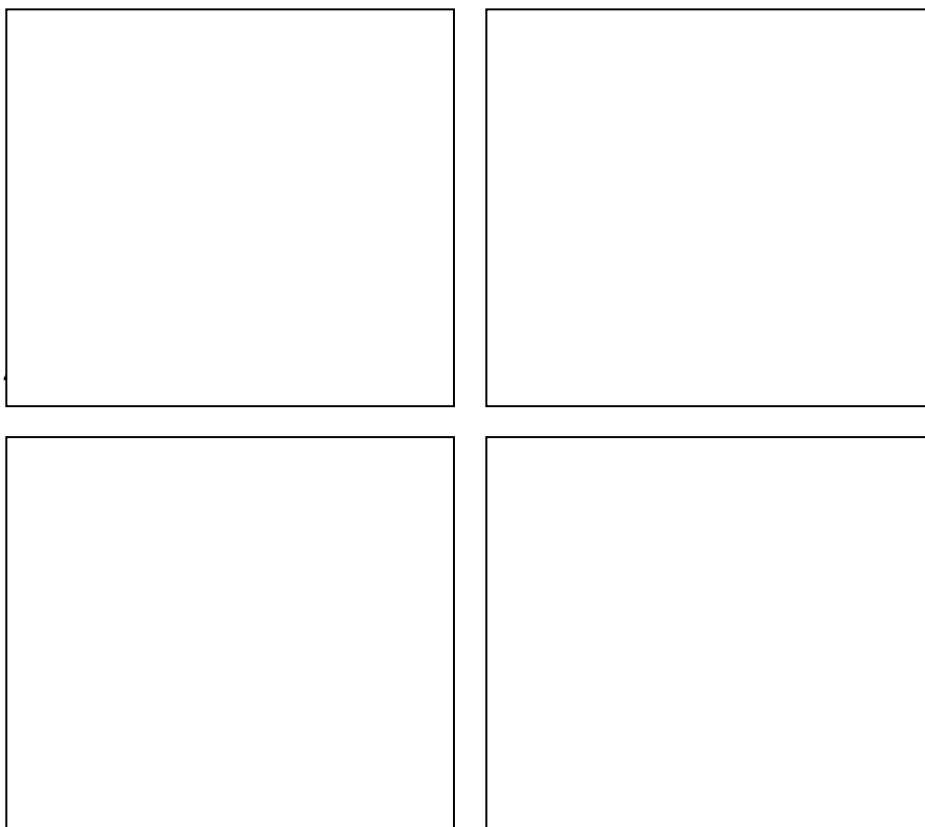


Табл. 10. Результати дослідження фітотоксичності пилу:

День :	1 - чашка Петрі		2-чашка Петрі		3-чашка Петрі		Контроль		
	Схо жіть (шт.)	Приріст (см.)		Схо жіть (шт.)	Приріст (см.)		Схо жіть (шт.)	Приріст (см.)	
		К.	П.		К.	П.		К.	П.
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
7.									

Висновки:

Практична робота № 4

Експрес-аналіз якості повітря за допомогою сосни звичайної (*Pinus sylvestris*).

Мета: Навчитися проводити експрес-аналіз якості повітря з використанням сосни звичайної (*Pinus sylvestris*).

Матеріали та обладнання: зошит, ручка, олівець.

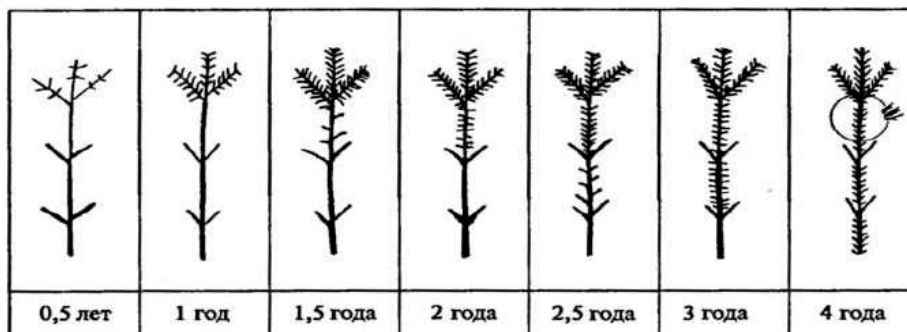
ХІД РОБОТИ:

1. Вибірку хвої необхідно робити з 5-10 близько зростаючих дерев сосни звичайної. У блокнот вносяться відомості про місце збору і наявності поблизу можливого інтенсивного руху транспорту; вказується також час огляду хвої.

2. Дуже важливий при виборі дерев показник вигоптаності ділянки біля місце зростання сосни. Ступінь вигоптаності ділянки оцінюється балами:

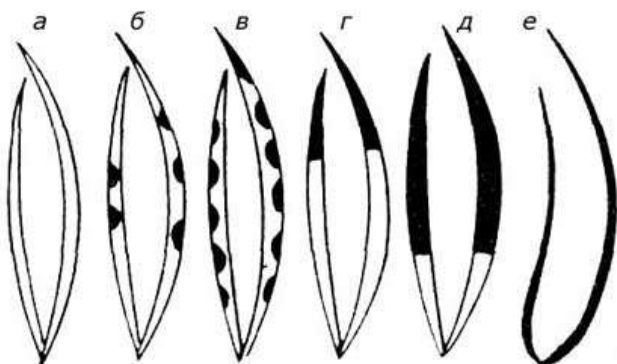
- 1 - вигоптування немає;
 - 2 - вигоптані стежки;
 - 3 - немає ні трави, ні чагарників;
 - 4 - залишилося трохи трави навколо дерев.
-
-

3. Оглянути у кожного дерева хвоїнки другого-третього року. Якщо дерева дуже великі, то обстеження проводити на бічному пагоні (Мал 2). Всього збирають або оглядають не менше 200 хвоїнок. Шипик хвоїнки завжди світліше. Він не оцінюється. Аналіз хвоїнок проводять в лабораторії.



Мал. 2. Ділянка гілки, на якій проводять дослідження хвої при експрес-аналізі якості повітря.

4. За ступенем пошкодження і висихання хвої виділяють кілька класів (див. Мал. 3). Підрахувати кількість хвоїнок різних класів, дані знести до табл.11. Користуючись матеріалами наведеними нижче, зробити висновки про стан повітря дослідної ділянки.



Мал. 3. Види пошкодження і висихання хвої:

А – хвоя без плям, не має сухих ділянок;

Б – хвоя з невеликим числом дрібних плям, не має сухих ділянок;

В – хвоя з великою кількістю чорних і жовтих плям, кінчик хвоїнки засох;

Г – засохла третя частина хвоїни;

Д – засохло більше половини хвоїнки;

Е – вся хвоїнка жовта і суха.

Табл. 11. Візуальний аналіз хвої сосни звичайної (*Pinus sylvestris*)

Якість повітря	Вид пошкодження	Відсоткова кількість хвоїнок з кожним типом	Примітки
I	А		
II	Б		
III	В		
IV	Г		
V	Д		
VI	Е		

Примітка. I - повітря ідеально чисте; II - чисте; III - відносно чисте («норма»); IV - забруднене («тривога»); V - брудне («небезпечно»); VI - дуже брудне («шкідливо»).

Висновки:

Практична робота № 5

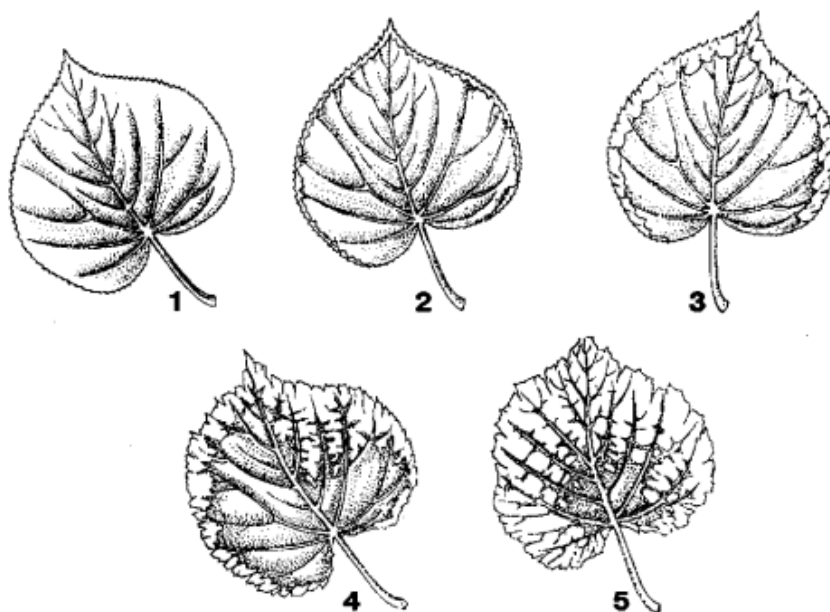
Аналіз антропогенного впливу за шкалою крайових некрозів листя

Мета: дослідити антропогенний вплив на стан навколишнього середовища за шкалою крайових некрозів листя.

Матеріали та обладнання: лупи, зошити, ручки, олівці.

ХІД РОБОТИ:

1. Для визначення пошкодження на пробних ділянках обстежують по 25 дорослих дерев, в середній частині крони без зрізання гілок. З пагонів збирають листя і аналізують його, виявлять жовті плями, крайові хлорози і некрози, пожовтіле повністю листя (див.Мал.4).



Мал. 4. Схема пошкодження листкової пластинки:

1 - пошкодження відсутні, 2 – крайовий хлороз, 3 – сильний хлороз листкової пластинки, жовте забарвлення країв листя, 4 – значний крайовий некроз з жовтою прикордонною зоною, 5 – велика частина листкової пластинки відмерла.

2. За результатами обчислити відсоток ураженого листя. Отримані дані вносять до таблиці 12.

3. Зробити висновки про якість повітря досліджуваної ділянки.

Табл. 12. Аналіз антропогенного впливу за шкалою крайових некрозів листя.

Характеристика листкової пластинки:	Відсоток виявлених груп листя:
Пошкодження відсутні	
Крайовий хлороз	
Сильний хлороз листкової пластинки, жовте забарвлення країв листя	
Значний крайовий некроз з жовтою прикордонною зоною	
Велика частина листкової пластинки відмерла	

Висновки:

РОЗДІЛ 2. ВОДА

Три чверті поверхні земної кулі вкриті водою. Вода належить до найпоширеніших речовин на Земній кулі. Вода – це хімічна речовина у вигляді прозорої, безбарвної рідини без запаху і смаку. У природі існує у трьох агрегатних станах – твердому (лід), рідкому (вода) і газоподібному (водяна пара). Хімічні елементи, які входять до складу води, гідроген і кисень, належать до найпоширеніших у природі.

Природа щедро обдарувала водою одні країни й обділила інші, адже більшість запасів води на Землі знаходиться в морях і океанах, а на долю прісної води припадає лише 2,5-3% від загального об'єму гідросфери. За останні 40 років кількість прісної води на одну людину зменшилася більш, ніж на 60%. Протягом наступних 30 років прогнозується подальше зменшення цієї кількості ще в 2 рази. Сільське господарство - основний споживач прісної води. В даний час воно споживає 87% наявної води.

Більше 80 країн світу відчувають постійну нестачу прісної води, в яких в сукупності живуть понад 2 млрд. людей, так від нестачі води страждають жителі Аравійського півострову, тут воду завозять іззовні танкерами та трубопроводами, а також опріснюють морську воду. Під великим тиском опинилися водні ресурси Пакистані, Узбекистані і Таджикистані, де обсяги експлуатації відновлюваних водних ресурсів наближаються до позначки 100%. Більше 70% своїх відновлюваних запасів води вибирає Іран. Подібна проблема постала в Північній Африці, особливо в Лівії та Єгипті. В тому регіоні вибирають приблизно половину відновлюваних водних ресурсів. Під найбільшим тиском водні ресурси постають не завжди там, де найбільше посух, а часто там, де зосереджена найбільша кількість населення. Наприклад, Південна Азія викачує майже 57% всієї своєї прісної води, і там проживає майже третина всіх людей планети. Добробут мільярдів постане під загрозою внаслідок кліматичних змін, збільшення штучного зрошення сільськогосподарських угідь і загального споживання води. У Східній Азії видобуток води трохи менший - біля 20%, але там також проживає третина людства. Теоретично найбільш безпечним з точки зору водних ресурсів регіоном видається Океанія, але там надто багато води може з'явитися не в тому місці, де це потрібно, як свідчить приклад повеней в Австралії; або води може стати мало, як свідчить нещодавня посуха в тій же Австралії.

Практична робота № 6

Визначення мікробного числа води

Мета: навчитися визначати мікробне число води, здійснити порівняльний аналіз мікробного числа води

Матеріали та обладнання: мікробіологічне поживне середовище LB/NB, агар, дистильована вода (dH₂O), зразки води для дослідження, водяна баня, спиртівки, колби, чашки Петрі, зошити, ручки, олівці.

ХІД РОБОТИ:

1. Підготувати чашки Петрі з агаризованим поживним середовищем:

1.1. Розрахувати наважки компонентів для приготування 50 мл. агаризованого NB поживного середовища:

NB - _____

Агар - _____

dH₂O - _____

1.2. Тверде поживне середовище розплавляють на водяній бані та охолоджують до 50°C.

1.3. Над полум'ям спиртівки стерилізують отвір колби з середовищем, виймають пробку. Відкриту колбу тримають в нахиленому положенні горловиною в бік полум'я.

1.4. До стерильної чашки Петрі заливають 15-25 мл. поживного середовища, піднявши кришку чашки Петрі з одного боку (в бік полум'я). Поживне середовище повинно рівномірно розподілитися по всій поверхні чашки.

1.5. Чашку Петрі закривають кришкою, залишивши невелику щпарину та чекають 10-15 хв. поки середовище застигне. Пробку обпалюють в полум'ї спиртівки і закривають колбу.

2. За допомогою піпетки чи бактеріальної петлі на поверхню середовища чашки Петрі внести зразки води: 1)

2) 3)

4) 5)

6) 7)

3. Чашку Петрі залишаємо на 1-2 доби у термостаті за температури +37°C.
4. Досліджуємо колонії (користуючись додатком 1), що проявилися. Результати спостереження внести до табл. 13. та зробити відповідні висновки.

Табл 13. Визначення санітарно-мікробіологічних норм води:

Характ. Зразки	Загальна кількість виявлених колоній	Санітотарно-мікробіологічна оцінка
Зразок №1. _____		
Зразок №2. _____		
Зразок №3. _____		
Зразок №4. _____		
Зразок №5. _____		
Зразок №6. _____		
Зразок №7. _____		

Висновки:

Практична робота № 7

Реакція рослин на хімічне забруднення

Мета: дослідження реакції рослин на кисле і лужне середовище.

Матеріали та обладнання: блакитні та рожеві квіти або їх пелюстки (фіалка), Чашка Петрі, розчин, що має кислу реакцію, розчин, що має лужну реакцію.

ХІД РОБОТИ:

1. У широку невисоку скляну посудину налити слабокислий розчин оцту і покласти туди голубі чи рожеві пелюстки квітки або цілу квітку.
2. Спостерігаючи за реакцією рослин на кисле середовище, визначити як змінюється колір пелюстків, з чим це пов'язано. Результати спостереження внести до табл.
3. В іншу посудину налити розчин харчової соди (лужний) і покласти в нього рожеві пелюстки.
4. Спостерігаючи за реакцією рослин на лужне середовище, визначити як змінюється колір пелюстків, з чим це пов'язано. Результати спостереження внести до табл. 14.
5. На основі отриманих результатів зробити висновки про вплив кислого і лужного середовища на фізіологічні процеси рослини.

Табл. 14. Реакція рослин на хімічне забруднення.

Об'єкт дослідження:	Фізіологічні умови	Кисле середовище	Лужне середовище

Висновки:

Лабораторна робота № 8

Біотестування забруднення води за допомогою ряски малої (*Lemna minor* L.) (Методика розроблена Л. В. Цаценко)

Мета: визначення загальної дії важких металів методом оцінки ступеня зміни морфометричних показників рослин.

Матеріали та обладнання: водні розчини солей $ZnSO_4$, $CuSO_4$, $BaCl_2$, $MnSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$, хімічні стакани, скляні палички, пінцети, піпетки, фільтрувальний папір, лінійки.

ХІД РОБОТИ:

1. У чашках Петрі приготувати водні розчини солей $ZnSO_4$, $CuSO_4$, $BaCl_2$, $MnSO_4$, $CoSO_4 \cdot 7H_2O$, $Fe_2(SO_4)_3$ у концентрації 0,1; 0,025; 0,001.

2. В кожену чашку помістити по 20-30 рослин ряски. Проаналізувати якісні реакції, що відбулися з організмами в розчинах. Відзначити зміну забарвлення і роз'єднання частинок в кожному досліді. Протягом 2 днів провести оцінку стану і зростання ряски. Результати спостережень внести в таблицю .

*Табл. 15. Реакція ряски малої (*Lemna minor*) на солі металів.*

Метал і його концентрація	Показники		
	Специфічне зафарбування	Роз'єднання частин	Реакція
Контроль			
Cu 0,1			
0,025			
0,001			
Zn 0,1			
0,025			
0,001			
Ba 0,1			
0,025			
0,001			
Co 0,1			
0,025			

3. В ході експерименту дати оцінку токсичності різних аніонів по швидкості загибелі рослин і уповільнення їх зростання. Виявивши найбільш токсичний для рослин аніон, закласти експеримент по визначенню гострої токсичності середовища, яке виражається в загибелі отруєного організму за короткий проміжок часу - від кількох секунд до 48 годин, а також інтегральної токсичності складної суміші. У чашках Петрі приготувати розчини-токсиканти, розведені по схемі 1: 2, 1: 5, 1:10, 1:50, 1: 100. У чашки Петрі налити нерозбавлену суміш і розбавлені відповідно до схеми розчини. У кожену чашку помістити по 10-20 рослин ряски. Через 24-48 годин визначити токсичність досліджуваної речовини і складної суміші на даний вид живих організмів. Це показники гострої токсичності NOEC, LC0, LC50, LC100, що встановлюються для «чистої» речовини при лабораторному дослідженні. Показники не мають універсального значення і встановлюються для кожного тест - об'єкту індивідуально.

NOEC - максимально недіюча концентрація речовини;

LC0 - мінімальний поріг чутливості, при якому відзначаються специфічні тест-реакції або смертність тест-об'єктів.

LC50 - стандартна міра токсичності речовини, що показує, яка концентрація речовини викликає загибель 50% тест-організмів за встановлений час (24, 48 або 96 год.).

LC100 - вищий смертельний поріг для всіх організмів або тест-культури, використаних в досліді. Показники токсичності виражаються в балах токсичності цілими числами (2, 5, 10, 50, 100 і т.д.) відповідно величинам розведення.

4. Результати спостережень оцінки токсичності занести в табл. 16.

Показник токсичності	NOEC	LC0	LC50	LC100
Концентрація речовини (молярність)				
Бали токсичності				

5. Розрахувати величину гострої токсичності речовини для даного виду за формулою: $T = 1 / LC50$.

6. Визначити інтегральну токсичність – токсичність складних сумішей, стічних вод, багатокомпонентних факторів. кількісно інтегральна токсичність визначається як величина зворотна максимальному розведенню, при якому не спостерігається яких-небудь порушень життєво-важливих функцій тест-організмів при 24-48 годинному біотестування.

7. Зробити висновок про ступінь токсичності речовин для досліджуваного виду організмів і можливості їх синергічного впливу*. Охарактеризувати екологічний діапазон присутності даного виду, його індикаторну цінність. Вказати тип чутливості даного біоіндикатору.

**Примітка.* Досліджувані метали за ступенем токсичної дії на навколишнє середовище відносяться до різних класів токсичності:

1 клас - Zn,

2 клас - Cu

3 клас - Ba, Mn

Висновки:

Лабораторна робота № 9

Реакція проростків пшениці на дію мікроелементів (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+}) в умовах водної культури

Мета дослідження: встановити і порівняти: стимулювальні, гальмувальні та летальні концентрації важких металів щодо росту зародкових корінців і паростків; стійкість пшениці до фітотоксичної дії вказаних іонів.

Матеріали і методи: насіння пшениці, фільтрувальний папір, чашки Петрі, дистильована вода, пінцети, лінійка, розчини солей металів, що містять іони із ступенем окиснення +2*: $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; $\text{ZnSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ в молярних концентраціях від 0,5 до 50 ммоль/л.

*Примітка: вибір саме цих солей зумовлений наявністю в них катіонів важких металів, які можуть засвоюватися рослинами і переважають у рухомих формах елементів природного ґрунтового середовища. Окрім того, ці солі містять однакові аніони, що забезпечує їх ідентичний вплив на результати експерименту.

ХІД РОБОТИ:

1. Насіння пшениці пророщують впродовж семи днів у затемненому термостаті при $+20^\circ\text{C}$.
2. Для подальшого росту одержані проростки вносять у водну культуру на заздалегідь приготовлені розчини важких металів.
3. Контрольні варіанти вирощувати у дистильованій воді.
4. Зробити вибірку варіантів кожного дослідів 100 проростків. Кількість повторень експерименту 3 рази.
5. На 10-ту добу визначити показники інтенсивності росту проростків пшениці (довжину зародкових корінців та зелених паростків), а також візуальні ознаки фітотоксичного ефекту.
6. Здійснити обробку експериментальних даних методами математичної статистики. Визначити стійкість рослин до надлишку ВМ методом кореневого тесту згідно з відповідною методикою. Обчислити кореневий індекс (K_i) як співвідношення приросту зародкових корінців проростків пшениці дослідних варіантів (за впливу різних концентрацій ВМ) і приросту корінців контрольного варіанта. Також для дослідження стійкості рослин до надлишку ВМ, за аналогією з K_i , розрахувати «паростковий індекс» (Π_i), як співвідношення приросту зародкових паростків пшениці дослідних варіантів (за впливу різних концентрацій ВМ) і приросту паростків контрольного варіанта (Таблиця 17,18,19).

Табл.17. Вплив іонів Cu^{2+} на проростки пшениці озимої

См (ммоль/л)	Показники росту зародкових корінців				Показники росту зародкових паростків (надземна частина)			
	Довжина, мм		Приріст, Δd , мм	K_i	Довжина, мм		Приріст, Δd , мм	P_i
	До експ.	Після експ.			До експ.	Після експ.		
0,5								
2								
4								
K_i серед.					P_i серед.			

Таблиця 18. Результати дослідження впливу іонів Zn^{2+} на проростки пшениці озимої

См (ммоль/л)	Показники росту зародкових корінців				Показники росту зародкових паростків (надземна частина)			
	Довжина, мм		Приріст, Δd , мм	K_i	Довжина, мм		Приріст, Δd , мм	P_i
	До експ.	Після експ.			До експ.	Після експ.		
0,5								
2								
4								
K_i серед.					P_i серед.			

Табл. 19. Результати дослідження впливу іонів Ni^{2+} на проростки пшениці озимої

См (ммоль/л)	Показники росту зародкових корінців				Показники росту зародкових паростків (надземна частина)			
	Довжина, мм		Приріст, Δd , мм	K_i	Довжина, мм		Приріст, Δd , мм	P_i
	До експ.	Після експ.			До експ.	Після експ.		
0,5								
2								
4								
K_i серед.					P_i серед.			

Висновки:

Лабораторна робота № 10

Вивчення реакції пшениці на засолення по ознакам мінливості морфометричних параметрів проростків

Мета роботи: вивчення особливостей росту і розвитку пшениці в умовах засолення на початкових етапах онтогенезу.

Матеріали та обладнання: сорти пшениці (*Triticum aestivum* L.), 1,40% - й розчин NaCl, сульфатний - 2,78% -й розчин Na₂SO₄, карбонатний - 2,06% -й розчин Na₂CO₃, що відповідає осмотичному тиску розчинів 1 Мпа, чашки Петрі, пінцети, лінійки.

ХІД РОБОТИ

1. Насіння пшениці пророщувати в стерильних чашках Петрі на фільтрувальному папері, зволоженою дистильованою водою (контроль) або розчинами солей (дослідні варіанти). Обсяг вибірки - 50 насінин з триразовою повторністю для кожного варіанта. Чашки з насінням поміщали в термостат з температурою 22-24 ° С.

2. На сьомий день експерименту вирахувати лабораторну схожість насіння, довжину пагонів і коренів, число коренів, сиру і суху масу пагонів і коренів.

Табл. 20. Вплив різних типів засолення на прояв морфометричних параметрів проростків пшениці

Ознаки	Контроль	NaCl		Na ₂ SO ₄	
	X ± mх	X ± mх	±, %	X ± mх	±, %
Схожість насіння, шт					
Число корінців, шт					
Довжина корінців, мм					
Довжина проростків, мм					

3. Зробити висновки щодо впливу засолення на проростання насіння та на ріст проростків.

Висновки

Лабораторна робота № 11

Біологічний аналіз активного мулу

Мета роботи: ознайомитись з біологічним методом аналізу активного мулу, навчитися характеризувати мул по індикаторним видам.

Матеріали та обладнання: мікроскоп, предметні і покривні скельця, піпетка на 1 мл, активний мул, формалін 40% -вий, вата, спирт.

ХІД РОБОТИ:

1. Використовувати мікроскоп з малим збільшенням. На предметне скло нанести піпеткою краплю попередньо добре перемішаної мулової суміші і накрити покривним склом. негайно приступити до мікроскопіювання. Замалювати виявлені у всіх полях зору види в робочий зошит.

2. На наступному етапі на предметне скло нанести довільну кількість осілого мулу і затиснути між двома предметними скельцями. Тут слід зосередити увагу на стані організмів, розмірі, формі і щільності частинок мулу, наявності сторонніх домішок.

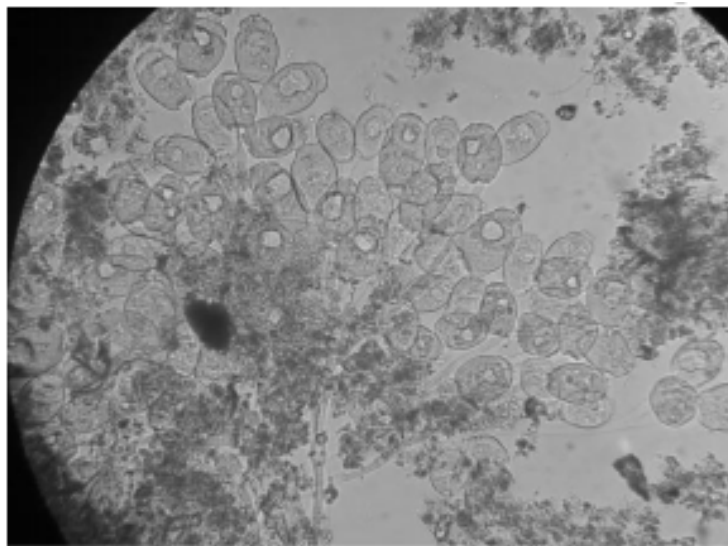
3. Дати можливу характеристику активного мулу за наявністю індикаторних видів (Рис.12-20).

Табл. 21. Критерії норми і патології індикаторних видів активного мулу

Біоіндикатори	m	δ	$m + 3\delta$	$m + 7\delta$
Zooglea ramigera	428	349	1475	2871
Нитковидні гриби	561	2000	6561	14561
Гриби	351	375	1476	2871
Водорості	76	89	343	699
Дрібні Flagellata	504	431	1797	3521
Amoebina	1598	1063	4787	9039
Gromia neglecta	431	550	2087	4281
Цисти	1312	1000	4312	8312
Actinopoda	52	59	229	465
Сума:				
Бентосних черепашкових амеб	505	1000	4505	7505
Вільноплаваючих інфузорій	861	-	-	-
Прикріплених інфузорій	1087	-	-	-
Коловерток	139	-	-	-

4. При статистичній обробці отримані дані необхідно порівняти з відхиленням від прийнятих норм, наведених в таблиці 21 відносно наведеної в таблиці класифікації, середні значення дані для вибірки по пробам з гарною якістю очищеної води, для яких прозорість перевищує 30 см. Якщо отримана характеристика не перевищує $m + 3$ яктовиниклогінні змів процесах біологічного очищення нормалізуються без додаткового втручання за рахунок мимовільного повернення до режиму біологічної очистки. Якщо характеристика перевищує $m + 7$, то необхідне втручання.

5. У звіті представити список наявних груп організмів-індикаторів, відомості про їх кількісний облік, оцінку ступеня очищення мулу.



Мал. 5. Видовий склад активного мулу під мікроскопом

Висновки

РОЗДІЛ 4. ҐРУНТИ

Ґрунтом називають пухкий поверхневий шар земної кори (літосфери), що є складним комплексом органічних і мінеральних сполук і характеризується родючістю. Ґрунт — продукт сумісного впливу часу, клімату, рослинності, тварин і мікроорганізмів. У ньому безперервно відбуваються синтез і розкладання органічної речовини, колообіг елементів зольного й азотного живлення рослин, поглинання і детоксикація різних забруднювальних речовин. Ґрунтовий покрив Землі розглядають як компонент біосфери, що відіграє складну загальнопланетарну роль у накопиченні і перерозподілі енергії, в підтриманні колообігу хімічних елементів, життєво необхідних організмам.

Ґрунт упорядковує всі потоки речовин у біосфері, є сполучною ланкою і регулювальним механізмом у процесах біологічної та геологічної циркуляції елементів, регулює склад атмосфери і гідросфери. Ґрунти впливають на клімат (мікроклімат) місцевості, на розвиток рослинності, стан окремих галузей народного господарства; їх родючість враховують при забудові і плануванні населених пунктів, благоустрої і експлуатації останніх.

Без величезного і складного комплексу істот, що живуть у ґрунті, не можливе існування самого ґрунту. Наведемо функціональну схему ґрунтового біотичного комплексу за його екологічним значенням в біологічному кругообігу речовин – від продуцентів до редуцентів.

1. Рослини – первинні продуценти, коренева система яких впливає на фізичні і хімічні властивості ґрунту та його біологічну активність.
2. Ґрунтові водорості – продуценти, впливають на кисневий режим, накопичення азоту і структуру ґрунту. Можуть бути біоіндикаторами.
3. Ґрунтові тварини – консументи, що впливають на хімізм, структуру, біологічну активність та родючість ґрунту, утворення гумусу.
4. Ссавці – гризуни, комахоїдні, зайцеподібні, здійснюють механічний вплив на ґрунт, беруть участь у мінералізації та гуміфікації органічної речовини.
5. Ґрунтові гриби, бактерії - редуценти.
6. Лишайники.
7. Віруси і фаги – паразити.

Практична робота № 12

Визначення мікробного числа ґрунту

Мета: навчитися визначати мікробне число ґрунту.

Матеріали та обладнання: мікробіологічне поживне середовище LB/NB, агар, дистильована вода (dH₂O), водяна баня, спиртівки, колби, чашки Петрі, зошити, ручки, олівці.

ХІД РОБОТИ:

1. Підготувати чашки Петрі з агаризованим поживним середовищем:

1.1. Розрахувати наважки компонентів для приготування 50 мл. агаризованого NB поживного середовища:

NB - _____

Агар - _____

dH₂O - _____

Розлив середовища у чашки Петрі:

1.2. Тверде поживне середовище розплавляють на водяній бані та охолоджують до 50°C.

1.3. Над полум'ям спиртівки стерилізують отвір колби з середовищем, виймають пробку. Відкриту колбу тримають в нахиленому положенні горловиною в бік полум'я.

1.4. До стерильної чашки Петрі заливають 15-25 мл. поживного середовища, піднявши кришку чашки Петрі з одного боку (в бік полум'я). Поживне середовище повинно рівномірно розподілитися по всій поверхні чашки.

1.5. Чашку Петрі закривають кришкою, залишивши невелику шпарину та чекають 10-15 хв. поки середовище застигне.

1.6. Пробку обпалюють в полум'ї спиртівки і закривають колбу.

2. У стерильну колбу об'ємом 100 мл. вносять 1 г. ґрунту та роблять серію розведень у стерильній воді, таким чином отримують ґрунтову витяжку.

3. За допомогою піпетки чи бактеріальної петлі на поверхню середовища чашки Петрі наносимо декілька крапель ґрунтової витяжки та скляним шпателем ретельно втираємо її в середовище.
4. Чашки Петрі залишаємо на 1-2 доби у термостаті за температури +37°C.
5. Досліджуємо колонії (*користуючись додатком 1*), що проявилися. Результати спостереження внести до табл. 22. та зробити відповідні висновки.

Табл. 22. Мікрофлора ґрунту

Характ. Зразки	Загальна кількість виявлених колоній	Санітарно-мікробіологічна оцінка
<i>Зразок №1.</i> _____		
<i>Зразок №2.</i> _____		
<i>Зразок №3.</i> _____		
<i>Зразок №4.</i> _____		
<i>Зразок №5.</i> _____		

Висновки

Практична робота №13

Фітоіндикація ґрунту

Мета: навчатися визначати стан ґрунту шляхом фітоіндикації.

Матеріали та методи: бланк для опису рослинного угруповання, лупи, зошити, олівець, ручка.

ХІД РОБОТИ:

1. Занотувати характерні особливості дослідної ділянки (географічне місце розташування – країна, область, район; оточення – ліси, лупи, поля, місто, село тощо; рельєф, клімат, ґрунт, розмір дослідної ділянки).

2. Вивчити біорізноманіття дослідної ділянки та на основі отриманих даних зробити висновки про стан ґрунту (див. табл. 5-10) :

ґрунти з високим вмістом азоту - кропива дводомна, осот, м'ята, хрестовик звичайний.

ґрунти з низьким вмістом азоту - конюшина польова, лядвенець, роговик, льнянка.

Виснажені ґрунти - ромашка аптечна, пастуша сумка.

Ущільнені ґрунти - подорожник великий, перстач гусячий, лисохвост.

Перегнійні ґрунти - зірочник середній, вероніка польова, глуха кропива пурпурна, кульбаба лікарська.

Перезволожені і заболочені ґрунти - вологостійка рослинність, осока, хвощ, очерет.

Табл. 23. Біоіндикатори залягання ґрунтових вод

Глибина ґрунтових вод, см	Біоіндикатори
010	Осока дерниста, осока пухирчаста, очерет
1050	Осока лисяча, осока гостра, кунічник Лангсдорфа
50100	Таволга в'язолиста, канаркові трави
100150	Мітлиця біла, костриця лучна, горошок мишачий, чина лугова
Більше 150	Стоколос безостий, конюшина лугова, подорожник великий, пирій повзучий

Табл. 24. Зовнішні ознаки хвороб рослин при надлишку мікроелементів

М/елемент	Зовнішні ознаки хвороб рослин
Залізо (Fe)	Тканина без некрозів; хлороз розвивається між жилками молодих листочків, жилки залишаються зеленими, пізніше весь листок стає жовтим або білуватим, що подібно з голодуванням
Марганець (Mn)	Перші ознаки з'являються на молодих рослинах, ураження місцеве. Тканина некротична, хлороз розвивається між жилками молодих листочків, перетворюючи їх у жовті або білуваті з темно-коричневими або майже білими некротичними плямами, листя викривляється й зморщується (у цьому основна відмінність від голодування)
Кобальт (Co)	У деяких рослин уздовж основних жилок листя з'являються прозорі, наповнені водою ділянки; між жилками розвивається некроз; пізніше листя стає коричневим й обпадає
Цинк (Zn)	Тканина некротична, хлороз листя, молоді листочки жовтіють; верхівкові бруньки відмирають, більш старе листя може обпадати без зів'янення, жилки знебарвлюються в червоний або чорний кольори (на ранніх стадіях ушкодження подібно з дефіцитом заліза). Перші ознаки з'являються на молодих рослинах, при цьому уражується вся рослина
Мідь (Cu)	Слабкий розвиток коріння, хлороз молодого листя, жилки залишаються зеленими
Бор (B)	Хлороз кінців і країв листя, що поширюється всередину, особливо між жилками, поки все листя не стає блідо-жовтим або білуватим; опіки країв листя і некроз із закручуванням країв, опадання листя

Табл. 25. Зовнішні ознаки хвороб рослин при нестачі або надлишку поживних речовин

Речовин	Недостача	Надлишок
Азот (N)	Уповільнення росту. Пожовтіння, побуріння й засихання листя. Одеревіння стебел. Зменшення розміру квіток.	Побуріння листя (обпалені краї) і їх загибель Скорочення періоду вегетації
Калій (K)	Поява «крайового опіку» нижнього листя. Ослаблення рослин. Блакитно-зелене листя плодівих і ягідних культур	Утворення на плодах гіркокого слизу
Фосфор (P)	Бурі плями між жилками листя Засихання листя. Ослаблення росту. Фіолетово-червоне забарвлення стебла, гілок і нижньої сторони листя Загинання листя вгору Квітки дрібні, опадаючі	Зменшення вегетаційного періоду Зниження врожаю
Кальцій (Ca)	Припинення росту й розвитку коріння. Верхнє листя білясте, нижнє - зелене. Відмирання вегетаційних точок росту.	Стимуляція розвитку не тільки корисних, але й шкідливих мікроорганізмів
Магній (Mg)		Листя злегка темніє і трохи зменшується; іноді спостерігається згортання й зморщування молодих листочків, на пізніх стадіях росту кінці їх втягуються і відмирають, особливо при ясній погоді
Хлор (Cl ₂)		Загальне огрубіння рослин, листя маленьке, тьмяно-зелене, стебла тверді, у деяких рослин на більш старому листі з'являються пурпурно-коричневі плями, що викликає його опадання
Сірка(S)		Загальне огрубіння рослин, листя маленьке, тьмяно-зелене, стебла тверді, пізніше листя може скручуватися всередину й покривається наростами, краї його стають коричневими, потім блідо-жовтими

Табл. 26. Біоіндикатори вологості ґрунтів

Місцеперебування	Біоіндикатори
Сухе місце існування	Ксерофіти (сухолюбиві) котяча лапка, ястребинка волосиста, очиток, материнка, рокитник, сон-трава, мучниця, наземні лишайники, мітлиця біла
Забезпечені вологою місця, але не сирі і не заболочені	Мезофіти - велика частина лугових трав: тимофіївка, лисохвіст луговий, пирій повзучий, конюшина лугова, копитняк, плаун, дрібні зелені мохи, кислиця, золота різка, брусниця, костяниця
Вологі, іноді сирі та заболочені ґрунти	Гігрофіти (вологолюбиві) - білозір, калужниця, комиш лісовий, шабельник болотний, м'ята польова, чистець болотний, багно, лохина, росичка, сфагнум, очерет

Табл. 27. Біоіндикатори кислотності ґрунту

Ґрунти	Біоіндикатор
Кислі (рН менше 5,0)	Білоус, запашний колосок, щавель малий, хвощ, журавлина, лохина, сфагнум, верес, зелені мохи, сфагнум плаун
Слабкокислі (рН 5,1-5,5)	Ромашка непахуча, манжетка, метлиця польова, куничник ланцетний, щучка, жовтець їдкий
Нейтральні, близькі до нейтральних (рН 5,5-7,0)	Лисохвіст луговий, цикорій, костриця лугова, тонконіг луговий, борщівник сибірський, тимофіївка лучна, конюшина лугова, яглиця європейська, мильнянка лікарська
Лужні (рН більше 7,0)	Бересклет бородавчастий, бузина сибірська, піщанка, мати-й-мачуха, очиток їдкий, гірчиця

Табл. 28. Біоіндикатори родючості ґрунту

рівень родючості	Біоіндикатори	
	на луках	в лісах
Дуже високий	Чина лучна, стоколос безостий, таволга, осока лисяча	Малина, кропива, іван-чай, таволга, чистотіл, копитняк, кислиця, валеріана
Помірний (середній)	Костриця лучна, лисохвіст луговий, щучка дерниста, купальниця, вероніка довголиста	Майник дволистий, медунка, дудник, грушанка, купальниця, гравілат річковий
Низький	Білоус, ситник нитковидний, запашний колосок, котяча лапка	Сфагнові мохи, наземні лишайники, чорниця, брусниця, журавлина

3. Результати біоіндикації:

3.1. Флористичні (видовий склад дендрофлори):

3.2. Фізіологічні (аномалії вмісту в тканинах рослин йонів металів, легко-розчинних солей, відмінності у складі і концентрації пігментів, зміни водоутримуючої здатності, осмотичний потенціал):

3.3. Морфологічні (внутрішні та зовнішні зміни структури організму: зміни внутрішні та зовнішні: ширина річних кілець, особливості тканин, розміри листкової пластинки):

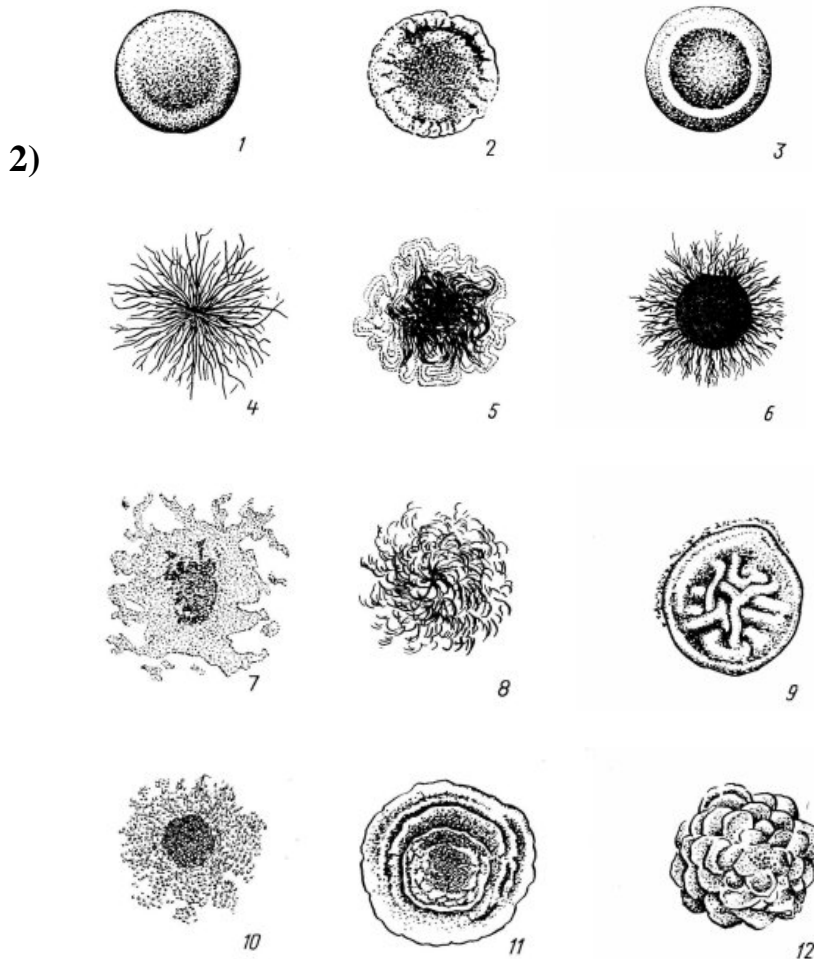
3.4. Фітоценотичні (численність, проективне покриття, структурні ознаки фітоценозу):

Висновки

ДОДАТКИ:

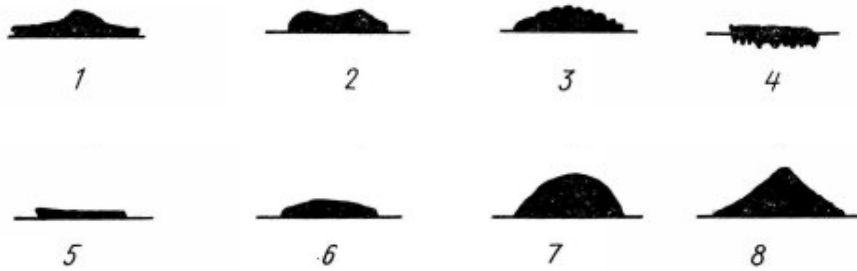
Додаток 1.: Властивості колоній мікроорганізмів

- 1) **Розмір колонії** – розмір колонії досить важлива ознака за якою можна визначити різні види роди і навіть типи бактерій. Таким чином, виділяють точкові – діаметр 1мм., дрібні – діаметр 1-2 мм., середні – діаметр 3-4мм., великі – діаметр більше 4 мм.



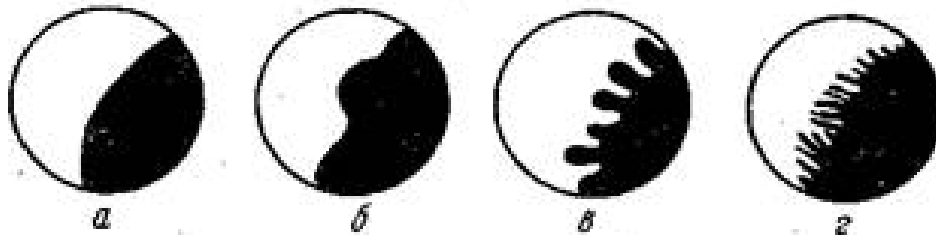
Форма колонії: 1 – кругла, 2 – фестончастий край, 3 – кругла з валиком по краю, 4,5 – ризоїдні, 6 – з ризоїдним краєм, 7 – амебоїдна, 8 – ниткоподібна, 9 – складчаста, 10 – неправильна, 11 – концентрична, 12 – складна.

3)



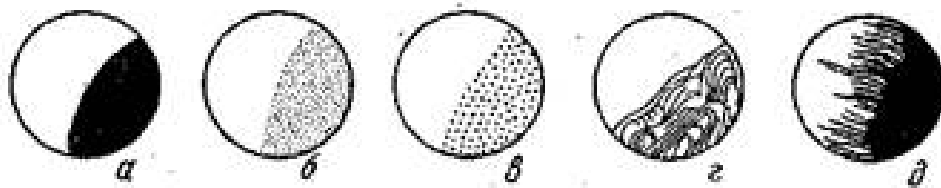
Поверхня колонії: 1 – вигнутий, 2 – кратероподібна, 3 – горбисті, 4 – вросений в субстрат, 5 – плоский, 6 – випуклий, 7 – краплеподібний, 8 – конусоподібна.

4)



Форма краю колонії: а – рівна, б – хвиляста, в – лопатевидна, г – бахромчаста.

5)



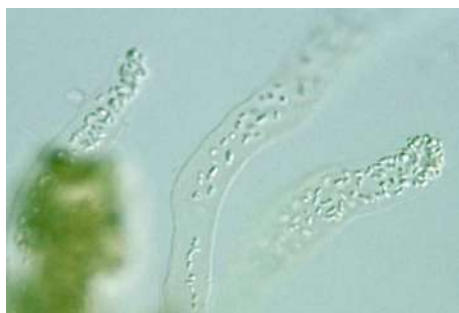
Структура колонії: а – однорідна, б – дрібнозерниста, в – крупнозерниста, г – струмінеподібна, д – хвиляста.

6) **Кольор колонії** – залежить від пігменту, бувають білі, жовті, ярко сині, червоні і т.д.

7) **Запах колонії** – менш важлива ознака колонії, оскільки асоціації, які він викликає мають суб'єктивний характер.

Додаток 2.: Біологічний аналіз активного мулу

Бактерії:



Zoogloea ramigera

Водорості:



Oscillatoria



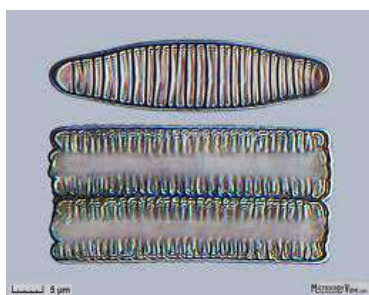
Cladophora crispata



Scenedesmus quadricauda



Navicula



Diatoma vulgare

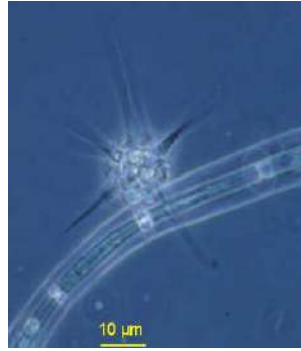
НАЙПРОСТІШІ (*Protozoa*)

Саркодові (*Sarcodina*)



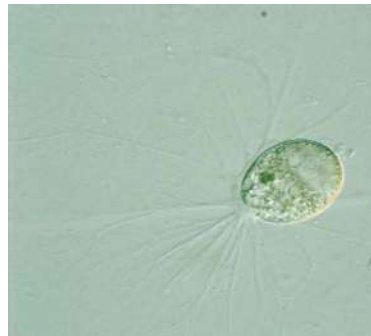
Amoeba limax

(служить показником поганого очищення)



Amoeba radiosa

(свідчить про гарне очищення)



Gromia neglecta



Амеба (*Amoeba proteus*)

Інфузорії (Ciliata)



Vorticella convallaria

Suctoria



Carchesium sp.

Opercularia sp.

Коловертки (Rotatoria)



Rotaria rotatoria

Хробаки (*Vermes*)



Малощетинкові
Aelosoma



Круглі
Nematoda

Водяні кліщі (*Hydracarina*)



ЛІТЕРАТУРА:

1. Біоіндикація забруднень наземних екосистем / За ред. Р. Шуберт. - М.: Мир, 1988.
2. Методи біоіндикації навколишнього середовища. Методичний посібник для проведення курсу «Учбової практики». Укладач: Андрійко Г.П., Х.: 2014. – 26 с.
3. Методичні вказівки до курсу до практичних робіт та самостійного вивчення дисципліни «Біоіндикація і біотестування» Укладач: Курбат Т.В. Житомир: 2014. – 44 с.
4. Екологія. Навчальний посібник. – К.: «Видавничий дім. «Професіонал» Центр учбової літератури, 2009. – 304 с.
5. Яблоков А.В. Популяционная биология. – М.: Высшая школа, 1987. – 303 с. ил.
6. Микитюк О.М., Грицайчук В.В., Злотін О.З., Маркіна Т.Ю. Основи екології: Навчальний посібник. - 2-е вид., стереотипне.
7. Мукминов М.Н., Шуралев Э.А. Методы биоиндикации: учебно-методическое пособие / М.Н. Мукминов, Э.А. Шуралев. – Казань: Казанский университет, 2011 – 48 с.
8. Заблоцька О.С., Опанащук Н.М. Реакція проростків пшениці озимої на дію мікроелементів (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+}) в умовах водної культури / О.С. Заблоцька, Н.М. Опанащук // Агроекологічний журнал, № 4, – 2015 – 90-96 с.
- 9 Буждиган О.Я., Руденко С.С., Зароченцева О.Д., Костишин С.С. Екологія в дослідках. Методичні рекомендації для наукової роботи в навчальних закладах різного типу: У 2-х ч. Частина-1, вип. 2 / О.Я. Буждиган, С.С. Руденко, О.Д. Зароченцева, С.С. Костишин. – Чернівці: Місто, 2015 – 168 с.
- 10 Мусатова О.В. Биоиндикация и биоповреждения: методические рекомендации к лабораторным работам / Издательство УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2006 - 32 с.
- 11 Колесніков М.О. Адаптивні реакції пшениці на дію сольового стресу в гетеротрофний період онтогенезу, Колесніков М.О. – Чернівці: Місто, 2016 – 184 с.

