

**ДРОГОБИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА**

Мирон Цайтлер, Ірина Бриндзя, Мар'яна Досвідчинська

МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

**Для студентів ОР «Бакалавр» напряму підготовки 6.040106 «Екологія,
охорона навколишнього середовища та збалансоване
природокористування»**

Дрогобич

2014

УДК 502(07)
ББК 20.1р
Ц 14

*Рекомендовано до друку вченою радою Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка
(протокол № 9 від 26.06.2014р.)*

Рецензенти:

Сеньків В.М. кандидат технічних наук, доцент кафедри екології та географії Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка;
Цвілинюк О.М. кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка

Цайтлер М.Й., Бриндзя І.В., Досвядчинська М.Р.

Ц 14 **МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ:** методичні вказівки до проведення лабораторних робіт [для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»] / **Ірина Бриндзя, Мирон Цайтлер, Мар'яна Досвядчинська** – Дрогобич : Видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2014. – 78 с.

Навчально-методичний посібник написано відповідно до програми навчальної дисципліни «Моніторинг довкілля» для підготовки фахівців напряму підготовки 0401 Природничі науки спеціальності «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», затвердженої вченою радою Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. Структура кожної лабораторної роботи включає тему, мету, матеріали та обладнання, теоретичні відомості, завдання, які допоможуть студентам конкретизувати зміст навчального матеріалу, дають можливість пов'язати його теоретичні аспекти з практичними.

Рекомендовано студентам екологічних та біологічних спеціальностей педагогічних ВНЗ, вчителям екології загальноосвітніх шкіл, учням ліцеїв, гімназій, училищ.

**УДК 502(07)
ББК 20.1р**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
МЕТОДИЧНІ ПОРАДИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ І ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ.....	7
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1. Визначення органолептичних властивостей води.....	8
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2. Визначення рН води	13
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3. Визначення вільного хлору в водопровідній воді	16
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4. Визначення хлоридів у воді (метод Мора)....	18
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5. Визначення біогенного забруднення нітрат – та нітрит – йонами води.....	20
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6. Визначення загальної твердості води.....	25
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7. Визначення йонів амонію у воді.....	27
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8 Визначення фосфатів у воді.....	29
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9. Визначення сульфатів у воді.....	32
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10. Визначення кислотності води	34
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №11. Визначення збитків від забруднення водних ресурсів.....	36
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12. Визначення рН ґрунтових витяжок методом потенціометрії	39
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №13. Визначення вмісту сухого залишку ґрунту..	42
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №14. Визначення інтенсивності дихання ґрунтів	46
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №15. Визначення твердості ґрунтів за допомогою ножа	50
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №16. Оцінка ступеня забрудненості атмосферного повітря відпрацьованими газами на ділянці магістральної вулиці (за концентрацією CO).....	52

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №17. Визначення концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі	56
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №18. Оцінка запиленості повітря	59
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №19. Визначення стану навколишнього середовища за комплексом морфологічних ознак (хвої, пагонів, бруньок) у хвойних.....	62
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №20. Моніторинг морфологічних змін у квіткових рослин, викликаних антропогенними стресорами.....	66
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №21. . Визначення вмісту хлорофілу в листках рослин.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	73
ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ ПРО ВИКОНАННЯ РОБОТИ.....	78

ВСТУП

Система моніторингу повинна в інформаційному плані забезпечити організацію необхідних інформаційних потоків і поліпшити спостереження за основними процесами та явищами в біосфері. Для прийняття раціональних управлінських рішень необхідною умовою є наявність якісного інформаційного забезпечення щодо динаміки різних показників, які характеризують стан навколишнього середовища. До того ж, всі негативні тенденції, що відбуваються в розвитку складної системи «людина – природа – суспільство», підвищують актуальність як екологічного, так і соціально-економічного моніторингу. Природні зміни стану навколишнього середовища вивчаються існуючими геофізичними службами (гідрометеорологічною, сейсмічною, гравіметричною та ін.). А для того, щоб виділити антропогенні зміни на фоні природних, виникла необхідність в організації спеціальних спостережень за змінами стану біосфери під впливом людської діяльності.

Курс «Моніторинг довкілля» формує основоположні знання про концептуально-теоретичні засади моніторингу довкілля, його нормативно-правове регулювання, особливості організації та реалізації моніторингу компонентів довкілля. Значення моніторингу для розв'язання прикладних проблем охорони довкілля та запобігання кризовим явищам, обумовлює важливість вивчення дисципліни у процесі підготовки екологів.

Мета посібника – допомогти студентам засвоїти програмний матеріал, набути нових умінь і навичок, закріпити теоретичні знання, розширити та поглибити їх.

Важливими завданнями курсу «Моніторинг довкілля» є:

- 1) спостереження за станом довкілля і за факторами, які впливають на окремі елементи довкілля;
- 2) оцінювання та аналіз фактичного стану всіх складових довкілля;
- 3) прогнозування стану довкілля і оцінювання цього стану;
- 4) забезпечення науково-інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень.

Моніторинг довкілля – це сучасний науковий і прикладний напрям екології та природоохоронної діяльності, який активно розвивається. Екологічний моніторинг є багатоаспектним та багатогранним, має зв'язок із найрізноманітнішими галузями сучасної діяльності людини. Майбутні екологи зможуть використовувати відповідну інформацію у професійній діяльності науковця, лаборанта, службовця тощо.

На лабораторних заняттях студенти ознайомлюються з методиками, які широко застосовуються у екологічних дослідженнях. Основний акцент при цьому ставиться на опрацювання нормативно-правової бази у сфері моніторингу довкілля, методологічних підходах та методах.

Викладання курсу «Моніторинг довкілля» і контроль досягнутих успіхів студентів здійснюється із застосуванням модульно-рейтингової системи: програма складається із чотирьох модулів; модульна атестація охоплює теоретичні та практичні питання програми та враховує успіхи студентів при виконанні і захисті лабораторних робіт.

МЕТОДИЧНІ ПОРАДИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ І ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

1. Оформлювати лабораторні роботи потрібно у вигляді звітів, у яких вказують порядковий номер лабораторної роботи, тему, мету, матеріал і обладнання, завдання, хід виконання, результати роботи та висновки.
2. Результати роботи подавати у вигляді таблиць, графіків, детальних розрахунків, у деяких роботах робити схематичний рисунок. Підписувати рисунки внизу, відповідно пояснюючи. Рисунки повинні бути чіткими і розміщуватися на сторінці раціонально.
3. За контрольними запитаннями підготувати теоретичний матеріал для допуску, а потім і захисту лабораторної роботи.
4. У кінці кожної роботи після виконання усіх завдань потрібно зробити висновки та подати розрахунки у формі звіту.
5. При захисті лабораторної роботи потрібно знати відповіді на запропоновані запитання.

Примітка. Див. Додаток А (зразок звіту про виконання лабораторної роботи).

Тема. ВИЗНАЧЕННЯ ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ

Мета: навчитися визначати органолептичні показники води для оцінки її екологічного стану.

Матеріали та обладнання: фотоколориметр СМ-2000, аналітичні терези; скляна лійка, широкогорла колба місткістю 200мл; знезолений паперовий фільтр, мірні колби на 100мл – 3 шт. і на 1л – 2 шт.; піпетки 1мл; 2мл; 5 мл; 3 циліндри на 100 мл; циліндр Геннера, кристалізатор діаметром 25 см і заввишки 50 см; сифон для відбору суспензії; агатова ступка; шриффт Снеллена; $K_2Cr_2O_7$, $CoSO_4 \cdot 7H_2O$, H_2SO_4 ($\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$), глина, $(NaPO_3)_6$ для стабілізації суспензії; проби води.

Теоретична частина

Органолептичними показниками називаються такі властивості води, які можуть бути визначені за допомогою органів відчуття дослідника та за зовнішнім виглядом проби води.

Відпрацьована техніка і дослід дадуть змогу візуально визначити такі показники води, як колір, запах, смак, прозорість, каламутність, домішки.

Безумовно, використання інструментальних методів робить визначення кольору і каламутності води більш точним, однак традиційні методики продовжують залишатися затребуваними.

Органолептичні показники і встановлення температури належать до показників фізичних властивостей води. Температуру заміряють протягом 5хв термометром з ціною поділу $0,1^{\circ}C$ безпосередньо у водоймі або відразу після відбору проби.

Колір – природна властивість води – має різні відтінки, за якими найчастіше і називають водойми, напр., темно – синя вода Чорного моря, жовта через домішки глини вода Жовтої ріки в Китаї; червоні корали, що надають кольоровість воді, дали назву Червоному морю. Сіро – зелена вода в

Балтійському морі, неповторно бірюзовому кольору – у лагунах Середземного моря, коричнева через надлишок йонів Fe^{3+} вода Урала, йодована вода термальних (78°C) джерел м. Хайдусобосло в Угорщині насиченого кольору через надлишок окиснених форм Мангану і Феруму. Воді можуть надавати зелене забарвлення синьо-зелені водорості, колір яких обумовлений пігментом фікоеритрином.

Відтінки гами кольорів від жовтуватого до коричневого надають воді розмиті ґрунти.

Визначення кольоровості роблять за такими методиками.

1. Існує стандартна шкала з 21 пробірки, заповнених розчинами від синьо-жовтого №1 – 11 до жовто – коричневого кольору №12 – 21, з якими порівнюють колір води, узятій з водойми.

2. Кольоровість води визначають візуальним або колориметричним методом у градусах, порівнюючи пробу води за дихроматно кобальтовою шкалою, яку готують самостійно в лабораторних умовах. Для приготування шкали еталонних розчинів змішують у співвідношеннях відносно *розчин 1* – суміш солей 0,0875 г $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 2 г $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ і 1мл H_2SO_4 ($\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$) в 1л розчину та *розчин 2* – 1 мл H_2SO_4 ($\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$) в 1л розчину. Пробу води порівнюють з кольором приготовлених стандартів і характеризують кольоровість води в градусах.

Вода при кольоровості 20° вважається безбарвною – це є еталон її кольоровості.

3. При фотоколориметричному стані визначені кольоровості води вимірюють її оптичну густину з різними світлофільтрами, а на спектрофотометрі – за різними довжинами хвилі світла, яка максимально поглинається водою, є її характеристичною кольоровістю. Видимий колір розчину є додатковим до кольору випромінювання, який поглинається. Додатковими називають мішані або спектральні кольори, які взаємно доповняють один одного до білого.

При використанні води для господарсько-питного водоспоживання колір не повинен спостерігатися в стовпчику висотою 20 см, а для вод побутового призначення – в стовпчику висотою 10 см.

Прозорість. Ступінь прозорості води визначається висотою стовпа рідини в см, крізь, який виразно видно спеціальний шрифт Снеллена з лініями завтовшки 0,5 – 1 мм і висотою 2 мм. Вода для питного водопостачання має не менше як 30 см, річкові води можуть мати прозорість 25 см. Наявність зависей, їхня кількість і ступінь дисперсності часточок визначають прозорість за допомогою диска Секкі – металевого диска діаметром 20 см, який поділений на 4 сектори, два з них пофарбовані чорною і два білою фарбою. Диск занурюють у воду на тросику з поділками метричної шкали, поки він не стане видимим, і записують глибину. Потім піднімають, і коли його стане видно, записують глибину. Повторюють 3 рази і розраховують середню величину, яка і є прозорістю.

Смак і присмак. Розрізняють 4 основні види смаку : *солоний*, зумовлений наявністю NaCl; *кислий*, зумовлений надлишком карбонатної кислоти, звичайний смак мінеральних вод; *гіркий* – магній сульфату; *солодкий*. Усі інші відчуття називають присмаками (напр., рибний, хлорний, металевий). Інтенсивність смаку оцінюють за 5 – ти бальною шкалою.

Запах. Запах води викликають леткі речовини, що пахнуть – продукти метаболізму гідробіонтів, біохімічного розкладання органічних речовин. Компонентів стічних вод. Запах встановлюється після визначення смаку, при 20 – 25° С і 60° С. Окрім природних запахів, для сучасних вод характерні запахи штучного походження, наприклад, бензиновий, камфорний, фенольний, хлорний. Які класифікуються як хімічні і лікарські запахи. Інтенсивність запаху визначається за п'ятибальною шкалою. Інтенсивність запаху питної води при 20° С і 60° С має бути в межах до 2 балів. Концентрація визначуваної речовини в розчині при максимальному розбавленні, коли запах ще відчувається має назву **порогової концентрації**.

Каламутність води – величина, обернена прозорості, яка характеризує вміст зависей менш ніж 2 мг/л. Її визначають за допомогою турбідиметра.

Турбідиметрія – вимірювання інтенсивності світлопоглинання (точніше непроникність світла) твердими частинками (суспензії). Для турбідиметричних вимірювань також можуть бути використані фотоелектроколориметри або спектрофотометри. Аналіз полягає у вимірюванні оптичної густини (D) аналізованої води відносно дистильованої і знаходження концентрації завислих часток (c) за графіком залежності

$D = f(c)$, саме якою і визначається каламутність у мг/л. Зазвичай використовують видиме світло і кювети з робочою довжиною 5 см. Для побудови калібрувального графіка готують каолінову суспензію з $c = 1$ мг/мл, стабілізовану натрій гексаметафосфатом.

Хід роботи

Завдання 1. Визначення колірності. Готують розчин №1: 0,0875 г $K_2Cr_2O_7$, 2г $CoSO_4 \cdot 7H_2O$, 1мл H_2SO_4 ($\rho = 1,84$ г/см³) в 1 л дистильованої води і розчин №2: 1 мл H_2SO_4 ($\rho = 1,84$ г/см³) в мірній колбі на 1 л довести водою до риски. Готують серію стандартних розчинів в колбах на 100 мл: наливають розчин 1, доливають до риски розчином 2, перемішують.

а) для візуального визначення проби і стандартів по 100 мл виливають до циліндрів і, дивлячись згори униз, знаходять забарвлення стандарту, в якому колір співпадає з кольором проби;

б) у випадку інструментального методу визначають оптичні густини стандартів на спектрофотометрі у кюветі з довжиною 2 см порівняно з дистильованою водою. Будують калібрувальний графік залежності градусів кольоровості від оптичної густини.

Перед аналізом води її пробу фільтрують, відкидаючи перші порції фільтрату, а потім вимірюють оптичну густину проби води і за графіком знаходять кольоровість. Якщо вона перевищує 80⁰ пробу води розводять, а

результат графічних визначень після повторних вимірювань помножують на кратність розведення.

Завдання 2. Визначення прозорості. Досліджувану воду наливають до висоти 30 см у циліндр з плоским дном. Циліндр встановлюють на підставці над спеціальним шрифтом Снеллена або іншим, наприклад, утворюють хрест (лінії завтовшки 1мм), таким способом, щоб відстань між дном циліндра і шрифтом була 4 см. Згори крізь шар води, розглядаючи шрифт в прохідному світлі, його читають, доливаючи або відливаючи воду. Максимальний стовпчик якої дає змогу відрізнити шрифт. Отримана висота характеризує прозорість проби води.

Завдання 3. Визначення смаку і присмаку. Визначають за відсутністю підозри на токсичність води. Перед аналізом воду треба підігріти до 25°C. Набирають до рота 20 мл. Не ковтаючи, тримають 3 – 5 с, після чого прополіскують дистильованою водою. Невеликий об'єм води нагрівають до 60°C і знову визначають смак.

Завдання 4. Визначення запаху. 100 мл досліджуваної води при 20°C наливають до широкогорлої колби закривають притертою пробкою, ретельно струшують, відкривають і визначають характер та інтенсивність запаху. Нагрівають 100 мл води до 60 – 65 °C і також аналізують запах.

Завдання 5. Визначення каламутності. При концентрації зависі понад 50 мг/л об'єм проби – 0,5 л, при <50 мг/л – 1л.

1 етап. 100 г глини розтирають у агатовій ступці з дистильованою водою, змиваючи в кристалізатор, який потім заповнюють дистильованою водою, перемішують і залишають відстоюватися. Через 1 годину верхній шар води висотою 2 см відбирають сифоном – ця суспензія має розмір частинок менш як 0,05 мм.

2 етап. Суспензію відфільтровують на паперовому фільтрі, висушують при 105°C і знову розтирають в агатовій ступці. Її наважку масою 1г розтирають з дистильованою водою. Змиваючи в мірну колбу місткістю 1л з налитим 0,1% розчином стабілізатору, об'ємом 200 мл. Об'єм доводять до риски водою і отримують суспензією з концентрацією глини 1 мг/ мл. У мірних колбах на 100

мл готують розбавлені стандартні суспензії з концентрацією завислих часток 1, 2, 5, 10, 20, 40, 60 мг/л. Наприклад, 1 мл суспензії піпеткою переносять в мірну колбу і доводять до 100 мл дистильованою водою. Отримана суспензія має $c=10$ мг/л.

3 етап. Вимірювання величин оптичних густин розведених розчинів здійснюють на спектрофотометрі в кюветі довжиною 5 см для малих концентрацій (до 10 мг/л), а для вищих концентрацій – 2 см. Результати заносять до таблиці. Потім будують калібрувальний графік. Для цього на осі абсцис відкладають концентрації стандартних розчинів, на осі ординат – відповідні їм оптичні густини стандартів.

4 етап. Вимірюють оптичну густину проби води і за графіком визначають концентрацію завислих часточок в мг/л, тобто каламутність.

Результати усіх органолептичних показників записують у таблицю.

Висновок.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть основні органолептичні показники якості води?
2. Які гідрологічні показники поверхневих вод визначають при моніторингу?
3. Які гідрохімічні показники та інгредієнти використовують при моніторингу води?
4. Які гідробіологічні і бактеріологічні показники якості води?

Тема. ВИЗНАЧЕННЯ pH ВОДИ

Мета: ознайомитися із роботою рН-метра – МИ-150 та навчитися застосовувати його на практиці.

Матеріали та обладнання: рН – метр МИ – 150; хімічні стаканчики ємністю 50 мл – 5 шт; фільтрувальний папір.

Теоретичні відомості

Невелика частина молекул води дисоційована на водневі та гідроксильні йони. У хімічно чистій воді молярна концентрація цих йонів однакова і складає при 25⁰С – 10⁻⁷моль/л. Отже, величина утворення обох концентрацій дорівнює 10⁻¹⁴. Це утворення зберігає постійну величину і в присутності речовин, при дисоціації яких утворюються водневі та гідроксильні йони. Тому цілком достатньо визначити концентрацію одного з них. Переважно визначають водневі йони.

Оскільки концентрація водневих йонів, тобто активна реакція середовища може мати найрізноманітніші значення і відрізнятися на декілька порядків, прийнято виражати її величиною рН, яка є десятковим логарифмом концентрації іонів гідрогену

$$pH = - \lg [H^+]$$

Активну реакцію води визначають, зазвичай, потенціометричним методом (рН-метром) за допомогою скляного електрода. Перед початком роботи слід налаштувати йономір за різницею відомих рН буферних розчинів. Буферні розчини готуються з рекомендованих реактивів для рН-метрії. Використовують реактиви у вигляді стандарт – титрів, що розраховані на приготування 1000 мл буферного розчину. Якщо при зануренні електродів у розчин, показник не збігається зі значенням буфера, тоді потрібно покрити калібрувальною викруткою рН-метр до тих пір, поки значення не стане потрібним. Для проведення подальшого калібрування потрібно слідувати інструкції, що

додається до приладу. Буферні калібрувальні рідини повинні бути захищені від попадання вуглекислого газу з повітря. Їх слід зберігати в щільно закритій упаковці.

Хід роботи

Завдання 1. Визначити рН досліджуваної води. Розпочати роботу необхідно з настроювання йономіра за різницею відомих рН буферних розчинів, як рекомендовано в теоретичній частині цієї роботи.

У хімічний стаканчик наливають досліджувану воду і проводять вимірювання рН за результатами потенціометра. Перед кожним зануренням у досліджувану воду електроди необхідно ретельно промити дистильованою водою і видалити з них надлишок води фільтрувальним папером. Електроди повинні бути занурені у досліджуваний розчин на глибину не менше як 2 см.

При вимірюванні рН розчинів, температура яких відрізняється від кімнатної, необхідно застосовувати автоматичну температурну компенсацію, або при кожному вимірюванні вказувати температуру досліджуваного розчину. Величину рН слід визначати після того коли значення показника стабілізується.

Висновок.

Питання для самоконтролю

1. До якого типу електродів належить скляний електрод? Які в нього недоліки і переваги?
2. Яким способом готують рН метр до роботи?
3. У чому сутність калібрування рН метра. Чим зумовлена необхідність цієї процедури?
4. Яке значення рН у розчинах різної кислотності?
5. Вмістом яких сполук зумовлена лужність (кислотність) води ?
6. Яка роль рН у хімії та біології?
7. Які методи використовуються для визначення рН?

Тема. ВИЗНАЧЕННЯ ВІЛЬНОГО ХЛОРУ В ВОДОПРОВІДНІЙ ВОДІ

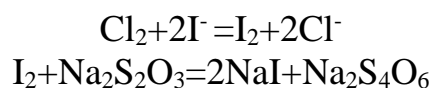
Мета: набути навички а) контролю активного хлору в воді для оцінки її екологічного стану; б) методу йодометрії як різновиду титриметричного кількісного аналізу.

Матеріали та обладнання: технохімічні терези; вимірювальна піпетка на 50 мл, мікроб'юретка на 50 мл, конічна колба з притертою пробкою місткістю 250 мл; колби ємністю 100 мл – 2 шт.; розчин $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, $C=0,01$ моль/л; калій йодид KI (кристалічний); крохмаль, 0,5% розчин; 30% розчин ацетатної кислоти CH_3COOH ; проба водопровідної води.

Теоретичні відомості

Для знезаражування води питних потреб використовують УФ випромінювання, радіаційні методи, озон і хлор. Хлорна обробка є найдешевшим бактерицидним засобом, а вміст хлору залежить від якісного і кількісного бактеріального складу води. Однак хлор є дуже токсичним, може легко взаємодіяти з органічними речовинами до ще більш небезпечних сполук типу діоксинів, тому перевищувати 0,5 мг/л. У процесі хлорування води можуть утворювати аніони, типу Cl^- , ClO^- , а також хлоровмісні сполуки надходять зі стічними водами хімічних підприємств.

Метод належить до йодометрії і заснований на окисно-відновній реакції, пов'язаній з перетворенням I^- в I_2 . При підкисленні аналізованої води і додаванні надлишку KI усі хлоровмісні сполуки виділяють дийод, який відтитровують робочим розчином натрій тіосульфату за наявності індикатора крохмалю. Кількість $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, яка витрачена на титрування дийоду є еквівалентна вмістові дихлору в досліджуваній воді. Основні хімічні реакції процесів:



Йод, залежно від концентрації забарвлює розчини в кольори від жовтого до червоно-бурого. Індикатор додають наприкінці титрування, коли забарвлення

стає блідо-жовтим. Крохмаль утворює з дийодом інтенсивно – синю речовину. У точці еквівалентності в мить, коли відновлюється весь дийод, синій колір зникає, розчин стає безбарвним

Уміст хлору після розрахунків виражають в мг на літр води.

Хід роботи

Завдання 1. Приготування розчину для титрування $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, $C_N=0,01$ моль/л. Визначають молярну масу $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Готують розчин.

Завдання 2. Приготування 30% розчин ацетатної кислоти CH_3COOH . До конічної колби вносять 100 мл дистильованої води та додають 30 мл концентрованої ацетатної кислоти CH_3COOH .

Завдання 3. Приготування 0,5% розчину крохмалю. До конічної колби вносять 100 мл дистильованої води та додають 0,5 г крохмалю.

Завдання 4. Визначення вільного хлору в водопровідній воді. До конічної колби за допомогою піпетки вносять точно відміряний об'єм водопровідної води (50 – 100 мл), додають 0,5 г KI і 10 мл ацетатної кислоти. Через 5 – 10 хв дийод, що виділився, відтитровуються розчином $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. У кінці титрування до світложовтого розчину додають 1 – 2 мл розчину крохмалю і продовжують титрування до знебарвлення розчину. Титрування проводять не менш 4 разів до отримання відтворюваних результатів, знаходять середній об'єм і розраховують масову концентрацію дихлору у воді:

$$X = \frac{V_i \cdot c \cdot 35,5 \cdot 1000}{V_{H_2O}}, \text{ мг/л,}$$

де V_i і c – середнє значення об'єму, мл і концентрація натрій тіосульфату, моль/л, відповідно; V_{H_2O} – об'єм аналізованої води; 35,5 – еквівалент хлору, г/моль.

Висновок.

Питання для самоконтролю

1. Які фізичні та хімічні властивості хлору?
2. Охарактеризуйте основні джерела надходження хлору у воду?
3. Які методи застосовуються для визначення вмісту хлору у воді?
4. Із якою метою визначається вміст хлору у воді?

Тема. ВИЗНАЧЕННЯ ХЛОРИДІВ У ВОДІ (МЕТОД МОРА)

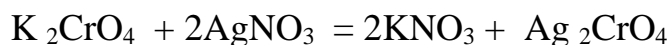
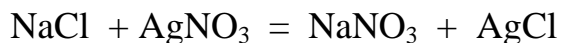
Мета: засвоїти методику визначення хлоридів у воді.

Матеріали та обладнання: мірні колби місткістю 100 мл; титрований розчин NaCl; 10 % розчин біхромату калію; титрований розчин AgNO₃, 1 мл розчину осаджує 1 мг Cl⁻; бюретки місткістю 50 мл; конічні колби для титрування; піпетки 1мл; 2мл; 5 мл; 10 мл; фенолфталеїн.

Теоретичні відомості

Хлорид-йони зумовлюють солоність морської та океанічної води, а також солоних озер; у прісних водоймах хлориди за концентрацією посідають третє місце після гідрокарбонат – і сульфат-йонів. Вміст йонів Cl⁻ в питній воді регламентується і не має перевищувати 350 мг/л.

Кількісне визначення хлорид йонів виконується титриметричним методом, з використанням в якості титранта нітрату аргентуму AgNO₃, 1 мл якого осаджує 1 мл хлорид іонів. Титриметричний метод Мора базується на осадженні хлорид – йонів розчином нітрату аргентуму AgNO₃ за наявності калій хромату K₂CrO₄ як індикатора. Під час титрування Ag NO₃ спочатку утворюється осад AgCl білого кольору. Коли всі хлорид-йони будуть осаджені, при подальшому добавлянні утворюється цегляно-червоний осад аргентум хромату Ag₂CrO₄:



Одночасно з хлоридами визначаються і броміди та йодиди, однак їх вміст у воді.

Хід роботи

Завдання 1. Приготування 10 % K₂Cr₂O₇. У конічну колбу помістити 10 г біхромату калію та довести дистильованою водою до позначки 100 мл.

Завдання 2. Визначення хлоридів у воді. В конічну колбу для титрування вносять 25 мл аналізованої води і доводять дистильованою водою до 100 мл; 1

мл 10 % K_2CrO_4 , титрують розчином $AgNO_3$ до появи цегляно-червоного осаду. Аналогічно виконують контрольний дослід із 100 мл дистильованої води. Масову концентрацію хлорид-йонів X обчислюють за формулою:

$$x = \frac{(a - b) \cdot C \cdot 35.5 \cdot 1000}{V} \text{ мг/л}$$

де a і b – відповідно об'єм витраченого розчину $AgNO_3$, а титрування проби і дистильованої води, мл; C – молярна концентрація розчину $AgNO_3$, моль/л; 35.5 – еквівалент Cl^- ; V - об'єм прооби, взятий для аналізу, мл.

Висновок.

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає біологічна та хімічна потреба кисню (БПК, ХПК)?
2. Яка процедура відбору проб води для аналізу?
3. Які основні методи та прилади для аналізу вод?
4. Які ви знаєте програми спостережень за гідрологічними і гіdroхімічними показниками? Чим визначається вибір програми?

Тема. ВИЗНАЧЕННЯ БІОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ НІТРАТ – ТА НІТРИТ – ЙОНАМИ ВОДИ

Мета: набути навички визначення біогенних забруднювачів на прикладі нітритів – йонів у воді. Вміти дати екологічну оцінку забруднення природних вод біогенами, уявляти хімізм дії і наслідки потрапляння добрив до організмів.

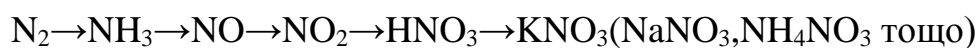
Матеріали та обладнання: спектрофотометр типу СФ-2000; мірні колби місткістю 50 мл- 6 шт і 100мл – 2 шт.; піпетки вимірювальні на 1 і 2 мл з ціною поділку 0,1 мл; реактив Грісса-Ілосвая – суміш однакових об’ємів розчинів α -нафтиламіну в 12% ацетатній кислоті (з розрахунку 0,2 г α -нафтиламіну на 150 мл розчину ацетатної кислоти) і розчину сульфанілової кислоти в 12% ацетатній кислоті (з розрахунку 0,5 г сульфанілової кислоти на 150 мл розчину ацетатної кислоти); стандартний розчин NaNO_2 , який містить 0,4927 г NaNO_2 в 1 л води; проба води.

Теоретичні відомості

Мінеральні добрива містять необхідні для рослин елементи живлення, потрібні для підвищення врожайності і родючості ґрунту. Найбільше значення мають азотні, калійні, і фосфорні добрива, названі за основним хімічним елементом мінерального живлення рослин. До азотних добрив належать селітри (калій, натрій, амоній і кальцій нітрати).

Добрива на основі нітритів, сечовини, похідних аміаку і сполук фосфору належать до небезпечних типів полютантів, для окиснення яких потрібен кисень. Такого типу відходи при скиданні в природні водойми окиснюються розчиненим у них киснем, що призводить до різкого збільшення його витрат, зниження вмісту окисену у воді до рівня, недостатнього підтримання життя.

Солі нітратної кислоти є найбільш важливими кисневими сполуками нітрогену. Схема їх промислового отримання:



Нітрати у вигляді добрив і промислових відходів значно насичують поживними речовинами водні системи, підсилюється ріст водяних рослин, тобто при такому виді забруднень водойма дрібнішає, заболочується. Прийнято говорити, що система піддалася евтрофікації.

Наслідки накопичення нітритів призводять до повного вичерпання кисню у воді; аеробні бактерії, що існують у ній, поступаються місцем анаеробним. У результаті продукти реакцій окиснення – $\text{CO}_2, \text{HNO}_3, \text{H}_3\text{PO}_4$ тощо замінюються на продукти відновних реакцій – $\text{CH}_4, \text{H}_2\text{S}, \text{NH}_3$. Із води зникають морські водорості, фітопланктон, риби, поступово вода набуває смердючого запаху.

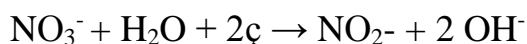
Підвищений вміст нітратів у питній воді й овочах викликає захворювання крові – метгемоглобінемію, до якої особливо схильні діти. Дія нітритів, використовуваних у якості харчових добавок, консервантів, що містяться у біомасі кормів, є небезпечною для організму в зв'язку з утворенням у шлунку ссавців за реакцією з харчовими амінами нітрозамінів-

Найсильніших канцерогенів:

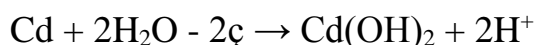


Отруєння має місце вже при концентрації 0,2 – 0,3 %. Встановлена ГДК нітрат-йонів в питній воді – 45 мг/л. За «Єдиними критеріями якості вод» показник вмісту нітратів у незначно забрудненій воді є в межах до 0,05 мг/л. Вміст нітритів в питній воді недопустимий, він не повинен перевищувати в призначення ГДК нітритів і нітратів за нітрогеном – 10 мг/л. ГДК нітратів у ґрунті – 130 мг/кг; у кормах сільськогосподарської худоби – 500 мг/кг; нітритів – 5 – 10 мг/кг. У зв'язку з викладеним, контроль води на вміст нітрат- і нітрит-йонів є необхідним і важливим хімічним аналізом.

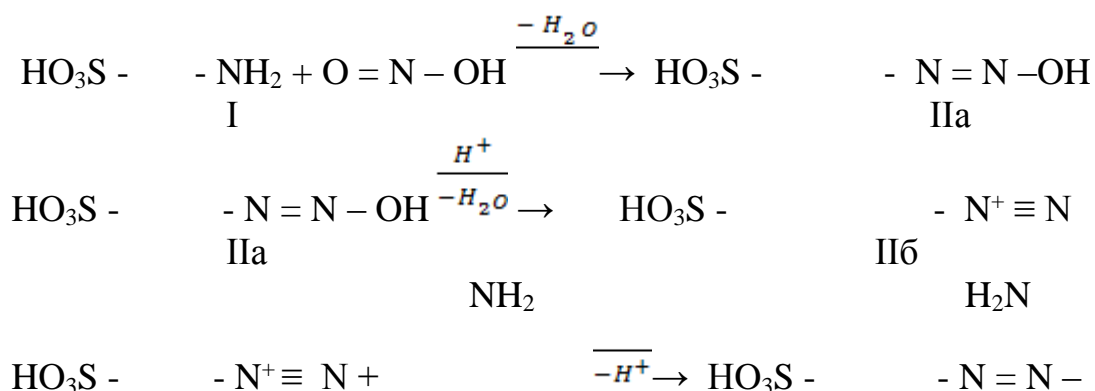
Сутність методу визначення нітратів. Основою методу є відновлення нітратів до нітритів за реакцією:



Подальше визначення нітрит-йонів. У якості відновника використовують металевий кадмій: $2\text{Cd} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cd}(\text{OH})_2$ або



Для визначення нітритів застосовують фотоелектроколориметричний метод. Основою методу є забарвлення різної інтенсивності залежно від концентрації нітрину під дією т.зв. реактиву Грісса-Ілосвая. Рожеве забарвлення є характерним для хромофорів, що утворюють під дією реактиву Грісса-Ілосвая. Ці хромофори – діазосполуки, що характеризуються наявністю в молекулі азогрупи $-N=N-$, яка зв'язує ароматичні або гетероциклічні сполуки між собою. І стадія це діазотування сульфанілової кислоти (I) нітритами, а на II-ій стадії відбувається діазосполуки (IIб) з α - нафтиламіном в *орто*- або *пара*-положення. Хімізм процесу виражається рівняннями:



Інтенсивність забарвлення при дії індикатора отриманого розчину оцінюється величиною оптичної густини D, знятої на фотоелектроколориметрі. Концентрацію нітрит-йонів знаходять за калібрувальним графіком, попередньо побудованим для приготовлених розчинів заданої концентрації. Метод є надзвичайно чутливим – 0,5 мкг NO₂/л, а при визначенні нітратів – 2 мкгN/л у воді.

За відомою залежністю, що виражається законом Ламберта-Бугера-Бера, можна визначити концентрацію речовини. Вимірявши інтенсивність світлового потоку, що пройшов крізь розчин:

$$I = I_0 \cdot 10^{-kcl},$$

де I – інтенсивність світлового потоку, що пройшов крізь розчин, I₀ – інтенсивність падаючого світлового потоку; k – молярний показник поглинання – стала, що є характеристичною величиною для цієї сполуки і залежить від довжини хвилі джерела випромінювання, м²/моль; c – концентрація розчину; l –

товщина поглинаючого шару, зазвичай ширина кювета, у якій проводиться визначення.

Фізичний зміст закону Ламберта-Бугера-Бера полягає в тому, що світло поглинання для розчинів тієї ж самої речовини при однаковій його концентрації і товщині шару розчину є однаковим. Після логарифмування і деяких математичних перетворень рівняння $I = I_0 \cdot 10^{-kcl}$ набуває вигляду:

$$\lg I = \lg I_0 - kcl, \text{ тобто } \lg(I_0/I) = kcl,$$

оскільки відношення $\lg(I_0/I) = D$ називається оптичною густиною, то $D = kcl$, тобто оптична густина є прямо пропорційною концентрації певної забарвленої речовини і товщині шару розчину. Використовуючи спеціальні прилади – спектрофотометри і фотоелектроколориметри, можна виміряти оптичну густина розчину і за цією величиною визначити концентрацію речовини.

Хід роботи

Завдання 1. Приготування робочого розчину NaNO_2 . Зі стандартного розчину піпеткою відбирають 1 мл, вміщують його в мірну колбу місткістю 100 мл і доводять до риски дистильованою водою.

Завдання 2. Приготування еталонних розчинів для побудови калібрувального графіка. У 6 мірних колбочок (на 50 мл) вносять, відповідно до таблиці 0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2 мл робочого розчину, доводять до риски дистильованою водою. Додають до кожної колби і до проби води по 2 мл реактиву Грісса-Ілосвая, закривають пробкою і ретельно перемішують. Розчин у «нульовій» колбі (дистилят + індикатор) служить у якості порівняльного при вивченні оптичної густини і заливається в кювету порівняння: величина його оптичної густини автоматично віднімається від оптичної густини еталонних розчинів або проби, і цифрове показання D висвічується на електронному табло приладу.

Завдання 3. Проведення досліду. Через 30 – 40 хв після появи забарвлення вимірюють оптичні густини усіх розчинів і досліджуваної проби на спектрофотометрі СФ-2000 в кюветі довжиною 2 см із зеленим світлофільтром ($\lambda = 540 \text{ нм}$), результати заносять до таблиці.

Завдання 4. Побудову калібрувального графіка. здійснюють, в залежності від завдання викладача, у координатах $D = f(C_N)$ або $D = f(C(NO_2^-))$ і визначають за калібрувальним графіком концентрацію нітритного Нітрогену (або нітрит-іонів) у пробі води. Їхні масові концентрації обчислюють за формулою:

$$C_N(NO_2^-) = c \cdot 1000/V, \text{мг/л},$$

де c – кількість N або NO_2^- за графіком; V – об'єм проби.

Таблиця 1

Дані для побудови калібрувального графіка

Найменування розчину, його концентрація і параметри	Вміст Нітрогену, C_N , мг/мл	Номер еталонного розчину						Проба води
		Нульова	1	2	3	4	5	
Стандартний розчин $NaNO_2$		-	-	-	-	-	-	-
Робочий розчин $NaNO_2$		0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	-
Об'єм реактиву Грісса-Ілосова мл	-	2	2	2	2	2	2	2
Вміст Нітрогену C_N мг/мл	-							
Вміст нітрит-іонів, $C(NO_2^-)$ мг/мл	Робочий розчин							
Оптична густина, D	-							
$C_N =$ мг/л	$C(NO_2^-) =$ мг/л				Висновок			

Завдання 5. Розрахунок вмісту NO_3^- . Виходячи з отриманих результатів, розрахувати вміст NO_3^- у воді і порівняти усі дані з ГДК нітрат-, нітрит-іонів та з лімітуючим показником нітрогену.

Висновок.

Питання для самоконтролю

1. Які методи використовуються для визначення вмісту нітратів та нітритів у воді?
2. Як впливають сполуки нітрогену на самоочищення водойм?
3. Які джерела надходження нітратів у води?
4. Яке значення нітратів для гідробіонтів?
5. Чим небезпечні нітрати для людського організму?
6. Які ознаки гострого отруєння нітратами?

Тема. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ТВЕРДОСТІ ВОДИ

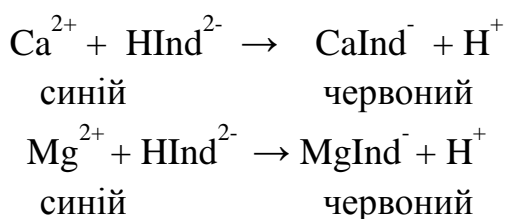
Мета: навчитися визначати загальну твердість води.

Матеріали та обладнання: мірні колби місткістю 100 мл; лійки; бюретки місткістю 50 мл; конічні колби для титрування; хімічні стакани для зливу надлишку розчину з бюретки; комплексон III, $Na_2H_2Y \cdot 2H_2O$ (0,0500 н. розчин); аміачна буферна суміш з pH 10; еріохром чорний Т (ЕХЧ-Т); суміш з $NaCl$ в співвідношенні 1: 100 вода для аналізу.

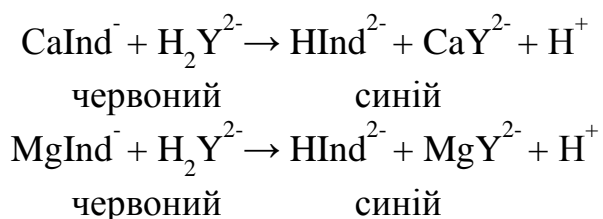
Теоретичні відомості

Твердість води виражають числом мілімоль еквівалентів кальцію і магнію в 1 л води.

Визначення кальцію і магнію у воді (загальної твердості) полягає у титруванні Ca^{2+} та Mg^{2+} розчином ЕДТА. Для фіксування точки еквівалентності використовується барвник еріохром чорний Т. При $pH = 7-11$ органічний барвник, що належить до класу металохромних індикаторів, утворює з катіонами забарвлені комплексні сполуки:



Враховуючи, що Ca^{2+} і Mg^{2+} утворюють стійкіші комплекси з комплексом III, чим відповідні комплекси з індикатором, при титруванні останні руйнуються:



Хід роботи

Завдання 1. Приготування аміачної буферної суміші. До 67 г NH_4Cl додають 570 мл 25%-ного NH_3 та доводять дистильованою водою до 1 л.

Завдання 2. Визначення загальної твердості води. Відбирають мірною колбою 100 мл досліджуваної води і переносять в конічну колбу, додають 15 мл аміачного буфера, перемішують розчин і додають на кінчику шпателя близько 0,05 г індикатора *ЕХЧ-Т* (еріохром чорний Т). Розчин перемішують і титрують 0,05н. розчином комплексону III до переходу червоного забарвлення в синє. Титрування повторюють три рази. Записують середнє значення об'єму розчину трилону Б, що пішов на титрування проби води.

Твердість води розраховують за формулою:

$$T = \frac{1000 \cdot C_{\text{н}}(Na_2H_2Y) \cdot V(Na_2H_2Y)}{V_{\text{води}}}, \text{ ммоль екв/л}$$

де $V_{\text{ал}}$ – об'єм води, взятої для титрування, мл.

Висновок.

Питання для самоконтролю

1. Чим обумовлюється твердість води? Яким чином потрапляють у воду солі, що спричиняють твердість води?
2. Які види твердості розрізняють? Наведіть формули солей, що обумовлюють кожен з видів твердості?
3. Яким методом визначають загальну твердість? Суть методу.
4. Яким методом визначають тимчасову твердість? Суть методу.
5. У чому полягає суть реагентного способу пом'якшення води? Які реагенти використовують для усунення карбонатної, некарбонатної твердості? На чому засновано використання фосфатного методу пом'якшення води?
6. Як розрахувати кількість розчину реагенту, необхідного для пом'якшення води об'ємом V ?
7. У чому полягає суть термічного методу пом'якшення води?

Тема. ВИЗНАЧЕННЯ ЙОНІВ АМОНІЮ У ВОДІ

Мета: навчитися визначати вміст йонів амонію у воді.

Матеріали та обладнання: спектрофотометр СФ – 2000; мірні колби місткістю 100 мл; лійки; бюретки місткістю 50 мл; конічні колби; розчин NH_4Cl ; піпетки 1мл, 5 мл, 10 мл; пробірки – 10 шт; вода для аналізу; реактив Несслера; розчин сегнетової солі.

Теоретичні відомості

Йони амонію потрапляють в довкілля різними шляхами та створюють небезпеку для навколишнього середовища у разі перевищення їхньої концентрації за значення ГДК. Видалення амонійного азоту як із природних, так і зі стічних вод, до сьогоднішнього дня залишається однією із серйозних проблем, відсутність ефективного розв'язання якої негативно впливає на екологічний стан природних водних ресурсів.

Основним джерелом надходження йонів амонію у водні об'єкти є тваринницькі ферми, господарсько-побутові стічні води, поверхневий стік із сільськогосподарських угідь під час використання амонійних добрив, а також стічні води підприємств коксохімічної, лісохімічної і хімічної промисловості, які містять NH_4^+ в концентраціях, що значно перевищують ГДК. У природних водних джерелах уміст азоту інколи перевищує 10 – 15 ГДК. За існуючими нормами, у воді, яка призначена для скиду у поверхневі води, концентрація NH_4^+ не повинна перевищувати 0,5 мг/л. Наявність NH_4^+ в концентраціях, які перевищують ГДК, призводить до процесу евтрофікації. У результаті бурхливого розвитку водоростей різко зменшується вміст розчиненого у воді кисню, порушуються процеси самоочищення, що призводить до загибелі флори та фауни.

Сезоні коливання концентрацій йонів амонію у воді характеризуються зазвичай зниженням її навесні та в період інтенсивної діяльності фітопланктону

та підвищенням влітку за умови процесу бактеріологічного розпаду органічних речовин. У осінньо-зимовий період підвищений вміст йонів амонію пов'язаний з продовженням розпаду органічної речовини. Підвищений вміст йонів амонію вказує на погіршення якості води. ГДК становить 2 мг/л.

Кількісне визначення йонів амонію проводять фотоколориметричним методом на спектрофотометрі СФ-2000. Попередньо будується градувальна крива залежності оптичної густини розчину від концентрації йонів амонію.

Хід роботи

Завдання 1. Приготування стандартного розчину. До 0,9547 г солі NH_4Cl розчиняють у 500 мл дистильованої води.

Завдання 2. Приготування робочого розчину. Готують розбавлення 5 мл р-ну №1 у 500 мл дистильованої води.

Завдання 3. Визначення вмісту йонів амонію у досліджуваній воді. До 10 мл досліджуваної води додають 0,2 мл сегнетової солі, 0,2 мл реактиву Неслера та вміст перемішують. Через 10 хв колориметрують у кюветі на 2 см при довжині хвилі 425 нм. Уміст йонів амонію визначають за градувальною кривою.

Таблиця 1

Градувальна крива

Об'єм робочого р-ну, мл	0	1	2	3	4	5
Концентрація мг/л	0	20	40	60	80	100

Висновок.

Питання для самоконтролю.

1. Які основні шляхи надходження сполуки амонію у поверхневі та підземні води?
2. Які методи визначення вмісту йонів амонію у воді? Суть методів.
3. Які механізми адсорбції сполук амонію?
4. Які використовують методи очищення води від сполук амонію?
5. Як впливають сполуки амонію на гідробіоти?

Тема. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ФОСФАТІВ У ВОДІ

Мета: навчитися кількісно визначати фосфати у питній воді.

Матеріали та обладнання: спектрофотометр СФ – 2000; розчин молібденово-кислого амонію $[(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4]$; розчин стануму II хлориду, SnCl_2 ; стандартний розчин KH_2PO_4 ; робочий розчин, 0,001 мг Р/мл; піпетки на 1мл, 5 мл, 10 мл; пробірки – 10 шт; дистильована вода; хлороформ.

Теоретичні відомості

Фосфа́ти – солі фосфатної кислоти. Фосфати потрапляють у поверхневі води в основному з комунальними стічними водами, що містять поліфосфати як компоненти миючих засобів, фотореагенти та пом'якшувачі води. Особливі властивості фосфору – він найбільше, порівняно з іншими хімічними елементами, сприяє біоаккумуляції мікроорганізмів. Однак, фосфор, як азот і калій, необхідні для нормального розвитку рослин. Джерелом фосфору для рослин є фосфати ґрунту, головним з яких фосфат кальцію $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Важливим фактором є змив фосфатних добрив із сільськогосподарських угідь. У переважної більшості пральних порошків на нашому ринку основним компонентом є складники на основі триполіфосфату натрію (простіше кажучи – фосфати). Після прання (а перуть люди кожен день) з брудною водою триполіфосфат безпосередньо потрапляє в ґрунт, а звідти в річки і озера. Кількість триполіфосфату накопичується, а потім він починає діяти як добриво. Тобто, йде посилене підживлення водної системи річок і озер шкідливими скидами від міст, відходами виробництв плюс неграмотно внесеними мінеральними добривами. Така «підгодівля» води викликає бурхливе «цвітіння», а потім неминуче «старіння» водойми.

Фосфати приносять велику шкоду організму людини, з часом це може привести до різних захворювань і розвитку ракових клітин. Гранично допустимий вміст фосфатів у питній воді та для господарсько-побутових потреб

– 3,5 міліграм на літр води. (Дослідження процесу евтрофікації. Читання ім. Вернадського, 2002).

Кількісне визначення фосфатів засноване на взаємодії фосфат йонів з молібденово-кислим амонієм в присутності дво хлористого олова з утворенням кольорового розчину. Діапазон визначення концентрацій від 0,01 до 0,20 мг Р/л.

Хід роботи

Завдання 1. Приготування розчину молібденово-кислого амонію $[(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4]$. 100 мл 10 % $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ змішують з 300 мл 50 % (по об'єму) H_2SO_4 . Охолоджують до кімнатної температури і переливають у темну склянку з притерною пробкою.

Завдання 2. Приготування розчину двохлаористого олова, SnCl_2 . 0,24 г двохлаористого олова розчиняють 4 мл HCl і доводять до 15 мл дистильованою водою.

Завдання 3. Приготування стандартного розчину KH_2PO_4 , 0,04 мг Р/мл. 0,1757 г солі розчиняють у 1 л дистильованої води і додають 1 мл хлороформу для консервації.

Завдання 4. Приготування робочого розчину, 0,001 мг Р/мл. 5 мл розчину KH_2PO_4 розчиняють в 200 мл дистильованої води.

Завдання 5. Визначення вмісту фосфатів у досліджуваній воді. До досліджуваної профільтрованої води об'ємом 100 мл додають 2 мл молібденово-кислого амонію і 3 – 5 капель свіжоприготовленого двохлаористого олова. Розчини перемішують. Через 5 хвилин колориметрують при довжині хвилі 590 нм в кюветі на 2 см.

Градуювальна крива

Об'єм робочого розчину	1	2	4	8	10	15	20
Концентрація мг Р/л	0,01	0,02	0,04	0,08	0,10	0,15	0,20

Висновок.**Питання для самоконтролю**

1. Які основні шляхи надходження фосфатів у поверхневі та підземні води?
2. Які методи визначення вмісту фосфатів у воді використовують? Суть методу.
3. Які методи очищення води від фосфатів використовують?
4. Який вплив чинять фосфати на гідро біоти?
5. Який вплив фосфатної хімії на здоров'я людини?

Тема. ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ СУЛЬФАТІВ У ВОДІ

Мета: навчитися визначати сульфати у питній воді.

Матеріали та обладнання: спектрофотометр СФ – 2000; основний стандартний розчин K_2SO_4 , 100 мкг SO_4^{2-} мл; соляна кислота, 1:1; стандартна суспензія, розчину $BaCl_2$ в суміші гліколю і етилового спирту; піпетки – 1мл, 5 мл, 10 мл; конічні колби – 4 шт; пробірки – 5 шт пробірки з притерною пробкою – 2 шт; дистильована вода; суміш гліколою і етилового спирту.

Теоретичні відомості

Сульфатні йони є одними з головних аніонів, які присутні практично у всіх природних водах. Сульфати беруть участь у складному кругообігу сіри. При відсутності кисню під дією сульфатредукуючих бактерій вони відновлюються до сірководню і сульфідів, які при появі в природній воді кисню знову окислюються до сульфатів. Підвищений вміст сульфатів погіршує органолептичні властивості води і спричиняє негативний фізіологічний вплив на організм людини. ГДК сульфатів – 100 – 150 мг/л.

Уміст сульфатів можна визначити візуально за кількістю осаду сульфату барію, який випадає при доливанні в пробірку з 5 мл проби 3 каплі 10 % розчину хлористого барію.

При наявності незначної каламутності через декілька хвилин вміст становить – 5 – 10 мг/л;

При наявності каламутності, яка з'являється відразу – 10 – 100 мг/л;

При наявності сильної каламутності, яка швидко осідає – 100 – 500 мг/л.

Кількісне визначення сульфатів проводять фотокolorиметричним методом з використанням суспензії хлориду барію в суміші гліколю і етилового спирту.

Хід роботи

Завдання 1. Приготування основного стандартного розчину K_2SO_4 , 100 мкг SO_4^{2-} мл. 0,181 г солі розчиняють в 1 л бідистильованої води.

Завдання 2. Приготування стандартної суспензії, розчин BaCl_2 в суміші гліколю і етилового спирту. 1 об'єм 5 % водного розчину BaCl_2 змішують з 3 об'ємами гліколю і 3 об'ємами 96 % етилового спирту.

Завдання 3. Визначення вмісту сульфатів у досліджуваній воді. 5 мл досліджуваної води помішують в пробірці з притерною пробкою, додають 1 – 2 краплі соляної кислоти (1:1), 5 мл стандартної суспензії і ретельно перемішують. Через 30 хвилин виміряють оптичну густину при довжині хвилі 300 – 350 нм у кюветі на 2 см. Вміст сульфат йонів визначають за градуовальною кривою, побудованою в діапазоні від 0,1 до 0,75 SO_4^{2-} л.

Таблиця 1

Градуовальна крива

Об'єм стандартного розчину, мл	0	0,10	0,20	0,30	0,50	0,75
Концентрація SO_4^{2-} мг/л	0	2	4	6	10	15

Висновок.

Питання для самоконтролю.

1. Які основні шляхи надходження сульфатів у поверхневі та підземні води?
2. Які методи визначення вмісту сульфатів у воді використовують? Суть методу.
3. Які використовують методи очищення води від сульфатів?
4. Який вплив чинять сульфати на гідробіонти?
5. Який вплив сульфатів на здоров'я людини?

Тема. ВИЗНАЧЕННЯ КИСЛОТНОСТІ ВОДИ

Мета: навчитися визначати кислотність води.

Матеріали та обладнання: розчин метилового оранжевого; 0,1 н NaOH; розчин фенолфталеїну; бюретка для титрування; піпетки 1мл; 5 мл; 10 мл; конічні колби на 100 мл – 3 шт; дистильована вода; досліджувана вода.

Теоретичні відомості

У природних водах кислотність у більшості випадків залежить тільки від вмісту розчиненої вугільної кислоти.



Частково кислотність обумовлена наявністю гумінових та інших слабких органічних кислот, розчинених у воді, таку кислотність називають природною. рН такої води не знижується менше ніж до 4,5.

Промислові стічні води можуть мати у своєму складі сильні кислоти або солі сильних кислот та слабких основ, що піддаються гідролізу, в результаті якого кислотність збільшується. рН води у таких випадках менша 4,5.

Коли рН знижується до 4,5 така кислотність називається вільною, т. Кислотність води визначається титрувальним розчином сильної основи, кількість 0,1 н розчину сильного лугу, при використанні якого рН розчину досягає значення 4,5, відповідає вільній кислотності – т, а при використанні якого рН розчину досягає значення 8,3 – відповідає загальній кислотності. Якщо рН>8,3, то кислотність води = 0.

Хід роботи

Завдання 1. Визначення вільної кислоти у воді. Попередньо визначають вільну кислоту за метиловим оранжевим (кисла реакція). Або вимірюють рН (рН<4,5). Якщо попереднє визначення показало наявність вільної кислоти, то проводять якісне визначення вільної та загальної кислотності.

Завдання 2. Визначення вільної кислотності. (m). До 100 мл досліджуваної води додають 2 каплі розчину метилового оранжевого і титрують 0,1 н NaOH до появи жовтого забарвлення. (pH=4,5).

Завдання 3. Визначення загальної кислотності (p). До 100 мл досліджуваної води додають 3 каплі розчину фенолфталеїну і титрують до появи рожевого забарвлення 0,1 н NaOH (до pH= 8,3).

$$\text{Розрахунок: } m = V_1 \times N \times 1000 / V \quad p = V_2 \times N \times 1000 / V$$

де V_1 – об'єм 0,1 н розчину лугу за метил оранжевим; V_2 – об'єм 0,1 н розчину лугу за фенолфталеїном; V – об'єм досліджуваної води взятої для титрування.

Висновок.

Питання для самоконтролю.

1. Які методи екологічної оцінки стану водних об'єктів використовують?
2. Які показники якості води аналізують?
3. Як використовується вода в хімічній промисловості?
4. Як охарактеризувати фізичні і хімічні характеристики води?
5. У чому полягає промислова підготовка води?

Тема: ВИЗНАЧЕННЯ ЗБИТКІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

Мета: навчитися визначати економічні збитки від забрудненості водних ресурсів.

Матеріали та обладнання: нормативно-правові документи у сфері охорони водних ресурсів.

Теоретичні відомості

Ріст можливостей промислового, сільськогосподарського виробництва та невиробничої сфери ускладнює взаємовідносини суспільства та природи, у результаті виникає необхідність збереження та поліпшення системи життєзабезпечення в глобальному та регіональному форматі. Господарська діяльність може завдавати природному середовищу екологічних, економічних та соціальних збитків.

Оцінка впливу людини на природне середовище провадиться, щоб стабілізувати, а ще краще – зменшити негативні дії на довкілля, навчитися регулювати, контролювати, прогнозувати їх.

Збитки можуть виникнути внаслідок знищення елементів природного середовища, його забруднення викидами, стоками, відходами, виснаженням природних комплексів, нераціональним використанням природних ресурсів, порушенням екологічних зв'язків у середовищі існування живих організмів, у тому числі людини.

Збитки можуть проявлятися через деградацію водних комплексів, атмосфери, флори, фауни, ґрунтів, ландшафтів, погіршення здоров'я людей та скорочення тривалості їхнього життя. Об'єми скидів забруднюючих речовин та їх концентрація визначається на підставі даних обстеження об'єктів та аналізу журналів обліку водоспоживання, водовідведення, роботи каналізаційних насосних станцій тощо з урахуванням вимог дозволів на спецводокористування та затверджених норм гранично допустимих скидів (ГДС).

Економічні збитки від скидання забруднених домішок у водне середовище певним джерелом (підприємством, населеним пунктом), визначається за формулою:

$$I = \gamma G_k M,$$

де I – економічні збитки, грн./рік,

γ – множник, рівний 400 грн./умовні тонни,

G_k – константа, що має різні значення для водно-господарських об'єктів (для річки Дністер і його водозбірної території $G_k=1,84$),

M – маса викидів домішок за рік.

Значення M вираховують за формулою:

$$M = \sum_{i=1}^N A_i \cdot m_i$$

де i – номер суміші, що викидається,

N – загальне число домішок,

A_i – показник відносної небезпеки викидів i -тої речовини у водне середовище,

m_i - загальна маса викидів i -того домішку за рік у тоннах.

Числове значення A_i для кожного забруднювача:

$$m_i / \text{ГДК}$$

Константні значення A_i для найбільш поширених забруднювачів беруться із таблиці 1 при виборі свого варіанта кожним студентом окремо.

Варіанти виконання розрахункової роботи.

Хід роботи

Завдання 1. Розрахунок збитків від забруднення водних об'єктів. Кожний студент виконує один із 14 можливих варіантів розрахунків відповідно до таблиці.

Таблиця 1

Варіанти виконання розрахункової роботи

№ варіанта	Речовини забруднювачі	ГДК, г/м ³	m_i , ум.т/т
1	БПК	3,0	0,33
2	Дисперсні речовини	20,0	0,05
3	Сульфати	-	0,002
4	Хлориди	-	0,003
5	Азот загальний	-	0,1
6	СПАР	0,5	2,0

7	Нафта і нафтопродукти	0,05	20,0
8	Мідь	0,01	100,0
9	Цинк	0,01	100,0
10	Аміак	0,05	20,0
11	Миш'як	0,05	20,0
12	Ціаніти	0,05	20,0
13	Стирол	0,1	10,0
14	Формальдегіди	0,1	10,0

Висновок.

Питання для самоконтролю.

1. Який негативний вплив чинять галузі промисловості на водні ресурси регіону?
2. Що можна зробити для зменшення антропогенного навантаження на водні об'єкти?
3. Екологічна характеристика джерел централізованого та нецентралізованого джерел водопостачання нашого регіону.
4. Що б ви запропонували для зменшення забруднення водних ресурсів?
5. Який фізіологічний вплив чинить нафтове забруднення?

Тема. ВИЗНАЧЕННЯ рН ҐРУНТОВИХ ВИТЯЖОК МЕТОДОМ ПОТЕНЦІОМЕТРІЇ

Мета: засвоїти потенціометричний метод визначення рН на йономірі МІ-150.

Матеріали та обладнання: йономір МІ-150; технохімічні терези; склянка для вимірів місткістю 50 мл; склянка місткістю 100 мл і конічна колба місткістю 100 мл з пробкою для готування ґрунтового розчину; скляні палички; хімічна лійка; розчин KCl , $C=1$ моль/л; універсальний індикатор; зразок ґрунту; дистильована вода.

Теоретична частина

Кислотність ґрунтів має велике значення для розвитку і росту рослинної біомаси, впливає на доступність засвоєння поживних речовин рослинами. Відносно фізико-хімічної міграції елементів і особливо, важких металів, кислотність сприяє асиміляції ґрунтовим обмінним комплексом цих катіонів. Встановлені оптимальні величини рН ґрунтів для обробки сільськогосподарських культур. Для екологів важливо знати, що кислотні дощі не тільки впливають на рослинний покрив із зовні, але і створюють несприятливі умови для зростання у середині ґрунту, оскільки численні рослини не можуть рости при стресових змінах середовища. Крім того, вони знижують рН ґрунтів і ґрунтових вод, що прискорює міграцію йонів за рахунок посилення їх рухливості і, наслідок, стає можливим отруєння тварин і людини важкими металами в ланцюги споживання.

Визначення рН є особливо важливим для біогеохімії при дослідженні зон, де кисле середовище змінюється на лужне, слаболужне – на лужне, сильнокисле – слабкокисле, тобто природних умов, сприятливих для формування лужних бар'єрів. Іншими словами, виникнення бар'єру такого роду базується на стрибкоподібному зростанні рН. Однак, формування природних кислих ґрунтових розчинів, яке пов'язане з процесами окиснення, наприклад

сульфідних руд, також відбивається на величині рН. Кислі води сульфідних поліметалевих родовищ збагачені на Cu, Fe, Zn, Рь.

У сучасній літературі є багато цікавих відомостей щодо зміни геохімічних умов під впливом сукупних факторів – природних і техногенних. Наприклад: кислі глеєві води в лужній обстановці, акумулюючи елементи під впливом бактерій на межі вода – нафта, утворюють органічні кислоти, до того ж у такій кількості, що збагачуючись ними, води розчиняють карбонати. В умовах триваючої міграції значення рН підвищується настільки, що це супроводжується виникненням лужного бар'єру, вторинної карбонатизації і утворення каолінових глин.

У цьому аспекті для біогеохімічних досліджень вивчення інших бар'єрів-кислих, виправних, біогеохімічних і навіть, як не дивно, соціальних бар'єрів з характерними рН – це глобальні задачі. На прикладі ґрунтового профілю колючих солодій (тип ґрунтів помірного поясу) у Казахстані можна спостерігати безпрецедентну зміну рН на вкрай короткій відстані: від 5 – 6 на поверхні і до глибини 30 – 40 см і підвищення до 8 – 9 – на глибині більш 40см. Аніоногенні хімічні елементи Si, Ge, Mo, Y, Se, Zr концентруються на кислих бар'єрах.

Зміни ґрунту, які пов'язані з виправними бар'єрами й утворенням содових концентратів із рН = 11, оцінюється як планетарне лихо. Вивчення змін рН ґрунту пояснює численні несприятливі екологічні ситуації, сільськогосподарські проблеми, що виникли, і біогеохімічні аномалії.

Хід роботи

Завдання 1. Підготовчий етап. Розпочати роботу необхідно з настроювання йономіра за різницею відомих рН буферних розчинів, як рекомендовано в теоретичній частині цієї роботи.

Завдання 2. Приготування ґрунтової витяжки. Для приготування ґрунтового розчину в конічну колбу місткістю 100 мл вносять 10г ґрунтового розчину і заливають 50мл дистильованої води (класична пропорція приготування ґрунтових витяжок: 1:5, тобто наважка ґрунту і п'ятикратна кількість води).

Вода не має містити карбонову кислоту або карбон діоксид, оскільки за їх наявності розчиняється кальцій і магній карбонати з утворенням водної витяжки (чому?), спотворюючи результати вимірювань. Перемішують скляною паличкою, закривають колбу пробкою і струшують 10 хв. Потім витяжку фільтрують у лійку діаметром 15 – 20 см так, щоб його край був нижчим за край лійки на 0,5 – 1 см. У противному випадку по ободку фільтра утвориться забарвлена облямівка солей ґрунту. Солі, що залишилися на фільтрі, змінюють результат визначення рН, оскільки їхня концентрація у фільтраті знижується.

Перед зливанням витяжки на фільтр струсніть колбу для змочування вмісту і, за можливості, кількісно перенесіть ґрунт на фільтр. Потрапляючи на фільтр, важкі часточки ґрунту забивають пори фільтра, створюючи подвійний фільтрувальний шар і сприяють якісній фільтрації з високою прозорістю фільтрату. Виливаючи суспензію ґрунту на фільтр, намагайтеся спрямувати потік на стінку фільтра, аби не прорвати папір.

Водні ґрунтові витяжки аналізують відразу після їхнього одержання, тому що під впливом мікрофлори змінюються їхні характеристики (лужність, окислюваність) і склад.

Правильно приготовлена витяжка повинна бути прозорою, перебувати в колбі з закритою пробкою її об'єм повинен бути визначеним.

Завдання 3. Вимір рН ґрунтового розчину. У склянку місткістю 50 мл відлийте з колби 30 – 40мл фільтрату і занурте в нього електроди.

Висновок.

Питання для самоконтролю

1. Як впливає ущільнення ґрунтів на процеси газо- і водообміну між атмосферою та ґрунтом, на життєдіяльність рослин і ґрунтових організмів?
2. Які природні фактори зумовлюють порушення земель та ґрунтів?
3. Назвіть основні причини і наслідки водної та вітрової ерозії ґрунтів.
4. Який вплив на стан ґрунтів чинять звалища побутового сміття та промислових відходів?

Тема: ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ СУХОГО ЗАЛИШКУ ҐРУНТУ

Мета: Засвоїти методику визначення ступеня засоленості ґрунту за сухим залишком.

Матеріали та обладнання: сушильна шафа, аналітичні терези, фарфорова чашка діаметром 10 см, водяна баня, скляна лійка, скляна паличка, пробірки – 5 шт.; піпетки 1мл; 5 мл; 10 мл; знезолені паперові фільтри, нітратна кислота $\text{HNO}_3(1 : 3)$, розчин $\text{AgNO}_3, C=0,1\text{моль/л}$; 10% розчин HCl , 5%розчин BaCl_2 ; проби ґрунтів.

Теоретична частина

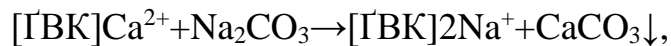
Уміст солей у ґрунті – важливий біогеохімічний фактор, що впливає на її родючість, рослинність, заселеність тваринами і птахами.

Будь-який ґрунт можна розглядати як гетерогенну, багатофазну систему, що складається з твердої (мінеральні й органічні компоненти), рідкої (ґрунтовий розчин), газуватої (ґрунтове повітря) і живої (ґрунтова флора і фауна) фаз.

Мінеральний склад ґрунтів складається в основному з кварцу (SiO_2) і алюмосилікатів – алюміній і силіцій оксидів ($\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) у різних співвідношеннях. Тверда фаза ґрунтів складається з рівномірних механічних часточок. Залежно від розміру часток піщані, суглинні і глинисті ґрунти. Від механічного складу ґрунтів залежить значною мірою інтенсивність переносу і накопичення органічних і мінеральних сполук.

Підзолисті, дерново–підзолисті і сірі лісові ґрунти містять дуже мало водорозчинних мінеральних речовин, у чорноземних ґрунтах переважають $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ і $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$; у солончаках, сіроземах бурих і каштанових ґрунтах – надлишок мінеральних солей у вигляді хлоридів, сульфатів і гідрокарбонатів. Натрій карбонат або сода, навіть при концентрації 5, 10% є згубною для рослин. Небезпеку становлять і підвищені концентрації хлоридів і сульфатів. До вмісту в ґрунтах магній і кальцій карбонатів, а також гіпсу рослини більш толерантні.

Максимально мінералізовані є солонці і солончаки. Своєрідність солонців визначають йони Na^+ що складають п'яту частину всіх катіонів. Встановлено, що процес осолонцювання особливо енергійно йде при утворенні в ґрунтових водах натрій карбонату:



де: ГВК – ґрунтово - вбирний комплекс.

Солончакові ґрунти накопичують рекордну кількість солей: від 1 до 30%. Спеціальними дослідженнями В.А. Ковди виявлені провіційні солені копичення. Засолення пояснюють находженням у верхні горизонти ґрунтів вод з підвищеним вмістом солей і їхнім концентруванням на виправному геохімічному бар'єрі, а також неграмотним і помірним зрошенням.

Загальне уявлення про вміст у ґрунтах водорозчинних мінеральних і органічних речовин може дати сухий залишок, який отримується після випарювання водної ґрунтової витяжки. Сухий залишок, що виражають у масових частках (%), може характеризувати ґрунт, напр., у незасолених ґрунтах його вміст становить 0,01 – 0,30%, а в солончаках для різного виду солей границі розширені від 0,2 до більш як 0,8%.

Ступінь засоленості ґрунтів залежить від концентрації солей, а типи засоленості – від хімічної природи розчинених солей, (див. таб№1)

Таблиця 1

**Типи і ступені засоленості ґрунтів залежно від концентрації солей
(за Н.І. Базилевич, Є. І. Панковою)**

Ступінь засоленості ґрунтів	Типи засоленості від хімічного складу і масової частки солей у сухому ґрунті, %		
	Хлориди	Сульфати	Гідрокарбонати
Хлоридно – сульфатний тип засолення			
Незасолені	< 0,01	-	-
Слабозасолені	0,01 – 0,05	-	-
Середньозасолні	0,05 – 0,1	-	-
Сильнозасолені	0,1 – 0,2	-	-
Солончаки	> 0,2	-	-

Сульфатний і хлоридно – сульфатний тип засолення			
Незасолені	0 – 0,1	< 0,1	-
Слабозасолені	0 – 0,1	0,1 – 0,4	-
Середньозасолні	0 – 0,5	0,4 – 0,6	-
Сильнозасолені	0 – 1,0	0,6 – 0,8	-
Солончаки	-	> 0,8	-
Содовий тип засолення			
Незасолені	0,01	0,02	< 0,06
Слабозасолені	0,01	0,05 – 0,1	0,1 – 0,2
Середньозасолні	0,1	0,2	0,2 – 0,3
Сильнозасолені	0,2	0,2	0,3 – 0,4
Солончаки	0,2	0,2	> 0,4

Хід роботи

Завдання 1. Приготування ґрунтової витяжки. Із підготовленої проби ґрунту, масою 10г, готують водну витяжку (V_0) класичним методом і вже під час фільтрування судять про її мінеральний склад. Ґрунтові витяжки кислих і нейтральних ґрунтів, що містять багато розчинних солей, характерних для ґрунтового засолення без йонів Na^+ , фільтруються швидко. Навпаки, витяжки ґрунтів, бідних на мінеральні речовини і, особливо ті, що мають лужну реакцію, фільтруються повільно, через переважання колоїдних форм, що забивають пори фільтра.

Завдання 2. Визначення засоленості ґрунтів. Для розв'язання питання про тип засоленості роблять якісну реакцію на наявність йонів Cl^- і SO_4^{2-} :

а) *проба на наявність Cl^- .* У мікропробірку вносять 2 – 3 краплі ґрунтової витяжки, підкислюють нітратною кислотою для звільнення від гідрокарбонатів, що заважають визначенню йонів хлору, додають 1 – 2 каплі розчину $AgNO_3$ і струшують. Якісна оцінка наявності Cl^- – випадання білого сироподібного осаду (табл.); його консистенція, легке скаламучення розчину або ряснота осаду свідчить про наявність або переважання хлоридного типу засоленості (див. табл.1);

б) *проба на наявність SO_4^{2-} .* У мікропробірку вносять 2 – 3 краплі ґрунтової витяжки, підкислюють 10% HCl для запобігання впливу гідрокарбонатів і карбонатів, здатних утворювати із солями барію нерозчинні осади і додають 2 –

3 краплі BaCl₂. Спостерігають випадіння кристалічного білого осаду і фіксують тип засоленості (див. табл. 1).

Завдання 3. Визначення вмісту сухого залишку. Зважують на аналітичних терезах фарфорову чашку, наливають до неї ґрунтовий розчин (V_{ґр}) і випаровують на водяній бані. Після закінчення вміщують чашку з залишком, який може бути в'язким, густим або твердим, до сушильної шафи і витримують 3 години при 105⁰С. Потім вміщують до ексикатора і доводять до постійної маси. Результати і спостереження експериментів заносять у таблицю відповідно до даних. Встановлюють ступінь засоленості аналізованого ґрунту: вміст сухого залишку в несолоних ґрунтах перебуває у межах 0,01 – 0,30 %, більш 0,3% є характерним для солоних ґрунтів. Розраховують за формулою:

$$\omega = \frac{m_0}{10} \frac{V_0}{V_{ґр}} * 100\%$$

де m₀ – маса сухого залишку; V₀ – об'єм водної витяжки; 10 – маса наважки ґрунту; V_{ґр} – об'єм витяжки, взятої для аналізу.

Таблиця 2

Схема записів результатів дослідження

Спостереження швидкості фільтрації	Наявність		Маса фарфорової чашки m, г	Маса фарфорової чашки із сухим залишком, m, г	Маса сухого залишку m, г	Масова частка сухого залишку ω, %
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻				
Висновок. Тип засоленості - : ступінь засоленості -						

Висновок.

Питання для самоконтролю.

1. Які фізико-механічні властивості ґрунтів?
2. Яке значення має засоленість ґрунту?
3. Який сольовий режим ґрунтів?
4. Які причини погіршення якості земельних ресурсів України та заходи боротьби з ними?
5. Яке значення має вторинне засолення та заболочення ґрунтів?

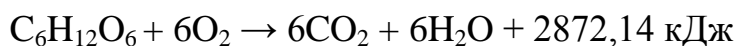
Тема: ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ДИХАННЯ ҐРУНТІВ

Мета: засвоїти методику визначення інтенсивності дихання ґрунту за кількістю карбон II діоксиду, який виділяється із ґрунту.

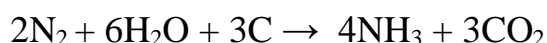
Матеріали та обладнання: бюретка на 50 мл, вимірювальні піпетки на 10 мл, бюкси місткістю 30 – 40 мл із притертими кришками – 3 шт, склянки (банки) місткістю 1л; розчин хлоридної кислоти, $C(\overset{1}{2}HCl) = 0,02$ моль/л; розчин барій гідроксиду, $C(\overset{1}{2}Ba(OH)_2) = 0,02$ моль/л; індикатор – 1% спиртовий розчин фенолфталеїну.

Теоретичні відомості

Дихання є одним із основних процесів діяльності живих організмів. Він пов'язаний з окисненням органічних речовин до карбон діоксиду і води за участю кисню з виділенням енергії, яка використовується для здійснення життєвих процесів, Схематично процес можна представити рівнянням:



Вільний нітроген бактерії перетворюють на аміак, а як побічний продукт утворюється карбон діоксид. Цей процес представлено рівнянням:

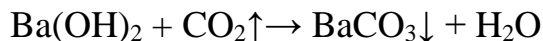


Окрім того, продукти при диханні є вихідними субстратами для синтезу білків, жирів, вуглеводів і інших речовин. Визначення інтенсивності цього процесу є досить важливим для оцінки характеру біологічних процесів, що відбуваються в організмі. Що стосується ґрунту, то інтенсивність ґрунтового дихання є характеристикою біохімічних процесів, що відбуваються в ньому під впливом ґрунтової флори і фауни.

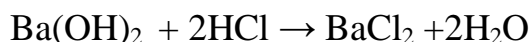
Для аналізу дихання системи можна використовувати ряд показників: поглинання кисню. Виділення води, теплової енергії. Однією з найбільш часто застосовуваних характеристик ґрунтового дихання є кількість CO_2 , що виділився. Цей показник характеризує не тільки можливість додаткового

збагачення приземного мікробіологічних процесів, що постійно відбуваються у ґрунті.

Принцип методу базується на поглинанні лугом CO_2 , який виділяється, і наступним титруванням.



За кількістю хлоридної кислоти, витраченої на титрування, розраховують кількість CO_2 , який виділився із ґрунту.



Хід роботи

Завдання 1. Визначення інтенсивності дихання ґрунтів. У бюкси, обідки притертих кришок яких для герметичності змащено вазеліном, наливають за допомогою вимірювальної піпетки 10 мл розчину барій гідроксиду, $\text{C}(\frac{1}{2}\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,02$ моль/л.

Бюкси з закритими кришками встановлюють на поверхні ґрунту (по 3 бюкси на майданчик з досліджуваним ґрунтом) і закривають літровими склянками або банками (їхні краї повинні входити в ґрунт на 1 см). Потім скляний купол обережно піднімають, відкривають бюкси, а посудини ставлять на місце. Тобто накривають ними бюкси знову. Баритова вода у відкритих бюксах поглинає CO_2 , який виділяється ґрунтом.

Через точно встановлений час бюкси виймають, закривають кришками і проводять аналіз у лабораторії. Визначення проводять титриметричним методом, використовуючи хлоридну кислоту, $\text{C}(\frac{1}{2}\text{HCl}) = 0,02$ моль/л, у якості титранта, і заповнюють нею бюретку. Спочатку відтитровують 3 стандартні проби баритової води об'ємом по 10 мл до знебарвлення фенолфталеїну. Знаходять середній об'єм HCl – $V_{\text{К.СЕР.}}$. Об'єм представити з довірчим інтервалом результату середнього вимірювання з ймовірністю $P = 0,95$,

Титрування баритової води після дослідної експозиції (V_{HCl}) ведуть безпосередньо в бюксі, у присутності 1 – 2 крапель фенолфталеїну. При визначенні CO_2 необхідно дотримуватися таких умов:

- бюкси мають бути відкритими під скляними посудинами протягом однакового за тривалістю часу, тому що від цього залежить величина поглинання барій гідроксидом;
- внутрішні діаметри усіх бюксів і їхня висота, а також внутрішні діаметри скляних посудин (банки або склянки) повинні бути однаковими.

Кількість карбон діоксиду, що виділився із ґрунту, виражають в абсолютних величинах. Для цього розраховують, як маса CO_2 (у мг) виділяється на одиниці поверхні ґрунту за 1 годину. Необхідно враховувати площу ґрунту, накриту банкою.

Інтенсивність дихання розраховують за формулою:

$$I = \frac{0,44 \cdot (V_{K.CEP.} - V_{HCl}) \cdot 60}{t \cdot S}, \text{ мг, } CO_2 / \text{ м}^2 \cdot \text{год},$$

де: I – інтенсивність дихання, мг $CO_2 / \text{ м}^2 \cdot \text{год}$; 0,44 – маса CO_2 , мг, яка

еквівалентна 1 мл, $Ba(OH)_2$, $C(\frac{1}{2} Ba(OH)_2) = 0,02$ моль/л; ($V_{K.CEP.} - V_{HCl}$) – об'єм

розчину HCl , $C(\frac{1}{2} HCl) = 0,02$ моль/л, який витрачено на титрування контрольної проби розчину $Ba(OH)_2$ до експозиції і після поглинання ґрунтового CO_2 ; t – час експозиції, год; S – площа, м^2 ; 60 – коефіцієнт для переведу хв. в год.

Результати роботи записати в таблицю:

Таблиця 1

Схема записів результатів дослідження

№ п/п	V_K – об'єм HCl контрольних проб	t – час експозиції. год	V_{HCl} – об'єм HCl для титрування проб	S – площа дослідного кола, м^2	I – інтенсивність дихання ґрунту
1					
2					
3					

$V_{K.CEP.}$ _____

I_{CEP} _____

Висновок.**Питання для самоконтролю.**

1. Які властивості ґрунтів та їхня роль для життя.
2. Як утворюються ґрунти та їхня класифікація?
3. Які фази ґрунтів?
4. Яка пластичність і консистенція дисперсних ґрунтів?
5. Яка структура ґрунту?
6. Які санітарно-технічні заходи з охорони ґрунтів?

Тема. ВИЗНАЧЕННЯ ТВЕРДОСТІ ҐРУНТІВ

Мета: навчитися визначати твердість ґрунту.

Матеріали та обладнання: зразки ґрунту; ніж.

Твердість ґрунту є серйозною і вартісною проблемою. Дуже щільний ґрунт важкий для обробки і сприяє поганому коренеутворенню і розвитку рослин. Твердість ґрунту обмежує ефективне управління водопостачання, обмежуючи здатність рослин від всмоктування. При поганому поглинанні вода швидко випаровується, а також може концентруватися та пошкоджувати культури. Вимірник щільності ґрунту використовується для тестування твердості ґрунту. Занадто твердий ґрунт значно скорочує всмоктування вологи, що призводить скорочення фактора хімічного використання добрива, впливає на розвиток кореневої системи рослин, що призводить до зменшення виробництва врожаю.

Для визначення твердості ґрунтів зручно застосовувати польовий метод, оскільки для цього потрібно мати лише ніж.

Хід роботи

Завдання 1. Визначення твердості ґрунтів. Уткніть ніж у ґрунт і за глибиною його занурення визначте ступінь твердості ґрунту, скориставшись нижче наведеною градацією:

- дуже твердий – коли ніж дуже важко входить у ґрунт на глибину кілька сантиметрів, або заходить при ударі руками. Місце від удару ножом або киркою блищить;
- твердий – ніж входить на незначну глибину (1 – 2 см) при незначних зусиллях; твердий і дуже твердий ґрунт спостерігається на безструктурних суглинках і глинистих ґрунтах, особливо в ілювіальних горизонтах;

- ущільнений – коли ніж заходить на невелику глибину (2 – 3 см) при невеликому зусиллі;
- слабо ущільнений – коли ніж заходить в ґрунт на глибину 3 см при невеликому зусиллі;
- пухкий (розсипчастий) – коли розсипається при легкому натискуванні. Характерно для супіщаних і піщаних ґрунтів, погано муміфікованих ґрунтів, в яких частки не з'єднані одна з одною.

Висновок.

Питання для самоконтролю.

1. Яка екологічна оцінка стану ґрунтів?
2. Що впливає на стан ґрунту та його врожайність?
3. Від чого залежить водопроникність ґрунтів?
4. Які джерела забруднення ґрунтів?

**ТЕМА: ОЦІНКА СТУПЕНЯ ЗАБРУДНЕНOSTІ АТМОСФЕРНОГО
ПОВІТРЯ ВІДПРАЦЬОВАНИМИ ГАЗАМИ НА ДІЛЯНЦІ
МАГІСТРАЛЬНОЇ ВУЛИЦІ (ЗА КОНЦЕНТРАЦІЄЮ СО)**

Мета: навчитися оцінювати ступінь забрудненості атмосферного повітря відпрацьованими газами на ділянці магістральної вулиці.

Матеріали та обладнання: нормативно-правові документи у сфері охорони атмосферного повітря.

Теоретичні відомості

Ступінь забруднення повітря автотранспортом залежить не лише від інтенсивності руху, вантажності машин, кількості та характеру викидів, а й типу забудови. Рельєфу місцевості, напрямку вітру, вологості й температури повітря. Тому всі ці особливості необхідно зазначити.

Усі ці впливи різних чинників під час визначення концентрації СО враховує формула:

$$C_{CO} = (A + 0.01 NK_m) \cdot K_a \cdot K_n \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_{\Pi}$$

де А – фонове забруднення атмосферного повітря ($A=0.5 \text{ мг/м}^3$); N – сумарна інтенсивність руху автомобілів на ділянці вулиці (шт./год); K_m – коефіцієнт токсичності автомобілів за викидами в повітря СО; K_a – коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості; K_n – коефіцієнт, що враховує зміну забруднення атмосферного повітря СО, залежно від величини поздовжнього нахилу; K_c – те саме відносно швидкості вітру; K_v – те саме відносно вологості повітря; K_{Π} – коефіцієнт збільшення забрудненості атмосферного повітря СО біля перехресть.

Коефіцієнт токсичності автомобілів визначається як середньо залежний для потоку автомобілів за формулою:

$$K_m = P_i \cdot K_{m_i}$$

де P_i – склад руху, частки одиниці.

Значення K_m визначають за таблицею;

Таблиця 1

Коефіцієнт токсичності автомобілів

Тип автомобіля	Коефіцієнт K_m
Легкої вантажності	0,2
Середньої вантажності	2,9
Важкої вантажності	2,3
Автобус	3,7
Легковий	1,0

Значення коефіцієнта K_a що враховує аерацію місцевості, визначають за таблицею:

Таблиця 2

Коефіцієнт аерації місцевості

Тип місцевості за ступенем аерації	Коефіцієнт K_a
Транспортні тунелі	2,7
Транспортні галереї	1,5
Магістральні вулиці і дороги з багатоповерховою забудовою з обох боків	1,0
Вулиці та дороги з одноповерховою забудовою	0,6
Міські вулиці та дороги з одnobічною забудовою, набережні, високі насипи	0,4
Пішохідні тунелі	0,3

Значення коефіцієнту K_n , що враховує зміни забруднення повітря СО відповідно величини поздовжнього нахилу вулиці, визначають за таблицею:

Таблиця 3

Коефіцієнт зміни забруднення атмосферного повітря СО

Поздовжній ухил, град	Коефіцієнт K_n
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Коефіцієнт K_c , що враховує вплив швидкості вітру на вміст СО в повітрі, визначають за таблицею:

Таблиця 3

Коефіцієнт залежності швидкості вітру

Швидкість вітру, м\с	Коефіцієнт K_c
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Коефіцієнт K_v (враховує вплив відносної вологості повітря на концентрацію CO) поданий у таблиці:

Таблиця 4

Коефіцієнт залежності вологості повітря

Відносна вологість повітря, %	Коефіцієнт K_v
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75
40	0,60

Значення коефіцієнта K_n для різних типів перехресть наведені таблиці:

Таблиця 5

Коефіцієнт збільшення забрудненості атмосферного повітря CO біля перехресть

Тип перехрестя	Коефіцієнт K_n
Регульоване перехрестя:	
світлофорами звичайне	1,8
світлофорами регульоване	2,1
само регульоване	2,0
Нерегульоване:	
зі зниженою швидкістю	1,9
кільцеве	2,2
з обов'язковою зупинкою	3,0

Завдання 1. Розрахунок ступеня забрудненості атмосферного повітря відпрацьованими газами на ділянці магістральної вулиці (за концентрацією СО). Кожен студент повинен обрати найбільш завантажену автомобілями вулицю свого міста. Протягом дня (тричі: 7 – 8 год.; 13 – 14 год; 18 – 19 год) протягом 1 години підрахувати кількість автомобілів, що рухаються цією вулицею. На основі проведених досліджень зробити розрахунки згідно з поданими формулами.

Висновок.

Питання для самоконтролю

1. Який негативний вплив чинить автотранспорт?
2. Що можна зробити для зменшення шумового навантаження?
3. Що б ви запропонували для зменшення забруднення повітря і ґрунтів викидами автотранспорту?
4. Який фізіологічний вплив чинить карбон ІІ оксид?

Тема. ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ

Мета: навчитися визначати вміст шкідливих речовин у атмосферному повітрі.

Матеріали та обладнання: нормативно-правові документи у сфері охорони атмосферного повітря.

Теоретичні відомості

Забруднюючі речовини в атмосферному повітрі не повинні перевищувати ГДК (граничнодопустима концентрація).

ГДК забруднювача – це такий його вміст у природному середовищі (грунті, воді, повітрі), який не знижує працездатність та самопочуття людей, не викликає негативних наслідків для їхнього здоров'я.

Максимально разова ГДК викликає рефлекторні реакції у людей (запах, тепло, світло), внаслідок 20-ти хвилинної дії на людину.

Середньодобова ГДК не має шкідливого впливу на людину у разі тривалої дії.

При наявності в повітрі кількох забруднювачів їхня сумарна концентрація не повинна перевищувати 1 (одиницю), що можна розрахувати за формулою:

$$C_1/\text{ГДК}_1 + C_2/\text{ГДК}_2 + C_3/\text{ГДК}_3 + \dots + C_n/\text{ГДК}_n \leq 1$$

де $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ – фактична концентрація полютантів, мг/м^3 ,

$\text{ГДК}_1, \text{ГДК}_2, \text{ГДК}_3, \text{ГДК}_n$ – їх відповідні граничні концентрації, мг/м^3 .

Для об'єктів, які забруднюють атмосферне повітря, розраховують і встановлюють норму гранично допустимих викидів (ГДВ).

ГДВ – це така кількість шкідливих речовин, яка не повинна перевищуватися під час викиду в повітря за одиницю часу, щоб концентрація полютантів у повітрі на межі ССЗ (санітарно-захисної зони) не була вищою ГДК.

ССЗ – це ділянки Землі, які відводять під зелені насадження навколо народногосподарського об'єкту, з метою зменшення шкідливого впливу його на людей.

Приклади розрахунків за формулою (1):

$$\text{ГДК ацетону} = 0,35 \text{ мг/м}^3 \quad C_1 = 0,7 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{ГДК ксенолу} = 0,2 \text{ мг/м}^3 \quad C_2 = 0,2 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{ГДК м/м}^3 \text{ толуолу} = 0,6 \text{ мг/м}^3 \quad C_3 = 0,12 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Підставляємо дані у формулу } (0,7 : 0,35) + (0,2 : 0,2) + (0,12 : 0,6) = 3,2$$

Висновок: сумарна концентрація забруднювачів перевищує 1, що свідчить про те, що викиди в атмосферне повітря великі, і тому потрібно впроваджувати заходи щодо зменшення викидів в атмосферу.

Хід роботи

Завдання 1. Визначення концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі. Кожен студент виконує три із 25 варіантів.

Варіанти виконання розрахункової роботи

- | | |
|--|--|
| 1. $C_1 + C_3 + C_5 + C_7 + C_9$ | 14. $C_{15} + C_{17} + C_{19} + C_{21} + C_{23}$ |
| 2. $C_2 + C_4 + C_6 + C_8 + C_{10}$ | 15. $C_{16} + C_{18} + C_{20} + C_{22} + C_{24}$ |
| 3. $C_3 + C_5 + C_7 + C_9 + C_{11}$ | 16. $C_{17} + C_{19} + C_{21} + C_{23} + C_{25}$ |
| 4. $C_4 + C_6 + C_8 + C_{10} + C_{12}$ | 17. $C_{18} + C_{20} + C_{22} + C_{24} + C_1$ |
| 5. $C_5 + C_7 + C_9 + C_{11} + C_{13}$ | 18. $C_{19} + C_{21} + C_{23} + C_{25} + C_2$ |
| 6. $C_6 + C_8 + C_{10} + C_{12} + C_{14}$ | 19. $C_{20} + C_{22} + C_{24} + C_1 + C_3$ |
| 7. $C_7 + C_9 + C_{11} + C_{13} + C_{15}$ | 20. $C_{21} + C_{23} + C_{25} + C_2 + C_4$ |
| 8. $C_8 + C_{10} + C_{12} + C_{14} + C_{16}$ | 21. $C_{22} + C_{24} + C_1 + C_3 + C_5$ |
| 9. $C_9 + C_{11} + C_{13} + C_{15} + C_{17}$ | 22. $C_{23} + C_{25} + C_2 + C_4 + C_6$ |
| 10. $C_{10} + C_{12} + C_{14} + C_{16} + C_{18}$ | 23. $C_{24} + C_1 + C_3 + C_5 + C_7$ |
| 11. $C_{11} + C_{13} + C_{15} + C_{17} + C_{19}$ | 24. $C_{25} + C_2 + C_4 + C_6 + C_8$ |
| 12. $C_{12} + C_{14} + C_{16} + C_{18} + C_{20}$ | 25. $C_{14} + C_{16} + C_{18} + C_{20} + C_{22}$ |
| 13. $C_{13} + C_{15} + C_{17} + C_{19} + C_{21}$ | |

Перелік речовин для виконання роботи

№ варіанту	Речовина	ГДК	С
1	Карбон II оксид	5	11,2
2	Сульфур II оксид	0,5	0,83
3	Нітрогену IV оксид	0,085	0,34
4	Пил неорганічний	0,5	3,2
5	Бензин	5,0	3,4
6	Толуол	0,6	1,4
7	Ксилол	0,2	1,0
8	Ацетон	0,35	0,08
9	Формальдегід	0,035	0,04
10	Хлор	0,1	0,02
11	Водень хлористий	0,2	0,07
12	Вінілхлорид	0,005	0,001
13	Синтетичні жирні кислоти	0,1	0,02
14	Аміак	0,05	0,007
15	Нафта та нафтопродукти	0,05	0,001
16	Фенол	0,001	0,003
17	Хлориди	0,03	0,04
18	Фтор-йон	0,003	0,02
19	Ацетон	0,35	0,003
20	Аміак (1)	0,05	0,003
21	Сульфур IV оксид	0,5	0,7
22	Формальдегід (1)	0,035	0,071
23	Фенол	0,001	0,0003
24	Бензин (1)	5,0	0,45
25	Вінілхлорид (1)	0,005	0,007

Висновок.**Питання для самоконтролю**

1. Які основні забрудники атмосферного повітря?
2. Які показники та інгредієнти визначають при моніторингу атмосферного повітря?
3. Які методи відбору проб повітря вам відомі?
4. Які методи та прилади аналізу повітря використовують?

Тема. ОЦІНКА ЗАПИЛЕНОСТІ ПОВІТРЯ

Мета: навчитися визначати вміст шкідливих речовин у атмосферному повітрі.

Матеріали та обладнання: дистильована вода, 10%-й розчин хлоридної або сульфатної кислоти, терези аналітичні, вимірник витрат повітря, лопатки для взяття зразків пилу, мікроскоп з об'єктивом ($\times 8$), насос для просмоктування повітря (переносна ротаційна установка типу ПРУ), піпетка, скельце покривне і предметне скло для мікроскопа, секундомір, фільтри паперові типу АФА-10 з фільтротримачем (замість ПРУ можна використати водоструминний насос, який забезпечує всмоктування повітря з витратою не менш як 2 л/хв).

Теоретичні відомості

Запиленість повітря – важливий екологічний чинник. Небезпека пилу для людини визначається його хімічною природою, концентрацією, формою часточок, токсичністю, здатністю сорбувати забруднювальні речовини.

За розміром часточок пил можна розподілити на дві групи:

- тонкодисперсний пил (порох), який складається з легких і рухомих часточок розміром до кількох десятків і сотень мікрометрів ($1 \text{ мкм} = 10^{-3} \text{ мм}$), який довго утримується в повітрі і в разі вдихання людиною може накопичуватися у легенях;
- грубодисперсний пил, що складається з великих і важких часточок, який швидко осаджується з повітря.

У закритому приміщенні в 1 см^3 повітря може міститися до 10^6 часточок різних розмірів, токсичності, природи.

Хід роботи

Завдання 1. Визначення відносної запиленості повітря. Наносять 1 краплю води на предметне скло. Встановлюють предметне скло у вибраному місці на 15 хв. Готують мікропрепарат, накривши краплю з осілими пиловими часточками покривним скельцем.

Вміщують мікропрепарат на предметний столик мікроскопа. Встановлюють таке збільшення, щоб у полі зору мікроскопа була якнайбільша частина краплі. Підраховують кількість пилових часточок у краплі й описують їх якісний склад (вигляд, структуру, взаємне розміщення, особливості будови тощо).

Визначають кількість пилових часточок, що осіли протягом 15 хв. На поверхні краплі такої самої площі після витримання предметного скла з краплею у різних місцях одного й того самого приміщення, у різних приміщеннях.

Завдання 2. Визначення якісного складу пилу. Відбирають зразок пилу, піддіваючи лопаткою відклади пилу на «доріжці» завширшки 3 – 5 см. Переносять зразок із лопатки на предметне скло. Готують мікропрепарат сухого пилу, накривши зразок пилу покривним скельцем.

Уміщують мікропрепарат на предметне скло мікроскопа і встановлюють таке збільшення, щоб у поле зору потрапила якнайбільша площа плями. Розглядають мікропрепарат під мікроскопом і описують зовнішній вигляд, форму, розміри, взаємне розміщення, колір часточок тощо. Піднімають покривне скельце препарувальною голкою, наносять на зразок пилу краплю розчину кислоти і відразу накривають покривним скельцем. Вміщують мікропрепарат на предметний столик, розглядають його під мікроскопом і описують зміни, що відбуваються зі зразком пилу в розчині кислоти. Результати проведених експериментів заносять у таблицю.

Таблиця 1.

Схема запису результатів дослідження

№ пор. зразка пилу	Місце відбору зразка пилу	Результати спостережень	
		Кількість пилових часточок в полі зору при 15-хвилинній експозиції	Опис якісного складу зразка (з урахуванням поведінки в розчині кислоти)

Висновок.

Питання для самоконтролю

1. Чому шкідливість пилу для людини залежить від форми часточок?
2. Які джерела пилу можуть бути в кімнатному приміщенні?
3. Від яких чинників залежить здатність рослин очищати повітря від пилу?
Наведіть приклади.
4. Назвіть методи боротьби із забрудненням повітря у робочій зоні.
5. Які методи та засоби контролю повітря виробничих приміщень?
6. Вкажіть санітарно-гігієнічні норми, правила, вимоги при роботі в умовах запиленості повітря.

**Тема. ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА
КОМПЛЕКСОМ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК
(ХВОЇ, ПАГОНІВ, БРУНЬОК) У ХВОЙНИХ**

Мета: навчитися визначати стан навколишнього середовища за комплексом морфологічних ознак.

Матеріали та обладнання: ваги технохімічні; різноважки; лінійки; вимірювальні та прості лупи зі збільшенням в 4 – 10 разів; міліметровий папір; термостат; гілки одного виду хвойних, які проростають у міських посадках або в зоні впливу металургійних підприємств, ТЕС та ін.; гілки, взяті у відносно чистій зоні позаміських територій.

Теоретичні відомості

Відомо, що на забруднення середовища найбільш сильно реагують хвойні деревні рослини. Характерними ознаками неблагополуччя навколишнього середовища, і особливо газового складу атмосфери, слугує, поява різного роду хлорозів і некрозів, зменшення розмірів ряду органів (довжини хвої, пагони поточного року і минулих років, їх товщини, розміру шишок, скорочення величини й кількості закладених бруньок), зменшення галуження. Через менший ріст пагонів і хвої в довжину в забрудненій зоні спостерігається зближення відстані між хвоїнками (їх на пагоні більше, ніж у чистій зоні). Спостерігається потовщення самої хвої, зменшується тривалість її життя (1 – 3 роки у забрудненій зоні і 6 – 7 років – у чистій). Вплив забруднення викликає також стерильність насіння (зменшення його схожості). Усі ці ознаки не специфічні, але в сукупності дають доволі об'єктивну картину.

Хвойні зручні тим, що можуть слугувати біоіндикаторами цілий рік. У лісознавстві давно розроблена оцінка стану навколишнього середовища за комплексом ознак у хвойних, при якій використовуються не тільки морфологічні ознаки, але і ряд біохімічних змін.

Використання хвойних дає можливість проводити біоіндикацію на великих територіях. Хвойні – основні індикатори, які застосовувалися для оцінки стану лісів Європи. Їхнє використання також досить інформативне на малих територіях (наприклад, вплив автодороги на прилеглу зону, якщо вона прилягає до хвойного лісу; стан навколишнього середовища в міських екосистемах різного рангу і характеру).

Хід роботи

За завданням викладача, за тиждень до занять, зріжте гілки умовно одновікових хвойних дерев, найбільш поширених у цій місцевості (наприклад, для міських умов – ялина європейська (*Picea abies* (L.) Karst) і ялина сиза (*Picea glauca* (Moench) Voss). Гілки зріжте на висоті 2 м із певної частини крони, повернутої до зон із забрудненим повітрям (поблизу автодоріг, підприємств, особливо з викидами у повітря оксиду сульфуру (VI), на який хвойні сильно реагують). Контролем слугують гілки з умовно одновікових дерев, зібраних у чистій зоні заповідника, зеленій зоні міста або в посадках лісових культур.

Завдання 1. Вивчення біометричних показників хвої. Хвою розгляньте за допомогою лупи, замалюйте виявлені *хлорози, некрози* кінчиків хвоїнок і всієї поверхні, їх відсоток і характер (точки, крапчастість, плямистість, мозаїчність). Найчастіше пошкоджуються дуже чутливі молоді голки. Колір пошкодження може бути дуже різним: червонувато-бурым, жовто-коричневим, буровато-сизим. Ці відтінки є інформативними якісними ознаками.

Виміряйте *довжину хвої* на пагоні минулого року, а також її ширину (всередині хвоїнки) за допомогою вимірювальної лупи. Використовуйте міліметровий папір, встановіть ціну поділки лупи. Повторність 10 – 20-кратна, оскільки біометричні ознаки доволі мінливі.

Встановіть *тривалість життя* хвої шляхом огляду пагонів із хвоєю за мутовками.

Обчисліть *масу* 1000 штук абсолютно сухих хвоїнок. Для цього відрахуйте 2 рази по 500 штук хвоїнок, висушіть їх у термостаті до абсолютно-сухого стану і зважте.

Зближення хвоїнок. У результаті погіршення росту пагона в забрудненій зоні пучки хвоїнок більш зближені і на 10 см пагона їх більше, ніж у чистій зоні. Якщо пагін менше 10 см, підрахунок проведіть за існуючою довжиною і переведіть на 10 см. У всіх випадках вимірювань виведіть середнє. Дані занесіть у таблицю.

Таблиця 1

Схема запису результатів вимірювань хвої

Місце відбору зразка	Довжина, мм	Ширина, мм	Тривалість життя, роки	Кількість хвоїнок на 10 см пагона, шт.	Вага 1000 шт., г	Некрози	
						%	характер

Завдання 2. Дослідження пагонів. Виміряйте довжину приросту кожного року, починаючи від останнього, рухаючись послідовно по міжвузлях від року до року.

- Встановіть товщину осьового пагона (на прикладі дворічного).
- У місцях кілець підрахуйте розгалуження, виведіть середнє.
- На пагонах установіть наявність некрозів (точкове чи іншої форми відмирання кори).

Завдання 3. Дослідження бруньок.

- Підрахуйте кількість сформованих бруньок, вирахуйте середнє.
- Виміряйте довжину і товщину бруньок вимірювальною лупою.

Дані, одержані в результаті досліджень пагонів та бруньок, занесіть до таблиці.

Таблиця 2

Схема запису результатів вимірювань пагонів та бруньок

Місце збору	Пагони			Бруньки		
	Довжина осьових пагонів	Товщина осьових пагонів	Розгалуження, шт.	Кількість, шт.	Довжина, мм	Товщина, мм

Завдання 4. Побудова карти стану середовища на певній території за реакцією хвойних. Для побудови карти стану середовища на певній території за реакцією хвойних всі біометричні показники виражайте в балах (найвищий бал – у чистій зоні – 5) і нанесіть на карту, а потім контурними лініями виділіть зони ступеня забруднення.

Висновок.

Питання для самоконтролю.

1. Які індикатори забруднення стану довкілля використовують?
2. Що таке біоіндикація стану навколишнього середовища?
3. Які біоекологічні особливості хвойних деревних рослин в умовах міських екосистем?
4. Який вплив чинить забруднення довкілля на показники фітовітальності хвойних рослин?

Тема. МОНИТОРИНГ МОРФОЛОГІЧНИХ ЗМІН У КВІТКОВИХ РОСЛИН, ВИКЛИКАНИХ АНТРОПОГЕННИМИ СТРЕСОРАМИ

Мета: засвоєння знань біомоніторингу морфологічних реакцій вищих трав'яних рослин.

Матеріали та обладнання: набір морфологічних відхилень у будові вегетативних і генеративних органів рослин на прикладі особин кульбаби лікарської.

Теоретичні відомості

Морфологія рослин – галузь ботаніки – наука про форми рослин. Ця частина науки досліджує не тільки зовнішні форми рослинних організмів, але також анатомію рослин (морфологія клітинки) і систематику, яка є не що інше, як спеціальна морфологія різних груп царства рослин, починаючи від найбільших і закінчуючи найдрібнішими: видами, підвидами тощо. Поняття «морфологія» затвердилося в науці переважно з часу опублікування знаменитої книги Шлейдена – основи ботаніки («Grundzuge der Botanik», 1842 – 1843).

Використовують такі морфологічні параметри:

1. Зміна забарвлення листків.
2. Некрози тканин.
3. Дефоліація (передчасне опадання листків).
4. Зміни розмірів органів.
5. Зміни форми, кількості і розташування органів.
6. Зміни в опушенні органів.
7. Зміни плодючості.

Хід роботи

1. Заготовити живий матеріал рослин кульбаби лікарської з різних територій.
2. Вивчити особливості морфологічних органів заготовлених дослідних об'єктів рослин.
3. Виявити морфологічні зміни у рослин.

4. Проаналізувати залежність екологічного фактору і виявлених морфологічних змін дослідних рослин.
5. Результати спостережень та визначень занести у таблицю

Таблиця 1

Схема записів результатів дослідження

Вид рослин	Орган, що зазнав змін	Короткий опис морфологічної зміни
Кульбаба лікарська	Корені, кореневища	
	Квіти, суцвіття	
	Плоди	
	Листки	
	Стебло	

Висновок.

Питання для самоконтролю.

1. Які характеристика морфологічних параметрів вищих трав'янистих рослин?
2. Як впливає забруднення навколишнього природного середовища на морфологічні зміни у квіткових рослин?
3. Який вплив чинить екологічний фактор на морфологічні зміни рослин?

Тема. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТ ХЛОРОФІЛУ В ЛИСТКАХ РОСЛИН

Мета: навчитися визначати вміст хлорофілу в листках рослин.

Матеріали і обладнання: електронні ваги; спектрофотометр СФ – 2000; центрифуга; ступки малі; скляні палички; ножиці; потовчене та просіяне скло; мірні колби на 100 та 50 мл; калька; фільтрувальний папір, мідний купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; біхромат калію $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; 7%-ий розчин аміаку; листя рослин-індикаторів, зібране в «забрудненій» і «чистій» зонах.

Теоретичні відомості

Для роботи можна використовувати і кімнатні рослини, вирощені в спеціальних посудинах на гумусному ґрунті з поливом водою та на малородючому ґрунті з поливом розчином солі якого-небудь важкого металу.

Відомості щодо використання вмісту хлорофілу та інших пігментів як біоіндикаційних ознак у літературі суперечливі. Низка учених вважає цю ознаку недостатньо інформативною та специфічною, хоча першою стадією виражених хлорозів листків якраз і є руйнування хлорофілу під впливом несприятливих факторів. Однак інші вчені показали, що в чутливих до забруднення видів (липи і клена) спостерігається пониження вмісту хлорофілу ще до появи видимих змін і це може слугувати досить надійною неспецифічною біоіндикаційною ознакою.

Неспецифічність цього індикатора в тому, що нестача в ґрунті нітрогену, а також заліза та інших елементів впливає на колір листя в результаті руйнування у них хлорофілу, і, такий прояв дуже часто використовується для оцінки низької родючості ґрунту. Цей показник треба враховувати і використовувати при біоіндикації у поєднанні з іншими ознаками.

Для оцінки ступеня забруднення наземних екосистем або їхніх складових листя потрібно брати із середньої частини крони в першій половині вегетації, з огляду на умови проростання (освітленість, мінеральне харчування, оводненість та ін.). Як біоіндикатори у міській сфері рекомендують використовувати такі

газочутливі види: липу дрібнолисту, клен платанолистий, каштан кінський, ялину звичайну, сосну звичайну.

Метод ґрунтується на добуванні хлорофілу з листя розчинниками (спирт, пропанон-2, ацетон) і визначення його кількості на спектрофотометрі.

Хід роботи

Завдання 1. Визначення хлорофілу в листках рослин. Можна проводити як на свіжому, так і на фіксованому матеріалі. Фіксацію здійснюють плинною парою (5 хв.) чи сухим жаром (при 105°C протягом 5 – 10 хв.).

Т.Н.Годнєв (1963) запропонував такий спосіб фіксації для збереження хлорофілу. Листя наріжте дрібними шматочками, заверніть в марлю та занурте у кип'ячий насичений розчин кухонної солі на 1 – 2 хв. За цей час матеріал зневоднюється і ферменти руйнуються. Потім матеріал промийте проточною водою протягом 30 с, струсіть для вилучення вологи. Висушіть у тіні не менш 2-ох діб чи в термостаті при температурі 40°C. Н.А.Шлик (1971) вважав, що найкращі результати дає взаємодія фіксації матеріалу гарячим паром (2 хв.) із проведенням якомога швидшої екстракції на холоді.

При роботі з сухим матеріалом візьміть наважку 0,5 – 1 г, зі свіжим – 1 – 2 г. Попередньо визначте вологість листя. Наважку рослинного матеріалу добре подрібніть у фарфоровій ступці з битим склом, додаючи крейду чи вуглекислий магній. Отримання хлорофілу із сухого матеріалу можна проводити 90%-им спиртом або 80-85%-им пропаноном-2, а з свіжого – 96-98 %-им спиртом або абсолютним пропаноном-2, або 98% ацетоном.

До розтертого рослинного матеріалу додайте трохи розчинника і матеріал продовжуйте розтирати разом з розчинником.

У колбі Бунзена в отвір корка прикріпіть скляний фільтр №2 чи №3 (діаметр фільтра повинен відповідати кількості досліджуваного матеріалу). Колбу з'єднайте з насосом проведіть відсмоктування рідини. Рідину зі ступки злийте по скляній паличці в лійку-фільтр, попередньо змастивши вазеліном зовні носик ступки. У ступку перелийте 4 – 5 мл розчинника і знову розітріть

протягом хвилини, потім знову злийте у лійку. Цю маніпуляцію повторіть 2 – 3 рази, потім перенесіть на фільтр всю розтерту масу, ущільніть її паличкою та відсмокчіть. Ступку обполосніть кілька разів розчинником, виливаючи його на ущільнений матеріал у лійку, дайте постояти 2 – 3 хвилини, після чого відсмокчіть. Обполіскування проводьте доти, поки стікаючий розчин не стане безбарвним. Потім екстракт перенесіть у мірну колбу на 50 мл, сполосніть декілька разів Бунзенівську колбу вилийте в мірну. Витяжку доведіть до rischi розчинником.

Колориметрування розчину проведіть на спектрофотометрі з червоним світлофільтром. Якщо речовина забарвлена в інтенсивно зелений колір, її необхідно розбавити, оскільки при великих концентраціях величини на спектрофотометрі можуть виходити за межі роздільної здатності приладу.

Для перерахунку хлорофілу на стандартні величини використовуйте розчин Гетрі, який має такий склад: 1%-й розчин $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (візьміть лише сині кристали), 1%-й розчин $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 7%-й розчин амоніаку (на 7 мл 18%-го амоніаку потрібно взяти 11 мл води).

Для виготовлення стандарту в мірну колбу ємністю 100 мл точно відміряйте розчини $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 28,5 мл, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – 50 мл, NH_4OH – 10 мл, доведіть дистильованою водою до мітки і перемішайте. Розчин Гетрі за забарвленням колориметрично еквівалентний розчину 85 г кристалічного хлорофілу в літрі. Методом розбавлення стандартного розчину побудуйте калібрувальну криву, де по осі абсцис відкладіть вміст хлорофілу (мг/л), а по осі ординат – оптичну густину. Калібрувальну криву побудуйте від концентрації 0,085 мг/л (1мл вихідного розчину та 99 мл води) до 7,65 мг/л (90мл вихідного розчину та 10 мл води).

Вимірювання на спектрофотометрі проводять декілька разів, потім вирахуйте середнє. За отриманими даними визначте концентрацію хлорофілу в дослідних зразках за калібрувальною кривою. Потім вирахуйте кількість хлорофілу в мг/г листка (за сирою чи сухою масою), одержані результати занесіть у таблицю. У насадженнях сосни (*Pinus L.*) кількість хлорофілу

коливається від 0,08 до 0,14 мг/г. Можна також виразити кількість хлорофілу у відсотках (0,3-1,3%) абсолютної сухої маси листа).

Таблиця 1

Схема запису результатів аналізів

Дослід	Наважка, мг	Показники спектрофотометра	Кількість хлорофілу за калібрувальною кривою, мг/50 мл		Вміст хлорофілу в листках	
					мг/г	%

Максимум поглинання у червоній області спектра хлорофілу а знаходиться при 662 нм, а максимальне поглинання у червоній області хлорофілу b при 644 нм.

Визначити концентрації цих пігментів можна за такими рівняннями:

$$C_a = 9,78 \cdot D_{662} - 0,9 \cdot D_{644},$$

$$C_b = 21,43 \cdot D_{644} - 4,65 \cdot D_{662},$$

$$C_{a+b} = 5,13 \cdot D_{662} + 20,44 \cdot D_{644},$$

де D_{644} – оптична густина суміші при 644 нм і товщині шару 1 см.

Виходячи із знайдених концентрацій пігментів розрахуйте вміст їх у досліджуваному зразку за формулою:

$$X = 0,1 \cdot C \cdot A / n,$$

де X – вміст пігменту у досліджуваному зразку, мг/100 г речовини;

C – концентрація пігменту мкг/мг;

A – об'єм екстракту пігмента, мг;

n – наважка досліджуваної речовини, г;

0,1 – коефіцієнт перерахунку концентрації пігменту мг/мл на 100 г речовини.

Висновок.

Питання для самоконтролю

1. Що таке хлорофіл, та які його властивості?
2. Яке значення хлорофілу для рослин?
3. Яка роль зелених насаджень у житті людини?
4. У чому полягає відмінність хемосинтезу та фотосинтезу?

ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Білявський Г.О. Основи загальної екології / Г.О.Білявський, М.М.Падун, Р.С.Фурдуй. – К. : Либідь, 1995. – 368 с.
2. Белогуров В. П. Концепция системы экологического мониторинга Украины /В. П. Белогуров. – Харьков, 1996. – 238 с.
3. Бойчук Л Д. Екологія і охорона навколишнього середовища / ЛД.Бойчук, Е.М.Соломенно, О.В.Бугай : навч. посіб. – Суми: Університетська книга, 2003. – 284 с.
4. Васильев А.Е. Ботаника. Анатомия и морфология растений / А.Е.Васильев, Н.С.Воронин, А.Г.Еленевский, Т.И.Серебрякова. – М. : Просвещение, 1978. – 478 с.
5. Голубець М. А. Конспект лекцій з курсу «Екологія та охорона природи» (теоретичні основи загальної екології, охорони природи, комплекс природоохоронних заходів) / МА.Голубець, В.П.Кучерявий. – К. : УМКВО, 1990. – 216 с.
6. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього середовища / В.С.Джигирей. – К., Знання. – 2002 р. – 263 с.
7. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю.А.Израэль. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 534 с.
8. Клименко М. О. Моніторинг довкілля : підручник / М.О.Клименко, А.М.Прищепа, Н.М.Вознюк. – К. : Академія, 2006. – 360 с.
9. Крайнюков О. М. Моніторинг довкілля : підручник / О.М.Крайнюков. – Х. : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2009. – 176 с.
10. Кузяків Ю.Я. Методи спектрального аналізу/ Ю.Я.Кузяків. – М.:, 1990. – 176 с.
11. Кучерявий В.П. Екологія / В.П.Кучерявий. – Львів : Світ, 2001 – 500 с.
12. Моніторинг довкілля: підручник / В.М.Боголюбов, М.О.Клименко, В.Б.Мокін та ін.]; під ред. В. М. Боголюбова. [2-е вид., перероб. і доп.]. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 232 с.

13. Нечитайло В.А. Ботаніка. Вищі рослини / В.А.Нечитайло. – К. : Фітосоціоцентр, 2000. – С. 3 – 14.
14. Снакин В.В. Экологический моніторинг. / В.В.Снакин : метод. пособ. [для учителей средних учебных учреждений]. М. : РЭФИА, 1996. – 136 с.
15. Ткаченко Н.М. Ботаніка / Н.М.Ткаченко. – Підручник. – Х. : Основа, 1997. – 432 с.
16. Харитонов Ю.Я. Аналітична хімія (аналітика). Кількісний аналіз. Фізико-хімічні (інструментальні) методи аналізу : підруч. [для вузів] / Ю.Я. Харитонов. – М : Вища. шк., 2001. – 356 с.
17. Чернова Н.М. Лабораторный практикум по экологии : учеб. пособие [для студентов пед. ин-тов по биол. спец.] – М., 1986. – 148 с.

Додаткова

Національні нормативно-правові акти у сфері моніторингу довкілля

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» № 1264-ХІІ від 25.06.1991 р.
2. Постанова Верховної Ради «Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля» № 188/98 – ВР від 05.03.1998 р.
3. Закон України «Про природозаповідний фонд» № 2456-ХІІ від 16.06.1992 р.
4. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» № 2707-ХІІ від 16.10.1992 р.
5. Закон України «Про тваринний світ» № 3041-ХІІ від 09. 05.1993 р.
6. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення» № 4004-ХІІ від 24.02.1994 р.
7. Закон України «Про відходи» № 187/98-ВР від 05. 03.1998 р.
8. Закон України «Про рослинний світ» № 591-ХІV від 09. 04.1999 р.
9. Закон України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000 – 2015 роки» №1989-ІІІ від 21.09.2000 р.
10. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» №2245-ІІІ від 18.01.2001 р.

11. Лісовий кодекс України №3852-XII від 21.01.1994 р.
12. Кодекс України про надра №132/94-ВР від 27.07.1994 р
13. Водний кодекс України №213/95-ВР від 06.06.1995 р.
14. Земельний кодекс України №561-XII від від 18.12. 1992 р.
15. Закон України «Про державні цільові програми» №1621-IV від 18 березня 2004 р.
16. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» від 30.03.1998 р. №391.
17. Постанова Кабінету Міністрів України «Про утворення міжвідомчої комісії з питань моніторингу довкілля» від 17.11.2001 р. №44.
18. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про моніторинг земель» від 20 серпня 1993 р. №661.
19. Постанова Кабінету Міністрів України «Про порядок здійснення державного моніторингу вод» від 20 липня 1996 р. №815.
20. Постанова Кабінету Міністрів України «Про порядок організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» від 9 березня 1999 р. №343.
21. Постанова Кабінету Міністрів України «Про єдину державну систему запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру» від 3 серпня 1998 р. №1198.
22. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про порядок розробки екологічних програм» від 31 грудня 1993 р. № 1091.
23. Нормативний документ «Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню моніторингу вод» (Наказ Мінекоресурсів України від 24 грудня 2001 р. № 485)
24. Нормативний документ «Методичні рекомендації з підготовки регіональних та загальнодержавної програм моніторингу довкілля» (Наказ Мінекоресурсів України від 24 грудня 2001 р. № 487).

25. Нормативний документ «Методичні рекомендації з питань створення систем моніторингу довкілля регіонального рівня» (Наказ Мінекоресурсів України від 16 грудня 2005 р. № 467).
26. Нормативний документ «Номенклатура та позначення структурних елементів державної системи моніторингу довкілля» (Наказ Мінекоресурсів України. Керівний нормативний документ. – Київ, 2002).
27. Нормативний документ «Положення про порядок інформаційної взаємодії органів Мінекоресурсів України та інших суб'єктів системи моніторингу довкілля при здійсненні режимних спостережень за станом довкілля» (Наказ Мінекоресурсів України. Керівний нормативний документ. – Київ, 2002)
28. Нормативний документ «Рекомендації щодо співставлення даних моніторингу вод» (Наказ Мінекоресурсів України. Рекомендаційний документ. – Київ, 2002).
29. Нормативний документ «Положення про систему моніторингу підтоплення міст і селищ міського типу України (небезпечне підняття рівня ґрунтових вод)» (Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України 08.12.2010 р. №448).

ДОДАТКИ

Додаток А

Зразок оформлення звіту про виконання

лабораторної роботи

Лабораторна робота №11

Тема: Визначення інтенсивності дихання ґрунтів

Мета: засвоїти польову методику визначення інтенсивності дихання ґрунту за кількістю карбон діоксиду, який виділяється із ґрунту. Закріпити навички титрування.

Матеріали та обладнання: бюретка на 50 мл, вимірювальні піпетки на 10 мл, бюкси місткістю 30-40 мл із притертими кришками – 3 шт, склянки (банки)

місткістю 1л; розчин хлоридної кислоти, $C(\frac{1}{2}HCl) = 0,02$ моль/л; розчин барій гідроксиду, $C(\frac{1}{2}Ba(OH)_2) = 0,02$ моль/л; індикатор – 1% спиртовий розчин фенолфталеїну.

Хід та виконання роботи

Завдання 1. Визначення інтенсивності дихання ґрунтів. У бюкси, обідки притертих кришок яких для герметичності змащено вазеліном, наливали за допомогою вимірювальної піпетки 10 мл розчину барій гідроксиду, $C(\frac{1}{2}Ba(OH)_2) = 0,02$ моль/л.

Бюкси з закритими кришками встановлювали на поверхні ґрунту (по 3 бюкси на майданчик з досліджуваним ґрунтом) і закривали літровими банками (їхні краї входили в ґрунт на 1 см). Потім скляний купол обережно піднімали, відкривали бюкси, а посудини ставили на місце. Баритова вода у відкритих бюксах поглинає CO_2 , який виділяється ґрунтом.

Через точно встановлений час (30 хв) бюкси виймали, закривали кришками і проводили аналіз у лабораторії. Визначення проводили титриметричним методом, використовуючи хлоридну кислоту, $C(\frac{1}{2}HCl) = 0,02$ моль/л, у якості титранта, і заповнювали нею бюретку. Спочатку відтитровували 3 стандартні проби баритової води об'ємом по 10 мл до знебарвлення фенолфталеїну. Знаходили середній об'єм $HCl - V_{K.CEP.}$. Титрування баритової води після дослідної експозиції (V_{HCl}) проводили посередньо в бюксі, у присутності 1-2 крапель фенолфталеїну. При визначенні CO_2 дотримувалися наступних умов:

– бюкси були відкритими під скляними посудинами протягом 30 хвилин.

– внутрішні діаметри усіх бюксів і їхня висота, а також внутрішні діаметри скляних посудин (банки або склянки) були однаковими і дорівнювали 10 см.

Кількість карбон діоксиду, що виділився із ґрунту, виражали в абсолютних величинах. Для цього розраховують, як маса CO_2 (у мг) виділяється на одиниці поверхні ґрунту за 1 годину.

Інтенсивність дихання розраховують за формулою:

$$I = \frac{0,44 \cdot (V_{K.CEP.} - V_{HCl}) \cdot 60}{t \cdot S} = 0,44 \cdot (4,4 - 3,8) \cdot 60 / 0,5 \cdot 0,03 = 990 \text{ мг } \text{CO}_2 / \text{м}^2 \cdot \text{год},$$

Результати роботи записати в таблицю:

№ п/п	V_K – об'єм HCl контрольних проб	t – час експозиції. год	V_{HCl} – об'єм HCl для титрування проб	S – площа дослідного кола, м^2	I – інтенсивність дихання ґрунту
1	4.4	0,5	3,8	0,03	990

Висновок. На лабораторній роботі ми навчилися визначати інтенсивність дихання ґрунту за кількістю карбон II оксиду, який виділяється із ґрунту. Закріпили навички титрування. Внаслідок проведення дослідження встановили, що інтенсивність дихання ґрунту становить $990 \text{ мг } \text{CO}_2 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$.

Навчальне видання

Мирон Цайтлер, Ірина Бриндзя, Мар'яна Досвідчинська

МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Для студентів ОКР «Бакалавр» напряму підготовки 6.040106 «Екологія,
охорона навколишнього середовища та збалансоване
природокористування»

Видавничий відділ
Дрогобицького державного педагогічного університету
імені Івана Франка

Головний редактор

Ірина Невмержицька

Редактор

Ольга Крупа

Технічний редактор

Наталя Кізима

Коректор

Оксана Бульбах

Здано до набору 30.06.2014 р. Підписано до друку 14.07.2014 р. Формат 60х90/16.
Папір офсетний. Гарнітура Times. Наклад 300 прим. Ум. друк. арк. 4.00. Зам. 78.

Видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка (Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 2155 від 12. 04. 2005 р.) 82100, Дрогобич, вул. І.Франка, 24, к.42, тел. 2 – 23 – 78.