

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
 Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
 Кафедра екології



Система менеджменту якості

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС
навчальної дисципліни
«Біогеохімія»

Освітньо-професійна програма: «Екологія та охорона навколишнього середовища»

Галузь знань: 10 «Природничі науки»

Спеціальність: 101 «Екологія»

| Форма навчання | Сем. | Усього (год. / кредитів ECTS) | ЛКЦ | ПР.З | Л.З | СРС | ДЗ / РГР / К.р | КР / КП | Форма сем. контролю |
|----------------|------|-------------------------------|-----|------|-----|-----|----------------|---------|---------------------|
| Денна | 2 | 105 / 3,5 | 32 | – | 16 | 57 | ДЗ | – | Диф.залік – 2 с |
| Заочна | 2,3 | 105 / 3,5 | 8 | – | 4 | 93 | К.р. | - | Диф.залік – 3 с |

Індекс: НБ-3-101/21-2.1.4

Індекс: НБ-3-101 з/21-2.1.4

СМЯ НАУ РП 10.02.03-01-2023



Навчально-методичний комплекс розробили:

доцент кафедри екології, к.т.н., доцент


підпис

Бовсуновський Є.О.
П.І.Б.

посада, науковий ступінь, вчене звання

підпис

П.І.Б.

посада, науковий ступінь, вчене звання

підпис

П.І.Б.

Навчально-методичний комплекс обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища» спеціальності 101 «Екологія» – кафедри екології, протокол № 16 від «20» грудня 2023р.

Гарант освітньо-професійної програми


підпис

Радомська М.М.

Завідувач кафедри

Дудар Т.В.

Навчально-методичний комплекс обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету екологічної безпеки, інженерії та технологій, протокол № 5 від «21» 12 2023р.

Голова НМРР


підпис

Гроза В.А.

Рівень документа – 3б

Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Контрольний примірник



ЗМІСТ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ

Дисципліна: «Біогеохімія»
Освітньо-професійна програма: «Екологія та охорона навколишнього середовища»
Галузь знань: 10 «Природничі науки»
Спеціальність: 101 «Екологія»

| № пор. | Складова комплексу* | Позначення електронного файлу ¹⁾ | Наявність | |
|--------|---|---|-------------------|--------------------|
| | | | друкований вигляд | електронний вигляд |
| 1 | Робоча програма навчальної дисципліни | РП Біогеохімія_2023_ви правлено.doc | + | + |
| 2 | Тематичний план лекційного курсу | БГХ_Тематичний план.docx | - | + |
| 3 | Конспект лекцій (<i>стислий виклад курсу лекцій чи окремих розділів навчальної дисципліни, форма надається</i>) | БГХ_Конспект_лекцій.docx | - | |
| 4 | Тематичні матеріали (<i>методичні рекомендації</i>) з підготовки здобувачів до лабораторних/практичних занять (<i>розробляється викладачем</i>) * | БГХ_Лабораторні.pdf | - | + |
| 5 | Тематики ДЗ/РГР/КР/КП/К.р(ЗФН) (<i>форма надається</i>)* | БГХ_Теми_КР_КП_ДЗ_РГР_Кр(ЗФН).docx | - | + |
| 6 | Модульні контрольні роботи (<i>перелік питань та завдань, форма надається</i>) | БГХ Завдання_МКР.docx | - | + |

*За видами діяльності у робочому плані



(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

| № прим. | Куди передано (підрозділ) | Дата видачі | П.І.Б. отримувача | Підпис отримувача | Примітки |
|---------|---------------------------|-------------|-------------------|-------------------|----------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

| № пор. | Прізвище ім'я по-батькові | Підпис ознайомленої особи | Дата ознайомлення | Примітки |
|--------|---------------------------|---------------------------|-------------------|----------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

| № пор. | Прізвище ім'я по-батькові | Дата ревізії | Підпис | Висновок щодо адекватності |
|--------|---------------------------|--------------|--------|----------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

| № зміни | № листа (сторінки) | | | | Підпис особи, яка внесла зміну | Дата внесення зміни | Дата введення зміни |
|---------|--------------------|------------|--------|--------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|
| | Зміненого | Заміненого | Нового | Анульованого | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

(Ф 03.02 – 32)

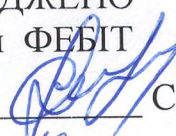
УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

| | Підпис | Ініціали, прізвище | Посада | Дата |
|-----------|--------|--------------------|--------|------|
| Розробник | | | | |
| Узгоджено | | | | |
| Узгоджено | | | | |
| Узгоджено | | | | |

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
Кафедра екології



УЗГОДЖЕНО
Декан ФБІТ


Сергій ЗОЗУЛЯ
«09» 10 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи


Анатолій ПОЛУХІН
«11» 10 2023 р.



Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
«Біогеохімія»

Освітньо-професійна програма: «Екологія та охорона навколишнього середовища»

Галузь знань: 10 «Природничі науки»

Спеціальність: 101 «Екологія»

| Форма навчання | Сем. | Усього (год. / кредитів ECTS) | ЛКЦ | ПРЗ | Л.З | СРС | ДЗ / РГР / К.р | КР / КП | Форма сем. контролю |
|----------------|------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------------|---------|---------------------|
| Денна | 2 | 105 / 3,5 | 32 | – | 16 | 57 | (1)ДЗ -2с | – | Диф.залік – 2 с |
| Заочна | 2,3 | 105 / 3,5 | 8 | – | 4 | 93 | К.р.-3с | – | Диф.залік – 3 с |


Індекс: НБ-3-101/21-2.1.4

Індекс: НБ-3-101 з/21-2.1.4



Робочу програму навчальної дисципліни «Біогеохімія» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища», навчальних та робочих навчальних планів №НБ-3-101/21, №РБ-3-101/23 та №НБ-3-101з/21, №РБ-3-101з/22 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 101 «Екологія» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробили:
завідувач кафедри екології, професор, д.т.н.

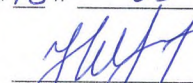

Дудар Т.В.

доцент кафедри екології, к.т.н.



Бовсуновський Є.О.

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища», спеціальності 101 «Екологія» – кафедри екології, протокол № 11 від «18» 09 2023 р.

Гарант освітньо-професійної програми


Радомська М.М.

Завідувач кафедри


Дудар Т.В.

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету екологічної безпеки, інженерії та технологій, протокол № 2 від «28» 09 2023 р.

Голова НМРР




В.Гроза

Рівень документа – 3б

Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Врахований примірник


| | | | |
|--|--|----------------|--------------------------------|
|  | Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Біогеохімія» | Шифр документа | СМЯ НАУ РП 10.02.03-01-2022 |
| | | стор. 2 з 13 | |

Робочу програму навчальної дисципліни «Біогеохімія» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища», навчальних та робочих навчальних планів №НБ-3-101/21, №РБ-3-101/23 та №НБ-3-101з/21, №РБ-3-101з/22 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 101 «Екологія» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробили:
завідувач кафедри екології, професор, д.т.н.


 Дудар Т.В.

доцент кафедри екології, к.т.н.


 Бовсуновський Є.О.

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища», спеціальності 101 «Екологія» – кафедри екології, протокол № 11 від « 18 » 09 2023 р.

Гарант освітньо-професійної програми


 Радомська М.М.

Завідувач кафедри

 Дудар Т.В.

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету екологічної безпеки, інженерії та технологій, протокол № 2 від « 28 » 09 2023 р.

Голова НМРР



В.Гроза

Рівень документа – 3б

Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Контрольний примірник



ЗМІСТ

| | стор. |
|---|-------|
| Вступ | 4 |
| 1. Пояснювальна записка | 4 |
| 1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни | 4 |
| 1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна | 4 |
| 1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна | 4 |
| 1.4. Міждисциплінарні зв'язки | 5 |
| 2. Програма навчальної дисципліни | 5 |
| 2.1. Зміст навчальної дисципліни | 5 |
| 2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля | 5 |
| 2.3. Тематичний план | 7 |
| 2.4. Домашнє завдання | 8 |
| 2.5. Контрольна (домашня) робота (ЗФН) | 8 |
| 2.6. Перелік питань для підготовки до підсумкової контрольної роботи | 8 |
| 3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни | 8 |
| 3.1. Методи навчання | 8 |
| 3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна) | 8 |
| 3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті | 8 |
| 4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь | 9 |



ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Біогеохімія» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення і оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 № 249/од, та відповідних нормативних документів.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.

Місце дисципліни в системі професійної підготовки фахівця. Дана навчальна дисципліна є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що формують профіль фахівця в галузі природничих наук.

Метою навчальної дисципліни «Біогеохімія» є навчання студентів основам загальної організації біогеохімічних ланцюгів та їх динаміки в умовах природного стану екосистем та техногенного навантаження, засвоєння навичок всіх етапів біогеохімічних досліджень, засвоєння біогеохімічних складових у складі головних регіональних екологічних проблем України.

Завданнями навчальної дисципліни є вивчення:

- хімічного складу живих організмів у відповідності до складу шарів літосфери, гідросфери, атмосфери;
- впливу геохімічної спеціалізації компонентів навколишнього середовища на екологічний стан біоценозів;
- ролі живих організмів, живої речовини та живої матерії у міграції та кругообігу хімічних елементів;
- міграційної здатності хімічних елементів у природному середовищі та методів визначення коефіцієнтів їх міграції;
- біогеохімічних ланцюгів на територіях з екологічними проблемами.

1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.

- **ПРН 2** - розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування;
- **ПРН 3** - розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування;
- **ПРН 11** - уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище;
- **ПРН 21** - уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних;

1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.

ІК - здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми у сфері екології, охорони довкілля і збалансованого природокористування, або у процесі навчання, що передбачає застосування основних теорій та методів наук про довкілля, та характеризуються комплексністю і невизначеністю умов;

ЗК 1 - знання та розуміння предметної області та професійної діяльності;

ЗК 6 - здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності);

ФК 14 - знання та розуміння теоретичних основ екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування;

ФК 15 - здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук;

ФК 18 - здатність проводити екологічний моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища;

ФК 20 - здатність проводити екологічний моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища.



1.4. Міждисциплінарні зв'язки.

Навчальна дисципліна «Біогеохімія» базується на знаннях таких дисциплін як, «Вища математика», «Біологія» «Вступ до фаху», «Хімія» та є базою для вивчення подальших дисциплін, а саме: «Загальна екологія та неоекологія», «Радіоекологія», «Збалансоване природокористування та ресурсозбереження», «Ґрунтознавство», «Гідрологія», «Ландшафтна екологія».

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

- навчального модуля №1 «Біогеохімічні особливості геосфер Землі»

- навчального модуля № 2 «Прикладні аспекти геохімічних досліджень та використання геохімічного інструментарію при вирішенні екологічних проблем», кожен з яких є логічною завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля

Модуль № 1 «Біогеохімічні особливості геосфер Землі»

Інтегровані вимоги модуля №1:

- **знати:** будову і загальні особливості земної кори; властивості головних та розсіяних хімічних елементів.; біогеохімічні особливості океанічних та поверхневих вод суходолу; біогеохімічні особливості атмосфери; геохімічні особливості біосфери; будова та властивості живої речовини біосфери;

- **вміти:** оцінювати вплив життєдіяльності живої речовини на процеси в земній корі, гідросфері, атмосфері; визначати екологічну роль живої речовини у геохімічних перетвореннях довкілля; проводити аналіз біогеохімічних особливостей середовища з врахуванням впливу життєдіяльності живих організмів.

Тема 1. Біогеохімія. Предмет та історія розвитку.

Виникнення науки біогеохімії. Предмет, задачі, практичне значення біогеохімічних досліджень.

Тема 2. Хімічний склад земної кори як фактор біосфери.

Класифікації хімічних елементів за розповсюдженням у земній корі. Властивості головних та розсіяних хімічних елементів. Ізоморфізм. Поняття «геохімічний фон» та «геохімічна аномалія».

Тема 3. Біогеохімічна система гідросфери. Океанічні води.

Роль живих організмів в еволюції Світового океану. Сучасний хімічний склад океанічних вод - як результат діяльності живих організмів. Основи біофільтраційної гіпотези. Глобальна роль детритусу.

Тема 4. Біогеохімічна система гідросфери. Поверхневі води суходолу.

Біогеохімічні особливості поверхневих вод суходолу. Роль живих організмів у формуванні хімічного складу розчинених та зважених речовин річкового стоку. Трансформація річкової води в океанічну.

Тема 5. Біогеохімія атмосфери.

Хімічний склад атмосфери. Джерела аерозольних частинок. Високі концентрації розсіяних елементів в атмосфері - як результат діяльності живих організмів.

Тема 6. Основні властивості біосфери та її геохімічні особливості.

Характер прояву біосфери у глобальному масштабі. Структура, організованість, стійкість та саморегуляція біосфери.

Тема 7. Жива речовина геосфер Землі, функції, будова та хімічний склад.



Хімічний склад живої речовини та його чисельне відображення. Хімічні елементи біологічного поглинання та захвату. Біогенна акумуляція. Мікроелементи.

Модуль № 2 «Прикладні аспекти геохімічних досліджень та використання геохімічного інструментарію при вирішенні екологічних проблем»

Інтегровані вимоги модуля №2:

знати: параметри та особливості основних типів міграції хімічних елементів; основні види геохімічних бар'єрів; закономірності біогенної міграції хімічних елементів; особливості біогеохімічних циклів біогенних хімічних елементів; визначальні фактори та закономірності біогеохімічної зональності;

вміти: визначати параметри міграції хімічних елементів у довкіллі; оцінювати інтенсивність осадження, кристалізації тощо хімічних елементів на геохімічних бар'єрах; аналізувати основні біогеохімічні умови в різних районах України; пояснювати природу концентрації хімічних елементів та сполук, оцінювати екологічні наслідки і визначати шляхи компенсації.

Тема 1. Міграція хімічних елементів у довкіллі. Механічна міграція.

Типи міграції хімічних елементів. Основи механогенезу. Вплив дисперсійних та абразивних факторів на інтенсивність механічної міграції.

Тема 2. Міграція хімічних елементів у довкіллі. Фізико-хімічна міграція.

Фізико-хімічна міграція. Вплив внутрішніх факторів фізико-хімічної міграції на інтенсивність розчинення та осадження хімічних елементів. Вплив зовнішніх факторів фізико-хімічної міграції на міграційні властивості хімічних елементів. Групи хімічних елементів за рухливістю та швидкістю переходу у рухливий стан.

Тема 3. Геохімічні бар'єри.

Типи міграційних середовищ. Геохімічні бар'єри їх основні види. Схема управління напрямком та інтенсивністю міграції шляхом створення техногенних геохімічних бар'єрів.

Тема 4. Біологічний кругообіг та біогенна міграція хімічних елементів.

Процеси утворення та деструкції живої речовини у біологічному кругообігу та біогенне розсіювання у процесах біогенної міграції. Біогеохімічні харчові ланцюги. Кількісні параметри біогенної міграції.

Тема 5. Природні глобальні біогеохімічні цикли та їх деформація в умовах антропогенезу.

Біогеохімічний цикл та його складові ланцюги. Природні глобальні механізми надходження елементів у біогеохімічні цикли. Глобальні біогеохімічні цикли карбону, нітрогену. Глобальні біогеохімічні цикли сульфуру, фосфору, кисню, водню, кальцію, магнію, сіліциуму, натрію, калію. Зміни біогеохімічних ланцюгів під впливом техногенних чинників. Порушення біогеохімічних циклів важких металів.

Тема 6. Біогеохімічна неоднорідність природних фізико-географічних зон Землі. Біогеохімічні регіони території України.

Головні чинники біогеохімічної неоднорідності біосфери. Біогеохімічна зональність океану та континентів, їх визначальні фактори. Біогеохімічна зональність території України. Регіони, субрегіони та провінції. Особливості геохімічного складу ґрунтів і вод.

Тема 7. Геохімічна екологія.

Кількісні еколого-геохімічні параметри екосистем та їх компонентів. Кореляційні зв'язки у системі техногенна геохімічна аномалія - живий організм. Геохімічні аномалії, їх вплив на біогеохімічний склад фітоценозів та біологічні реакції живих організмів. Порогові концентрації. Ендемічні та не ендемічні захворювання. Біотестування. Забруднення ґрунтів і продуктів харчування штучними радіонуклідами та важкими металами техногенних екосистем.



2.3. Тематичний план.

| № пор. | Назва теми | Обсяг навчальних занять (год.) | | | | | | | | |
|---|--|--------------------------------|-----------|------------------|-----------|-----------------------|----------|------------------|-----------|--|
| | | Денна форма навчання | | | | Заочна форма навчання | | | | |
| | | Усього | Лекції | Лаборат. заняття | СРС | Усього | Лекції | Лаборат. заняття | СРС | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| Модуль №1 «Біогеохімічні особливості геосфер Землі» | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Біогеохімія. Предмет та історія розвитку. | 2 семестр | | | | 2 семестр | | | | |
| | | 4 | 2 | - | 2 | 5 | - | - | 5 | |
| 1.2 | Хімічний склад земної кори як фактор біосфери. | 8 | 2 | 2 | 4 | 9 | 2 | - | 7 | |
| 1.3 | Біогеохімічна система гідросфери. Океанічні води. | 4 | 2 | - | 2 | 7 | 2 | - | 5 | |
| 1.4 | Біогеохімічна система гідросфери. Поверхневі води суходолу. | 8 | 2 | 2 | 4 | 5 | - | - | 5 | |
| 1.5 | Біогеохімія атмосфери. | 4 | 2 | - | 2 | 7 | 2 | - | 5 | |
| 1.6 | Основні властивості біосфери та її геохімічні особливості. | 8 | 2 | 2 | 4 | 5 | - | - | 5 | |
| 1.7 | Жива речовина геосфер Землі, функції, будова та хімічний склад. | 8 | 2 | 2 | 4 | 7 | 2 | - | 5 | |
| 1.8 | Модульна контрольна робота №1 | 4 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | |
| Усього за модулем №1 | | 48 | 16 | 8 | 24 | 45 | 8 | - | 37 | |
| Модуль №2 «Прикладні аспекти геохімічних досліджень та використання геохімічного інструментарію при вирішенні екологічних проблем» | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Міграція хімічних елементів у довкіллі. Механічна міграція. | 4 | 2 | - | 2 | 3 семестр | | | | |
| | | | | | | 6 | - | - | 6 | |
| 2.2 | Міграція хімічних елементів у довкіллі. Фізико-хімічна міграція. | 8 | 2 | 2 | 4 | 10 | - | 2 | 8 | |
| 2.3 | Геохімічні бар'єри. | 4 | 2 | - | 2 | 6 | - | - | 6 | |
| 2.4 | Біологічний кругообіг та біогенна міграція хімічних елементів. | 8 | 2 | 2 | 4 | 6 | - | - | 6 | |
| 2.5 | Природні глобальні біогеохімічні цикли та їх деформація в умовах антропогенезу. | 4 | 2 | - | 2 | 6 | - | - | 6 | |
| 2.6 | Біогеохімічна неоднорідність природних фізико-географічних зон Землі. Біогеохімічні регіони території України. | 8 | 2 | 2 | 4 | 6 | - | - | 6 | |
| 2.7 | Геохімічна екологія. | 8 | 2 | 2 | 4 | 6 | - | - | 6 | |
| 2.8 | Домашнє завдання | 8 | - | - | 8 | - | - | - | - | |
| 2.9 | Модульна контрольна робота №2 | 5 | 2 | - | 3 | - | - | - | - | |
| 2.10 | Контрольна (домашня) робота (ЗФН) | - | - | - | - | 8 | - | - | 8 | |
| 2.11 | Підсумкова семестрова контрольна робота (ЗФН) | - | - | - | - | 6 | - | 2 | 4 | |
| Усього за модулем №2 | | 57 | 16 | 8 | 33 | 60 | - | 4 | 56 | |
| Усього за навчальною дисципліною | | 105 | 32 | 16 | 57 | 105 | 8 | 4 | 93 | |



2.4. Домашнє завдання.

Домашнє завдання з дисципліни «Біогеохімія» виконується у другому семестрі, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та практичних вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни.

Мета домашнього завдання полягає в аналізі існуючих або можливих біологічних ефектів пов'язаних з геохімічними особливостями атмосферного повітря, ґрунтів, природних вод в межах певних природних або техногенних екосистем території України.

Виконання, оформлення та захист домашнього завдання здійснюється студентом в індивідуальному порядку. Час необхідний для виконання домашнього завдання – 8 годин.

2.5. Контрольна (домашня) робота (ЗФН).

Метою контрольної (домашньої) роботи (ЗФН) є закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь студента, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни.

Завдання для виконання розробляються автором робочої програми. Навчальні матеріали затверджуються протоколом засідання випускової кафедри, доводяться до відома студента індивідуально і виконуються відповідно до методичних рекомендацій. Наприклад, номер варіанту теоретичної частини та завдання дорівнює сумі трьох останніх цифр індивідуального навчального плану студента.

2.6. Перелік питань для підготовки до підсумкової контрольної роботи.

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до заліку, розробляються провідним викладачем кафедри відповідно до робочої програми, затверджується на засіданні кафедри та доноситься до відома студентів.

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

При вивченні навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання: робота в малих групах, семінар-дискусія, мозкова атака, кейс, презентація.

3.2. Рекомендована література

Базова література

3.2.1. Войтенко Л.В. Хімія з основами біогеохімії: навч.пос. Київ: Наукова столиця. 2019. 400с.

3.2.2. Білоніжка П.М. Геохімія біосфери. Монографія. Львівський нац-ний ун-т ім.І.Франка. Львів: Простір-М, 2018, 182 с.

3.2.3. Федорова Г.В. Біогеохімія: навч.пос. Одеський держ-ний екол-ний ун-тет, Одеса: ТЕС. 2019. 284с.

Допоміжна література

3.2.4. Біогеохімія: лабораторний практикум. уклад.: Є.О. Бовсуновський, О.В. Сидоров, С.М. Маджд – К.: НАУ, 2015. – 74 с.

3.3. Інформаційні ресурси в інтернет

3.3.1. Репозитарій НАУ / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/9142>

3.3.2. Хімічна база даних / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

3.3.3. Глобальні зміни земної поверхні / [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://dinosaurpictures.org/ancient-earth#170>

3.3.4. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>



4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

| Вид навчальної роботи | Мах кількість балів | | Вид навчальної роботи | Мах кількість балів | |
|---|----------------------|----------------------|--|---------------------|----------------------|
| | Денна форма навчання | Заочна форма навч-ня | | Денна форма навч-ня | Заочна форма навч-ня |
| | 2 семестр | 2 семестр | | 2 семестр | 3 семестр |
| Модуль №1 «Біогеохімічні особливості геосфер Землі» | | | Модуль №2 «Прикладні аспекти геохімічних досліджень та використання геохімічного інструментарію при вирішенні екологічних проблем» | | |
| <i>Види навчальної роботи</i> | <i>бали</i> | <i>бали</i> | <i>Види навчальної роботи</i> | <i>бали</i> | <i>бали</i> |
| Виконання та захист лабораторних робіт: (1.2;1.4;1.6)x7б=21 (1.7x8б)=8 | 29 (сумарно) | – | Виконання та захист лабораторних робіт: (2.2; 2.4;2.6)x7б=21 (2.7x8б)=8 | 29 (сумарно) | – |
| | | | Виконання та захист домашнього завдання | 12 | – |
| Виконання та захист лабораторних робіт. Відповіді на заняттях (з урахуванням завдань, отриманих під час настановної сесії) | – | – | | – | 40 |
| | | | Виконання контрольної роботи (домашньої) | – | 30 |
| <i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i> | 18 | – | <i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i> | 18 | – |
| | | | Підсумкова семестрова контрольна робота | – | 30 |
| Виконання модульної контрольної роботи №1 | 15 | – | Виконання модульної контрольної роботи №2 | 15 | – |
| Усього за модулем №1 | 44 | – | Усього за модулем №2 | 56 | – |
| Усього за модулями №1, №2 | | | | 100 | 100 |
| Усього за дисципліною | | | | 100 | |



Залікова рейтингова оцінка визначається (в балах та за національною шкалою) за результатами виконання всіх видів навчальної роботи протягом семестру.

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку (Додаток 3).

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. У випадку диференційованого заліку підсумкова семестрова рейтингова оцінка, перераховується в оцінку за національною шкалою та шкалою ECTS (Додаток 4).

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./E** тощо.

4.6. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.



Система менеджменту якості.
Робоча програма
навчальної дисципліни
«Біогеохімія»

Шифр
документа

СМЯ НАУ
РП 10.02.03-01-2022

стор. 11 з 13

(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

| № прим. | Куди передано (підрозділ) | Дата видачі | П.І.Б. отримувача | Підпис отримувача | Примітки |
|---------|---------------------------|-------------|-------------------|--------------------|----------|
| 1 | 0302 | 11.10.23 | Фігерідо Мекенге | <i>[Signature]</i> | |
| | | | | | |
| | | | | | |

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

| № пор. | Прізвище, ім'я, по батькові | Підпис ознайомленої особи | Дата ознайомлення | Примітки |
|--------|-----------------------------|---------------------------|-------------------|----------|
| 1 | Тай А.Є. | <i>[Signature]</i> | 11.10.23 | |
| | | | | |
| | | | | |

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

| № пор. | Прізвище, ім'я, по батькові | Дата ревізії | Підпис | Висновок щодо адекватності |
|--------|-----------------------------|--------------|--------|----------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

| № зміни | № листа (сторінки) | | | | Підпис особи, яка внесла зміну | Дата внесення зміни | Дата введення зміни |
|---------|--------------------|------------|--------|--------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|
| | Зміненого | Заміненого | Нового | Анульованого | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

| | Підпис | Ініціали, прізвище | Посада | Дата |
|-----------|--------|--------------------|--------|------|
| Розробник | | | | |
| Узгоджено | | | | |
| Узгоджено | | | | |
| Узгоджено | | | | |



Додаток 3

**Відповідність оцінок у балах оцінкам за національною шкалою
(рекомендовані значення)**

| Оцінка у балах | | | | | | | | | | | Оцінка за національною шкалою | |
|----------------|-----|---|---|-----|-----|-----|------|-------|-------|-------|-------------------------------|------------|
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 13 | 14 | | 15 |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 9-10 | 10-11 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | Відмінно |
| 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6-7 | 7-8 | 8 | 9 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | Добре |
| 2 | 2,5 | 3 | 4 | 4-5 | 5 | 6 | 6-7 | 7-8 | 8-9 | 9-10 | 9-11 | Задовільно |

| Оцінка у балах | | | | | | | | | | | Оцінка за національною шкалою | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|------------|
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | | 27 |
| 15-16 | 16-17 | 17-18 | 17-19 | 18-20 | 19-21 | 20-22 | 21-23 | 22-24 | 23-25 | 24-26 | 25-27 | Відмінно |
| 12-14 | 13-15 | 14-16 | 15-16 | 15-17 | 16-18 | 17-19 | 18-20 | 18-21 | 19-22 | 20-23 | 20-24 | Добре |
| 10-11 | 10-12 | 11-13 | 12-14 | 12-14 | 13-15 | 13-16 | 14-17 | 15-17 | 15-18 | 16-19 | 16-19 | Задовільно |

| Оцінка у балах | | | | | | | | | | | Оцінка за національною шкалою | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|------------|
| 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | | 39 |
| 26-28 | 26-29 | 27-30 | 28-31 | 29-32 | 30-33 | 31-34 | 32-35 | 33-36 | 34-37 | 34-38 | 35-39 | Відмінно |
| 21-25 | 22-25 | 23-26 | 23-27 | 24-28 | 25-29 | 26-30 | 27-31 | 27-32 | 28-33 | 29-33 | 29-34 | Добре |
| 17-20 | 18-21 | 18-22 | 19-22 | 19-23 | 20-24 | 20-25 | 21-26 | 22-26 | 22-27 | 23-28 | 24-28 | Задовільно |

| Оцінка у балах | | | | | | | | | | | Оцінка за національною шкалою | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|------------|
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | | 51 |
| 36-40 | 37-41 | 38-42 | 39-43 | 40-44 | 41-45 | 42-46 | 43-47 | 43-48 | 44-49 | 45-50 | 46-51 | Відмінно |
| 30-35 | 31-36 | 32-37 | 32-38 | 33-39 | 34-40 | 35-41 | 35-42 | 36-42 | 37-43 | 38-44 | 38-45 | Добре |
| 24-29 | 25-30 | 25-31 | 26-31 | 27-32 | 27-33 | 28-34 | 28-34 | 29-35 | 30-36 | 30-37 | 31-37 | Задовільно |

| Оцінка у балах | | | | | | | | | | | Оцінка за національною шкалою | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|------------|
| 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | | 63 |
| 47-52 | 48-53 | 49-54 | 50-55 | 51-56 | 51-57 | 52-58 | 53-59 | 54-60 | 55-61 | 56-62 | 57-63 | Відмінно |
| 39-46 | 40-47 | 41-48 | 41-49 | 42-50 | 43-50 | 44-51 | 44-52 | 45-53 | 46-54 | 47-55 | 47-56 | Добре |
| 31-38 | 32-39 | 32-40 | 33-40 | 34-41 | 34-42 | 35-43 | 36-43 | 36-44 | 37-45 | 37-46 | 38-46 | Задовільно |

| Оцінка у балах | | | | | | | | | | | Оцінка за національною шкалою | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|------------|
| 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | | 75 |
| 58-64 | 59-65 | 60-66 | 60-67 | 61-68 | 62-69 | 63-70 | 64-71 | 65-72 | 66-73 | 67-74 | 68-75 | Відмінно |
| 48-57 | 49-58 | 50-59 | 50-59 | 51-60 | 52-61 | 53-62 | 53-63 | 54-64 | 55-65 | 56-66 | 56-67 | Добре |
| 38-47 | 39-48 | 40-49 | 40-49 | 41-50 | 41-51 | 42-52 | 43-52 | 43-53 | 44-54 | 44-55 | 45-55 | Задовільно |

| Оцінка у балах | | | | | | | | | | | Оцінка за національною шкалою | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|------------|
| 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | | 87 |
| 68-76 | 69-77 | 70-78 | 71-79 | 72-80 | 73-81 | 74-82 | 75-83 | 76-84 | 77-85 | 77-86 | 78-87 | Відмінно |
| 57-67 | 58-68 | 59-69 | 59-70 | 60-71 | 61-72 | 62-73 | 62-74 | 63-75 | 64-76 | 65-76 | 65-77 | Добре |
| 46-56 | 46-57 | 47-58 | 47-58 | 48-59 | 49-60 | 49-61 | 50-61 | 50-62 | 51-63 | 52-64 | 52-64 | Задовільно |



Додаток 4

Відповідність підсумкової семестрової рейтингової оцінки в балах
оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

| Оцінка в балах | Оцінка за національною шкалою | Оцінка за шкалою ECTS | |
|----------------|-------------------------------|-----------------------|--|
| | | Оцінка | Пояснення |
| 90-100 | Відмінно | A | Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок) |
| 82-89 | Добре | B | Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками) |
| 75-81 | | C | Добре (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок) |
| 67-74 | Задовільно | D | Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків) |
| 60-66 | | E | Достатньо (виконання задовольняє мінімальним критеріям) |
| 35-59 | Незадовільно | FX | Незадовільно (з можливістю повторного складання) |
| 1-34 | | F | Незадовільно (з обов'язковим повторним курсом) |

Тематичний план дисципліни «Біогеохімія»

| № пор. | Назва теми | Обсяг навчальних занять (год.) | | | | | | | |
|---|--|--------------------------------|-----------|------------------|-----------|-----------------------|----------|------------------|-----------|
| | | Денна форма навчання | | | | Заочна форма навчання | | | |
| | | Усього | Лекції | Лаборат. заняття | СРС | Усього | Лекції | Лаборат. заняття | СРС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Модуль №1 «Біогеохімічні особливості геосфер Землі» | | | | | | | | | |
| 1.1 | Біогеохімія. Предмет та історія розвитку. | 2 семестр | | | | 2 семестр | | | |
| | | 4 | 2 | - | 2 | 5 | - | - | 5 |
| 1.2 | Хімічний склад земної кори як фактор біосфери. | 8 | 2 | 2 | 4 | 9 | 2 | - | 7 |
| 1.3 | Біогеохімічна система гідросфери. Океанічні води. | 4 | 2 | - | 2 | 7 | 2 | - | 5 |
| 1.4 | Біогеохімічна система гідросфери. Поверхневі води суходолу. | 8 | 2 | 2 | 4 | 5 | - | - | 5 |
| 1.5 | Біогеохімія атмосфери. | 4 | 2 | - | 2 | 7 | 2 | - | 5 |
| 1.6 | Основні властивості біосфери та її геохімічні особливості. | 8 | 2 | 2 | 4 | 5 | - | - | 5 |
| 1.7 | Жива речовина геосфер Землі, функції, будова та хімічний склад. | 8 | 2 | 2 | 4 | 7 | 2 | - | 5 |
| 1.8 | Модульна контрольна робота №1 | 4 | 2 | - | 2 | - | - | - | - |
| Усього за модулем №1 | | 48 | 16 | 8 | 24 | 45 | 8 | - | 37 |
| Модуль №2 «Прикладні аспекти геохімічних досліджень та використання геохімічного інструментарію при вирішенні екологічних проблем» | | | | | | | | | |
| 2.1 | Міграція хімічних елементів у довкіллі. Механічна міграція. | 4 | 2 | - | 2 | 3 семестр | | | |
| | | | | | | 6 | - | - | 6 |
| 2.2 | Міграція хімічних елементів у довкіллі. Фізико-хімічна міграція. | 8 | 2 | 2 | 4 | 8 | - | 2 | 6 |
| 2.3 | Геохімічні бар'єри. | 4 | 2 | - | 2 | 6 | - | - | 6 |
| 2.4 | Біологічний кругообіг та біогенна міграція хімічних елементів. | 8 | 2 | 2 | 4 | 6 | - | - | 6 |
| 2.5 | Природні глобальні біогеохімічні цикли та їх деформація в умовах антропогенезу. | 4 | 2 | - | 2 | 6 | - | - | 6 |
| 2.6 | Біогеохімічна неоднорідність природних фізико-географічних зон Землі. Біогеохімічні регіони території України. | 8 | 2 | 2 | 4 | 6 | - | - | 6 |
| 2.7 | Геохімічна екологія. | 8 | 2 | 2 | 4 | 8 | - | - | 8 |
| 2.8 | Домашнє завдання | 8 | - | - | 8 | - | - | - | - |
| 2.9 | Модульна контрольна робота №2 | 5 | 2 | - | 3 | - | - | - | - |
| 2.10 | Контрольна (домашня) робота (ЗФН) | - | - | - | - | 6 | - | - | 6 |
| 2.11 | Підсумкова семестрова контрольна робота (ЗФН) | - | - | - | - | 8 | - | 2 | 6 |
| Усього за модулем №2 | | 57 | 16 | 8 | 33 | 60 | - | 4 | 56 |
| Усього за навчальною дисципліною | | 105 | 32 | 32 | 57 | 105 | 8 | 4 | 93 |

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ**



КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни «Біогеохімія»

Освітньо-професійна програма: «Екологія та охорона навколишнього середовища»
Галузь знань: 10 «Природничі науки»
Спеціальність: 101 «Екологія»

Укладач (і) к.т.н., доцент
Бовсуновський Є.О.
(науковий ступінь, вчене звання, П.І.Б. викладача)

Конспект лекцій розглянутий та
схвалений на засіданні кафедри екології

Протокол № ___ від « ___ » _____ 202__р.

Завідувач кафедри _____ Дудар Т.В.

Тема 1. Біогеохімія. Предмет та історія розвитку.

Виникнення науки біогеохімії. Предмет, задачі, практичне значення біогеохімічних досліджень.

Тема 2. Хімічний склад земної кори як фактор біосфери.

Класифікації хімічних елементів за розповсюдженням у земній корі. Властивості головних та розсіяних хімічних елементів. Ізоморфізм. Поняття «геохімічний фон» та «геохімічна аномалія».

Тема 3. Біогеохімічна система гідросфери. Океанічні води.

Роль живих організмів в еволюції Світового океану. Сучасний хімічний склад океанічних вод - як результат діяльності живих організмів. Основи біофільтраційної гіпотези. Глобальна роль детритусу.

Тема 4. Біогеохімічна система гідросфери. Поверхневі води суходолу.

Біогеохімічні особливості поверхневих вод суходолу. Роль живих організмів у формуванні хімічного складу розчинених та зважених речовин річкового стоку. Трансформація річкової води в океанічну.

Тема 5. Біогеохімія атмосфери.

Хімічний склад атмосфери. Джерела аерозольних частинок. Високі концентрації розсіяних елементів в атмосфері - як результат діяльності живих організмів.

Тема 6. Основні властивості біосфери та її геохімічні особливості.

Характер прояву біосфери у глобальному масштабі. Структура, організованість, стійкість та саморегуляція біосфери.

Тема 7. Жива речовина геосфер Землі, функції, будова та хімічний склад.

Хімічний склад живої речовини та його чисельне відображення. Хімічні елементи біологічного поглинання та захвату. Біогенна акумуляція. Мікроелементи.

Модуль № 2 «Прикладні аспекти геохімічних досліджень та використання геохімічного інструментарію при вирішенні екологічних проблем»

Інтегровані вимоги модуля №2:

знати: параметри та особливості основних типів міграції хімічних елементів; основні види геохімічних бар'єрів; закономірності біогенної міграції хімічних елементів; особливості біогеохімічних циклів біогенних хімічних елементів; визначальні фактори та закономірності біогеохімічної зональності;

вміти: визначати параметри міграції хімічних елементів у довкіллі; оцінювати інтенсивність осадження, кристалізації тощо хімічних елементів на геохімічних бар'єрах; аналізувати основні біогеохімічні умови в різних районах України; пояснювати природу концентрації хімічних елементів та сполук, оцінювати екологічні наслідки і визначати шляхи компенсації.

Тема 1. Міграція хімічних елементів у довкіллі. Механічна міграція.

Типи міграції хімічних елементів. Основи механогенезу. Вплив дисперсійних та абразивних факторів на інтенсивність механічної міграції.

Тема 2. Міграція хімічних елементів у довкіллі. Фізико-хімічна міграція.

Фізико-хімічна міграція. Вплив внутрішніх факторів фізико-хімічної міграції на інтенсивність розчинення та осадження хімічних елементів. Вплив зовнішніх факторів фізико-хімічної міграції на міграційні властивості хімічних елементів. Групи хімічних елементів за рухливістю та швидкістю переходу у рухливий стан.

Тема 3. Геохімічні бар'єри.

Типи міграційних середовищ. Геохімічні бар'єри їх основні види. Схема управління напрямком та інтенсивністю міграції шляхом створення техногенних геохімічних бар'єрів.

Тема 4. Біологічний кругообіг та біогенна міграція хімічних елементів.

Процеси утворення та деструкції живої речовини у біологічному кругообігу та біогенне розсіювання у процесах біогенної міграції. Біогеохімічні харчові ланцюги. Кількісні параметри біогенної міграції.

Тема 5. Природні глобальні біогеохімічні цикли та їх деформація в умовах антропогенезу.

Біогеохімічний цикл та його складові ланцюги. Природні глобальні механізми надходження елементів у біогеохімічні цикли. Глобальні біогеохімічні цикли карбону, нітрогену. Глобальні біогеохімічні цикли сульфуру, фосфору, оксигену, гідрогену, кальцію, магнію, сіліциуму, натрію, калію. Зміни біогеохімічних ланцюгів під впливом техногенних чинників. Порушення біогеохімічних циклів важких металів.

Тема 6. Біогеохімічна неоднорідність природних фізико-географічних зон Землі. Біогеохімічні регіони території України.

Головні чинники біогеохімічної неоднорідності біосфери. Біогеохімічна зональність океану та континентів, їх визначальні фактори. Біогеохімічна зональність території України. Регіони, субрегіони та провінції. Особливості геохімічного складу ґрунтів і вод.

Тема 7. Геохімічна екологія.

Кількісні еколого-геохімічні параметри екосистем та їх компонентів. Кореляційні зв'язки у системі техногенна геохімічна аномалія - живий організм. Геохімічні аномалії, їх вплив на біогеохімічний склад фітоценозів та біологічні реакції живих організмів. Порогові концентрації. Ендемічні та не ендемічні захворювання. Біотестування. Забруднення ґрунтів і продуктів харчування штучними радіонуклідами та важкими металами техногенних екосистем.

Рекомендована література

Базова література

3.2.1. Войтенко Л.В. Хімія з основами біогеохімії: навч. пос. Київ: Наукова столиця, 2019. 400с.

3.2.2. Білоніжка П.М. Геохімія біосфери. Монографія. Львівський національний ун-т ім.І.Франка. Львів: Простір-М, 2018, 182 с.

3.2.3. Федорова Г.В. Біогеохімія: навч. пос. Одеський держ-ний екол-ний ун-тет, Одеса: ТЕС. 2019. 284с.

Допоміжна література

3.2.4. Біогеохімія: лабораторний практикум. уклад.: Є.О. Бовсуновський, О.В. Сидоров, С.М. Маджд – К.: НАУ, 2015. – 74 с.

Інформаційні ресурси в інтернет

3.3.1. Репозитарій НАУ / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/9142>

3.3.2. Хімічна база даних / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

3.3.3. Глобальні зміни земної поверхні / [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://dinosaurpictures.org/ancient-earth#170>

3.3.4. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/>

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ**



ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

з дисципліни «Біогеохімія»

Освітньо-професійна програма: «Екологія та охорона навколишнього середовища»
Галузь знань: 10 «Природничі науки»
Спеціальність: 101 «Екологія»

Укладач (і)

к.т.н., доцент Бовсуновський Є.О.
(науковий ступінь, вчене звання, П.І.Б. викладача)

Конспект лекцій розглянутий та схвалений на засіданні кафедри екології

Протокол № ___ від «___» _____ 202__р.

Завідувач кафедри _____ Дудар Т.В.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

БІОГЕОХІМІЯ

Лабораторний практикум

для студентів напрямку 6.040106

«Екологія, охорона навколишнього середовища та
збалансоване природокористування»

Київ 2016

УДК

ББК

Укладачі: Є.О.Бовсуновський, О.В.Сидоров, С.М.Маджд

Рецензенти:

О.А.Васильченко, канд. мед. наук, доцент кафедри біотехнологій Національного авіаційного університету

Затверджено методично-редакційною радою Національного авіаційного університету (протокол №5/16 від 19.05.2016 року).

Біогеохімія: лабораторний практикум. уклад.:
Є.О.Бовсуновський, О.В.Сидоров, С.М.Маджд – К.:
НАУ, 2015. – 74 с.

Подано вказівки до виконання та опис лабораторних занять з дисципліни «Біогеохімія». Наведено основні теоретичні відомості лабораторних занять, порядок і рекомендації їх виконання.

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

ББК

© Бовсуновський Є.О.,
Сидоров О.В.,
Маджд С.М., 2016

ВСТУП

Призначення лабораторного практикуму з дисципліни «Біогеохімія» – розвинути знання студентів у галузі геохімічної екології.

Метою дисципліни «Біогеохімія» є вивчення студентами основ загальної організації біогеохімічних ланцюгів та їх динаміки в умовах техногенного навантаження та природного стану екосистем, засвоєння навичок всіх етапів біогеохімічних досліджень, засвоєння біогеохімічних складових у складі головних регіональних екологічних проблем України.

Одним з основних шляхів отримання студентами знань є виконання лабораторних завдань, які допомагають майбутнім фахівцям набути навичок проведення польових та окремих етапів досліджень біооб'єктів, практичного використання геохімічних методів для вирішення екологічних проблем. Лабораторні роботи мають сприяти активному засвоєнню теоретичного матеріалу курсу та навчити визначати біогеохімічні аспекти окремої екологічної проблеми.

Виконання лабораторних завдань наведених у пропонованому практикумі, дозволяє студентам не тільки ознайомитися з механізмами концентрації та розсіювання хімічних елементів, а й навчитися аналізувати та вирішувати екологічні проблеми геохімічними методами.

Використовуючи контрольнo-вимірювальну апаратуру для реєстрації досліджуваних параметрів, студенти засвоюють методику лабораторних вимірювань.

Перед початком виконання лабораторних занять студент має ознайомитися з інструкцією до проведення дослідів та розрахунків, з принципом дії приладів та зі схемою їх підключення.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

1. Перед початком кожної лабораторної роботи треба підготувати теоретичний матеріал з відповідної теми за підручником. Приступити до виконання роботи можна тільки після дозволу викладача.

2. На кожному лабораторному занятті результати експерименту обов'язково записують у робочий зошит - лабораторний журнал.

3. Робоче місце, а також посуд і прилади завжди повинні бути бездоганно чистими. Особливо потрібно стежити за чистотою реактивів у склянках. Для уникнення помилок пробірки та інший реактивний посуд слід підписати.

4. Необхідно ощадливо використовувати газ, електроенергію та дистильовану воду. При роботі з природним газом слід бути обережним і уникати його витоку.

5. Для збереження одягу перебувати в лабораторії необхідно тільки в халаті.

6. Концентровані кислоти, луги та реактиви із сильним запахом повинні зберігатися у витяжній шафі.

7. Концентровані кислоти та луги при потраплянні на шкіру викликають опіки. Ці реактиви також псуєть одяг, тому робота з ними потребує обережності. Якщо кислота або луг попали на шкіру, треба спочатку ретельно промити уражене місце проточною водою (під краном), а якщо необхідно, залишки кислоти нейтралізувати розчином соди, а залишки лугу - розчином оцтової кислоти.

8. Заборонено зливати у раковину розчини концентрованих кислот і лугів, солей важких металів, викидати туди осади, фільтри, біте скло, папір та ін. Для цього повинні бути спеціальні керамічні банки.

9. У лабораторії категорично забороняється вживати їжу.

10. Займисті суміші та леткі речовини (органічні розчинники) не повинні бути розташовані поблизу відкритого вогню або нагрівальних приладів.

Лабораторне заняття 1

ВІДБІР ПРОБ ТА ПРОБОПІДГОТОВКА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗУ

Мета й основні завдання заняття

1. Ознайомитися з методикою відбору проб повітря і води.
2. Вивчити методику і порядок дій при відборі та підготовці ґрунту для аналізу.

Основні теоретичні положення

1. Відбір проб атмосферного повітря. Існує 3 способи відбору повітря: обмінний, вакуумний і аспіраторний. При обмінному способі проби повітря беруть з газоприймача (газові піпетки, посудини, гумова камера), пропускаючи досліджуване повітря крізь посудину в 10-разовому об'ємі або виливаючи з нього індиферентний розчин. Вакуумний спосіб відбору здійснюється в вакуумовані посудини; на місці відбору проб посудину відкривають і досліджуване повітря його заповнює. Принцип аспіраційного відбору полягає в тім, що повітря з певною швидкістю пропускається крізь поглинальні прилади - скляні посудини різних конструкцій. Поглинальні прилади використовуються для пропускання повітря крізь рідкі сорбенти - речовини, здатні поглинати визначуваний інгредієнт повітря (розчини кислот, основ, солей, органічних речовин та ін.). Наприклад, SO_2 з повітря поглинається лугом; водень ціанід - водою; фтор - розчином калій йодиду; CO_2 - розчином суміші $\text{K(1-нафтіл)-етиленаміну}$ і сульфанілової кислоти і т.д.

Крім рідких існують тверді поглиначі, дія яких оснований на фізичній адсорбції (активоване вугілля, торф, кокс, синтетичні мікропористі органічні матеріали (порapak і полісорб) і гідрофільні неорганічні речовини (силікагель, молекулярні сита)). Для прокачування повітря крізь розчини поглинальних приладів можуть використовуватися водострумні насоси, компресорні установки, ежекторні аспіратори, наприклад, марки АСРА; електроаспіратори - М-822, ЄА-1, ЄА-2, ЄА-2С.

2. Відбір проб ґрунту. Відбір проб ґрунтів при аналізі мікроелементів проводять з обліком локальної неоднорідності

грунтового покрыву. Існують різні методи відбору ґрунтів і мулів:

- відбір проб однорідного ґрунту здійснюється методом «конверта» у 5 точках, розташованих по двох діагоналях ділянки й у місцях їхнього перетину площі 0,5 га. Великі площі поділяють на декілька ділянок, і з кожної відбираються проби. Глибина відбору залежить від мети дослідження;

- метод задиркових проб - відбирання рівного шару ґрунту по всій його оголеній товщині шурфу;

- профільно-гніздовий метод - відбирання проб за допомогою заздалегідь зробленого, шурфу по вертикальній лінії і з дна.

2. Відбір проб води. У залежності від мети аналізу для відбору проб використовують:

- металевий батометр - для встановлення солоності, рН, лужності, визначення гідрогенсульфуру, пестицидів і біогенних речовин. Батометр - це пробовідбірник для узяття води з різних глибин, являє собою порожній циліндр, постачений отвором із пристроєм, що замикається і відмикається тільки на заданій глибині, що визначається шкалою тросика, з'єданого з батометром;

- пластмасові батометри - для визначення вмісту важких металів, детергентів, фенолів, нафтопродуктів.

Об'єм води для аналізу також пов'язаний з його цільовим призначенням: для визначення органолептичних властивостей води, її складу, солоності, лужності - 2 - 5 л; визначення нафтопродуктів, детергентів, важких металів, фенолів - 7 - 10 л; радіохімічний аналіз і встановлення пестцидів - 50 л; для визначення мікроелементів потрібно: на I, Co, Cu, Ni - по 1,5 л; на Pb, Hg, Cd, Zn - по 0,7 л; на B - 0,3 л; на Mn, Fe, Si - по 0,2 л.

Узята проба забезпечується документацією з даними: номер, дата відбору (рік, місяць, число, час), джерело і місце його знаходження, тривалості, метеорологічних умов, температури, прізвища, хто робив відбір.

Аналіз води виконується в межах 2 - 12 годин. Неможливість аналізу за цей час припускає консервацію проб - збереження у холодильнику, додавання консервантів, заморожування.

3. Відбір проб рослин. Вибирають кілька майданчиків (1 м²) із трав'янистою рослинністю, стрижуть траву, зв'язують у снопики і зважують у свіжому стані: маса проби для хімічного аналізу має бути не менш як 1 кг. Проби висушують до повітряно-сухого стану, перепаковують у пакети і підписують.

Для усіх видів рослин перед висушуванням або хімічним аналізом, якщо досліджується сирий зразок, проводять біологічний опис зовнішнього вигляду проб: розмір рослин, фаза розвитку, кількість пагінців на рослині, величина сирі та сухої маси; поява виродливих форм, ознака ендемічних захворювань.

4. Пробопідготовка для проведення аналізу. Пробопідготовка до аналізу включає прийоми, що дозволяють перевести речовину в зручну для аналітичного аналізу форму:

- «Сухе» озолення – спалювання речовини в сухому виді в муфельній печі, не допускаючи загорання і залишку «вугіллячок» – чорних включень неспаленого карбону після закінчення процедури. Озолення проводять у фарфорових, металевих або кварцових тиглях. Режим озолення деяких рослин і їх частин за даними Є.М. Лук'янова наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Режим озолення деяких рослин і їх частин

| Досліджувана рослина | Нагрівання | Температура, °С | Час витримки після прийому температури, год |
|-------------------------|------------|-----------------|---|
| Пирій | Повільне | 450-600 | 2-4 |
| Полинок | Швидке | 40-500 | 1,5-2 |
| Пшениця зерно/солома | Повільне | 450-500 | 20-25 / 2-4 |
| Ячмінь зерно/солома | Повільне | 450-500 | 12-45 / 2-4 |
| Рис зерно | Повільне | 450-500 | 4-6 |
| Кукурудза силос/початок | Повільне | 450-500 | 1,5-3 / 10-15 |
| Тростина | Повільне | 450-650 | 1-2 |
| Цукровий буряк | Швидке | 450-550 | 2-3 |
| Сосна, хвоя | Швидке | 450-600 | 0,5-1 |
| Листя | Швидке | 450-550 | 0,5-2 |
| Капуста | Швидке | 450-500 | 2-4 |
| Листя тополі, верби | Швидке | 450-550 | 0,5-2 |

- «Мокре» озолення – обробка зразка кислотами (HCl, H₂SO₄, HNO₃) з різними каталізаторами.

Обладнання, прилади і матеріали

Проби ґрунту, фарфорова ступка з товкачиком, сито (1 мм), лабораторні ваги.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. Зразки упаковують у поліетиленові або бавовняні мішечки, пакети зроблені з пергаменту, алюмінієвої фольги та ін. Пакет нумерують.

2. Проби постачають паспортом із указівкою номера; дати; місця і глибини відбору; речовини (або речовин), що слід визначити; прізвища і посади осіб, що відібрали пробу.

3. Підготовка ґрунту до аналізу здійснюється в кілька етапів:

- проби з кожної ділянки змішують, роздрібнюють грудки, відокремлюють сторонні домішки і залишають підсохнути до повітряно-сухого стану;

- після висихання розрівнюють шар 1-2 см завтовшки, надаючи форму квадрата або кола, і проводять квартування: поділяють перпендикулярними діагоналями, що проходять крізь центр, на 4 частини - трикутники, квадрати або сектори - дві протилежні частини відкидають, що залишилися - поєднують. Повторюють процедуру до одержання середньої проби ~ 0,5 кг і зважують;

- об'єднані квартали зважують і розтирають у фарфоровій ступці товкачиком;

- розтертий ґрунт просіюють крізь сито з діаметром отворів 1 мм. Частину, що пройшла крізь сито, «дрібнозем», використовують для аналізу, зберігають у склянках із притертими кришками.

4. Ґрунт, що залишився на ситі, «ґрунтовий скелет», зважують і визначають процентний вміст відносно вихідної маси ґрунту за формулою:

$$\gamma = \frac{m}{M} \cdot 100\%$$

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Позначення вихідних величин:

γ – вміст «ґрунтового скелету», %;

m – маса «грунтового скелету», кг;

M – маса середньої проби ґрунту, кг.

2. Результати вимірів і розрахунків занести до паспорту проби.

3. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Які існують способи відбору проб атмосферного повітря?

2. Для аналізу була узята з тест-ділянки об'єднана проба ґрунту 0,9 кг. Після триразового квартування, пробопідготовки розтиранням і просіюванням залишилося 50 г «грунтового скелету». Скільки ґрунту (у відсотках) підготовлено для аналізу?

3. Чи існують спеціальні посудини для відбору проб води?

4. Який етап роботи є обов'язковим при відборі зразків рослин і доведення їх до повітряно-сухого стану?

Лабораторне заняття 2

ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ГРУНТУ ГРАВІМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

Мета й основні завдання заняття

1. Ознайомитися з методикою кількісного гравіметричного методу аналізу.

2. Вивчити методику і порядок дій при відборі та підготовці ґрунту для аналізу.

Основні теоретичні положення

Вода є необхідною складовою ґрунту. Після відбору проби і опису структури ґрунту, необхідно оцінити його вологість у балах:

- сухий, не холодить рук, пісок просипається - 1;
- свіжий, злегка холодить руки, світлішає при висиханні - 2;
- вологий, помітно холодить руки, значно світлішає при висиханні, пісок зчеплений водою, легко формується - 3;
- сирий, сильно світлішає, висихаючи; на дотик холодний і сирий; глина і суглинок добре окатуються - 4;

- мокрий, блищить, лисніє від плівки води, що вкриває ґрунт; при стисканні вичавлюється вода - 5.

Вологість є необхідною для забезпечення родючості ґрунтів: вода - необхідний компонент реакції фотосинтезу, її рослина одержує з ґрунту; у воді розчинені необхідні для життєдіяльності рослин поживні речовини - солі; вода забезпечує тургор листям; міграція хімічних елементів у ґрунті відбувається у водних розчинах і пов'язана з фізичними явищами їх випару і фільтрації.

Обладнання, прилади і матеріали

Бюкс, щипці, сушильна шафа, аналітичні терези, ексикатор, зразок ґрунту.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. У бюксі, з попередньо визначеною масою разом з притертою кришкою, зважують на аналітичних терезах із точністю до 0,0002 г приблизно 20 г проби повітряно-сухого ґрунту.

2. У сушильній шафі висушують відкритий бюкс з пробом при 100 - 105 °С впродовж 6 год. Бюкс виймають, закривають кришкою і вміщують в ексикатор для охолодження на 20 - 30 хв.

3. Зважують закритий бюкс. Після зважування вміщують у сушильну шафу на 2 год. Висушують до постійної маси.

Сушу речовину (X) розраховують за формулою:

$$X = \frac{m_{\text{гр}}}{m_0} \cdot 100\%$$

де $m_{\text{гр}} = m''_{\text{гр}} - m_{\text{б}}$

$m_0 = m'_{\text{гр}} - m_{\text{б}}$

Масову частку гігроскопічної води визначають за формулою:

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 100 - X, \%$$

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Позначення вихідних величин:

$m_{\text{б}}$ – маса бюкса, г;

$m'_{\text{гр}}$ – маса бюкса з ґрунтом до висушування, г;

m_0 – маса проби ґрунту, г;

$m''_{\text{гр}}$ – маса бюкса з ґрунтом після висушування, г;

$m_{зр}$ – маса абсолютно сухої речовини, г;

X – суха речовина, %;

$\omega(\text{H}_2\text{O})$ – вологість, %.

2. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Результати вимірів та розрахунків

| № проби | m_0 | $m'_{зр}$ | m_0 | $m''_{зр}$ | $m_{зр}$ | X | $\omega(\text{H}_2\text{O})$ |
|---------|-------|-----------|-------|------------|----------|-----|------------------------------|
| | | | | | | | |

3. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Назвіть природні і антропогенні чинники, які змінюють структурно-механічні властивості ґрунту.
2. На які процеси впливає вологість ґрунту?
3. Як пов'язані вологість ґрунту і міграція хімічних елементів у компонентах біосфери?
4. Оцініть вологість ґрунту за балами: пісок не відчувається, зразок холодить руки, значно світлішає при висиханні, ґрунт пластичний і формується.
5. Чи можуть рослини пристосовуватися до нестачі і надлишку води в ґрунті?

Лабораторне заняття 3

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН ҐРУНТУ МЕТОДОМ ГРАВІМЕТРІЇ

Мета й основні завдання заняття

1. Закріпити навички кількісного аналітичного методу аналізу - гравіметрії.
2. Визначити вміст органічних речовин ґрунту гравіметричним методом.

Основні теоретичні положення

Органічна речовина утворюється і накопичується в ґрунті за рахунок розкладання рослинних і тваринних залишків і

продуктів життєдіяльності організмів. У ґрунті у вигляді гумусу - перегною, утримується до 15% органічної речовини.

Гумус - це темнозбарвлені високомолекулярні ароматичні речовини органічного походження, до складу яких входять гумінові кислоти, фульвокислоти, ульмін і гумін. Процес утворення гумусу за участю мікроорганізмів, вологи і кисню атмосфери носить назву гуміфікації. Гумус визначає родючість ґрунтів, тому що містить елементи живлення рослин, що після розкладання гумусу переходять у доступну для засвоєння форму. Вміст гумусу в різних ґрунтах: від 5% до 10% у чорноземах; у болотних ґрунтах досягає 20% і зменшується від поверхні вглиб.

Гумінові кислоти - органічні кислоти, чорного кольору, нерозчинні у воді і лугах, є стимуляторами росту рослин, входять до складу органічних добрив, однак їх склад точно не встановлений.

Фульвокислоти - речовини полімерної природи, розчинні у воді і розчинах кислот, у сухому вигляді мають буро-жовтий колір, схильні до комплексоутворення, особливо з Fe (II).

Гумін (гумусові кислоти) - нерозчинний (у жодному розчиннику) залишок гумусу.

Хімічний склад гумусу визначається макроелементами С, Н, О, N, що входять до складу фенольних компонентів, гідроксильних, карбоксильних, карбонільних і ацетогруп. У значних кількостях в гумусі і ґрунтових розчинах містяться елементи S, P, K, Ca у мінеральній формі. Гумус багатий на мікроелементи за рахунок накопичення важких металів.

Метод визначення органічної речовини ґрунту полягає в сухому прожарюванні зразка в муфельній печі, визначенні в ньому золи й органічної частини (яка розраховується у відсотках до сухого зразка). При прожарюванні ґрунту С, Н, О, N, S виділяються у вигляді газів карбон, нітроген, сульфур діоксидів і водяної пари. Нелеткий осад (зола), що залишається, складається з т.зв. зольних елементів. Різниця між масою всього сухого зразка і зольним залишком складає масу органічної речовини ґрунту.

Обладнання, прилади і матеріали

Фарфорові тиглі, щипці, муфельна піч, аналітичні терези,

ексикатор, абсолютно сухий зразок ґрунту (після виконання лабораторного заняття 2); CaCl₂ для ексикатора.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. Зразок ґрунту, відібраний методом квартування і висушений до абсолютно сухого залишку, масою ($m_{гр}$) 3 - 5 г поміщають у тарований фарфоровий тигель і ставлять у холодну муфельну піч, поступово доводячи температуру до 450 °С. Більш висока температура може викликати втрати Фосфору, Калію і Натрію.

2. Через 3 години тигель виймають з печі і поміщають у ексикатор. Після охолодження зважують.

3. Повторне прожарювання проводять 15 хв і доводять до постійної маси тигля з пробою ґрунту.

Вміст органічних речовин обчислюють за формулою:

$$X = \frac{(m_{гр}^T - m_3^T) \cdot 100\%}{m_{гр}}$$

Масову частку золи (ω_3) визначають за різницею:

$$\omega_3 = 100 - X, \%$$

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Позначення вихідних величин:

$m_{гр}^T$ – маса тигля з абсолютно сухим ґрунтом до прожарювання, г;

m_3^T – маса тигля з золою після прожарювання, г;

$m_{гр}$ – маса абсолютно сухого ґрунту, г;

X – органічна речовина, %;

ω_3 – зола, %.

2. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Результати вимірів та розрахунків

| № проби | $m_{гр}^T$ | m_3^T | $m_{гр}$ | X | ω_3 |
|---------|------------|---------|----------|-----|------------|
| | | | | | |

3. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Який склад ґрунтів?

2. Який ґрунт стійкий до розмивання дощами: бідний чи багатий на гумус?

3. Який склад гумусу?
4. Чи є подібність між біокосними системами ґрунтом і мулом?
5. Який елементний склад органічної речовини ґрунтів?

Лабораторне заняття 4

ВИЗНАЧЕННЯ рН ВОДИ ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

Мета й основні завдання заняття

1. Ознайомитися з будовою та принципом роботи рН-метра.
2. Визначити рН води за допомогою рН-метра.

Основні теоретичні положення

Експериментальні методи визначення рН відносяться до потенціометричних вимірів, які здійснюються за допомогою гальванічного елемента, складеного з індикаторного електрода, потенціал якого є функцією концентрації іонів гідрогену в розчині, та електрода порівняння, який має сталий і добре відтворюваний потенціал.

На цей час найбільш поширеним електродом порівняння є хлоросрібний електрод, а індикаторним - скляний іонселективний електрод (ІСЕ).

Хлоросрібний електрод можна представити у вигляді схеми: срібний дріт, покритий шаром хлориду срібла і занурений в розчин хлориду калію; електролітичний контакт здійснюється через азбестову нитку, впаяну в скло. Скляний іонселективний електрод виготовляють із спеціального сорту скла у вигляді скляної кульки з порожниною, заповненою розчином НСІ концентрацією 0,1 моль/л. У цей розчин занурено допоміжний хлоросрібний електрод, що виконує роль зовнішнього виводу скляного електрода для його підключення до однієї з клем приладу, що вимірює значення електричного потенціалу (рис. 1а,б).

Схематично будова зображеного на рис. 1. скляного електрода має вигляд:

$\text{Ag, AgCl} | \text{HCl} (\text{C} = 0,1 \text{ моль/л}) | \text{скло} || \text{H}^+$ (досліджуваний розчин)

Принцип дії такого електрода заснований на тому, що катіони (K^+) Na^+ , K^+ , Li^+ , які містяться в структурі скла, здатні до обміну з

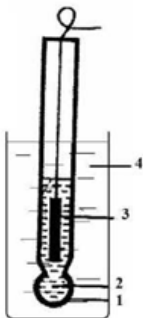
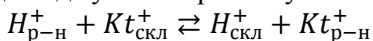


Рис.1а. Схема іонселективного електроду: 1 - скляна мембрана (кулька); 2 - 0,1 М розчин НСІ; 3 - внутрішній допоміжний хлоросрібний електрод; 4 - розчин, що досліджується на вміст іонів Н⁺.

катіонами зовнішнього розчину, тоді як аніони скла міцно пов'язані з його структурою і до обміну з іонами розчину не здатні.

Для скляного електроду з водневою функцією селективність до іонів гідрогену забезпечується рівновагою обміну катіонів лужних металів скла на катіони гідрогену досліджуваного розчину:



Для надання скляному електроду здатності до такого обміну кульку скляного електроду занурюють спочатку в дистильовану воду, де витримують кілька годин (стадія гідратації скла), а потім -

на 2-3 доби в 0,1М розчин НСІ. Після цього скляний електрод здобуває потрібну водневу функцію, а саме, потенціал такого електроду лінійно залежить від показника активності іонів гідрогену зовнішнього розчину.

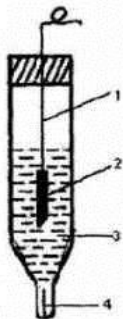


Рис.1б. Схема допоміжного хлоросрібного електроду: 1 - срібний дріт; 2 - хлорид срібла; 3 - розчин хлориду калію; 4 - електролітичний контакт, здійснюється через азбестову нитку, впаяну в скло.

Межа значень рН, де витримується лінійна залежність, обумовлена сортом скла. В сильно кислих і сильно лужних розчинах спостерігається відхід від лінійної залежності (електрод не має водневої функції). Для перевірки скляного електроду та його калібрування складають гальванічний елемент зі скляного й хлоросрібного електродів і експериментально виміряють його електрорушійну силу в буферних розчинах з відомим значенням рН.

Особливість буферних розчинів полягає в тому, що вони здатні залишати сталим рН при їх розведенні або додаванні до них невеликої кількості кислоти або лугу.

Обладнання, прилади і матеріали

Проби води, іонометр лабораторний I-160M.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

Перед початком вимірювань електроди повинні бути занурені в дистильовану воду.

1. Перед експлуатацією прилад необхідно ввімкнути й прогріти протягом 30 хвилин.

2. Вимірювальний і допоміжний електроди встановлюють на штатив, занурюють у перший буферний розчин і підключають відповідно до гнізд "ИЗМ." і "ВСП." приладу.

3. Установку температури здійснюють вручну. Для цього в розчин занурюють термометр і натисканням кнопки ▲, а потім кнопки ► переміщують курсор у поле значення температури. Вводять необхідне значення температури, використовуючи кнопки ▲, ▼, ◀, ▶ і натискають кнопку ВВОД.

4. Натисканням кнопки РЕЖИМ вибирають режим "УСТАНОВКА", в якому необхідно указати:

1) одиниці вимірювання (рН), після вибору натискають кнопку ВВОД;

2) вид вимірюваних іонів (H^+), після вибору натискають кнопку ВВОД.

5. Натисканням кнопки РЕЖИМ вибирають режим "НАСТРОЙКА".

6. Для налаштування використовують буферні розчини з такими значеннями рН, які максимально наближаються до вимірюваної величини. Перший буферний розчин повинен мати більше значення рН (але меншу концентрацію). Необхідно дочекатися встановлення стабільних значень ЕРС (не менше 5 хвилин). Якщо необхідно відредагувати значення рН, котре з'являється на дисплеї (воно повинно співпадати зі значенням рН даного буферного розчину) - використовують кнопки ▲, ▼, ◀, ▶. Після цього натискають кнопку ВВОД. Прилад запропонує провести настройку за другим буферним розчином.

Якщо в процесі налаштування за двома розчинами в правому нижньому куті дисплея з'явиться повідомлення $Kz < 0,8$ ($Kz > 1,2$), необхідно повторити налаштування!

7. Натисканням кнопки РЕЖИМ виберіть "ЗАКІНЧИТИ" налаштування і прилад автоматично перейде у режим "ВИМІРЮВАННЯ". Далі необхідно виконати контроль правильності проведення налаштування за третім буферним розчином (виміряне значення рН розчину повинно співпадати зі значенням рН буферного розчину). Після чого виконують вимірювання рН в досліджуваному розчині. Після вимикання, а потім ввімкнення прилад автоматично входить у режим "ВИМІРЮВАННЯ".

8. Вимірюють значення рН в розчині, який досліджують. Електроди залишають у склянці з дистильованою водою.

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Результати вимірів і розрахунків

| № проби | рН |
|---------|----|
| | |

2. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. До якого типу електродів відноситься скляний електрод? Які в нього недоліки і переваги?

2. Яким чином готують електрод до роботи?

3. У чому сутність калібрування скляного електрода. Чим зумовлена необхідність цієї процедури?

4. Як побудовано хлоросрібний електрод? До електродів якого типу він відноситься? Чому саме цей електрод застосовують як електрод порівняння?

Лабораторне заняття 5

ВИЗНАЧЕННЯ КИСЛОТНОСТІ Й ЛУЖНОСТІ ВОДИ

Мета й основні завдання заняття

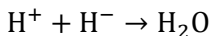
3. Визначити кислотність природних вод.

4. Визначити лужність природних вод.

Основні теоретичні положення

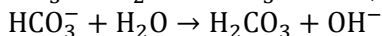
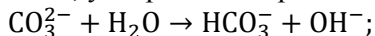
Кислотність природних вод залежить у основному від концентрації розчиненого діоксиду карбону та вмісту гумінових та інших слабких органічних кислот. У забруднених водах може міститися велика кількість вільних кислот або їхніх солей за рахунок скидання промислових стічних вод.

Загальна кислотність характеризується концентрацією іонів гідрогену H^+ , визначення якої ґрунтується на титруванні проби води розчином $NaOH$ до певних значень pH , які фіксують за допомогою кольорових індикаторів (метод нейтралізації), або pH - метрично зі скляним електродом. У основі визначення лежить реакція нейтралізації:



Загальна кислотність визначається кількістю гідроксиду натрію, яка необхідна для повної нейтралізації 1 дм досліджуваної води (ммоль/л).

Під лужністю природних або очищених вод розуміють спроможність деяких їхніх компонентів зв'язувати еквівалентну кількість сильних кислот. Лужність обумовлена наявністю у воді гідроксид-іонів і аніонів слабких кислот (карбонатів, гідрокарбонатів, силікатів, боратів, сульфітів, гідросульфітів, сульфідів, гідросульфідів, аніонів гумінових кислот, фосфатів). Зазвичай загальна лужність визначається тільки аніонами OH^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} (через незначну концентрацію останніх іонів). Аніони, гідролізуючись, утворюють гідроксильні іони OH^- :

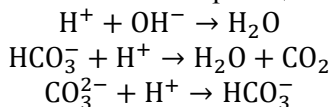


Головним джерелом гідрокарбонатних і карбонатних іонів у поверхневих водах є процеси хімічного вивітрювання і розчинення карбонатних порід вапняків, мергелів, доломітів. Значна кількість гідрокарбонатів надходить з атмосферними опадами й ґрунтовими водами. Карбонатні й гідрокарбонатні іони потрапляють у водойми зі стічними водами підприємств хімічної, силікатної, содової та інших галузей промисловості.

У річкових водах вміст гідрокарбонатних і карбонатних іонів коливається від 30 до 400 мг/дм³. У підземних водах їх вміст помітно зростає - 150...900 мг/дм³.

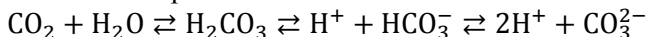
Загальна лужність визначається кількістю сильної кислоти, необхідної для повної нейтралізації 1 дм води (ммоль/л) до рН=4,4.

В основі визначення лежать такі реакції:

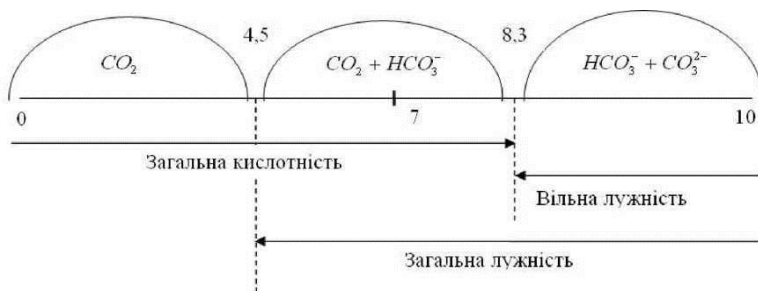


Лужність більшості природних вод визначається тільки гідрокарбонатами кальцію і магнію, рН цих вод не перевищує 8,3.

Ці уявлення засновані на тому, що в природних водах, у яких існує вуглекислотна рівновага



рН залежить від співвідношення форм вугільної кислоти. При рН <4,4 у воді аналітично визначається тільки вільна вугільна кислота. При рН 4,4-8,6 у воді в рівноважному стані знаходяться вільна вугільна кислота й гідрокарбонати. При рН 8,6-12 у воді присутні гідрокарбонати й карбонати. При рН >12 карбонат-іони стають переважаючою формою.



Кислотність і лужність води визначають методом нейтралізації з використанням кольорових індикаторів. При визначенні кислотності пробу води титрують розчином NaOH з індикатором фенолфталеїном (титрування завершують у лужному середовищі при значенні рН=8,6; інтервал зміни забарвлення фенолфталеїна рН=8,2-10). При визначенні лужності пробу води титрують розчином HCl з індикатором метилоранжем (титрування завершують у кислому середовищі при рН=4,4; інтервал зміни забарвлення метилоранжу рН = 3,1-4,4).

Лужність не входить до числа жорстко обмежених за своїм значенням показників якості води, однак ДержСанПіН України рекомендує так звані показники фізіологічної повноцінності складу води, до яких входить і загальна лужність 0,5- 6,5 мг-екв/дм³.

Лужність води - важливий показник при проведенні багатьох процесів очистки води, особливо при обробці її коагулянтами, пом'якшенні.

Обладнання, прилади і матеріали

Проби води, розчин HCl, $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ моль/дм}^3$, розчин NaOH, $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ моль/л}$, розчин фенолфталеїну з масовою часткою 0,1% у водно-етаноловій суміші (8:2 за об'ємом), розчин метилоранжу з масовою часткою 0,1%, конічні колби об'ємом 250 мл, піпетки об'ємом 100 мл, бюретки об'ємом 25 мл.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. Визначення загальної кислотності води.

1.1. У конічну колбу об'ємом 250 мл наливають 100 см³ досліджуваної води, додають 2-3 краплі розчину фенолфталеїну.

1.2. Пробу відтитровують 0,1 М гідроксидом натрію до появи блідо-рожевого кольору. Титрування повторюють тричі.

1.3. Загальну кислотність ($K_{\text{заг}}$) розраховують за формулою:

$$K_{\text{заг}} = \frac{C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot 1000 \text{ ммоль/л}$$

2. Визначення лужності води.

2.1. Якщо вода має рН >8,3, то титруванням за фенолфталеїном до рН ~ 8,3 визначають вільну лужність ($L_{\text{в}}$), зумовлену наявністю у воді іонів CO_3^{2-} та аніонів інших міцних основ.

2.2. Для визначення загальної лужності ($L_{\text{заг}}$) титрування кислотою проводять до рН ~ 4,5 у присутності метилоранжу. Вільна лужність є частиною загальної лужності. Різниця $L_{\text{заг}} - L_{\text{в}}$ дорівнює вмісту гідрокарбонат-іонів.

2.3. У конічну колбу наливають 100 см³ досліджуваної води, додають 2-3 краплі розчину фенолфталеїну. Пробу відтитровують 0,1 М розчином соляної кислоти до зникнення рожевого забарвлення. Об'єм соляної кислоти, який пішов на

титрування, записують у таблицю.

2.4. Далі в цю ж колбу додають 2-3 краплі метилоранжу і продовжують титрування розчином соляної кислоти до переходу жовтого кольору в золотисто-рожевий. Записують об'єм розчину соляної кислоти, що пішов на титрування з двома індикаторами. Титрування повторюють тричі.

2.5. Вільну лужність розраховують за формулою:

$$L_{\text{в}} = \frac{C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}(\phi-\phi)}}{V_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot 1000 \text{ ммоль/л}$$

2.6. Загальну лужність розраховують за формулою:

$$L_{\text{заг}} = \frac{C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}}{V_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot 1000 \text{ ммоль/л}$$

2.7. Різниця $L_{\text{заг}} - L_{\text{в}}$ дорівнює вмісту гідрокарбонат - іонів.

Визначивши експериментально концентрацію HCO_3^- - іонів і рН води можна наближено визначити концентрацію молекул H_2CO_3 та іонів CO_3^{2-} у моль/л за формулами

$$[\text{H}_2\text{CO}_3] = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HCO}_3^-]}{K_1} \text{ та } [\text{CO}_3^{2-}] = \frac{K_{\text{II}} [\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}^+]}$$

де $K_1 = 4,3 \cdot 10^{-7}$; $K_{\text{II}} = 5,6 \cdot 10^{-11}$ - константи дисоціації карбонатної кислоти за першим і другим ступенем.

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Позначення вихідних величин:

C_{NaOH} - концентрація розчину лугу, моль/л;

V_{NaOH} — об'єм розчину лугу, витрачений на титрування проби досліджуваної води, мл;

$V_{\text{H}_2\text{O}}$ - об'єм проби води, мл;

C_{HCl} - концентрація HCl , ммоль/л

$V_{\text{HCl}(\phi-\phi)}$ - об'єм HCl за фенолфталеїном, мл;

V_{HCl} - об'єм HCl за двома індикаторами, мл.

2. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Результати вимірів і розрахунків

| № проби | $V_{\text{H}_2\text{O}}$ | C_{HCl} | $V_{\text{HCl}(\phi-\phi)}$ | V_{HCl} |
|---------|--------------------------|------------------|-----------------------------|------------------|
| | | | | |

3. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Вмістом яких сполук зумовлена лужність (кислотність) води?
2. Що характеризує загальна лужність (кислотність) води?
3. Що характеризує вільна лужність (кислотність) води?
4. Який метод аналізу використовують при визначенні лужності (кислотності) води?
5. При яких процесах обробки води має значення величина її лужності?

Лабораторне заняття 6

ТВЕРДІСТЬ ВОДИ. ПОМ'ЯКШЕННЯ ВОДИ РЕАГЕНТНИМ СПОСОБОМ

Мета й основні завдання заняття

1. Визначення твердості води,
2. Дослідження пом'якшення води реагентним способом.

Основні теоретичні положення

Поняття твердості води переважно визначають вмістом катіонів кальцію (Ca^{2+}) і магнію (Mg^{2+}), хоча всі двовалентні катіони тією чи іншою мірою впливають на твердість води. Оскільки їх «внесок» у твердість мізерний, Стандарт подає таке поняття: твердістю води називається сукупність властивостей, зумовлених концентрацією в ній лужно-земельних елементів, переважно іонів кальцію (Ca^{2+}) і магнію (Mg^{2+}).

У природних умовах солі кальцію і магнію знаходять у воду внаслідок взаємодії розчиненого в ній оксиду карбону (IV) з карбонатними мінералами (доломітами, вапняками) і вивітрювання та розчинення гірських порід. Джерелом іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} є також стічні води; поверхневий стік з сільськогосподарських угідь, які обробляли мінеральними добривами, що містять кальцій; мікробіологічні процеси, які відбуваються в ґрунтах, донних відкладеннях.

Твердість води - один з найважливіших її показників. Використання твердої води може сприяти протіканню небажаних процесів, які пов'язані з утворенням на поверхні споруд і технологічної апаратури парових котлів, систем водяного охолодження, трубопроводів щільних осадів, які зменшують теплообмін, забивають трубопроводи. Наявність осадів, перегрів систем, тріщини - все це може призвести до корозії металів інженерних споруд. Тому одним з найважливіших етапів водопідготовки є пом'якшення води, тобто видалення із неї тих продуктів, які обумовлюють твердість.

Розрізняють карбонатну, некарбонатну, кальцієву, магнієву та загальну твердість.

Карбонатна твердість (T_K) зумовлена наявністю у воді гідрокарбонатів кальцію $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ і магнію $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Її ще називають тимчасовою, тому що карбонатної твердості води можна позбутися кип'ятінням.

Некарбонатна твердість (T_{HK}) зумовлена наявністю кальцієвих і магнієвих солей сильних кислот (CaCl_2 , MgCl_2 , CaSO_4 , MgSO_4). Її ще називають постійною твердістю.

Кальцієва твердість (T_{Ca}) зумовлена наявністю солей кальцію.

Магнієва твердість (T_{Mg}) зумовлена наявністю солей магнію.

Загальна твердість (T_{zag}) - це сума кальцієвої і магнієвої твердості: $T_{zag} = T_{Ca} + T_{Mg}$ або $T_{zag} = T_K + T_{HK}$

Кількісно твердість води визначають сумою молярних концентрацій еквівалентів іонів кальцію і магнію. Одиниця виміру твердості води - мілімоль на літр (ммоль/л):

$$T = \left[\frac{n(\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+})}{V(\text{H}_2\text{O})} + \frac{n(\frac{1}{2}\text{Mg}^{2+})}{V(\text{H}_2\text{O})} \right] \cdot 10^3 (\text{ммоль/л})$$

$$T = \frac{n(\frac{1}{2}X)}{V(\text{H}_2\text{O})} \cdot 10^3 = \frac{m(X)}{M(\frac{1}{2}X) \cdot V(\text{H}_2\text{O})} 10^3 (\text{ммоль/л})$$

де $n(\frac{1}{2}X)$ - кількість речовини еквівалента іонів кальцію або магнію (або їх солей), моль;

$m(X)$ - маса іонів кальцію або магнію (або їх солей), г;

$M(\frac{1}{2}X)$ - молярна маса еквіваленту іонів кальцію або магнію (або їх солей), г/моль;

$V(\text{H}_2\text{O})$ - об'єм води, л.

Для пом'якшення води використовують різні методи, основними з яких є термічний, реагентний і іонообмінний.

Термічне пом'якшення засновано на нагріванні води, її дистиляції або виморожування.

Реагентне пом'якшення води об'єднує методи, суть яких полягає в зв'язуванні іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} реагентами в нерозчинні речовини, що легко видаляються з води.

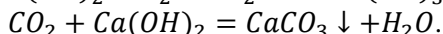
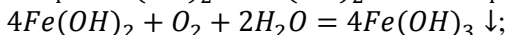
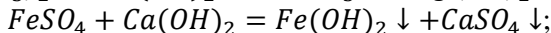
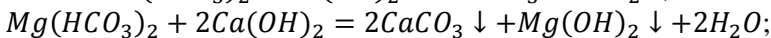
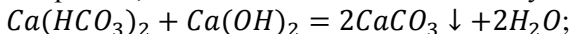
Іонний обмін заснований на фільтруванні води крізь спеціальні матеріали (іоніти), які обмінюють іони Na^+ і H^+ , що входять до їх складу, на іони Ca^{2+} і Mg^{2+} , які містяться у воді.

Реагентний метод пом'якшення води.

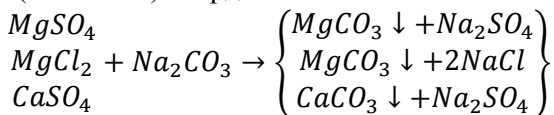
За тим, який реагент використовують для пом'якшення води розрізняють такі способи: вапняний (гашене вапно), содовий (кальцинована сода), натронний (гідроксид натрію) і фосфатний (тринатрійфосфат). Найбільш економно застосовувати комбінований засіб, бо він забезпечує усунення тимчасової і постійної твердості, а також зв'язування CO_2 , видалення іонів заліза, коагулювання органічних й інших домішок. Одним з таких способів є вапняно-содовий в поєднанні з фосфатним.

Процес пом'якшення ґрунтується на таких реакціях:

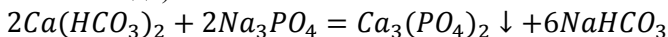
1. Обробка води гашеним вапном для усунення карбонатної (тимчасової) твердості, видалення іонів заліза і зв'язування CO_2 :

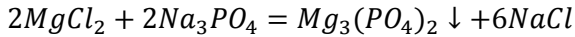


2. Обробка води кальцинованою содою для усунення некарбонатної (постійної) твердості:



3. Обробка води тринатрійфосфатом для більш повного осадження катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} (розчинність фосфатів кальцію і магнію мізерно мала, що забезпечує високу ефективність фосфатного метода):





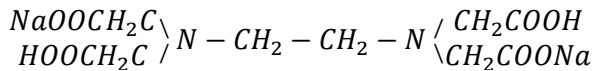
Обладнання, прилади і матеріали

Проби води, розчин трилону Б 0,05н, аміачний буферний розчин з рН=10, хлоридна кислота 0,01н, металоіндикатор еріохромовий чорний Т, фосфат натрію 0,03н, карбонат натрію 0,03н.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. Визначення загальної твердості води.

Загальну твердість води ($T_{\text{заг}}$) визначають комплексометричним методом, який ґрунтується на утворенні міцної комплексної сполуки трилону Б (двонатрієвої солі етилендіамінтетраоцтової кислоти - ЕДТА) з іонами кальцію і магнію:



Трилон Б (скорочена формула - Na_2H_2Y)

Визначення проводять титруванням проби води трилоном Б при рН = 10 у присутності індикатора еріохромового чорного Т, який у водному розчині при рН=7-11 утворює аніон $HInd^{2-}$ синього кольору.

Якщо у воду, яка містить іони кальцію і магнію, внести індикатор, що дає зафарбовану сполуку з цими іонами (утворюється комплексна сполука):

(синій) → (червоно-фіолетовий).

При додаванні трилону Б відбудеться зміна кольору в точці еквівалентності (тобто коли трилон Б зв'яже іони кальцію і магнію в міцний комплекс):

(червоно-фіолетовий) → (безбарвний) → (синій).

Комплексні сполуки трилону Б з іонами металів міцніше за сполуки, які утворює індикатор з цими ж іонами. За кількістю доданого розчину трилону Б визначають загальну твердість досліджуваної води.

Для визначення загальної твердості воду титрують розчином трилону Б в присутності індикатора (еріохромового чорного Т). У точці еквівалентності при титруванні індикатор змінює червоно-фіолетовий колір (у присутності іонів твердості Ca^{2+} і

Mg²⁺) на синій (у відсутності цих іонів). Комплексоутворення іонів кальцію і магнію відбувається в лужному середовищі (рН = 10), тому при визначеннях використовують аміачний буферний розчин.

2. У конічну колбу об'ємом 250 мл за допомогою піпетки налити 100 мл досліджуваної води. Додати 5 мл аміачного буферного розчину і декілька кристаликів еріохромового чорного Т, перемішати.

3. Титрувати пробу води розчином трилону Б до зміни червоно-фіолетового кольору на синій.

4. Розрахувати загальну твердість вихідної води за формулою

$$T_{\text{заг}} = \frac{C_T \cdot V_{1T}}{V_{(H_2O)}} \cdot 10^3 \text{ (ммоль/л)}$$

5. Для проведення пом'якшення води за допомогою карбонату натрію Na₂CO₃ (або фосфату натрію Na₃PO₄) розрахувати об'єм розчину реагенту.

Якщо розрахунок вести на еквівалентну кількість речовини реагенту за твердістю, то

$$V_{\text{роз.реаг}} = \frac{T_{\text{заг}} \cdot V_{(H_2O)}}{C(\frac{1}{2}X)} \cdot 10^3 \text{ (мл)}$$

6. До 100 мл досліджуваної води прилити розрахований об'єм розчину карбонату натрію, нагріти на електроплитці з асбестованою сіткою до 40-50⁰С.

7. Потім розчин охолодити і відфільтрувати в конічну колбу (фільтр попередньо змочити дистильованою водою). Фільтр промити один раз дистильованою водою і додати цю воду до фільтрату.

8. Визначити загальну твердість після пом'якшення $T_{\text{зал}}$ (залишкову твердість) і усунену твердість води T_p :

$$T_{\text{зал}} = \frac{C_T \cdot V_{2T}}{V_{(H_2O)}} \cdot 10^3 \text{ (ммоль/л)}$$
$$T_p = \frac{C_T \cdot (V_{1T} - V_{2T})}{V_{(H_2O)}} \cdot 10^3 \text{ (ммоль/л)}$$

9. Пом'якшення води фосфатом натрію проводити таким же чином, але без підігріву.

10. Провести розрахунок залишкової твердості після пом'якшення проби води запропонованим реагентом.

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Позначення вихідних величин:

$V_{(H_2O)}$ - об'єм проби води, мл;

C_T - молярна концентрація еквівалента розчину трилона Б, моль/л;

$V_{роз,реаг}$ - об'єм розчину реагенту, мл;

V_{1T} - об'єм розчину трилону Б, який затрачено на титрування проби вихідної води (до пом'якшення), мл;

V_{2T} - об'єм розчину трилону Б, який затрачено на титрування проби води після пом'якшення, мл;

$M\left(\frac{1}{z}X\right) = \frac{1}{z}M(X)$ - молярна маса еквівалента, г/моль;

$m(p)$ - маса реагенту, г;

$T_{заг}$ - вихідна твердість води (до пом'якшення), ммоль/л;

$T_{зал}$ - залишкова твердість (після пом'якшення), ммоль/л;

T_p - усунена твердість, яку обчислюють за рівнянням

$$T_p = \frac{m(p)}{M\left(\frac{1}{z}X\right) \cdot V_{(H_2O)}} \cdot 10^6 \text{ (ммоль/л)};$$

$T_{зал}$ - залишкова твердість, яку обчислюють за рівнянням

$$T_{зал} = T_{заг} - T_p \text{ (ммоль/л)}.$$

2. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Результати вимірів і розрахунків

| № | $V_{(H_2O)}$ | C_T | V_{1T} | V_{2T} | $T_{заг}$ | $T_{зал}$ | T_p |
|---|--------------|-------|----------|----------|-----------|-----------|-------|
| | | | | | | | |

3. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Чим обумовлюється твердість води? Яким чином потрапляють у воду солі твердості?

2. Які види твердості розрізняють? Наведіть формули солей, що обумовлюють кожен з видів твердості.

3. Яким методом визначають загальну твердість? Суть методу.

4. У чому полягає суть реагентного способу пом'якшення води? Які реагенти використовують для усунення карбонатної, некарбонатної твердості?

Лабораторне заняття 7

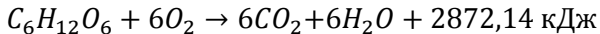
ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ДИХАННЯ ҐРУНТУ

Мета й основні завдання заняття

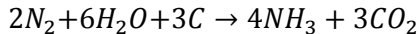
1. Ознайомитися з польовою методикою визначення інтенсивності дихання ґрунту
2. Визначити інтенсивність дихання ґрунту за кількістю карбон діоксиду, який виділяється із ґрунту.

Основні теоретичні положення

Дихання є одним з 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 дихання можна представити рівнянням:



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



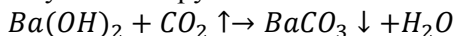
Крім того, продукти розпаду при диханні є вихідними субстратами для синтезу білків, жирів, вуглеводів і інших речовин.

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.

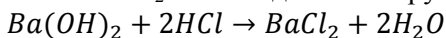
Для аналізу дихання системи можна використовувати ряд показників: поглинання кисню, виділення води, теплової енергії. Однією з найбільш часто застосовуваних характеристик ґрунтового дихання є кількість CO_2 , що виділився. Цей показник характеризує не тільки можливість додаткового збагачення приземного шару карбонатною кислотою, але й дозволяє судити про інтенсивність мікробіологічних процесів, що постійно відбуваються в 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 з ґрунту.



Обладнання, прилади і матеріали

Проба ґрунту, бюретка на 50 мл, вимірювальні піпетки на 10 мл, бюкси місткістю 30-40 мл із притертими кришками - 3 шт, склянки (банки) місткістю 1 л; 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.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. У бюкси, обідки притертих кришок яких для герметичності змащено вазеліном, наливають за допомогою вимірювальної піпетки 10 мл розчину барій гідроксиду, $C(Ba(OH)_2) = 0,02$ моль/л.

2. 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.

3. Визначення проводять титриметричним методом, використовуючи хлоридну кислоту, $C(\frac{1}{2}HCl) = 0,02$ 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 $HCl - V_{к.сер.}$

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

наступних 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.

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

Інтенсивність дихання розраховують за формулою:

$$I = \frac{0,44 \cdot (V_{\text{к.сер.}} - V_{\text{HCl}}) \cdot 60}{t \cdot S}, \text{ мг } \text{CO}_2/\text{м}^2 \cdot \text{год},$$

де 0,44 - маса CO_2 , мг, яка еквівалентна 1 мл $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $C \left(\frac{1}{2} \text{Ba}(\text{OH})_2 \right) = 0,02$ моль/л; 60 - коефіцієнт для переведення хв в год.

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Позначення вихідних величин:

I - інтенсивність дихання, мг $\text{CO}_2/\text{м}^2 \cdot \text{год}$;

$V_{\text{к.сер.}} - V_{\text{HCl}}$ - об'єм розчину HCl , $C(\text{HCl}) = 0,02$ моль/л, який витрачено на титрування контрольної проби розчину $\text{Ba}(\text{OH})_2$ до експозиції і після поглинання ґрунтового CO_2 ;

t - час експозиції, хв;

S - площа, м^2 .

2. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

Результати вимірів і розрахунків

| № проби | $V_{\text{к}}$ | t | V_{HCl} | S | I |
|---------|----------------|-----|------------------|-----|-----|
| | | | | | |

3. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Які фізичні, хімічні і біологічні фактори впливають на інтенсивність дихання ґрунту?

2. Чи зв'язане дихання ґрунту з окисненням неорганічних речовин?

3. Чи буде однакова інтенсивність виділення CO_2 , якщо посудини, в яких проходить експеримент, однакових розмірів, а площі основ циліндричних бюксів різні?

4. Метод визначення інтенсивності дихання ґрунту є відносним або абсолютно точним?

5. Чи пов'язані між собою такі характеристики ґрунту, як вміст органічної речовини й інтенсивність дихання?

Лабораторне заняття 8

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПЕСТИЦИДІВ НА ДИХАННЯ ҐРУНТУ

Мета й основні завдання заняття

1. Ознайомитися з методикою лабораторного визначення інтенсивності дихання ґрунту.

2. Дослідити вплив пестицидів на дихання ґрунту.

Основні теоретичні положення

Ґрунт має велику поглинальну здатність і характеризується високими буферними властивостями, тому пестициди, які попадають у ґрунт у невеликих кількостях, не чинять впливу на його біологічну активність і агрохімічні властивості.

Сучасна агрономія, на жаль, не може обійтися без засобів захисту рослин і інших форм пестицидів. Тому важливим є науковий підхід до проблеми і грамотне застосування пестицидів, яке не допускає забруднення і негативних наслідків, що виявляються в найнесподіваніших формах: вплив на комах-запильників; на вміст мікроелементів у рослинах; зміну смакових якостей, зниження стійкості до зберігання і втрати харчової цінності рослинної продукції; вплив на репродуктивну функцію тварин і людини; навіть тератогенна дія.

Пестицидами називають хімічні засоби захисту рослин, які застосовують у сільському господарстві. Тому, їх можливо розподіляти за об'єктами дії, наприклад: гербіциди - для боротьби з бур'янами; фунгіциди - для боротьби з грибами; інсектициди - для боротьби зі шкідливими комахами; акарициди

- для боротьби з кліщами і нематодами; зооциди - для боротьби з гризунами; бактеріциди - для боротьби з мікроорганізмами; дефоліанти - для відокремлення листя; дефлоранти - для відокремлення квітів.

Крім того, пестициди, можна поділяти за напрямом фізіологічної дії: інгібітори біосинтезу, антагоністи гормональних сполук, стимулятори вегетативного росту і т.д.

Головною жертвою забруднення ґрунту пестицидами стає її біологічна складова, яка представлена мікроорганізмами, що підтримують ґрунтову родючість, а також рослинами, тваринами.

Пестициди викликають депресію процесу нітрифікації, збільшують ерозію ґрунтів. Хоча вони не завжди впливають на валовий вміст головних поживних елементів, вони здатні змінювати їх доступність для рослин, порушуючи процеси мінералізації органічної речовини. До 80% пестицидів адсорбуються ґрунтовим гумусом; через це вони значно довше затримуються в ґрунті й у такому стані практично не піддаються розкладанню.

Про здатність ґрунтів поглинати пестициди судять за різницею вмісту пестициду в розчині до і після їх взаємодії з ґрунтом або окремими його компонентами. Для цього готують розчини пестицидів, визначають в них вміст препарату, потім додають відому кількість ґрунту, струшують на ротаторі, ґрунт відокремлюють за допомогою центрифуги або фільтрування і знову визначають вміст пестициду в розчині. Розраховують кількість пестициду, поглиненого на одиницю маси ґрунту.

Вплив пестицидів на біоактивність встановлюють різноманітними методами з використанням різних характеристичних показників ґрунту: шляхом визначення різного роду мікроорганізмів у ґрунтах контрольних ділянок без внесення пестицидів і зі застосуванням пестицидів різних видів і концентрацій; визначення активності ґрунтових ферментів (каталази, протеази, фосфатази, інвертази, уреази тощо); дослідження рН водних і сольових витяжок; обмінної гідролітичної кислотності; вмісту гумусу й основних елементів харчування, особливо легкодоступних форм Калію и Фосфору; суми поглинених основ.

Оскільки сумарним показником, що характеризує біологічну активність ґрунту, є кількість карбон діоксиду, який ним виділяється, цей фактор може застосовуватися для вивчення дії пестицидів на ґрунт не тільки в польових, але й у лабораторних умовах.

Принцип методу, що установлює вплив пестицидів на дихання ґрунту, полягає у фіксуванні різниці інтенсивності продукування CO_2 ґрунтом без пестицидів і після їх внесення до ґрунту.

Обладнання, прилади і матеріали

Технохімічні терези; колби конічні місткістю 500 мл; пробки до колб із умонтованими хлоркальцієвими трубками і гачками; бюретки на 25 мл і 50 мл; вимірювальні піпетки на 5 і 10 мл; фарфорові чашки, вимірювальні циліндри на 10 і 50 мл; колби мірні місткістю 50 мл; марлеві торбинки розміром 5×10 см; розчин хлоридної кислоти, $C\left(\frac{1}{z}HCl\right) = 0,1$ моль/л; розчин натрій гідроксиду, $C\left(\frac{1}{z}NaOH\right) = 0,1$ моль/л; індикатор - 1% спиртовий розчин фенолфталеїну; 5% розчин $Ba(OH)_2$; зразки ґрунтів; 0,1% розчин пестициду.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. Обробка ґрунту пестицидами. Три наважки повітряно-сухого ґрунту по 100 г зважують на технохімічних терезах і вміщують у фарфорові чашки. До двох наважок ґрунту додають по 10 мл і 100 мл розчину пестициду, відповідно; третя наважка - контрольна.

Приготовленою з цього ж зразка ґрунту ґрунтовою витяжкою зволожують ґрунт і залишають на тиждень для компостування. Після закінчення терміну ґрунт висушують у тіні до повітряно-сухого стану, просіюють крізь сито з діаметром отворів 1 мм.

2. Фіксація CO_2 . Дві наважки кожного ґрунту по 10 г зволожують у фарфорових чашках до 60% ґрунтовою витяжкою, перемішують і, не ущільнюючи, переносять у марлеві торбинки, що закріплюють на гачку, вмонтованому в пробку. Хлоркальцієву трубку укріплюють на цій же пробці і наповняють натронним вапном. Для визначення дихання

застосовують конічні колби, у які відмірюють піпеткою 20 мл розчину NaOH, герметично (використовуючи вакуум-мастило або вазелін) закривають пробками з підготовленими зразками й осушувачем і залишають на добу.

3. Титрування. Через добу колби відкривають, швидко додають по 2 краплі фенолфталеїну і 1 мл BaCl₂ і титрують хлоридною кислотою, C(HCl) = 0,1 моль/л. Якщо роботу виконують 2-3 групи, то отриманий результат V(HCl) усереднюють.

4. Розрахунок виділеного ґрунтом карбон діоксиду проводять за формулою:

$$I_{CO_2} = (20 \cdot T_{NaOH} - V_{усер} \cdot T_{HCl}) \cdot 2,2 \text{ мг}$$

де 20 - об'єм розчину натрій гідроксиду, $C\left(\frac{1}{z} NaOH\right) = 0,1$ моль/л, що титрують;

2,2 - кількість CO₂, що зв'язується 1 мл розчину NaOH, $C\left(\frac{1}{z} NaOH\right) = 0,1$ моль/л, мг.

5. Встановіть залежність інтенсивності дихання ґрунту від кількості внесеного в ґрунт пестициду. Побудуйте графік цієї залежності.

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Позначення вихідних величин:

$V_{пест}$ - об'єм 0,1% розчину пестициду на 100 г проби ґрунту, мл;

I_{CO_2} - інтенсивність дихання ґрунту (кількість CO₂, що виділилася, мг);

T_{NaOH} і T_{HCl} - титри розчинів NaOH і HCl г/мл, відповідно;

$V_{усер}$ - усереднений об'єм HCl, який витрачено на титрування NaOH.

2. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

Результати вимірів і розрахунків

| Проба | $V_{пест}$ | $V_{усер}$ | I_{CO_2} |
|----------|------------|------------|------------|
| Контроль | - | | |
| Проба 1 | 10 мл | | |
| Проба 2 | 100 мл | | |

3. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Які відмінності в методиках визначення інтенсивності ґрунтового дихання між польовими і лабораторними методами?

2. Які методи вивчення впливу пестицидів на ґрунт вам відомі?

3. У чому виявляється негативний вплив надлишку пестицидів у ґрунті?

4. Які речовини використовують для фіксації CO_2 при визначенні інтенсивності дихання ґрунту?

Лабораторне заняття 9

ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ АНІОНІВ

Мета й основні завдання заняття

1. Ознайомитися з методикою якісного аналізу розчинів.

2. Дослідити результати якісних реакцій на аніони.

Основні теоретичні положення

Біогенні неметали, що грають важливу роль у життєдіяльності організмів як макро- (C, N, S, Cl, P), мікро- (B, F, Br, J) і ультрамікроелементи (Se, As), в основному входять до складу аніонів.

В процесах біосфери і метаболізму організмів найбільше значення належить саме аніонам макроелементів- неметалів: CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$, HPO_4^{2-} , NO_3^- . Важливу біогеохімічну роль у бар'єрних процесах, ґрунтових і водних міграціях грають S^{2-} , Br^- , J^- , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, SiO_3^{2-} . У кругообігу Фосфору, Карбону і Нітрогену провідну функцію виконують PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , NO_2^- , NO_3^- .

Антропогенне забруднення атмосфери і проблема кислотних дощів пов'язані з аніонами SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , NO_2^- , NO_3^- . Тому якісне виявлення аніонів не замкнено рамками аналітичної хімії, а тісно переплітається з задачами геохімічної екології.

Обладнання, прилади і матеріали

Газовий пальник, мікропробірки, набір реактивів для якісного аналізу.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. Реакції на аніони першої групи.

1.1. Реакція сульфат-іона (SO_4^{2-}). У пробірку вносимо дві - три краплі розчину Na_2SO_4 та стільки ж 0,5 н розчину BaCl_2 . Одержаний осад розподіляємо у дві пробірки. У першу додаємо дві - три краплі 1н розчину HCl . У другу додаємо дві - три краплі 2 н розчину NaOH .

1.2. Реакції карбонат-іона (CO_3^{2-}):

а) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину Na_2CO_3 та стільки ж 0,5 н розчину BaCl_2 . До одержаного осаду додаємо п'ять крапель 2 н розчину HCl .

б) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину Na_2CO_3 та стільки ж 2 н розчину HCl .

1.3. Реакції фосфат-іона (PO_4^{3-}):

а) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину Na_2HPO_4 та стільки ж 0,5 н розчину BaCl_2 . До одержаного осаду додаємо п'ять крапель 2 н розчину HCl .

б) У пробірку вносимо п'ять-шість крапель розчину Na_2HPO_4 та додаємо вісім крапель молібденової рідини. Розчин підігріваємо. Одержаний осад розподіляємо у дві пробірки. У першу додаємо дві - три краплі розчину NH_4OH . У другу пробірку додаємо дві - три краплі 2 н розчину NaOH .

в) У пробірку вносимо розчин магnezіальної суміші ($\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$) та додаємо розчин Na_2HPO_4 . Одержаний осад розподіляємо у дві пробірки. У першу додаємо дві-три краплі 2 н розчину HCl . У другу пробірку додаємо дві - три краплі 2 н розчину CH_3COOH .

2. Реакції на аніони другої групи.

2.1. Реакції хлорид-іона (Cl^-). У пробірку вносимо дві - три краплі розчину NaCl та стільки ж розчину AgNO_3 . Одержаний осад розподіляємо у дві пробірки. У першу додаємо дві - три краплі 2 н розчину HNO_3 . У другу пробірку додаємо п'ять - шість крапель розчину NH_4OH .

3. Реакції на аніони третьої групи.

3.1. Реакції нітрат-іона (NO_3^-):

а) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину NaNO_3 додаємо три - чотири краплі розчину FeSO_4 і обережно, капаючи на стіночку пробірки, вносимо 0,5 - 1,0 мл концентрованої сульфатної кислоти.

б) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину NaNO_3 додаємо одну - дві краплі концентрованої сульфатної кислоти і занурюємо в розчин мідний дріт.

3.2. Реакція ацетат іона (CH_3COO^-). У пробірку вносимо три - чотири краплі розчину CH_3COONa та додаємо стільки ж крапель 2 н H_2SO_4 . Розчин підігріваємо. До отвору пробірки підносимо зволожений лакмусовий папірець.

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці 9.1.

Таблиця 9.1

Результати вимірів і розрахунків

| Рівняння реакції | Спостереження |
|------------------|---------------|
| | |

2. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Які аніони належать до першої аналітичної групи?
2. Яка аналітична реакція є специфічною для виявлення фосфат іону? Напишіть рівняння реакції.
3. За допомогою якої аналітичної реакції можна встановити аніони другої аналітичної групи? Напишіть рівняння реакції.
4. Чому третя аналітична група аніонів не має групового реагенту?
5. У якому середовищі діє груповий реагент на першу групу аніонів? Чому?

Лабораторне заняття 10

ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ СУМІШІ АНІОНІВ

Мета й основні завдання заняття

1. Ознайомитися з методикою аналізу суміші аніонів.
2. Визначити аніони, що містяться в невідомій суміші.

Основні теоретичні положення

Аналіз аніонів має свої особливості. Аніони не мішають визначенню один одного. Тому багато хто з них визначають дробовим методом в окремих порціях аналізованого розчину. При цьому груповий реагент використовують не для відокремлення аналітичної групи, а для її початкового визначення.

Обладнання, прилади і матеріали

Газовий пальник, мікропробірки, набір реактивів для якісного аналізу, суміш з невідомими аніонами.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. Проба на аніони першої групи повинна відбуватися у нейтральному або слаболужному середовищі. До 0,5 мл аналізованого розчину додаємо одну-дві краплі 0,5 н розчину BaCl_2 . Білий осад - ознака присутності у розчині аніонів першої групи. За допомогою дробового аналізу, використовуючи специфічні реакції, знаходимо аніони першої аналітичної групи. Якщо осаду з груповим реагентом не виникає, то це вказує на відсутність аніонів першої групи і не потребує виконання пункту 1.1.

1.1. Специфічні реакції на аніони першої групи:

а) проба на іон SO_4^{2-} осаду, який було одержано в пункті 1, додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl . Якщо осад не розчинився, то це вказує на присутність у розчині іона SO_4 ;

б) проба на іон CO_3^{2-} У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину та додаємо стільки ж 2 н HCl . Виділення газу - це ознака присутності у розчині іона CO_3^{2-} ;

в) проба на іон PO_4^{3-} У пробірку вносимо дві - три краплі

аналізованого розчину, додаємо вісім крапель молібденової рідини і розчин підігріваємо. Поява жовтого кристалічного осаду $(\text{NH}_4)_3\text{H}_4[\text{P}(\text{Mo}_2\text{O}_7)_6]$ - ознака наявності фосфат-іона.

2. Проба на аніони другої групи (проба на іон Cl^- , як найбільш розповсюджений). До двох - трьох крапель аналізованого розчину додаємо розчин AgNO_3 в присутності 2 н розчину HNO_3 . Білий осад свідчить про наявність в аналізованому розчині аніонів другої групи, зокрема хлорид-іона Cl^- .

3. Специфічні реакції на аніони третьої групи:

а) проба на іон NO_3^- (реакція „бурого кільця”). У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину, додаємо три - чотири краплі розчину FeSO_4 і обережно по стіночці пробірки додаємо 0,5 - 1,0 мл концентрованої сульфатної кислоти. Буре кільце на межі двох шарів рідини - ознака наявності іона NO_3^- ;

б) проба на іон CH_3COO^- У пробірку вносимо 0,5 мл аналізованого розчину та додаємо сім - вісім крапель 2 н розчину H_2SO_4 . Розчин підігріваємо і до отвору пробірки підносимо зволожений лакмусовий папірець. Запах оцтової кислоти, а також червоне забарвлення лакмусового папірця свідчать про наявність у розчині іона CH_3COO^- .

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці .

Таблиця 10.1

Результати вимірів і розрахунків

| № проби | Аналізована речовина | Реагент, який додають | Спостереження | Висновок |
|---------|----------------------|-----------------------|---------------|----------|
| | | | | |

2. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Чим відрізняється дробовий аналіз від систематичного?
2. Які класифікації аніонів Ви знаєте? Наведіть приклади.
3. За допомогою якого методу, аналізують суміш аніонів? Чому?

4. За допомогою якої аналітичної реакції можна визначити другу групу аніонів в аналізованому розчині? Наведіть приклад? Напишіть рівняння реакції.

5. Яка аналітична реакція є специфічною на ацетат іон? Напишіть її.

6. За допомогою яких реагентів можна розділити першу та другу аналітичні групи? Напишіть рівняння реакцій.

Лабораторне заняття 11

ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ РОЗЧИНУ СУМІШІ ЙОНІВ

Мета й основні завдання заняття

1. Ознайомитися з методикою аналізу йонного складу розчинів.

2. Визначити йонний склад невідомої суміші.

Основні теоретичні положення

Якісний аналіз біогенних елементів є дуже важливим для визначення складу біооб'єктів і компонентів біосфери, на характерних якісних реакціях ґрунтується кількісний аналіз. При вивченні біогенних елементів використовується техніка аналітичної хімії, застосовувана при проведенні якісного напівмікроаналізу з аналізованими об'єктами до 1 мл.

Обладнання, прилади і матеріали

Газовий пальник, мікроскоп, тигель, мікропробірки, набір реактивів для якісного аналізу, розчин для проведення аналітичного контролю.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. У розчині невідомого складу можлива наявність вивчених раніше іонів: NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Ba^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , Al^{3+} , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , CH_3COO^- .

Зверніть увагу на колір розчину і зробіть висновок щодо

можливих катіонів/аніонів у розчині або явної відсутності інших (табл. 11.1). При визначенні іону за забарвленням розчину передбачений іон відкривають якісною реакцією.

Таблиця 11.1

Забарвлення деяких йонів і гідроксидів металів у розчині

| Катіон | Колір водних розчинів солей | Колір гідроксидів |
|--|-----------------------------|-------------------------|
| Cu^{2+} | Бірюзовий | Блакитний осад |
| Fe^{3+} | Жовтий | Бурий осад |
| Fe^{2+} | Безбарвний, жовто-зелений | Брудно-зелений осад |
| Cr^{3+} | Темно-зелений | Сіро-зелений |
| Co^{2+} | Рожевий | Синій осад |
| Ni^{2+} | Яскраво-зелений | Яскраво-зелений осад |
| Cu^{2+} , і Fe^{3+} одночасно | Жовто-зелений | |
| Na^+ , K^+ , Ba^{2+} | Безбарвний | Безбарвний, прозорий |
| Ca^{2+} , Mg^{2+} | Безбарвний | Білий осад |
| Mn^{2+} | Безбарвний | Білий, на повітрі буріє |
| Hg^{2+} | Безбарвний | Жовтий осад |
| Ag^+ | Безбарвний | Чорний осад |
| $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ | Оранжевий | |
| CrO_4^{2-} | Жовтий | |
| MnO_4^{2-} | Фіолетово-малиновий | |

Спостереження забарвлення полум'я: у незабарвлене полум'я пальника внесіть кінчик залізного дротика, змочений краплею досліджуваного розчину. Зробіть попередній висновок про наявність або відсутність катіонів, що забарвлюють полум'я (табл. 11.2). При позитивній реакції забарвлення полум'я передбачений катіон відкривають якісною реакцією.

Визначить реакцію розчину смужкою універсального індикатора. Якщо реакція лужна, в розчині відсутні іони Mg^{2+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , NH_4^+ .

Проведення реакції з лугами: відокремте в чисту пробірку три краплі контрольного розчину і додайте такий же об'єм луку. Визначить або відокремте іон за допомогою табл. 11.1.

- визначить за запахом наявність аміаку;
- запишіть спостереження випадіння осаду або його

відсутність. Намагайтеся вилучити точні лані про наявність або відсутність тих чи інших катіонів з цих випробувань, ґрунтуючись на кольорі осаду;

в) додайте 2-3 краплі луґу значно більшої концентрації і зверніть увагу на зміну кольору або розчинення осаду.

Таблиця 11.2

Забарвлення полум'я деякими катіонами

| Катіон | Колір полум'я |
|------------------------------|---------------------------------|
| Na ⁺ | Жовтий |
| K ⁺ | Фіолетовий |
| Ba ²⁺ | Жовто-зелений |
| Ca ²⁺ | Цегляно-червоний |
| Cu ²⁺ | Зелений |
| NH ₄ ⁺ | Миттєве летіння без забарвлення |

Відокремте кілька крапель контрольного розчину і випробуйте дію кислот: візуально упевніться, чи виділяється газ, відзначте його колір, запах.

Краплинним методом перевірте дію K₄[Fe(CN)₆] і K₃[Fe(CN)₆] з використанням табл. 11.3. Запишіть спостереження і зробіть висновок про ймовірну присутність катіонів або виключіть їх зі списку.

Таблиця 11.3

Колір деяких гаксаціанофератних комплексів

| Катіон | Дія: утворення осадів | |
|------------------|--|--|
| | K ₄ [Fe(CN) ₆] | K ₃ [Fe(CN) ₆] |
| Fe ²⁺ | Білий осад: K ₂ Fe[Fe(CN) ₆] | Синій осад: KFe[Fe(CN) ₆] |
| Fe ³⁺ | Синій осад: KFe[Fe(CN) ₆] | Буре забарвлення |
| Mn ²⁺ | Білий осад: Mn ₂ [Fe(CN) ₆] | Бурий осад: Mn ₃ [Fe(CN) ₆] ₂ |
| Co ²⁺ | Зеленуватий: Co ₂ [Fe(CN) ₆] | Буро-червоний: Co ₃ [Fe(CN) ₆] ₂ |
| Ni ²⁺ | Зеленуватий: Ni ₂ [Fe(CN) ₆] | Жовто-бурий: Ni ₃ [Fe(CN) ₆] ₂ |
| Cu ²⁺ | Темно-червоний: Cu ₂ [Fe(CN) ₆] | Червоно-бурий: Cu ₃ [Fe(CN) ₆] ₂ |
| Zn ²⁺ | Білий осад: K ₂ Zn ₃ [Fe(CN) ₆] ₂ | Коричнево-жовтий: Zn ₃ [Fe(CN) ₆] |
| Ca ²⁺ | Білий осад: CaK ₂ NH ₄ [Fe(CN) ₆] | - |
| Ba ²⁺ | Білий осад: BaK ₂ NH ₄ [Fe(CN) ₆] | - |
| Cr ²⁺ | Осаду не дає | - |

Після попередніх спостережень і висновків про точну відсутність або наявність Fe^{2+} , Fe^{3+} , NH_4^+ і ваших висновків, що базуються на дослідах, приступайте до додаткового якісного аналізу на передбачувані катіони і доведіть їх присутність. Рекомендується наступна послідовність: Cr^{3+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ , NH_4^+ , K^+ .

Для виявлення аніонів починайте з групових реагентів, що осаджують певні аніони.

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Результати всього ходу досліджень і рівняння характерних реакцій, що доводять наявність встановлених катіонів і аніонів занести до таблиці 11.4.

Таблиця 11.4

Результати вимірів і розрахунків

| № | Аналізована речовина | Реагент, який додають | Спостереження | Висновок |
|---|----------------------|-----------------------|---------------|----------|
| | | | | |

2. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Яка речовина перебуває в безбарвному розчині, якщо $\text{pH} < 7$, розчин забарвлює полум'я у фіолетовий колір, а концентрована сульфатна кислота викликає виділення червоно-бурого газу?

2. Розпізнати речовину, якщо безбарвний розчин забарвлює полум'я в жовтий колір, має лужну реакцію, а при додаванні HCl виділяється газ, що бере участь у процесі фотосинтезу?

3. У пробірці - блакитний розчин, що забарвлює полум'я в зелений колір і з якого випадає білий осад при додаванні BaCl_2 ; $\text{pH} < 7$. Визначити речовину.

4. Суха безбарвна сіль забарвлює полум'я в карміново-червоний колір, добре розчиняється у воді, $\text{pH} > 7$, у водному розчині при дії розчину CaCl_2 дає дрібнокристалічний осад білого кольору, нерозчинний при нагріванні в ацетатній кислоті, але розчинний в HCl . Назвіть сіль.

Лабораторне заняття 12

АДСОРБЦІЯ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ НА ВУГІЛЛІ

Мета й основні завдання заняття

1. Ознайомитися з процесом молекулярної адсорбції.
2. Визначити адсорбцію оцтової кислоти на вугіллі в розчинах різних концентрацій.
3. Побудувати ізотерму адсорбції. Графічним методом визначити сталі величини рівнянь Фрейндліха й Ленгмюра і розрахувати питому поверхню адсорбента.

Основні теоретичні положення

Адсорбція на межі розподілу тверде тіло - рідина дуже поширена в різних галузях виробництва. Майже всі процеси очистки питних і стічних вод, проблеми створення зворотного водопостачання, а також очистка й поліпшення якості харчових продуктів пов'язані безпосередньо з процесами адсорбції розчинних речовин поверхнею твердого тіла.

Адсорбція - це самочинний процес перерозподілу компонентів системи між поверхневим шаром і об'ємною фазою. Це процес концентрування або накопичення газуватої чи розчиненої речовини на межі розподілу фаз. Газ або розчинена речовина називається адсорбтивом, або адсорбатом, а рідина чи тверде тіло, що адсорбує їх, - адсорбентом. Кількісно адсорбція може бути визначена за допомогою таких величин:

1) адсорбція „ a ” - це кількість адсорбату в об'ємі адсорбційного шару, віднесена до одиниці маси адсорбенту, (моль/г);

2) адсорбція „ α ” — це кількість адсорбованої речовини на одиниці поверхні адсорбенту, (моль/м²);

3) адсорбція Гіббса “ Γ ” — це надлишок кількості молів адсорбату в об'ємі поверхневого шару площею 1 м² порівняно з кількістю його молів у тому самому об'ємі за умов, що біля міжфазної межі не відбувалося зміни концентрації (моль/м²).

Так як поверхня твердого адсорбенту пориста й величина

площі поверхні, як правило, не відома, адсорбцію на твердих адсорбентах зазвичай відносять не до одиниці площі, а до одиниці маси адсорбенту (моль/г).

Відповідно до II закону термодинаміки компонент буде адсорбуватися на межі фаз, якщо результатом адсорбції буде зменшення вільної поверхневої енергії Гіббса ($G_s = \sigma \cdot s$), тобто, якщо буде зменшуватися поверхневий натяг.

Кількісна залежність між величиною адсорбції Γ , концентрації розчину C і зменшенням поверхневого натягу виражається рівнянням Гіббса:

$$\Gamma = -\frac{c}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dc}$$

Величину $\frac{d\sigma}{dc}$ – називають поверхневою активністю речовини, що адсорбується, яка характеризує здатність цієї речовини до адсорбції. Це рівняння використовують при вивченні адсорбції на межі рідина-газ і рідина-рідина, тому що в цих випадках поверхневий натяг можна визначити експериментально.

Графічна залежність величини адсорбції від рівноважної концентрації при сталій температурі називають ізотермою адсорбції (рис. 8).

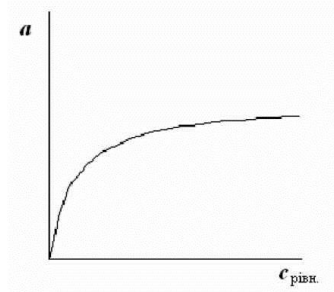


Рис. 8. Ізотерма моношарової адсорбції.
речовини в розчині (моль/л);
 k і n – сталі величини.

Адсорбційна рівновага в системі твердий адсорбент - розчин можна охарактеризувати за допомогою емпіричного рівняння Фрейндліха

$$a = \frac{x}{m} = kc^{1/n}$$

де a – величина адсорбції (моль/г);
 x – кількість адсорбованої речовини (моль);
 m – маса адсорбента (г);
 c – рівноважна концентрація

З метою знаходження констант рівняння Фрейндліха (k і n), його приводять до вигляду прямої логарифмуванням:

$$lga = lgk + \frac{1}{n}lgc$$

Графік, побудований в координатах $lga = f(lgc)$, є прямою лінією, яка відтинає на ординаті відрізок lgk , а тангенс кута нахилу прямої відповідає величині $-\frac{1}{n}$ (Рис. 9).

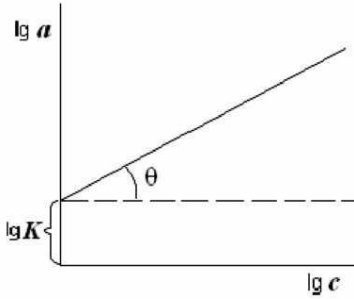


Рис. 9. Ізотерма адсорбції Фрейндліха в лінійних координатах

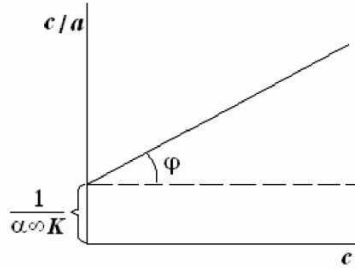


Рис. 10. Ізотерма адсорбції Ленгмюра в лінійних координатах.

Залежність адсорбції від концентрації (в тому числі й для твердої поверхні розділу) в широкій області концентрацій можна виразити за допомогою рівняння Ленгмюра:

$$a = a_{\infty} \frac{Kc}{1 + Kc}$$

де a_{∞} - графічна адсорбція (величина адсорбції при повному насиченні моношару);

K - константа адсорбційної рівноваги.

Для графічного визначення сталих a_{∞} і K рівняння приводять до вигляду прямої:

$$\frac{c}{a} = \frac{1}{a_{\infty}K} + \frac{1}{a_{\infty}}c$$

Графік будують у координатах $\frac{c}{a} = f(c)$ (Рис. 10).

Відрізок, який пряма відтинає на осі ординат, дорівнює:

$$\frac{1}{a_{\infty}K}, \operatorname{tg}\varphi = \frac{1}{a_{\infty}}$$

Якщо таким чином розрахувати з експериментальних даних величину a_{∞} , то можна визначити питому поверхню адсорбенту, згідно з рівнянням:

$$S_n = a_{\infty} N_a S_0$$

де S_n - питома поверхня адсорбента (м /г);

a_{∞} - гранична адсорбція (моль/г);

N_a - число Авогадро (6.0210^{23} моль⁻¹);

S_0 – площа поперечного перетину молекули адсорбтиву (м²).

Для більшості карбонових кислот $S_0 = 25 \cdot 10^{-20}$ м².

Обладнання, прилади і матеріали

Проби ґрунту, фарфорова.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. На технічних терезах беруть 5 наважок адсорбента (активованого вугілля) по 2г.

2. З вихідного розчину ПАР (розчин оцтової кислоти) концентрацією 0,5 моль/л методом розведення в 2, 4, 8, 16 раз готують 4 розчина в мірних колбах на 100 мл. Усього робочих розчинів п'ять: 1 – 0,50 моль/л; 2 – 0,25 моль/л; 3 – 0,125 моль/л; 4 – 0,0625 моль/л; 5 – 0,03125 моль/л.

3. За допомогою піпетки відбирають по 50 мл кожного розчину і вносять відібрані проби до пронумерованих сухих конічних колб. У кожний конус додають по 2г активованого вугілля. Колби закривають корками і збовтують протягом 30 хвилин.

4. Другу частину вихідного розчину (50 мл) використовують для титрування з метою визначення точної концентрації. Титрування проводять розчином лугу з концентрацією 0,1 і 0,01 моль/л. Титрують у присутності фенолфталеїну.

5. Через 30 хвилин розчини фільтрують (перші порції фільтрату відкидають) крізь паперовий фільтр.

6. Концентрацію одержаних після адсорбції розчинів визначають титруванням лугом. Титрування кожного розчину проводять 3 рази і беруть середнє значення об'єму лугу.

7. Кількість адсорбованої кислоти розраховують за формулою:

$$a = \frac{c_0 - c}{m} \cdot V$$

8. За одержаними даними будують графіки залежності $a = f(c)$, $lga = f(lgc)$ і визначають сталі рівняння Фрейндліха.

Величину граничної адсорбції a_{∞} визначають за допомогою графіка залежності $c/a = f(c)$ і розраховують значення питомої поверхні адсорбенту

$$S_n = a_{\infty} N_a S_0$$

Так як a_{∞} одержали в ммоль/г, то необхідно використовувати $N_a = 6.02 \cdot 10^{26}$ ммоль⁻¹.

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Позначення вихідних величин:

де S_n - питома поверхня адсорбента (м /г);

a_{∞} - гранична адсорбція (моль/г);

S_0 – площа поперечного перетину молекули адсорбтиву (м²).

Для більшості карбонових кислот $S_0 = 25 \cdot 10^{-20}$ м².

a – величина адсорбції, ммоль/г;

c_0 – вихідна концентрація розчину кислоти (до адсорбції), ммоль/л;

c – рівноважна концентрація розчину кислоти (після адсорбції), ммоль/л;

V – об'єм розчину кислоти, мл;

m – маса адсорбента, г.

2. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці 12.1.

Таблиця 12.1

Результати вимірів і розрахунків

| Номер колби | Об'єм розчину NaOH, який використали на титрування 10 мл кислоти | | Концентрація кислоти, ммоль/л | | Адсорбція кислоти a , ммоль/г | lgc | lga | c/a |
|-------------|--|-----------------|-------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|
| | до адсорбції | після адсорбції | c_0 до адс-ції | c після адс-ції | | | | |
| | | | | | | | | |

3. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Що називають поверхневою енергією? Які значення приймає ця величина в дисперсних системах?

2. Який процес називають адсорбцією і чому вона відбувається самовільно?

3. Які фактори впливають на величину адсорбції?
4. За допомогою яких рівнянь можна описати адсорбційну рівновагу? Проаналізуйте ці рівняння.
5. Яку величину називають граничною адсорбцією?

Лабораторне заняття 13

КОАГУЛЯЦІЯ ЗОЛІВ

Мета й основні завдання заняття

1. Ознайомитися з процесом коагуляції золя.
2. Визначити залежність порога коагуляції від заряду іона-коагулятора.
3. Ознайомитися з захисною дією стабілізатора.

Основні теоретичні положення

Дисперсні системи з рідким дисперсійним середовищем за характером взаємодії фаз поділяють на ліофільні й ліофобні. Ліофільні дисперсні системи утворюються самовільно; для них зміна енергії Гіббса утворення негативна ($\Delta G < 0$), і вони є термодинамічно стійкими. Ліофобні дисперсні системи самовільно не утворюються, для них $\Delta G > 0$, і вони є термодинамічно нестійкими.

Усі високодисперсні системи мають величезну питому площу поверхні розділу фаз і, таким чином, значну надлишкову поверхневу енергію $G_s = \sigma \cdot s$. Однак, у ліофільних колоїдних системах велике значення питомої поверхні компенсується взаємодією з розчинником, який добре сольватує поверхню частинок дисперсної фази. Міжфазний натяг на межі дисперсної фази й дисперсійного середовища в таких системах дуже низький - до 0,1 мДж/м і навіть нижчий. У разі ж ліофобних колоїдних систем сольватація поверхні частинок розчинником слабка і не може компенсувати надлишкову поверхневу енергію. Тому частинки дисперсної фази можуть злипатися одна з одною в більш великі агрегати. Цей процес називають коагуляцією. При цьому питома площа поверхні, а разом з нею і надмірна вільна

поверхнева енергія знижуються $G_s = \sigma \cdot s$. До гідрофобних дисперсних систем відносять піни, емульсії типу „масло у воді”, латекс, суспензії, гідрозолі. Останні вважаються „істинно-колоїдними” об’єктами, оскільки їх частинки мають дуже малі розміри ($\approx 1 - 100$ нм або $10^{-9} - 10^{-7}$ м) і є невидимими в звичайні оптичні мікроскопи, вони проходять крізь звичайні фільтри.

Типовими прикладами гідрофобних колоїдів є золі металів, сульфідів, галогенідів, а також золі неметалів: Au, Ag, ZnS, As₂S₃, SiO₂, TiO₂, Al(OH)₃, Fe(OH)₃, S, Se та ін.

Сам факт термодинамічної нестійкості не дозволяє зробити висновок про швидкість руйнування дисперсної системи. Практика показує, що гідрозолі можуть бути стійкими впродовж великого часу.

Розрізняють два основних типа стійкості колоїдних систем; а) кінетичну (седиментаційну) - стійкість до осідання або сплиття; б) агрегативну - стійкість до злипання частинок колоїдної системи в більш великі агрегати.

Втрата агрегативної стійкості золів відбувається головним чином за рахунок коагуляції, яку можуть викликати нагрів, охолодження, електромагнітне опромінення, перемішування, ультразвук, електричний струм, концентрування або розбавлення розчинів. Особливо сильний вплив виявляють електроліти.

Коагуляцію золю викликають усі сильні електроліти, але лише при досягненні певної мінімальної концентрації коагулянту (або коагулятора), яка називається порогом коагуляції. Причому, до досягнення цієї концентрації коагуляція не спостерігається зовсім, а по досягненні порога носить „обвальний” характер, призводячи в більшості випадків до швидкого й повного руйнування колоїдної системи.

Поріг коагуляції у прийнято виражати в мілімолях електроліту на 1 л скоагульованого золю (ммоль/л). Величину, що за своїм значенням зворотна до порогу коагуляції ($1/\gamma$) називають коагулюючою дією.

Ознаками коагуляції є помутніння розчину, випадіння осаду, зміна забарвлення (наприклад, коагуляція з перетворенням червоного гідрозолу золота в синій золь).

Правила коагуляції:

- коагуляцію викликають будь-які електроліти, але з помітною швидкістю вона починається лише під час досягнення певної концентрації; мінімальна концентрація електроліту, при перевищенні якої спостерігається коагуляція, називається порогом коагуляції (γ), його виражають у ммоль/л або у моль/л.

- коагулююча дія властива тому іону електроліту, заряд якого протилежний заряду колоїдної частинки (гранули), причому його коагулююча дія тим сильніше, чим вищий його заряд; ця закономірність називається правилом Шульце - Гарді (правило значності).

- у ряду органічних іонів коагулююча дія (γ^{-1}) зростає з підвищенням адсорбційної здатності.

- у ряду неорганічних іонів з однаковим зарядом коагулююча дія тим більша, чим більший радіус іона (іони з більшими радіусами слабкіше гідратовані).

$\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{K}^+ < \text{NH}^+ < \text{Rb}^+ < \text{Cs}^+$ зростання коагулюючої дії.

Стійкість колоїдних систем до додавання електролітів забезпечується за допомогою стабілізаторів: добавок ПАР різних типів, у тому числі ВМС, і особливо – білків. Адсорбуючись на поверхні частинок твердої фази, стабілізатор утворює оболонку, що захищає частинки золю. Додавання захисної ВМС (наприклад, желатину) до коагулюючого золю може викликати зупинку процесу коагуляції.

Обладнання, прилади і матеріали

Проби ґрунту, фарфорова.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. Визначення порога коагуляції золю гідроксида Феруму (III). Поріг коагуляції визначають при додаванні до золю $\text{Fe}(\text{OH})_3$ розчинів солей $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, Na_2SO_4 , NaCl з концентрацією електроліту 0,001 моль/л, 0,01 моль/л, 4 моль/л відповідно. В пробірки наливають по 5 мл золю. Одну з них залишають як контрольну. До інших пробірок з відповідних бюреток додають краплями розчини солей, доки не з'явиться легке скаламутнення. Після додавання кожних двох крапель пробірку збовтують. Відмічають кількість електроліту, яка

спричинила скаламутнення розчину.

2. Поріг коагуляції розраховують за пороговим об'ємом електроліту (його об'єм, який затрачено на коагуляцію) (ммоль/л):

$$c_k = \frac{c_{\text{ел}} \cdot V_{\text{ел}}}{V_3 + V_{\text{ел}}}$$

3. Також розраховують відношення порогів коагуляції при додаванні заданих електролітів. Указати, які іони використаних електролітів є коагулюючими, і що є причиною різних величин порогів коагуляції.

Взаємна коагуляція золю $\text{Fe}(\text{OH})_3$ і $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$.

Змішують приготовлені золі берлінської лазури й гідроксиду заліза (III) в спів відношеннях, указаних у табл. 13.1.

4. Суміші зелей залишають у штативі протягом 30-40 хв. Потім відмічають, які зміни відбулися в кожній пробірці: повна коагуляція, "+" часткова коагуляція, коагуляції немає "-". Там, де залишилися некоагульовані частинки, визначають знак їхнього заряду. Для чого краплю золю наносять на фільтрувальний папір. При змочуванні водою волокна клітковини набувають негативного заряду. Якщо частинки золю заряджені позитивно, вони затримуються біля стінок капілярів, тому в центрі краплі утворюється забарвлене коло, а вода розтікається по периферії краплі. Якщо частинки золю заряджені негативно, вони рухаються разом з водою і утворюють забарвлене коло.

5. Визначення захисної дії ВМС (желатина) при коагуляції золю. У дві пробірки наливають по 5 мл свіже виготовленого золю і 4 мл води. Потім у одну з пробірок додають 0,5 мл 0,25% розчину желатину, а в іншу – 0,5 мл води.

6. Після перемішування в кожен пробірку додають з бюретки краплями 10%-вий розчин NaCl , доки не з'явиться слабе скаламутнення. Визначають і порівнюють пороги коагуляції золю без желатину і з желатином.

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Позначення вихідних величин:

c_k – поріг коагуляції, ммоль/л;

$c_{\text{ел}}$ - концентрація введеного електроліту, моль/л;

$V_{\text{ел}}$ - мінімальний об'єм електроліту, який спричинив коагуляцію, мл;

V_3 – об'єм золю, мл.

2. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці 13.1.

Таблиця 13.1

Результати вимірів і розрахунків

| Золі | Пробірки | | | | | | | |
|---|----------|---|-----|---|-----|-----|---|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| $\text{Fe}(\text{OH})_3$, мл | 4,5 | 4 | 3,5 | 3 | 2,5 | 1,5 | 1 | 0,5 |
| $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3,5 | 4 | 4,5 |
| Ефект, який Ви спостерігали „+” або „-” | | | | - | | | | |

3. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Які дисперсні системи називають ліофільними, а які - ліофобними?

2. Назвіть основні види стійкості дисперсних систем і дайте їх характеристику.

3. Який процес називають коагуляцією?

4. Що викликає коагуляцію і які її ознаки?

5. Що таке поріг коагуляції?

6. Сформулюйте правила коагуляції.

Лабораторне заняття 14

ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ЛИСТЯ ЯК ІНДИКАЦІЙНОЇ ОЗНАКИ СТАНУ ПОВІТРЯ МІСТ

1. Ознайомитися з методикою біоіндикації стану повітря.

2. Дослідити ступінь зміни вологості листя залежно від стану повітря.

Основні теоретичні положення

Показник вологості рослин - один з видів реакцій біоіндикаторів, який є інформативним показником стану повітря

і ґрунту. Відомо, що в центральній частині будь-якого міста створюються зони, так звані «зони тепла», де температура повітря може бути на декілька градусів (до 8 °С) вищою, ніж на відкритій місцевості, через гарячі викиди промислових підприємств, ТЕЦ, порушення циркуляції повітря в зонах висотних забудов. Тепловий ефект «островів» впливає на відносну вологість повітря і знижує її. Особливо це відноситься до центральних вулиць міст Центру і Півдня України і промислових центрів.

Для рослин вода є основою їх існування через те, що забезпечує процес фотосинтезу і функціонування рослинних систем; вона є середовищем, де йдуть біохімічні процеси, транспорт поживних речовин з ґрунту і газообмін; завдяки транспірації здійснюється процес кругообігу води в природі.

На вулицях з високими будинками і низькою вологістю ґрунтів через стікання опадів з асфальтових покриттів створюються умови для недостатнього зволоження кореневих систем деревних рослин.

Волога з коріння швидко транспірується деревами і випаровується з поверхня листя - головного органа транспірації, в умовах підвищених температур, потоку повітря разом з пилом від автотранспорту і низької вологості. В зв'язку з цим листя втрачають тугість і тургор, обвисають, змінюють форму через відхилення розвитку, в них спостерігаються зміни на мікроскопічному рівні: обезводнення клітин і плазмоліз. Тому визначення вмісту води є не тільки показником, що обумовлений кліматом, місцезростанням, природою рослини, але і є біоіндикаційною ознакою підвищення температури через парниковий ефект, автотранспорт, неграмотну міську забудову і, як наслідок, підвищену транспірацію.

Обладнання, прилади і матеріали

Аналітичні терези, рівноваги, сушильна шафа, поліетиленові і паперові пакети, зразки листя.

Підготовка до заняття. Обстежити листя дерев на вулицях міста в різних районах, особливо у дерев-індикаторів (липа, каштан, клен), оцінити візуальну зміну стану листя (утрачення тугості, в'ялість, зупинка або зміна напрямку росту у який-небудь частині

листя), зрізати декілька листків зі вказівкою місця збору і екологічних умов, покласти в поліетиленовий пакет.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. В лабораторії листя перекладають у заздалегідь зважені паперові пакети і зважують з пакетом. Висушують листя до постійної маси при 105 °С в сушильній шафі (1,5 - 2 год), переносять до ексикатора з гігроскопічною речовиною CaCl₂ для схову. Знову зважують листя в пакеті і результати фіксують.

2. Розрахунок вологості листя X виконують за формулою:

$$X = \frac{a}{b} \cdot 100\%$$

де: a - маса води листя (яка випаровується в умовах експерименту), г;

b - маса сирого листя, г.

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Позначення вихідних величин:

m - маса пакета з сирим листям, г;

p - маса порожнього пакета, г;

b - маса сирого листя, г;

d - маса пакета з сухим листям, г;

a - маса води листя, г;

X - вологість листя, %.

2. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці 14.1.

Таблиця 14.1

Результати вимірів і розрахунків

| m | $b = m - p$ | d | p | $c = d - p$ | $a = m - d$ | X |
|-----|-------------|-----|-----|-------------|-------------|-----|
| | | | | | | |

3. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Що таке вологість рослини? Яке значення має вода для рослини?

2. В зразку глини прибережної зони міститься 14 % хімічно зв'язаної і 25 % гігроскопічної води (останню можна видалити висушуванням). Розрахувати вміст хімічно зв'язаної води у висушеному зразку глини.

3. Які форми, види і типи біоіндикації вам відомі?

4. Визначити відсотковий вміст води в очереті, якщо відомо, що його листя містять 86 %, стебло - 80 %, а коріння - 72 % води. При висушуванні надземної частини рослини (листя і стебла) втрата маси становить - 82 %, а при висушуванні стебла і коріння - 78 %.

5. Технічна сіль містить домішки: 8 % води і 4 % металевого пилю. Скільки відсотків металевого пилю буде міститись в солі після сушки?

Лабораторне заняття 15

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ В БІОМАСІ РОСЛИН

Мета й основні завдання заняття

1. Ознайомитися з методикою визначення органічної речовини різних частин рослин.
2. Визначити вміст органічної речовини в біомасі рослин.

Основні теоретичні положення

Органічна речовина на Землі утворюється і накопичується нерівномірно. Найбільшу його кількість утворюють тропічні ліси - гілеї (70% карбону), меншу - північні ліси та луки, помірну - степи і щонайменшу - тундра і пустелі. В лісових екосистемах найбільша кількість органіки накопичується в деревині (90 - 99% від сухої маси дерев), а в листя і корі - менша. Накопичення органічної речовини є біоіндикаційним показником, тому що забруднення навколишнього середовища підвищує вміст в рослинній біомасі різноманітних поллютантів, ослаблює процеси фотосинтезу і зменшує масову частку органічної речовини. В ґрунті в виді гумусу утримується від 1 до 15 % органічної речовини, яка є тисячорічним сховищем енергії.

Метод визначення органіки в різних частинах дерева полягає в спалюванні сухого зразка в муфельній печі, визначення ц ньому золи і органічної частини, яка розраховується в % до сухого зразка.

При спалюванні рослинного матеріалу (або ґрунту) Карбон,

Нітроген і Гідроген випаровуються в виді карбон (IV) оксиду, оксидів нітрогену і води. Нелеткий залишок (попіл, зола) утримує елементи, які мають назву «зольних». Різниця між масою всього сухого зразка і зольним залишком складає масу органічної речовини.

Таблиця 15.1

**Порівняння вмісту золи і органічної речовини у рослин
(за Б. А. Рубінім)**

| Орган рослин | Трав'яні рослини | | Деревні рослини | | |
|--------------|------------------|--------------------|-----------------|--------|--------------------|
| | % золи | % орган., речовини | Орган рослин | % золи | % орган., речовини |
| Насіння | 3 | 97 | Стебло | 3 | 97 |
| Стебло | 4 | 96 | Деревина | 1 | 99 |
| Корінь | 5 | 95 | Кора | 7 | 93 |
| Листя | 15 | 85 | Листя | 11 | 89 |

Обладнання, прилади і матеріали

Аналітичні терези, муфельна піч або електроплита з закритою спіраллю, фарфорові тиглі, препарувальна голка, ексікатор, спирт, кальцій хлорид, зразки деревини, кори, стебла, листя.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. В тиглі, які попередньо прожарюють, охолоджують і зважують, вміщують сухі подрібнені зразки листя, кори, деревини, і зважують на аналітичних терезах. Нагрівають на електроплиті в витяжній шафі до обвуглювання і зникнення чорного диму.

2. Тиглі ставлять в муфельну піч при температурі 400 - 450 °С (або продовжують спалювання на електроплиті під тягою) і спалюють 4-5 год до того стану, коли зола стане сіро-білою. Можливі такі варіанти кольору золи: червоно-бурий (в випадку великого вмісту в зразку оксидів заліза); зеленкуватий (у присутності Мангану). При спалюванні на електроплиті необхідно періодично перемішувати матеріал за допомогою препарувальної голки та збільшити час спалювання до 30 - 40 хв.

3. У випадку повільного спалювання треба охолодити тиглі, налити невелику кількість спирту і підпалити. В золі не повинно бути чорних частинок вугілля. В цьому випадку треба зразок

охолодити, обробити 1 мл дистильованої води, помішати і повторно прожарювати до постійної маси.

4. Після закінчення спалювання тиглі закривають кришкою, охолоджують в ексикаторі і зважують.

5. Розрахунок накопичування органічної речовини рослинного матеріалу X , % роблять за формулою:

$$X = \frac{A-Z}{A-t} \cdot 100\%, \quad Y = 100 - X$$

6. Оцінити вміст органічної речовини у досліджуваній частині рослини і порівняти з даними табл. 15.1. Зробіть висновок щодо екологічного стану місця збору зразків.

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Позначення вихідних величин:

Y - масова частка золи, %;

A - абсолютно суха маса біоматеріалу з тиглем, г;

Z – маса золи біоматеріалу з тиглем, г;

N – маса органічної речовини, г;

t - маса тигля, г.

2. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці 15.2.

Таблиця 15.2

Результати вимірів і розрахунків

| Назва частини рослини | t | A | Z | $N=A-Z$ | X | Y |
|-----------------------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|
| Деревина | | | | | | |
| Листя | | | | | | |
| Кора | | | | | | |

3. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Яким є елементний склад рослин? Які органічні речовини входять до їх складу? Що відбувається з речовинами при прожарюванні?

2. Після спалювання зразка трав'янистої рослини масою 2 г маса золи становила 0,133 г. Розрахувати масову частку органічної речовини. Який орган рослини досліджували, якщо визначення відповідає стандартів?

3. До трав'янистих чи деревних порід належить викопна рослина, якщо при аналізі 1,5 г абсолютно сухої наважки, маса золи становила 0,245 г?

4. У організмі людини міститься 18% карбону. Скільки кг карбону міститься в організмі людини масою 80 кг?

5. При озоленні тканини печінки і кісткової тканини вихід золи відповідно становить 2 та 25%. Розрахувати маси тканини печінки і кісткової тканини перед озоленням, якщо було отримано відповідно 0,4 і 2 г золи.

Лабораторне заняття 16

РОСЛИНИ ЯК БІОІНДИКАТОРИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ДОВКІЛЛІ

Мета й основні завдання заняття

1. Ознайомитися з методикою визначення вмісту важких металів в рослинах
2. Визначити зольність деревних рослин.
3. Ідентифікувати наявність ознаки забруднення навколишнього середовища важкими металами.

Основні теоретичні положення

В зв'язку, із забрудненням навколишнього середовища рослини стають активними ланками у ланцюгу кругообігів важких металів. Дослідження, які проводять на деревних рослинах, виявили, що важкі метали накопичуються в органах рослин і за їх вмістом можна оцінювати міграцію металів і екологічний стан міст і територій, які перебувають в зоні забруднення, порівнюючи з контролем - чистою зоною, тобто фоною.

Це накопичування відбувається як шляхом дифузії, так і внаслідок зв'язування важких металів або їх розчинних солей в менш рухомі комплекси з білками, дубильними речовинами, порфіриновими гетероциклами та ін. рослинними комплексами; значну роль відіграє металевий пил і аерозолі. За масовою часткою золи, до складу якої входять важкі метали,

можна зробити екологічні висновки про забруднення території, з якої взяті зразки: підвищення зольності рослини свідчить про наявність важких металів і екологічну небезпеку.

При достатньому зборі матеріалу, що аналізують, і статистичній обробці можна побудувати карту-схему забрудненої території. Важливим моментом для цього є вибір рослин - біоіндикаторів, оскільки дуже чутливі до забруднення рослини не підходять для цієї мети. Ці рослини повинні бути досить стійкі до забруднювачів атмосфери і здатні накопичувати їх в своїх органах, а також бути широко розповсюдженими. Наприклад, в містах України мають перевагу тополя, каштан, в'яз, береза, а для північних населених пунктів - хвойні породи дерев.

Принцип методу визначення зольності рослинного матеріалу полягає в їх сухому спалюванні, як при визначенні органіки, відокремленні H_2SiO_3 і SiO_2 від зольного залишку, який вміщує важкі метали.

Обладнання, матеріали і реактиви:

Обладнання, прилади і матеріали

Аналітичні терези, муфельна піч або електроплита з закритою спіраллю, тигельні щипці, фарфорові тиглі і випаровувальні чашки, препарувальна голка, ексікатор, конічна колба місткістю 100 - 200 мл, лійка, спирт або денатурат, кальцій хлорид, CaCl_2 х.ч., хлоридна кислота (водний розчин 1:1), зразки деревини, кори, листя.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. Зразки стебел, гілок, кори, хвої збирають в різних частинах міста з метою охопити різноманітні екологічні умови; сушать і визначають вологість. Потім подрібнюють і зважують абсолютно сухий зразок масою -10 г (A), заздалегідь зважують прожарений тигель (t) і проводять озолення, як в, визначаючи при цьому вміст органічної речовини. Після останнього зважування (Z) і розрахунку масової частки золи отримують значення, яке відповідає сумарному вмісту важких металів та силікатів.

2. Для визначення маси чистої золи треба відокремити силікати. Для цього силікати переводять в силіцієву кислоту: до тиглю з золою додають 1 мл дистильованої води і 2 мл розчину HCl (1:1). Після перемішування випаровують насухо і підсушують при 120 - 130° для зневоднення H₂SiO₃:



3. До сухого залишку в тиглі додають 2 мл HCl (1:1), 3 мл води, перемішують, гріють розчин і гарячим фільтрують крізь беззолний фільтр діаметром 7 см у конічну колбу на 100 - 200 мл, промивають тигель і фільтр гарячою водою (5 разів по 5 мл), щоб кожного разу розчин повністю стік. Останній раз промивають крапельним способом, направляючи краплі на край фільтру.

4. Фільтр, на якому осаджені силікатна кислота і SiO₂, переносять до того ж тигля, висушують, прожарюють, охолоджують і зважують (*M*). Різниця між цією масою і масою порожнього тигля - це вміст H₂SiO₃ та SiO₂.

5. Розраховують вміст залишкової золи, яка є вільною від домішок Силіцію:

$$X_0 = \frac{Z - M}{A - t} \cdot 100\%$$

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Позначення вихідних величин:

*X*₀ - вміст золи з важкими металами в %;

Z - маса золи з тиглем, г;

M - маса H₂SiO₃ та SiO₂ з тиглем, г;

t - маса прожареного тигля, г;

A - маса абсолютно сухого зразка, г.

2. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці 16.1.

Таблиця 16.1

Результати вимірів і розрахунків

| <i>t</i> | <i>A</i> | <i>Z</i> | <i>Z - t</i> | <i>M</i> | <i>M - t</i> | <i>X</i> ₀ |
|----------|----------|----------|--------------|----------|--------------|-----------------------|
| | | | | | | |

3. Зробити основні висновки з роботи (оцініть екологічні умови в пункті відбору зразків; виявіть ймовірні, на ваш погляд, причини і джерела забруднення (промислові об'єкти, випускні гази автотранспорту та ін.).

Контрольні запитання

1. Встановлено, що кров становить 7% маси організму людини. Після озолення в 100 мг золи крові міститься 8 мг заліза. Вихід золи становить 1%. Розрахувати вміст заліза в крові людини масою 70 кг.
2. Зола целюлози містить 28% кальцію. Яка масова частка Са у целюлозі, якщо зола становить 15% її маси?
3. Людина щоденно вживає з їжею в середньому 3 г калію. Яка кількість картоплі, у якій міститься 0.6% цього елемента, або урюку (1,78%) забезпечує добову потребу людини в калії?
4. Після озолення 32 г крові отримано 0.4 г золи. Визначити практичний вихід золи і розрахувати її кількість при озоленні усєї крові людини масою 75 кг, якщо маса крові становить 7% маси організму.

Лабораторне заняття 17

БІОГЕННІ ЗАБРУДНЕННЯ НІТРАТ- ТА НІТРИТ- ІОНІВ У ВОДІ

Мета й основні завдання заняття

1. Ознайомитися з методикою нітрат- та нітрит- іонів у воді.
2. Визначити концентрацію нітрат- та нітрит- іонів у воді.

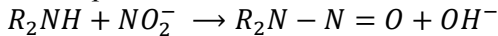
Основні теоретичні положення

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 відносяться селітри (калій, натрій, амоній і кальцій нітрати).

Добрива на основі нітратів, сечовини, похідних аміаку і сполук фосфору відносяться до небезпечних типів відходів. Такого типу відходи при скиданні в природні водойми окислюються розчиненим у них Оксигеном, що призводить до різкого збільшення його витрат, зниження вмісту Оксигену у

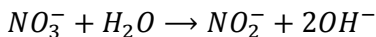
воді до рівня, недостатнього для підтримання життя.

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

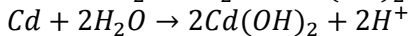
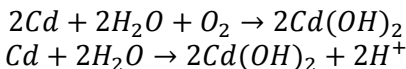


Отруєння має місце вже при концентрації 0,2 - 0,3 %. Встановлена ГДК нітрат-іонів в питній воді - 45 мг/л. Вміст нітратів в питній воді недопустимий, він не повинен перевищувати в залежності від класу води 10 - 0,1 мг/л. У воді господарсько- побутового призначення ГДК нітритів і нітратів за нітрогеном - 10 мг/л. ГДК нітратів у ґрунті - 130 мг/л; у кормах для сільськогосподарської худоби - 500 мг/кг; нітритів - 5 - 10 мг/кг. У зв'язку з вище викладеним, контроль води на вміст нітрат і нітрит- іонів є необхідним і важливим аналізом.

В основі методу лежить відновлення нітратів до нітритів за реакцією:



І подальше визначення нітрит-іонів. У якості відновника використовують металевий кадмій:



Для визначення нітритів застосовують фотоелектроколометричний метод. В основі методу лежить забарвлення розчинів, що містять нітрит-іон, в рожево-червоний колір різної інтенсивності в залежності від концентрації нітриту під дією реактиву Грісса-Ілосвая.

Інтенсивність забарвлення при дії індикатора отриманого розчину оцінюється величиною оптичної густини D , знятої на фотоелектроколометрі. Концентрація нітрит-іонів знаходять за калібрувальним графіком, попередньо побудованим для приготовлених еталонних розчинів заданої концентрації.

Обладнання, прилади і матеріали

Фотоелектроколометр; мірні колби 50 мл - 6 шт і 100 мл - 2

шт; піпетки вимірювальні на 1 і 2 мл з ціною поділки 0,1 мл; реактив Грісса-Ілосвая - суміш однакових об'ємів розчинів *a*-нафтиламіну в 12% ацетатній кислоті (з розрахунку 0,2 г *a*-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.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

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

Приготування еталонних розчинів для побудови калібрувального графіка: у 6 мірних колб на 50 мл вносять відповідно 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 визначенні 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.

Через 30 - 40 хв після появи забарвлення вимірюють оптичні густини усіх розчинів і досліджуваної проби на ФЕК в кюветі довжиною 3 см із зеленим світлофільтром ($\lambda = 540$ нм).

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці 17.1.

Таблиця 17.1

Результати вимірів і розрахунків

| | Проба 1 | Проба 2 | Проба 3 | Проба 4 | Проба 5 |
|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Оптична густина, <i>D</i> | | | | | |
| $\text{C} (\text{NO}_2^-)$ мг/л | | | | | |

2. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Масова частка Нітрогену в добриві становить 14 %. Нітроген входить до добрива в складі сечовини $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Обчислити масову частку сечовини.
2. Суміш натрій нітрату і нітриту містить 18 % Нітрогену. Скільки % Натрію в суміші?
3. У чому полягає суть токсичності сполук Нітрогену?

Лабораторне заняття 18

ПРОЯСНЕННЯ ВОДИ КОАГУЛЮВАННЯМ

Мета й основні завдання заняття

1. Дослідити процес обробки води з метою видалення колоїдних та грубо дисперсних домішок.
2. Визначити необхідну дозу коагулянту.

Основні теоретичні положення

Природні води – складні багатокомпонентні системи, які містять солі (переважно у вигляді іонів, молекул і комплексів), органічні речовини (в молекулярних сполуках і колоїдному стані, гази, дисперговані домішки).

У завислому стані в природних водах містяться глинисті, піщані, гіпсові й вапняні частинки; в колоїдному – речовини органічного походження, силікатна кислота, алюмосилікати фульвокислоти, гумати; в істинно розчиненому стані – в основному мінеральні солі, які поставляють у воду іони. Наявність домішок у воді надає їй таких властивостей як каламутність і кольоровість. Каламутність води зумовлена присутністю в ній дрібнодисперсних і колоїдних речовин неорганічного і органічного походження. Причиною каламутності поверхневих вод є, насамперед, мули, силікатна кислота, гідроксиди заліза й алюмінію, органічні колоїди і різноманітні організми й планктон. У ґрунтових водах каламутність зумовлена в основному наявністю в них нерозчинних мінеральних речовин. Кольоровість природних вод

зумовлена головним чином присутністю в них гумусових речовин і сполук заліза (III), а також мікроорганізмів, часток мулу.

Обробка води з метою видалення колоїдних і грубодисперсних домішок називається проясненням. Знебарвлення води полягає в зниженні концентрації забарвлених сполук.

Прояснення води здійснюється коагулюванням. Процес коагуляції (злипання частинок колоїдів при їхньому зіткненні в процесі теплового руху) дозволяє видалити з води завислі речовини, зменшити кольоровість води до необхідного рівня, зменшити концентрацію органічних забруднень. При коагулюванні видаляються іони важких металів, синтетичні поверхнево-активні речовини, феноли, аміни та ін.

Коагуляція, як метод прояснення води, полягає в обробці води хімічними реагентами – коагулянтами. До коагулянтів належать солі полівалентних металів сильних кислот (переважно сульфати й хлориди алюмінію і феруму):

$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ – сульфат алюмінію

$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – сульфат заліза (II) (залізний купорос)

$FeCl_3 \cdot 6H_2O$ – хлорид заліза (III)

$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 2H_2O$ – сульфат заліза (III)

Оскільки коагулянтами є солі сильних кислот і слабких основ, при введенні у воду вони гідролізуються.

Коагуляція домішок у процесі прояснення води - складний фізико-хімічний процес, який складається з трьох стадій:

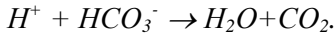
1) гідроліз коагулянта, який сприяє утворенню колоїдного розчину гідроксида метала;

2) коагуляція золя коагулянта, що сприяє виникненню умов для взаємодії з колоїдними й грубо дисперсними домішками води;

3) процес утворення пластівців, який завершується седиментацією.

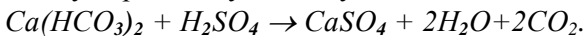
У процесі обробки води необхідно підтримувати оптимальні умови для кожної стадії процесу. Процес гідролізу оборотний, тому накопичення в розчині іонів H^+ гальмує його. Щоб забезпечити повноту протікання гідролізу(пряма реакція) необхідно зв'язувати іони гідрогену H^+ у малодисоційовану сполуку. Таку функцію виконують гідрокарбонат-іони HCO_3^- , які

завжди присутні в природних водах:

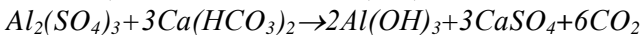
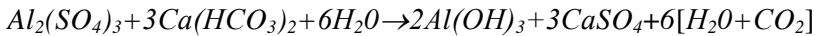


Звідси видно, що неодмінною умовою нормального перебігу процесу коагуляції є наявність у воді певної лужності (лужного резерву), яка забезпечується в природних водах іонами HCO_3^- (гідрокарбонатами кальцію і магнію).

Гідрокарбонат кальцію $Ca(HCO_3)_2$ перетворює кислоту (H_2SO_4 або HCl), що утворюється під час гідролізу коагулянту, в малодисоційовану карбонатну кислоту:



Таким чином сумарне рівняння гідролізу сульфату алюмінію в природній воді (в присутності гідрокарбонатів) має вигляд:



Для того, щоб процес коагуляції відбувався ефективно, вміст HCO_3^- -іонів повинен бути як мінімум еквівалентним кількості сульфату алюмінію, який додають до води. В іншому випадку гідроксид алюмінію не утворює колоїдного розчину, коагуляція не відбувається. Для ефективного перебігу реакції потрібен деякий надлишок лужності. Природна лужність води більшості водойм достатня для забезпечення коагуляції навіть високими дозами коагулянту.

На процес коагуляції впливає не тільки лужність, але й рН (оптимальне значення 5,5 – 6,5), температура, інтенсивність перемішування, кількість грубої зависі, гумінових речовин тощо. Тому визначення оптимальної дози коагулянту за допомогою теоретичних розрахунків недостатньо.

Кількість коагулянту, введеного в певний об'єм води називається дозою коагулянту. її виражають у мг/л, ммоль-екв/л або г/см³, моль-екв/м³.

Оптимальна доза коагулянту (D_k) – мінімально можлива в даних умовах доза, що відповідає найкращому проясненню або знебарвленню води. Це така доза, при якій якість очищеної води практично не залежить від кількості введеного реагенту, а контрольовані показники (каламутність, кольоровість) відповідають вимогам Стандарту. Оптимальну дозу коагулянту визначають пробним коагулюванням води. Крім виявлення необхідної дози коагулянту досліди з пробного коагулювання

встановлюють швидкість утворення пластівців, кінетику випадіння осаду й кінетику ущільнення осаду. Ці дані необхідні для раціонального проектування споруд, в яких проводяться коагулювання і відстоювання. Орієнтовно оптимальну дозу коагулянту можна розрахувати в залежності від каламутності й кольоровості емпірично встановленим формулами. У разі каламутних вод:

$$D_k = 3,5 / \sqrt{K}$$

де D_k – доза коагулянту (безводного сульфату алюмінію $Al_2(SO_4)_3$), мг/дм³;

K- каламутність води, мг/дм³.

Визначення каламутності здійснюють фотометричним методом.

Обладнання, прилади і матеріали

Фотоколориметр КФК-2, робоча стандартна суспензія, 1%-вий розчин $Al_2(SO_4)_3$, циліндри об'ємом 1000 мл, градуйована піпетка.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. Визначають каламутність досліджуваної води за калібрувальним графіком. Для побудови калібрувального графіка готують стандартні суспензії: робочу стандартну суспензію ретельно перемішують, після чого вносять об'єми, зазначені у табл. 18.1 в мірні колби об'ємом 100 мл, розбавляють дистильованою водою до мітки і перемішують. Фотометрують суспензії й будують калібрувальний графік в координатах оптична щільність - величина каламутності.

2. Виходячи з визначеної каламутності розраховують дозу коагулянту:

$$D_k = 3,5 / \sqrt{K}$$

3. Отриману кількість мг безводного $Al_2(SO_4)_3$ перераховують в об'єм 1%-го розчину $Al_2(SO_4)_3$, який необхідно додати до 1 дм³ води:

**Шкала стандартних суспензій для визначення
каламутності води**

| Робоча суспензія | Каламутність робочої суспензії | Очікувана каламутність води | Об'єм робочої суспензії, мл | Каламутність стандартних розчинів |
|------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Каолін | 0,1 мг/мл | <20 мг/л | 0-0,5-1-5-10-15-20 | 0-0,5-1-5-10-15-20 мг/л |
| Каолін | 0,1 мг/мл | >20 мг/л | 0-20-30-40-50 | 0-20-30-40-50 мг/л |
| Формазін | 0,040КФ/мл | <40 ОКФ/л | 0-2,5-10-25-50-75-100 | 0-1-4-10-20-30-40 ОКФ/л |
| Формазін | 0,4 ОКФ/мл | >40 ОКФ/л | 0-10-15-20-25 | 0-40-60-80-100 ОКФ/л |

$$\omega = \frac{m(X)}{m_{\text{розч}}}; \omega = 0,01; m(X) = D_{\text{к}};$$

$$m_{\text{розч}} = \frac{m(X)}{\omega} = \frac{D_{\text{к}}}{\omega} = \frac{D_{\text{к}}}{0,01} = 0,1 \cdot D_{\text{к}}$$

$$V_{\text{розч}} = \frac{m_{\text{розч}}}{\rho_{\text{розч}}}; \rho_{\text{розч}} = 1,009 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}, V_{\text{розч}} = \frac{0,1 \cdot D_{\text{к}}}{1,009} = 0,099 D_{\text{к}}$$

$V_{\text{розч}}$ - об'єм 1%- розчину $Al_2(SO_4)_3$, який необхідно додати до 1 дм води, см^3 .

Таким чином, об'єм коагулянту $V_{\text{розч}}$ (см) (1% - вого розчину $Al_2(SO_4)_3$), який необхідно додати до 1 дм води і доза коагулянту $D_{\text{к}}$ (мг/дм) пов'язані рівнянням:

$$V_{\text{розч}} = \frac{0,1 \cdot D_{\text{к}}}{1,009} = 0,099 D_{\text{к}}$$

4. У 5 пронумерованих циліндрів наливають по 1 (0,5) дм³ води, що підлягає проясненню, і додають у кожному відповідно

($V_{\text{розч}} - 1$), ($V_{\text{розч}} - 0,5$), ($V_{\text{розч}}$), ($V_{\text{розч}} + 0,5$), ($V_{\text{розч}} + 1$) см^3 1%-го розчину $Al_2(SO_4)_3$. Коагулянт вводять градуйованою піпеткою по можливості водночас у всі циліндри. Вміст всіх циліндрів (одночасно) змішують швидким обертанням палички протягом

15-20 секунд, потім протягом 3-5 хвилин пробу повільно перемішують тією ж паличкою (30-40 оборотів в хвилину) і залишають для відстоювання, спостерігаючи за процесом утворення пластівців та їх осадженням.

5. Через 30 хвилин після введення коагулянту визначають, у якому з циліндрів умови для коагуляції були оптимальними, де відбулося найкраще прояснення. Зіставляють експериментально знайдену дозу коагулянту з розрахованою теоретично.

6. Через 30 хвилин обережно зливають верхній шар води із циліндра у чистий посуд, ретельно перемішують і вимірюють каламутність.

Оформлення одержаних результатів та основні висновки

1. Позначення вихідних величин:

D_k – доза коагулянту (безводного сульфату алюмінію $Al_2(SO_4)_3$), мг/дм³;

K – каламутність води, мг/дм³.

2. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці .

Таблиця

Результати вимірів і розрахунків

| Номер циліндра | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Об'єм розчину коагулянту, що вводиться у циліндр ($V_{розч}$), см ³ | | | | | |
| Доза коагулянту, яка відповідає введеному об'єму розчину, (D_k), мг/дм ³ | | | | | |
| Каламутність води після обробки її коагулянтом, (K), мг / дм ³ | | | | | |

3. Зробити основні висновки з роботи.

Контрольні запитання

1. Чим зумовлені каламутність і кольоровість води?

2. Який метод використовують для прояснення води? В чому його суть?

3. Які речовини використовують як коагулянти для очистки технічної і питної води?

4. За яких умов процес коагулювання буде найефективнішим?

Список використаних джерел

1. Білявський Г.І., Бутченко Л.І., Навроцький В.М. Основи екології: теорія та практика. Навчальний посібник.-К.: Лібра, 2002. 352 с.
2. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. - М.: Наука, 1980. - 320 с.
3. Дабіжук Т.М., Канський В.С. Біогеохімія: Лабораторний практикум. Для студ. вищ. навч. закл. Під ред. Дабіжук Т.М. – Вінниця: Едельвейс, 2006. -270 с.
4. Основи колоїдної хімії: фізико-хімія поверхневих явищ і дисперсних систем: підручник / за ред. докт. хім. наук, проф. М. О. Мчедлова-Петросяна. - Х.:ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2004. - 300 с.
5. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Хімія води" / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Т. Д. Панайотова, І. С. Зайцева. - Х.: ХНАМГ, 2011. - 87 с.
6. Федорова А.И., Никольская А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учебное пособие. - М.: ВЛАДОС, 2001. -288 с.
7. Федорова Г. В. Практикум з біогеохімії для екологів: Навчальний посібник. - Київ: «КНТ», 2007. -288 с.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 3 |
| Техніка безпеки під час виконання лабораторних занять..... | 4 |
| Лабораторне заняття 1 «Відбір проб та пробопідготовка для проведення аналізу»..... | 5 |
| Лабораторне заняття 2 «Визначення вологості ґрунту гравіметричним методом»..... | 9 |
| Лабораторне заняття 3 «Визначення вмісту органічних речовин ґрунту методом гравіметрії»..... | 11 |
| Лабораторне заняття 4 «Визначення рН води потенціометричним методом»..... | 14 |
| Лабораторне заняття 5 «Визначення кислотності й лужності води»..... | 17 |
| Лабораторне заняття 6 «Твердість води. Пом'якшення води реагентним способом»..... | 22 |
| Лабораторне заняття 7 «Визначення інтенсивності дихання ґрунту»..... | 28 |
| Лабораторне заняття 8 «Визначення впливу пестицидів на дихання ґрунту»..... | 31 |
| Лабораторне заняття 9 «Якісні реакції аніонів»..... | 35 |
| Лабораторне заняття 10 «Якісний аналіз суміші аніонів»..... | 38 |
| Лабораторне заняття 11 «Визначення складу розчину суміші йонів»..... | 40 |
| Лабораторне заняття 12 «Адсорбція оцтової кислоти на вугіллі»..... | 44 |
| Лабораторне заняття 13 «Коагуляція золів»..... | 49 |
| Лабораторне заняття 14 «Визначення вологості листя як індикаційної ознаки стану повітря міст»..... | 53 |
| Лабораторне заняття 15 «Визначення вмісту органічної речовини в біомасі рослин»..... | 56 |
| Лабораторне заняття 16 «Рослини як біоіндикатори наявності важких металів в довкіллі»..... | 59 |
| Лабораторне заняття 17 «Біогенні забруднення нітрат- та нітрит- іонів у воді»..... | 62 |
| Лабораторне заняття 18 «Прояснення води коагулюванням»..... | 65 |
| Список використаних джерел..... | 71 |

Навчальне видання

БІОГЕОХІМІЯ

Лабораторний практикум

для студентів напрямку 6.040106

«Екологія, охорона навколишнього середовища та
збалансоване природокористування»

Укладачі: **БОВСУНОВСЬКИЙ Євген Олексійович**
СИДОРОВ Олександр Володимирович
МАДЖД Світлана Михайлівна

Підписано до друку 00.00.15. Зам № 00-00/16
Формат 60x84/16. Обл. вид. арк. 1,8. Наклад 100 прим.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології

_____ Дудар Т.В.

« ____ » _____ 20__ р.

**ПЕРЕЛІК ТЕМ ДЛЯ ВИКОНАННЯ
КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ (ЗФН)
з дисципліни «Біогеохімія»**

Освітньо-професійна програма: «Екологія та охорона навколишнього середовища»
Галузь знань: 10 «Природничі науки»
Спеціальність: 101 «Екологія»

Розробник (и):
к.т.н., доцент Бовсуновський Є.О.
(науковий ступінь, вчене звання, П.І.Б.)

Перелік тем для виконання Контрольної роботи (ЗФН)

з дисципліни «Біогеохімія»

1. Зоопатологічні зміни (гідробіонтів) від нестачі та надлишку плюмбуму.
2. Біогеохімія лісостепової зони.
3. Біогеохімічний цикл стронцію та кальцію. Основні відмінності.
4. Біогеохімічний цикл урану.
5. Фітопатологічні зміни зернових від нестачі та надлишку хімічних елементів.
6. Патологічні зміни живих організмів від нестачі та надлишку марганцю.
7. Патологічні зміни живих організмів від нестачі та надлишку кальцію.
7. Патологічні зміни живих організмів від нестачі та надлишку калію.
8. Патологічні зміни живих організмів від нестачі та надлишку цинку.
9. Патологічні зміни живих організмів від нестачі та надлишку міді.
10. Патологічні зміни живих організмів від нестачі та надлишку молібдену.
11. Патологічні зміни живих організмів від нестачі та надлишку кобальту.
12. Фітопатологічні зміни бобових від нестачі та надлишку хімічних елементів.
13. . Водна міграція хімічних елементів на території України.
14. Фітопатологічні зміни плодових дерев від нестачі та надлишку хімічних елементів.
15. Біогеохімічний пошук родовищ руд. Приклади.
16. Біогеохімічний цикл гідраргіуму.
17. Патологічні зміни живих організмів від нестачі та надлишку йоду.
18. Патологічні зміни живих організмів від нестачі та надлишку магнію.
19. Біогеохімічний цикл кадмію.
20. Фітопатологічні зміни коренеплодів від нестачі та надлишку хімічних елементів.
21. Біогеохімічний цикл цезію (не ізотопу).
22. Характеристика геохімічних провінцій та аномалій на території України.
23. Біогеохімічний цикл кобальту.
24. Біогеохімічний цикл заліза та алюмінію.
25. Роль живих організмів у еволюції атмосфери .
26. Фітопатологічні зміни винограду від нестачі та надлишку хімічних елементів.
27. Зоопатологічні зміни донних та придонних гідробіонтів від нестачі та надлишку хімічних елементів.
28. Еволюція живої речовини на території України.
29. Процес утворення покладів органічних корисних копалин. На прикладі родовищ України.
30. Фітопатологічні зміни суниці від нестачі та надлишку хімічних елементів.
31. Біогеохімічний цикл плюмбуму.
32. Біогеохімічний цикл купруму.
33. Біогеохімічний цикл цинку.

Методичні рекомендації до виконання розробляються викладачем

Методичні рекомендації для виконання контрольної роботи для здобувачів заочної форми навчання включають:

- тему контрольної роботи;
- мету контрольної роботи;
- вихідні дані;
- методику виконання контрольної роботи;
- порядок захисту;
- список рекомендованої літератури.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології

_____ Дудар Т.В.

« ____ » _____ 20__ р.

**ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ (ЗАВДАНЬ) ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО
МОДУЛЬНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ
з дисципліни «Біогеохімія»**

Освітньо-професійна програма: «Екологія та охорона навколишнього середовища»
Галузь знань: 10 «Природничі науки»
Спеціальність: 101 «Екологія»

Розробник (и):

к.т.н., доцент Бовсуновський Є.О.
(науковий ступінь, вчене звання, П.І.Б.)

к.б.н., Явнюк А.А.
науковий ступінь, вчене звання, П.І.Б.)

(науковий ступінь, вчене звання, П.І.Б.)

МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1

з дисципліни «Біогеохімія»

1. Поняття біосфера. Її структура, організованість та характер прояву у планетарному масштабі.
2. Назвіть та охарактеризуйте процеси, за рахунок яких, біосфера проявляє властивості стійкості та саморегуляції.
3. Компоненти біосфери за В.І.Вернадським, її межі.
4. Закон константності.
5. Закон фізико-хімічної єдності живої речовини.
6. Закон мінімуму (Лібиха).
7. Закон толерантності (Шелфорда).
8. Земна кора, її склад, головні хімічні елементи.
9. Властивості розсіяних хімічних елементів у Земній корі. Ізоморфізм.
10. Поняття кларка концентрації та геохімічної провінції. Назвіть характерну рису хімічного складу живих організмів в межах геохімічної провінції.
11. Наведіть основні складові гідросфери та охарактеризуйте роль живих організмів у процесі еволюції хімічного складу Світового океану.
12. Особливості хімічного складу Океанічної води. Основи біофільтраційної гіпотези.
13. Назвіть групи глибоководних відкладень та охарактеризуйте умови їх формування.
14. Що таке детритус та яка його глобальна функція?
15. Форми знаходження хімічних елементів у поверхневих водах суходолу. Як і за рахунок яких процесів формується хімічний склад річкової води? Охарактеризуйте коефіцієнт водної міграції.
16. Особливості хімічного складу зважених речовин річкового стоку, їх роль у біогеохімічних процесах. Класифікація хімічних елементів за кларком концентрації у зважених речовинах річкового стоку.
17. Наведіть форми знаходження хімічних елементів в атмосфері та основні джерела пилових часточок.
18. Біогеохімічні особливості хімічного складу атмосфери, роль лісових насаджень в повітряній міграції хімічних елементів.
19. Поняття жива речовина, її будова.
20. Назвіть есенціальні хімічні елементи. Охарактеризуйте коефіцієнт біологічного накопичення.
21. Яким чином відображають хімічний склад біологічних об'єктів. Чи відповідає хімічний склад живої речовини розподілу їх кларків у верхньому шарі літосфери, ґрунті?
22. Що таке мікроелементи, їх роль, властивості та вміст у живій речовині?
23. Які мікроелементи необхідні для реакції фотосинтезу і за які функції вони відповідають?
24. Охарактеризуйте залежність фізіологічної значимості розсіяних елементів від кларку їх концентрації в живій речовині.
25. Охарактеризуйте різницю між хімічним складом живої речовини суходолу та океану.
26. Охарактеризуйте коефіцієнт аерозольної акумуляції. Назвіть елементи для яких цей коефіцієнт більше 1. Чому? Відповідь обґрунтуйте.
27. За рахунок яких природних процесів відбувається включення розсіяних металів у атмосферну міграцію?
28. Охарактеризуйте процес трансформації річкової води в океанічну.
29. Охарактеризуйте відмінність між хімічним складом океану та земної кори. Якими факторами вона зумовлена?

30. Характерна відмінність форм знаходження головних і розсіяних хімічних елементів у земній корі.
31. Назвіть кларки головних хімічних елементів у земній корі.
32. Класифікація хімічних елементів за кларком концентрації у зважених речовинах річкового стоку.
33. Що таке біогеохімія? Задачі біогеохімії як науки.
34. Що таке біогеохімія? Практичне значення біогеохімії.
35. Дайте визначення поняттю – адсорбція.
36. Від яких параметрів залежить адсорбційна ємність ґрунту?
37. Чому спостерігається детоксикація пестицидів у ґрунті?
38. Дайте визначення поняттю – фітотоксичність.
39. Опишіть процедуру та особливості обмінного методу відбору проб повітря.
40. Опишіть процедуру та особливості вакуумного методу відбору проб повітря.
41. Опишіть процедуру та особливості аспіраційного методу відбору проб повітря.
42. Опишіть процедуру та особливості відбору проб однорідного ґрунту.
43. Опишіть процедуру та особливості відбору проб води.
44. Опишіть процедуру та особливості відбору проб рослин.
45. При яких температурах відбувається термічна дегідратація проб рослин?
46. В якому діапазоні температур відбувається озолення проб рослин?
47. Опишіть процедуру та особливості підготовки ґрунту до аналізу.
48. Опишіть шкалу якісної оцінки вологості ґрунту.
49. На які групи поділяють хімічні елементи за відсотком вмісту у живій речовині?

МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 2

з дисципліни «Біогеохімія»

1. Які типи міграції хімічних елементів ви знаєте? Наведіть внутрішні та зовнішні фактори фізико-хімічної міграції.
2. Який тип міграції хімічних елементів переважає у сучасну епоху? Обґрунтуйте свою відповідь.
3. Опишіть механізм механічної міграції хімічних елементів.
4. Охарактеризуйте всі внутрішні фактори фізико-хімічної міграції хімічних елементів. Що таке іонний потенціал Картледжа та енергетичний коефіцієнт іона?
5. Опишіть вплив водного, температурного режиму, атмосферного тиску та параметрів кислотно-лужних умов на фізико-хімічну міграцію хімічних елементів.
6. Опишіть вплив параметрів окислювально-відновних умов на фізико-хімічну міграцію хімічних елементів.
7. Класифікація хімічних елементів за показником швидкості переходу у рухливий стан.
8. Поясніть та охарактеризуйте поняття біогенна міграція.
9. Назвіть та дайте характеристику біогеохімічним параметрам живої речовини.
10. Охарактеризуйте функції живої речовини за В.І.Вернадським.
11. Розкрийте поняття біогеохімічні функції людини.
12. Біогеохімічний цикл карбону.
13. Біогеохімічний цикл кисню.
14. Біогеохімічний цикл нітрогену.
15. Біогеохімічний цикл сульфуру.
16. Біогеохімічний цикл фосфору.
17. Охарактеризуйте основні закономірності біогеохімічної зональності біосфери.
18. Опишіть основні особливості біологічного колообігу у лісовій зоні.

19. Опишіть основні особливості біологічного колообігу у степовій зоні.
20. Особливості лісостепового чорноземного біогеохімічного субрегіону України.
21. Особливості степового біогеохімічного субрегіону України.
22. Особливості лісового нечорноземного біогеохімічного субрегіону України.
23. Геохімічний бар'єр. Класифікація геохімічних бар'єрів.
24. Геохімічний бар'єр. Охарактеризуйте типи міграційних середовищ.

Модульний контроль - це різновид контрольних заходів, який проводиться з метою оцінки результатів навчання студентів на визначених його етапах. Модульна контрольна робота може включати як теоретичні завдання (теоретичні питання або тести), так і практичні завдання. До НМК включають перелік теоретичних питань та типові завдання для розв'язку, з яких формуватимуться білети (завдання) для проведення модульної контрольної роботи.