



Хімія біогенних елементів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Першій (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 «Хімічна інженерія та біоінженерія»</i>
Спеціальність	<i>162 – Біотехнології та біоінженерія</i>
Освітня програма	<i>Біотехнології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС в т.ч. лекцій – 28 год., лабораторних – 26 годин, СРС – 66 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік/МКР</i>
Розклад занять	<i>На сайтах http://roz.kpi.ua та https://schedule.kpi.ua Лекції: 2 год./тиждень; лабораторні : 1 год./тиждень згідно розкладу</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доктор.техн.наук, доцент Голуб Наталія Борисівна golubnb@ukr.net; 095-601-40-65 (Телеграм) Лабораторні: канд.техн.наук, ст.викл. Зубченко Людмила Сергіївна</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom. Код курсу b4guyut</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Актуальність дисципліни «Хімія біогенних елементів» для студентів першого рівня вищої освіти полягає у наданні знань з біохімічних процесів, які перебігають в живих організмах, впливу мікро та макроелементів та процеси життєдіяльності, перенесення елементів та сполук через мембрани. Тобто вивчається метаболізм клітин та поєднання процесів анаболізму та катаболізму та регуляція метаболічних процесів. Такі знання є підґрунтям для здатності керування біосинтетичними процесами для створення нової біотехнологічної продукції.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей:

- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми;
- до застосування та впливу біогенних елементів на розвиток та життєдіяльність живих організмів;
- здатність проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва;
- здатність комплексно аналізувати біологічні та біотехнологічні процеси на молекулярному та клітинному рівнях;
- здатність використовувати знання про шляхи біосинтезу практично цінних метаболітів для вдосконалення біотехнологій їх одержання.

Основні завдання дисципліни –

націлені на надання студентам знань, вмінь та навичок у вирішенні практичних і теоретичних завдань, пов'язаних з проблемами забезпечення життєдіяльності на молекулярному, клітинному, організменному рівнях.

Знання:

- розподіл біогенних елементів по s, p, d-блокам Періодичної системи Д.І.Менделєєва;
- будову та функції основних комплексів металів з амінокислотами та пептидами;
- методи аналізу та синтезу основних представників природних комплексних сполук та їхніх аналогів;
- закономірності транспорту сполук мікроорганізмами;
- вплив біогеохімічних провінцій на захворюваність.

Уміння:

- здійснювати якісний та кількісний аналіз елементів в сировині різного походження за використання фізичних, фізико-хімічних та біохімічних методів;
- здійснювати аналіз складу сировини (біологічного матеріалу) та готової продукції на основі знань про фізико-хімічні властивості органічних та неорганічних речовин;
- застосовувати знання складу та структури клітин для визначення раціональних умов надходження елементів до клітин для створення нової біотехнологічної продукції;
- здійснювати хімічний контроль (визначення концентрації розчинів дезінфікувальних засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту тощо у культуральній рідині, концентрації цільового продукту);
- аналізувати біотехнологічні процеси на молекулярному та клітинному рівнях;
- використовувати знання про шляхи біосинтезу практично цінних метаболітів для вдосконалення біотехнологій їх одержання.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна "Хімія біогенних елементів" базується на знаннях, що викладаються в циклах фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін з хімії, біології клітини, фізіології людини та тварин, біохімії. Одержані знання можуть бути використані для вивчення таких дисциплін як „Мікробіологія та вірусологія”, «Біофізика», „Загальна біотехнологія" тощо. Також одержанні знання використовуються під час проведення науково-дослідної роботи в лабораторіях, науково-дослідних установах та інститутах, при виконанні дипломних робіт.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Біогеохімія Землі. Біогенні елементи

Тема 1.1. Біогеохімія Землі

Тема 1.2. Хімія біогенних елементів

Розділ 2. Координаційні сполуки біометалів

Тема 2.1. Структура та властивості координаційних сполук

Тема 2.2. Комплекси металів з амінокислотами, пептидами та білками

Тема 2.3. Транспорт іонів феруму (III) у мікроорганізмах

Тема 2.4. Перенесення іонів лужних металів через мембрани

Тема 2.5. Перенесення фосфатної групи

Тема 2.6. Металоферменти

Розділ 3. Методи вивчення будови біокомплексів

Тема 3. 1. Методи вивчення будови біокомплексів

Тема 3.2. Застосування біогенних елементів

4. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована література

Базова

1. Основи хімії біогенних елементів, біохімії і біофізики: Практичний курс : навчальний посібник / М. В. Ведь, Т. П. Ярошок, М. Д. Сахненко, Т. Ю. Орехова, В. І. Булавін ; за ред. М. В. Ведь – 2-ге вид., випр. та доповн. – Х. : НТУ "ХПІ", 2016, 310 с.
<https://core.ac.uk/download/pdf/289224406.pdf>
2. Медична хімія: підручник для ВНЗ / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін.; за ред. проф. В.О. Калібабчук. 4-е вид. К. ВСВ «Медицина», 2019. 336с.
3. М.С.Кучеренко, Ю.Д.Бабенюк, В.М.Войцицький. Сучасні методи біохімічних досліджень Київ, Фітосоціоцентр, 2001, 422с.
4. Хімія біогенних елементів: Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія», освітньої програми «Біотехнології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Н.Б. Голуб, Л.С. Зубченко, І.І. Левтун – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 52с.

Допоміжна

1. Хацевич О.М. Біонеорганічна хімія Івано-Франківськ, 2020, 121 с.
<https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2021/02/L-Bioorganics-20.pdf>

Інформаційні ресурси

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями: методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда); інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо-, відео-підтримки навчальних занять, розробка і застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів творчих завдань, і ін.).

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Тема 1. Біогеохімія Землі Класифікація елементів Періодичної системи елементів Д.І. Менделєєва за вмістом у живих організмах. Біогеохімія Землі: поширення елементів у земній корі (елементи літосфери), склад атмосфери та гідросфери. Біогеосфера - макро та мікроелементи в організмах людини та тварин, рослинах та мікроорганізмах. Біогеохімічні провінції, зв'язок ендемічних захворювань з особливостями біогеохімічних провінцій. <i>Література [1]</i>
2	Тема 2. Хімія біогенних елементів

	<p>Закономірності розподілу біогенних елементів по s-,p-, і d-блоках Періодичної системи елементів Д.І.Менделєєва. Токсичні хімічні елементи. Класифікація хімічних речовин за мірою їх дії на людину.</p> <p>s - Елементи. Хімічні властивості та біологічні функції. p- Елементи: хімічні властивості та біологічні функції.</p> <p><i>Література [1,2]</i></p>
3	<p>d-Елементи: загальна характеристика та біологічні функції. Fe, Cu, Mn, Co, Cr, V..</p> <p>Взаємозв'язок між структурою елемента та його біологічною функцією.</p> <p><i>Література [1,2]</i></p>
4	<p>Біотрансформація металів. Роль мікроорганізмів у зміні рухомості і концентрації металів у природному середовищі. Токсична дія металів на мікроорганізми. Накопичення металів гідро біонтами. Порівняльна характеристика дії токсичних елементів в ґрунті та водному середовищі.</p> <p><i>Література [1,2]</i></p>
5	<p>Вплив елементів на дію та надходження лікарських речовин в живих організмах</p> <p><i>Література [2]</i></p>
6	<p><i>Структура та властивості координаційних сполук</i></p> <p>Координаційні числа та стереохімія координаційних сполук. Загальна характеристика координаційних сполук біометалів з біолігандами. Хімічний зв'язок в координаційних сполуках з біометалами. Стереοізомерія: конфігураційні ізомери, конформаційна ізомерія. Фактори, які впливають на стійкість координаційних сполук: природа іону металу, природа ліганда</p> <p><i>Література [1,3]</i></p>
7	<p>Ефекти іонів лужних, лужноземельних та перехідних металів. Властивості лігандів (розмір, стереохімія, хелатні кільця, донорні атоми тощо). Активація молекул (лігандів) при утворенні координаційних сполук. Окисно-відновні властивості лігандів. Маскування реакційної здатності лігандів у комплексах. Активація малих молекул внаслідок координації.</p> <p><i>Література [1,3]</i></p>
8	<p><i>Комплекси металів з амінокислотами, пептидами та білками.</i></p> <p>Функціональні групи амінокислот і пептидів як металзв'язуючі центри: аміно-, карбоксильні, пептидні, гідроксильні, сульфгідрильні групи тощо. Комплекси металів з білками. Фактори, що впливають на спорідненість іону металу до ліганду. Роль металопротеїнів в накопиченні та транспорті речовин.</p> <p><i>Література [1,3]</i></p>
9	<p><i>Транспорт іонів феруму (III) у мікроорганізмах</i></p> <p>Класифікація. Біосинтез специфічних лігандів для іонів феруму (III). Дифузія ліганда до мембрани, поверні клітини або в середовище. Зв'язування в комплекс та транспорт іонів в клітину. Відновлення іонів феруму (III). Біологічна дія сідерохромів. Залежність</p>

	<p>властивостей від структури сідерохромів: феноляти (ентеробактин, ітосева кислота та ін.), гідроксамати (родини ферихрому, мікобактину, фузаринину тощо), інші сполуки.</p> <p><i>Література [1]</i></p>
10	<p><i>Перенесення іонів лужних металів через мембрани.</i></p> <p>Іонофори – хелатуючі агенти лужних металів. Структурні особливості іонофорів. Специфічні групи іонофорів: еніатин, валіноміцин, грамїцидин, поліциклічні ефіри тощо. Катіонна селективність іонофорів. Транспортна рівновага, що каталізується іонофорами. Застосування іонофорів.</p> <p><i>Література [1]</i></p>
11	<p><i>Металоферменти.</i></p> <p>Роль іонів металів в механізмі каталітичної дії ферментів. Комплекси з лігандом в якості містка, комплекси з металом в якості містка, комплекси з ферментом в якості містка. Дегідрогенази. Ферменти метаболізма CO₂. Ізомерази тощо. Металоферменти, що каталізують окисно-відновні процеси (цитохроми, залізовмісні ферменти тощо). Металоферменти, що каталізують гідролітичні процеси (карбоангідраза, карбоксипептидаза) .</p> <p><i>Література [1]</i></p>
12	<p><i>Перенесення фосфатної групи.</i></p> <p>Потенціали перенесення фосфатної групи. Механізми перенесення фосфату. Активація іонами металу перенесення фосфату. Біологічні функції іонів металів для ферментів, що переносять фосфат.</p> <p><i>Література [1]</i></p>
13	<p><i>Методи вивчення будови біокомплексів</i></p> <p>Спектральні та інші методи вивчення будови біокомплексів - рентгенівська, коливальна, адсорбційна спектроскопія, ЕПР, ЯМР тощо. Методи аналізу токсичних забрудників</p> <p><i>Література [3]</i></p>
14	<p><i>Застосування сполук біогенних елементів</i></p> <p>Застосування сполук біогенних елементів в медицині. Ліганобмінні та металобмінні рівноваги. Застосування комплексів в медицині. Хелатотерапія. Термодинамічні принципи хелатотерапії.</p> <p><i>Література [1]</i></p>

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять:

- студенти повинні навчитись проводити експеримент за заданою інструкцією та відповідним завданням,
- працювати з лабораторним обладнанням, реактивами та найбільш поширеними біологічно активними елементами;
- приготувляти розчини заданої концентрації, аналізувати властивості біологічно активних елементів тощо;

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Правила роботи і застережні заходи при роботі в біохімічній лабораторії. Інструкція. Визначення вмісту води, сухого залишку та елементів, що входять до складу живої матерії Література [4]	4
2	Визначення нітритного нітрогену в м'ясних продуктах Література: [4]	2
3	Визначення сульфат іону в ґрунті. Література: [4]	2
4	Визначення вмісту кальцію в сироватці молока (по де Ваарду). Література: [4]	4
5	Аналіз 10% розчину натрій тіосульфату. Література: [4]	2
6	Визначення феруму (III) в білих винах Література: [4]	2
7	Фотометричне визначення купруму (II) у харчових продуктах. Література: [4]	4
8	Визначення фосфат іону в ґрунті Література: [4]	2
9	Модульна контрольна робота	2
10	Залік	2

6. Самостійна робота

Самостійна робота студента по дисципліні включає підготовку до аудиторних занять (38 годин), модульної контрольної (4 години), підготовка до заліку (6 годин), 18 год для самостійного вивчення деяких розділів.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Елементи, що проявляють токсичну дію. Література: [1,2], допоміжна 1 ;	2
2	Колообіг елементів. Ферменти, живі організми та механізми перетворення речовин організмами Література: [1]	2
3	Взаємозв'язок структури та біологічної дії біокомплексів. Література: [1,2]	4
4	Виділення біокомплексів з природних об'єктів та методи вивчення їх структури Література: [1,3],	4
5	Механізми перенесення іонів (металів та неметалів) через мембрану клітин Література: [1], [2], [4]	4
6	Використання комплексних сполук в медицині	2

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика щодо дедлайнів та перескладання: Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання тем (модулів) відбувається за наявності поважних причин.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>. Використання додаткових джерел інформації під час оцінювання знань заборонено (у т.ч. мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування та виконання розрахунків.

Норми етичної поведінки: Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

У випадку виявлення академічної недоброчесності (плагиату в ДКР, списування при виконанні МКР або залікової роботи тощо): робота не оцінюється при новому написанні оцінка знижується на 20%.

Політика щодо відвідування: Відвідування лекцій, практичних занять, та лабораторних робіт, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для формування компетентностей, визначених стандартом освіти. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, працевлаштування, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватися в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: виконання та захист лабораторних робіт (56 балів), МКР (44 балів).. Загальна сума балів за семестрову роботу – 100 балів. Докладніша інформація щодо поточного контролю та критеріїв оцінювання наведена в PCO з дисципліни (додаток 1).

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік. Загальна сума балів – 100 балів. Докладніша інформація щодо проведення та оцінювання наведена в PCO з дисципліни.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг від 50 балів, написання МКР, захист усіх лабораторних робіт.

Додаток 1

Рейтингова система оцінки успішності студентів з дисципліни “Хімія біогенних елементів”

для спеціальності 162– Біотехнології та біоінженерія, освітня програма - Біотехнології
(денна форма навчання)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом

Сем естр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кре дити	Акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роботи	СРС	МКР	ДКР	Семестр. атестац.
5	4	120	28		26	66	1		залік

Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання та захист 7 лабораторних робіт;
- 2) дві контрольні роботи (модульна контрольна робота поділяється на дві по 1 год.);

Система рейтингових (вагових) балів занять і рейтингових оцінок по видах контролю

№ п/п	Вид контролю	Бал	Кількість	Сума балів
1.		Лабораторні	роботи	
	- ваговий бал γ_k	7	8	56
	- допуск	1		
	- обробка результатів і захист*	0-6		
2.	Модульна контрольна робота			
	-ваговий бал γ_k	22	2	44
	- якість виконання**	0-22		
3.	Всього			100

* - Обробка результатів і захист (захист включає знання з лекційного матеріалу за темою):

правильно оформлена робота з повним висновком – 1 бал;
повна відповідь на запитання - 5 бали;
неповна відповідь - 4-3 бали;
незадовільна відповідь - 0-2 балів.

** - Якість виконання модульної:

повна розкрита відповідь -20-22 бали;
помилка в одному завданні або неповна відповідь в двох завданнях -17-19 балів ;
помилка в двох завданнях або неповна відповідь в 4 завданнях - 13-16 балів;
робота не зарахована - 0 – 12 балів.

Заохочувальні бали

№ п/п	Вид роботи	Бал	Кількість	Сума балів
1.	Реферат (з захистом)*	5	1	5

* - реферат за темою:

тема розкрита неповно – 3 балів;
тема розкрита з обґрунтуванням та прикладами - 4 балів;
володіння тематикою реферату - 5 балів.

Штрафні бали

№ п/п		Бал
1.	Несвоєчасний захист лабораторних робіт (без поважної причини)	-0,5

Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 44 + 56 = 100 \text{ балів};$$

Рейтингова шкала з дисципліни складає $R = 100$ балів;

Необхідною умовою для одержання заліку автоматом є зарахування усіх пропозицій, що виносяться на виконання на позитивну оцінку, модульних контрольних робіт, та загальний рейтинг більше 60 балів. Для підвищення оцінки проводиться залікова робота. При цьому попередній рейтинг анулюється.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

Рубіжні (планові атестації). Студент повинен набрати балів:: 1 атестація – «зараховано» - 20 балів (40 – максимум), 2 атестація – 40 балів (80 – максимум).

Підсумкова оцінка якості знань з дисципліни визначаються за традиційною 6-рівневою шкалою на базі індивідуальних поточних оцінок за такою шкалою:

Рейтинг	Традиційна оцінка
$95 \leq R < 100$	Відмінно
$85 \leq R < 95$	Дуже добре
$75 \leq R < 85$	Добре
$65 \leq R < 75$	Задовільно
$60 \leq R < 65$	Достатньо
$R < 60$	незадовільно

Семестровий контроль: залік. Загальна сума балів заліку – 100 балів. Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 50 балів, написання МК та захист лабораторних робіт.

Заліковий білет складається з 5 питань, 1 питання оцінюється у 20 балів.

Повна відповідь на питання – (19-20) балів

Зроблені незначні помилки – (17-18) балів

Суттєві помилки у відповіді – (12-16) балів

Відповіді не вірні – (0-11) бали.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

Питання на модульну контрольну роботу № 1

1. Координаційні числа та стереохімія координаційних сполук.
2. Загальна характеристика координаційних сполук біометалів з біолігандами.
3. Хімічний зв'язок в координаційних сполуках з біометалами.
4. Стереοізомерія: конфігураційні ізомери, конформаційна ізомерія.
5. Фактори, які впливають на стійкість координаційних сполук: природа іону металу, природа ліганда.
6. Ефекти іонів лужних, лужноземельних та перехідних металів.
7. Властивості лігандів (розмір, стереохімія, хелатні кільця, донорні атоми тощо).
8. Активація молекул (лігандів) при утворенні координаційних сполук.
9. Окисно-відновні властивості лігандів.
10. Маскування реакційної здатності лігандів у комплексах.
11. Активація малих молекул внаслідок координації.

Питання на модульну контрольну роботу № 2.

1. Функціональні групи амінокислот і пептидів як металзв'язуючі центри: аміно-, карбоксильні, пептидні, гідроксильні, сульфгідрильні групи тощо.
2. Комплекси металів з білками.
3. Фактори, що впливають на спорідненість іону металу до ліганду.
4. Роль металопротейнів в накопиченні та транспорті речовин.
5. Класифікація. Біосинтез специфічних лігандів для іонів феруму (III).
6. Дифузія ліганда до мембрани, поверхні клітини або в середовище.
7. Зв'язування в комплекс та транспорт іонів в клітину.
8. Відновлення іонів феруму (III).
9. Біологічна дія сідерохромів.
10. Залежність властивостей від структури сідерохромів: феноляти (ентеробактин, ітоєва кислота та ін.), гідроксамати (родини ферихрому, мікобактину, фузаринину тощо), інші сполуки.
11. Іонофори – хелатуючі агенти лужних металів.
12. Структурні особливості іонофорів.
13. Специфічні групи іонофорів: еніатин, валіноміцин, грамїцидин, поліциклічні ефіри тощо.
14. Катіонна селективність іонофорів.
15. Транспортна рівновага, що каталізується іонофорами. Застосування іонофорів.
16. Роль іонів металів в механізмі каталітичної дії ферментів.
17. Комплекси з лігандом в якості містка, комплекси з металом в якості містка, комплекси з ферментом в якості містка.
18. Дегідрогенази.
19. Ферменти метаболізму CO₂.
20. Ізомерази тощо.
21. Металоферменти, що каталізують окисно-відновні процеси (цитохроми, залізовмісні ферменти тощо).
22. Металоферменти, що каталізують гідролітичні процеси (карбоангідраза, карбоксипептидаза).
23. Потенціали перенесення фосфатної групи.
24. Механізми перенесення фосфату.
25. Активація іонами металу перенесення фосфату.
26. Біологічні функції іонів металів для ферментів, що переносять фосфат.

Додаток 3. Питання до заліку

1. Класифікація елементів Періодичної системи елементів Д.І. Менделєєва за вмістом у живих організмах.
2. Поширення елементів у земній корі (елементи літосфери), склад атмосфери та гідросфери. Біогеосфера - макро та мікроелементи в організмах людини та тварин, рослинах та мікроорганізмах.

3. Біогеохімічні провінції, зв'язок ендемічних захворювань з особливостями біогеохімічних провінцій.
4. Закономірності розподілу біогенних елементів по s-,p-, і d-блоках Періодичної системи елементів Д.І.Менделєєва.
5. Токсичні хімічні елементи. Класифікація хімічних речовин за мірою їх дії на людину.
6. s - Елементи. Хімічні властивості та біологічні функції.
7. p- Елементи: хімічні властивості та біологічні функції.
8. d-Елементи: загальна характеристика та біологічні функції.
9. Координаційні числа та стереохімія координаційних сполук.
10. Загальна характеристика координаційних сполук біометалів з біолігандами.
11. Хімічний зв'язок в координаційних сполуках з біометалами.
12. Стереїзомерія: конфігураційні ізомери, конформаційна ізомерія.
13. Фактори, які впливають на стійкість координаційних сполук: природа іону металу, природа ліганда.
14. Ефекти іонів лужних, лужноземельних та перехідних металів.
15. Властивості лігандів (розмір, стереохімія, хелатні кільця, донорні атоми тощо).
16. Активація молекул (лігандів) при утворенні координаційних сполук.
17. Окисно-відновні властивості лігандів.
18. Маскування реакційної здатності лігандів у комплексах.
19. Активація малих молекул внаслідок координації.
20. Функціональні групи амінокислот і пептидів як металзв'язуючі центри: аміно-, карбоксильні, пептидні, гідроксильні, сульфгідрильні групи тощо.
21. Комплекси металів з білками. Фактори, що впливають на спорідненість іону металу до ліганду.
22. Роль металопротейнів в накопиченні та транспорті речовин.
23. Транспорт іонів феруму (III) у мікроорганізмах
24. Біосинтез специфічних лігандів для іонів феруму (III). Дифузія ліганда до мембрани, поверні клітини або в середовище. Зв'язування в комплекс та транспорт іонів в клітину.
25. Відновлення іонів феруму (III). Біологічна дія сідерохромів.
26. Залежність властивостей від структури сідерохромів: феноляти (ентеробактин, ітосева кислота та ін.), гідроксамати (родини ферихрому, мікобактину, фузаринину тощо), інші сполуки.
27. Іонофори. Структурні особливості іонофорів. Специфічні групи іонофорів: еніатин, валіноміцин, грамїцидин, поліциклічні ефіри тощо.
28. Катіонна селективність іонофорів.
29. Транспортна рівновага, що каталізується іонофорами.
30. Застосування іонофорів.
31. Роль іонів металів в механізмі каталітичної дії ферментів.
32. Комплекси з лігандом в якості містки, комплекси з металом в якості містка, комплекси з ферментом в якості містка.
33. Дегідрогенази.
34. Ферменти метаболізму CO₂. Ізомерази тощо.
35. Металоферменти, що каталізують окисно-відновні процеси (цитохроми, залізовмісні ферменти тощо).
36. Металоферменти, що каталізують гідролітичні процеси (карбоангідраза, карбоксипептидаза
37. Потенціали перенесення фосфатної групи. Механізми перенесення фосфату.
38. Активація іонами металу перенесення фосфату.
39. Біологічні функції іонів металів для ферментів, що переносять фосфат.
40. Загальна характеристика методів вивчення будови біокомплексів
41. Спектральні та інші методи вивчення будови біокомплексів - рентгенівська, коливальна, адсорбційна спектроскопія, ЕПР, ЯМР тощо.
42. Застосування сполук біогенних елементів в медицині.
43. Лігандобмінні та металобмінні рівноваги.

44. Застосування комплексів в медицині.

45. Хелатотерапія. Термодинамічні принципи хелатотерапії.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доктором техн. наук, зав.кафедри біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології Голуб Наталією Борисівною

Ухвалено кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології (протокол №14 від 27.05.24)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 19 від 28.06.24)