

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра загальної, органічної та фізичної хімії



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету
Харчових технологій та
управління якістю продукції АПК
Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

“08” травня 2024 р.
Протокол №10

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри загальної,
органічної та фізичної хімії
Протокол №11 від “08” травня 2024 р.

Завідувач кафедри

Андрій ГАЛСТЯН

“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП Харчові технології
Олександр САВЧЕНКО

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

Галузь знань 18 «Виробництво та технології»

Спеціальність 181 – Харчові технології

Освітня програма Харчові технології

Факультет Харчових технологій та управління якістю продукції АПК

Розробники: доцент, кандидат хімічних наук, доцент Солод Надія Володимирівна

Київ – 2024

Опис навчальної дисципліни

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	181 – «Харчові технології»	
Освітня програма	Харчові технології	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	4	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	Залік, екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Денна форма здобуття вищої освіти	Заочна форма здобуття вищої освіти
Курс (рік підготовки)	1,2 (2024-2025)	1 (2024-2025)
Семестр	II, III	II
Лекційні заняття	30 год	8 год
Практичні, семінарські заняття	- год	- год
Лабораторні заняття	60 год	8 год
Самостійна робота	60 год	134 год
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	3 год	

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Основна *мета* курсу «Аналітична хімія» – формування у студентів теоретичних знань з аналітичної хімії та навиків виконання базового хімічного експерименту, які допоможуть їм добре засвоїти профільюючі дисципліни, а в професійній роботі кваліфіковано вибирати і використовувати методи аналізу сировини, готової продукції та методи поточного контролю виробництва.

Завданням дисципліни є надання базових знань про найбільш загальні закономірності і процеси проведення якісного та кількісного аналізу і показати, як і де ці закономірності та процеси можуть бути використані в роботі інженера-технолога харчової промисловості. Вивчаючи аналітичну хімію, студенти не тільки оволодівають принципами і методами аналізу, але і досягають більш поглибленого розуміння хімічних процесів і закономірностей їх протікання. Разом з тим, робота в навчальних аналітичних лабораторіях сприяє розвитку науково-дослідних навиків, які необхідні майбутнім фахівцям харчової промисловості.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні теоретичні положення аналітичної хімії;
 - основні закони хімії, які використовують в аналітичній хімії;
 - логічний зв'язок між методами аналітичної хімії і хімічними та фізичними властивостями атомів, молекул, йонів, функціональних груп;
 - основи якісного та кількісного аналізу;
 - якісні реакції на катіони та аніони;
 - способи усунення впливу сторонніх йонів;
 - способи розділення йонів у розчині при їх якісному визначенні;
 - галузі використання, переваги та недоліки основних методів кількісного аналізу;
- застосування їх у практиці виробництва, переробки, зберігання та консервування харчової продукції

вміти:

- користуватися навчальною, методичною та довідковою літературою;
 - виконувати базові експериментальні роботи, що складають основу хімічного аналітичного дослідження, узагальнювати та систематизувати одержані результати;
- визначати склад, будову та хімічні властивості сполук, що мають важливе значення в технології виробництва, переробки, зберігання харчової продукції;
- використовувати набуті знання, уміння, навички для вивчення загальнобіологічних, спеціальних дисциплін та для вирішення практичних питань з аналізу якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції.

Набуття компетентностей

Інтегральна компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі різного рівня складності у процесі навчання, із застосуванням базових теоретичних знань, розвинутої системи логічного мислення, комплексу теорій та методів фундаментальних і прикладних наук та розв'язувати практичні проблеми технічного і технологічного характеру у виробничих умовах підприємств харчової промисловості та ресторанного господарства.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК1. Здатність впроваджувати у виробництво технології харчових продуктів на основі розуміння сутності перетворень основних компонентів продовольчої сировини впродовж технологічного процесу.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН15. Впроваджувати сучасні системи менеджменту підприємства.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної (заочної) форми навчання

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Теоретичні основи якісного аналізу. Аналіз катіонів.

Тема 1. Предмет і завдання аналітичної хімії, роль в контролі якості і безпеки харчових продуктів. Класифікація методів аналізу

Предмет та завдання аналітичної хімії, роль в контролі якості і безпеки харчових продуктів. Основні етапи розвитку аналітичної хімії. Значення аналітичної хімії та її роль серед інших природничих наук.

Класифікація методів хімічного аналізу: хімічні, фізичні, фізико-хімічні; макро-, мікро- і напівмікрометод. Поняття про хімічні методи аналізу (гравіметричний, титриметричний, газометричний аналізи) та інструментальні методи аналізу (оптичні, електрохімічні, хроматографічні методи).

Тема 2. Основні поняття якісного аналізу

Аналітичні реакції і хімічні реагенти. Вимоги до аналітичних реакцій та умови проведення. Селективність хімічних реагентів. Метрологічні характеристики аналітичних реакцій: межа визначення, граничне розведення.

Систематичний та дробний методи якісного хімічного аналізу, їх переваги та недоліки.

Тема 3. Аналітична класифікація катіонів

Схема систематичного аналізу як сполучення методів розділення і виявлення. Класифікація катіонів. Принципи розподілу катіонів на аналітичні групи на прикладі аміачно-фосфатної схеми аналізу катіонів. Характерні реакції виявлення катіонів I-III аналітичної групи. Інші схеми систематичного аналізу катіонів.

Основні типи хімічних реакцій, які використовуються в аналітичній хімії: реакції осадження, комплексоутворення, кислотно-основної та окисно-відновної взаємодії.

Реакції осадження і розчинення осадів і їх значення для аналізу. Вплив температури і концентрації однойменних йонів на розчинність. Розчинність при утворенні комплексних сполук. Константа рівноваги реакції осадження - розчинення. Добуток розчинності і добуток активності та залежність між цими величинами.

Кисотно-основні реакції в хімічному аналізі. Протолітична теорія Бренстеда і Лоурі. Константи кислотності і основності.

Напрямок реакцій окиснення-відновлення. Стандартні та реальні окисно-відновні потенціали. Константа рівноваги реакцій окиснення-відновлення та її зв'язок зі стандартними потенціалами реагуючих компонентів.

Змістовий модуль 2. Аналіз аніонів. Якісний аналіз невідомої речовини.

Тема 4. Аналітична класифікація аніонів.

Аналіз аніонів. Аналітична класифікація аніонів. Загальні реакції. Дія групового реагенту. Характерні реакції аніонів I-III аналітичної групи. Аналіз суміші аніонів.

Тема 5. Аналіз невідомої речовини

Аналіз сполук невідомого складу. Попередні дослідження. Відкриття катіонів. Відкриття аніонів.

Змістовий модуль 3. Кількісний аналіз. Гравіметричний метод аналізу

Тема 6. Основні поняття кількісного аналізу

Предмет і завдання кількісного аналізу. Основні поняття кількісного хімічного аналізу. Класифікація методів кількісного аналізу. Хімічні методи аналізу: гравіметричний, титриметричний, газовий аналіз.

Тема 7. Способи вираження складу розчинів

Способи вираження складу розчинів. Приготування розчинів заданої концентрації.

Тема 8. Рівновага в гетерогенних системах. Гравіметричний аналіз

Суть та основні етапи гравіметричного аналізу. Поняття про добуток розчинності. Оптимальні умови осадження кристалічних та аморфних осадів. Гравіметрична та осаджувана форми, вимоги до них.

Основні гравіметричні прилади. Зважування та правила користування терезами. Розрахунки в гравіметричному аналізі.

Визначення вмісту кристалізаційної води, фосфору, барію та інших елементів у неорганічних сполуках. Практичне використання гравіметричних методів для аналізу харчової продукції.

Метрологічні характеристики методів кількісного аналізу. Вимоги до стандартних зразків. Проба. Похибки в кількісному аналізі: джерела та класифікація. Точність вимірювань. Статистична обробка результатів хімічного експерименту.

Змістовий модуль 4. Титриметричні методи аналізу

Тема 9. Загальна характеристика титриметричних методів аналізу. Методи кислотно-основного титрування

Загальна характеристика та класифікація титриметричних методів аналізу.

Стандартні та робочі розчини. Прийоми титрування: пряме, зворотне та замісне.

Суть методів кислотно-основного титрування. Основні положення методу нейтралізації. Розрахунки рН розчинів. Буферні розчини. Індикатори методу кислотно-основного титрування. Правила вибору індикаторів. Криві титрування. Похибки титрування.

Приклади практичного застосування: визначення концентрації розчинів лугів, кислот, солей та їх сумішей. Визначення кислотності харчових продуктів.

Тема 10. Методи окисно-відновного титрування.

Класифікація методів редоксметрії. Загальні положення. Кількісна характеристика напрямку та повноти проходження окисно-відновних реакцій. Криві окисно-відновного титрування. Титровані розчини в методах редоксметрії та індикатори.

Суть методів перманганатометрії та йодометрії. Приклади практичного застосування: визначення вмісту нітритів, феруму, купруму, інших біогенних елементів в сполуках.

Тема 11. Метод комплексонометрії

Застосування комплексних сполук в аналітичній хімії. Стійкість комплексних

сполук. Ступінчаста дисоціація, ступінчасте утворення комплексів. Кількісна характеристика стійкості комплексів за допомогою констант стійкості.

Основні етапи комплексонометричного аналізу. Індикатори методу комплексонометрії. Визначення вмісту біогенних металів методом комплексонометрії.

Структура навчальної дисципліни «Аналітична хімія»

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин								
	денна форма					Заочна форма			
	тижні	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
			л	лаб	с.р.		л	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи якісного аналізу. Аналіз катіонів									
Тема 1. Предмет і завдання аналітичної хімії, роль в контролі якості і безпечності харчових продуктів. Класифікація методів аналізу	1	12	2	4	6	12	2		10
Тема 2. Основні поняття якісного аналізу	2	13	3	4	6	14			14
Тема 3. Аналітична класифікація катіонів	3-4	18	4	8	6	10			10
Разом за змістовим модулем 1		43	9	16	18	26	2		24
Змістовий модуль 2. Аналіз аніонів. Якісний аналіз невідомої речовини									
Тема 4. Аналітична класифікація аніонів	5-6	19	3	10	6	16		2	14
Тема 5. Аналіз невідомої речовини	7	13	3	4	6	14		2	12
Разом за змістовим модулем 2		32	6	14	12	40		4	36
Змістовий модуль 3. Кількісний аналіз. Гравіметричний метод аналізу									
Тема 6. Основні поняття кількісного аналізу	8	9	1	2	6	16	2		14
Тема 7. Способи вираження складу розчинів	9-10	9	1	4	4	10			10
Тема 8. Рівновага в гетерогенних системах. Гравіметричний аналіз	11-12	15	3	6	6	14	2		12
Разом за змістовим модулем 3		33	5	12	16	40	4		36
Змістовий модуль 4. Титриметричні методи аналізу									

Тема 9. Загальна характеристика титриметричних методів аналізу. Метод кислотно-основного титрування	13	12	4	4	4	14		2	12
Тема 10. Методи окисно-відновного титрування	14	20	4	10	6	16		2	14
Тема 11. Метод комплексонометрії	15	10	2	4	4	14	2		12
Разом за змістовим модулем 4		42	10	18	14	44	2	4	38
Усього годин		150	30	60	60	150	8	8	134

3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Правила роботи та техніки безпеки в лабораторії якісного аналізу. Аналіз катіонів за аміачно-фосфатною класифікацією.	2
2.	Якісні реакції катіонів I аналітичної групи: NH_4^+ , Na^+ , K^+ . Методика розділення суміші катіонів.	2
3.	Лабораторні дослідження дії групового реагенту на катіони II аналітичної групи, властивостей осадів, що утворюються при дії групового реагенту.	2
4.	Якісні реакції виявлення катіонів II аналітичної групи: Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+}	2
5.	Лабораторні дослідження дії групового реагенту на катіони III аналітичної групи, властивостей осадів, що утворюються при дії групового реагенту.	2
6.	Якісні реакції виявлення катіонів III аналітичної групи: Zn^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+}	2
7.	Аналіз суміші катіонів II аналітичної групи.	4
8.	Класифікація аніонів. Характерні реакції на аніони I аналітичної групи: SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-}	2
9.	Характерні реакції на аніони II і III аналітичних груп: Cl^- , Br^- , I^- , NO_2^- , NO_3^- , CH_3COO^-	4
10.	Аналіз суміші аніонів I-III аналітичних груп	4
11.	Контрольні задачі на якісний аналіз сполук невідомого складу.	4
12.	Правила техніки безпеки в лабораторії кількісного аналізу. Обладнання та правила роботи з вимірювальними приладами	2
13.	Гравіметричний аналіз. Типи осадів, умови утворення. Розв'язання розрахункових задач з гравіметрії (задачі на гравіметричний фактор, масу наважки для аналізу, кількість осаджувача, кількість промивної рідини, масу гравіметричної форми).	2
14.	Визначення вмісту барію в неорганічних сполуках гравіметричним методом. Розрахунок наважки речовини, яку аналізують. Одержання осаджуваної і гравіметричної форми. Розрахунки результатів аналізу.	4
15.	Розчини. Способи вираження концентрацій розчинів. Розв'язання розрахункових задач в титриметричному аналізі.	2
16.	Виконання експериментальної задачі на приготування розчинів заданої концентрації.	2
17.	Стандартизація розчину HCl . Виконання експериментальної задачі на визначення кислотності молока та вмісту білка в молоці.	2
18.	Визначення тимчасової твердості води методом нейтралізації.	2
19.	Метод перманганатометрії. Стандартизація робочого розчину KMnO_4 . Виконання експериментальної задачі на визначення	4

	вмісту Fe^{2+} в солі Мора.	
20.	Визначення вмісту нітритів в розчині методом перманганометрії.	2
21.	Метод йодометрії. Приготування робочого та стандартного розчинів. Визначення концентрації робочого розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Виконання експериментальної задачі на визначення вмісту Cu^{2+} в розчині, аскорбінової кислоти у фруктовому соці.	4
22.	Метод комплексонометрії. Приготування та стандартизація розчинів. Виконання експериментальної задачі на визначення вмісту Zn^{2+} в розчині, Ca^{2+} в молоці.	2
23.	Визначення загальної твердості води методом комплексонометрії	2
	Усього годин	60

4. Темы самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Загальна характеристика та можливості сучасних методів аналізу.	2
2.	Поняття про хімічні реактиви, їх класифікація, умови зберігання та використання.	2
3.	Хімічний посуд загального, спеціального призначення та мірний посуд. Підготовка посуду для аналізу, техніка роботи та правила поводження.	2
4.	Хімічна рівновага в гомогенних системах: розчинах солей, кислот, основ. Водневий та гідроксильний показники. Визначення середовища розчину. Буферні розчини.	2
5.	Використання комплексних сполук в якісному аналізі. Повторення будови, номенклатури та хімічних властивостей комплексних сполук: дисоціація, участь в реакціях йонного обміну.	2
6.	Дія найважливіших групових та селективних реагентів в аміачно-фосфатній схемі аналізу катіонів.	2
7.	Опрацювання методики аналізу суміші катіонів I аналітичної групи.	2
8.	Підготовка методики аналізу суміші катіонів II аналітичної групи.	2
9.	Якісні реакції виявлення катіонів III аналітичної групи.	2
10.	Підготовка до колоквиуму з модулю №1.	2
11.	Опрацювання методики аналізу суміші аніонів I – III аналітичних груп.	2
12.	Основні принципи та етапи якісного аналізу речовини невідомого складу за катіоном і за аніоном. Підготовка методики якісного аналізу солі невідомого складу	2
13.	Підготовка до колоквиуму з модулю №2.	2
14.	Основні поняття кількісного аналізу. Способи вираження концентрації розчинів	2
15.	Розв'язок задач на приготування розчинів заданої концентрації.	4
16.	Точність, правильність та відтворюваність результатів кількісного аналізу. Види помилок.	2
17.	Поняття про добуток розчинності. Умови осадження аморфних та кристалічних осадів.	2
18.	Розв'язок задач на основі правила добутку розчинності. Розрахунки добутку розчинності осадів у воді, обчислення добутку розчинності із даних розчинності.	4
19.	Переваги і недоліки вагових та об'ємних методів кількісного аналізу.	2
20.	Криві титрування. Обчислення рН у точці еквівалентності. Похибки	2

	титрування.	
21.	Підготовка до колоквиуму з модулю №3	2
22.	Класифікація та суть методів редоксметрії. Окисно-відновний потенціал і напрям реакцій окиснення-відновлення.	2
23.	Загальна характеристика методу йодометрії. Техніка та етапи йодометричних визначень на прикладі визначення концентрації купруму.	2
24.	Використання органічних реагентів в аналітичній хімії. Поняття про комплексо́ни.	2
25.	Комплексні сполуки з органічними лігандами. Оцінка їх стійкості.	2
26.	Загальні положення методів комплексоутворення. Робочі розчини, індикатори, умови виконання комплексонометричних визначень. Комплексонометричне визначення біогенних металів на прикладі цинку.	2
27.	Вибір хімічних методів аналізу якості харчової продукції.	2
28.	Підготовка до колоквиуму з модулю №4	2
	Усього годин	60

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- залік;
- модульні тести;
- розрахункові роботи;
- захист лабораторних робіт;

6. Методи навчання:

- словесний метод (лекція);
- практичний метод (лабораторні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- самостійна робота (виконання завдань);

7. Методи оцінювання.

- екзамен;
- залік;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- захист лабораторних робіт;

8. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про введення в дію від 26.04.2023 р. протокол № 10)

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$.

9. Навчально-методичне забезпечення

1. Електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1391>, <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1413>);

2. Антрапцева Н.М., Кочкодан О.Д., Солод Н.В. Аналітична хімія: навчальний посібник – К. : ТОВ «Центр поліграфії «КОМПРИНТ», 2021. – 308 с.

3. Антрапцева Н.М., Кочкодан О.Д., Солод Н.В. Аналітична хімія. Методичні вказівки для виконання лабораторного практикуму і самостійної роботи студентів спеціальності 181 – Харчові технології. – К. : ДДП «Експо-Друк», 2021. – 180 с.

4. Антрапцева Н.М., Кочкодан О.Д., Солод Н.В. Аналітична хімія. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 181 – Харчові технології. К.: ДДП «Експо-Друк», 2020. – 164 с.

5. Kochkodan O.D. Analytical chemistry. Methodical instructions for the course of lectures for students enrolled in the specialty 181 - "Food Technology. - К.: ДДП «Експо-Друк», 2021.- 165 с.

Основна література

1. Слободнюк Р. Є. Курс аналітичної хімії: навч. посіб. / Р. Є. Слободнюк. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. – 256 с.

2. Аналітична хімія: Навч.-метод. посібник для студентів університетів / М. В. Шевряков, М. В. Повстяний, Б. В. Яковенко, Т. А. Попович. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. – 404 с.

3. [Аналітична хімія. Загальні положення. Рівноваги. Якісний та кількісний аналіз : навч. посібник \[для студ. вищ. навч. закл.\] / \[Юрченко О. І., Бугаєвський О. А., Дрозд А. В., та інші; за ред. Юрченко О. І.\]. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. – 418 с.](#)

Допоміжна література

1. [Аналітична хімія. Задачі та вправи: навчальний посібник / Більченко М. М., Пшеничний Р. М. – Суми: Університетська книга, 2015. – 205 с.](#)

2. [Розв'язування задач з аналітичної хімії \(Загальні теоретичні основи\) : Навчально-методичний посібник / Мінаєва В. О., Шафорост Ю. А. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2017. – 322 с.](#)

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Хімія. Шкільний курс. URL: <http://www.chemistry.in.ua/>

2. Школа Хімії. URL: https://www.youtube.com/@shkola_himii/videos

3. WebElements (англomовний сервер, що містить докладні зведення про хімічні елементи).

URL: www.webelements.com.

4. E library (велика бібліотека підручників з органічної та біоорганічної хімії хімічного факультету Київського національного університету ім. Тараса Шевченка). URL: <http://library.chem.univ.kiev.ua>.

5. Бібліотека LibreTexts Ukrayinska <https://ukrayinska.libretexts.org/%D0%A5%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F>