

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Хімічний факультет

Кафедра органічної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Заступник декана
з навчальної роботи

Наталія Усенко
Наталія УСЕНКО

« 29 » 06 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
СУЧАСНА ХІМІЯ ПЕПТИДІВ ТА БІЛКІВ

для здобувачів освіти

| | |
|------------------|---------------------|
| галузь знань | 10 Природничі науки |
| спеціальність | 102 Хімія |
| освітній рівень | бакалавр |
| освітня програма | Хімія |
| вид дисципліни | вибіркова |

| | |
|--|------------|
| Форма навчання | денна |
| Навчальний рік | 2022/2023 |
| Семестр | 8 |
| Кількість кредитів ECTS | 3 |
| Мова викладання, навчання та оцінювання | українська |
| Форма заключного контролю | іспит |

Викладач: **Пивоваренко Василь Георгійович**

Пролонговано: на 2023/2024 н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.


на 2024/2025 н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

КИЇВ – 2022

Розробник: **Пивоваренко Василь Георгійович**,
д.х.н., професор, професор кафедри органічної хімії

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри органічної хімії


_____ Володимир ХИЛІЯ

Протокол № 14 від 3 червня 2022 року

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол №7 від 29 червня 2022 року

Голова науково-методичної комісії _____ Олександр ПОЇК

« 29 » червня 2022 року

1. Мета дисципліни – дати базові поняття про природні пептиди та білки, про їх знаходження, виділення, хімічний та біосинтез, фізичні, хімічні та окремі біологічні властивості, а також про практичне застосування, їх роль та місце серед інших природних сполук.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

Знати: загальну, органічну, неорганічну, аналітичну, фізичну хімію, на рівні бакалавра за спеціальністю «Хімія».

Вміти: використовувати на практиці методи органічного синтезу, загальні теоретичні положення фізичних методів досліджень хімічних сполук на рівні магістра за спеціальністю «Хімія».

Володіти навичками пошуку інформації, її критичної обробки та представлення, застосовувати отримані знання для вирішення прикладних та теоретичних задач у галузі хімії.

3. Анотація. Спецкурс присвячений вивченню будови, властивостей та функцій пептидів і білків – ключових класів природних сполук, а також їх складових – амінокислот. Розглядаються наступні аспекти: знаходження у природі, виділення і очистка, хімічний та біосинтез, фізичні та хімічні властивості, окремі біологічні функції, а також практичне застосування. Зокрема, значна увага приділяється питанням аналізу хімічного складу та амінокислотної послідовності пептидів і білків, встановленню їх просторової будови, а також розгляду структури та функцій ферментів – найважливішої групи білків. Значне місце у спецкурсі займає розгляд синтезу пептидів та білків у лабораторних та промислових масштабах.

4. Завдання (навчальні цілі): засвоєння студентами методів виділення, хімічного синтезу, фізичних, хімічних та окремих біологічних властивостей, практичного застосування амінокислот, пептидів та білків. Розуміння студентами ролі та місця білків серед інших класів природних сполук. Розуміння їх ролі у природі, науці та побуті. Вміння оцінити зони локалізації органічної сполуки у клітині організму на основі аналізу її хімічної будови.

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 102 – «Хімія») навчальна дисципліна спрямована на досягнення наступних загальних та спеціальних (фахових) компетентностей: ЗК5, ЗК9 та СК1, СК3, СК5, СК8, СК9.

Структура курсу Лекції, практичні роботи, консультації. Контроль: поточне опитування, контрольні роботи, екзамен.

Місце в структурно-логічній схемі спеціальності. Нормативна навчальна дисципліна “Сучасна хімія пептидів та білків” є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр", є базовою для вивчення таких спеціальних дисциплін як "Супрамолекулярна хімія", "Медична хімія", "Хімія нуклеїнових кислот", "Хімія ліпідів”.

Система контролю знань та умови складання іспиту. Навчальна дисципліна “Сучасна хімія пептидів та білків” оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона складається з 4 модулів.

5. Результати навчання за дисципліною:

| <i>Код</i> | <i>Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)</i> | <i>Форми викладання і навчання</i> | <i>Методи оціню- вання *</i> | <i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i> |
|------------|---|---|--------------------------------------|---|
| 1.1 | Знання та прогнозування залежності властивостей амінокислоти від її електронної та просторової будови | <i>лекції, аналітична робота</i> | ПтК, ПсК | 20 |
| 1.2 | Знання структури та класифікацій амінокислот, пептидів та білків | <i>лекції, практичні, аналітична робота</i> | | 10 |
| 1.3 | Знання новітніх концепцій у галузі встановлення просторової будови пептидів та білків, у т. ч. механізмів ферментативного каталізу | <i>лекції, практичні, аналітична робота</i> | | 20 |
| 2.1 | Уміння прогнозувати властивості молекули у залежності від будови | <i>лекції, практичні</i> | | 5 |
| 2.2 | Уміння прогнозувати умови виділення пептидів та білків | <i>лекції аналітична робота</i> | | 5 |
| 2.3 | Набуття універсальних навичок усної і письмової презентації теоретичних знань | <i>практичні, доповідь, аналітична робота</i> | | 20 |
| 3.1 | Застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій для збору, аналізу, обробки та інтерпретації інформації у галузі новітньої органічної хімії | <i>лекції, практичні, аналітична робота</i> | | 5 |
| 3.2 | Вільне володіння науковою термінологією з метою вільного професійного спілкування з колегами щодо питань у галузі інновацій в органічній хімії, а також тих, що стосуються сфери наукових та експертних знань | <i>практичні, аналітична робота</i> | | 5 |
| 4.1 | Аналіз проблеми, самостійне планування та інтерпретування результатів експерименту | <i>практичні, аналітична робота</i> | | 5 |
| 4.2 | Дотримання правил наукової етики та доброчесності в процесі критичної обробки наявної та створенні нової інформації у галузі аналітичної та медичної хімії | <i>практичні, аналітична робота</i> | | 5 |

* поточний контроль **ПтК**, підсумковий контроль **ПсК**

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни (РНД) із програмними результатами навчання (ПРН):

| ПРН | РНД (код) | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 3.1 | 3.2 | 4.1 | 4.2 |
|---|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P01. Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії. | | + | | | + | | | + | + | + | |
| P05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин. | | + | + | + | + | | | | + | + | |
| P11. Описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах. | | | + | + | + | + | + | + | | + | + |
| P12. Знати основні шляхи синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом. | | | + | + | + | + | + | + | | | |
| P18. Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії. | | + | | | + | | | | + | + | + |
| P21. Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури. | | | | + | | | + | + | | + | + |

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

Семестрове оцінювання:

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **60 балів /**

36 балів, а саме:

1. Контрольна робота №1: РН 1.1, РН 1.2, РН 2.2 – **15/9 балів**.
2. Контрольна робота №2: РН 1.4, РН 1.5, РН 2.2 – **15/9 балів**.
3. Контрольна робота №3: РН 1.1, РН 1.2, РН 2.2 – **15/9 балів**.
4. Контрольна робота №4: РН 1.4, РН 1.5, РН 2.2 – **15/9 балів**.

Підсумкове оцінювання (у формі екзамену):

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **40 балів /24 бали**.

Результати навчання які будуть оцінюватись: РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 1.4. Форма проведення: письмова робота і усна співбесіда.

Види завдань: два теоретичні питання - 30 балів, усне опитування - 10 балів.

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен не може бути меншою 24 балів.

Студент допускається до іспиту, якщо протягом семестру він:

набрав не менше, ніж **36 балів** та виконав і вчасно здав всі лабораторні роботи.

7.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення оцінювання:

Контрольна робота №1: не раніше **4 тижня** семестру;

Контрольна робота №2: не раніше **8 тижня** семестру;

Контрольна робота №3: не раніше **10 тижня** семестру;

Контрольна робота №4: не раніше **12 тижня** семестру;

7.3. Шкала відповідності оцінок

| Оцінка (за національною шкалою) / National grade | Рівень досягнень / Marks |
|--|--------------------------|
| Відмінно / Excellent | 90-100 |
| Добре / Good | 75-89 |
| Задовільно / Satisfactory | 60-74 |
| Незадовільно / Fail | 0-59 |

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій

| № | Назва лекції | лекції | практичні заняття | самот. робота |
|----------------------------|--|--------|-------------------|---------------|
| ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. | | | | |
| 1 | Місце та роль білків в органічному світі. Філософські та природничі погляди на проблему білка. Основні гіпотези виникнення життя на Землі. Різноманітність речовин білкової природи. Протетичні групи. Біологічна активність та функціональні особливості білків. Досягнення органічної, біологічної та фізичної хімії в дослідженні структури білкових речовин. Роль моделювання та комп'ютерної хімії у вивченні білка. | 2 | 0 | 3 |
| 2 | Природні α -амінокислоти L-ряду. Оптична ізомерія амінокислот. Загальні властивості та особливості будови амінокислот. Виділення амінокислот з білків. Систематика амінокислот. Розповсюдження в природі. Природні амінокислоти, що не входять до складу білків та їх біологічна роль. | 2 | 0 | 2 |
| 3 | Фізичні властивості амінокислот. Полярність молекули, амфотерність. Кислотна та основна константи дисоціації. Утворення внутрішніх солей. Ізоелектричний стан. Хімічні властивості амінокислот. Хімічне та ферментативне переамінування. Ефіри амінокислот, ангідриди фосфорної та фосфористої кислот, органічних кислот та вугільної кислоти. Змішані ангідриди та амід ацильованих амінокислот. Декарбоксілювання. | 2 | 1 | 4 |
| 4 | Реакції, що проходять з участю карбоксильної та аміногруп. Кількісне визначення амінокислот. Титрування амінокислот. Визначення амінокислот флуориметричними методами. Мікробіологічні методи. Методи ізотопного "розведення" та "насичення". Хроматографічні методи розділення та визначення амінокислот. Модульна контрольна робота 1 | 2 | 1 | 4 |
| ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. | | | | |
| 5 | Пептидний зв'язок. Лінійні та циклічні пептиди. Номенклатура пептидів. Скорочені назви. Властивості пептидів. Властивості аміної та карбоксильної груп в пептидах. Таутомерія пептидного зв'язку. Конформації поліпептидів. Визначення будови пептидів та білків. Визначення амінокислотного складу гідролізату. Систематичний хід аналізу гідролізату з допомогою розподільчої, іонообмінної, адсорбційної хроматографії та електрофорезу. | 3 | 1 | 4 |
| 6 | Визначення N- та C-кінцевих груп. Визначення послідовності амінокислот в пептидах. Природні поліпептиди, визначення їх будови і синтез. Пептиди з відкритим ланцюгом та циклічні пептиди. Видова специфічність окремих представників фізіологічно активних пептидів. Підходи до визначення будови складних пептидів шляхом їх аналізу та синтезу. Модульна контрольна робота 2 | 3 | 3 | 4 |

| ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. | | | | |
|----------------------------|--|----------------------------|-----------|-----------|
| 7 | Методи синтезу пептидів. Стратегія синтезу і способи виконання синтезу. Захист аміно- та карбоксильної груп в вихідних амінокислотах. Карбобензокси-, тозилний, тритильний, трифторацетильний флуоренілметильний та <i>трет</i> -бутилоксикарбонільний захисти. Активація карбоксильної групи. Методи активованих естерів та змішаних ангідридів. Азидний, дициклогексилкарбодіімідний методи синтезу пептидів. Методи видалення захисних груп. Основні задачі в синтезі білків. Загальні принципи хімічного синтезу білків. Методи конденсації. Принцип твердофазного синтезу пептидів. Ферментативний синтез пептидів та білків. | 3 | 1 | 4 |
| 8 | Загальні уявлення про білки. Основні фізіологічні функції білків. Методи виділення білків. Розділення білків. Фізико-хімічні властивості білкових молекул - амфотерність, ізоелектрична точка, розчинність та молекулярна вага. Якісні реакції білків. Класифікація білків. Глобулярні та фібрилярні білки. Зв'язок структури та біологічної активності в білкових молекулах. Рецепторні білки, транспортні білки, білки-токсини, імуноглобуліни, скорочувальні та структурні білки. Модульна контрольна робота 3 | 3 | 2 | 4 |
| ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. | | | | |
| 9 | Первинна структура білка. Стратегія і тактика визначення первинної структури білка. Аналіз амінокислотного складу. Визначення N-кінцевих та C-кінцевих залишків. Методи фрагментації поліпептидного ланцюга білків. Вплив структури білка на специфічність дії протеолітичних ферментів. Хімічні методи розщеплення білків. Вплив структури білка на специфічність дії протеолітичних ферментів. Хімічні методи розщеплення білків. Послідовна деградація методом Едмана. Автоматичне визначення амінокислотної послідовності. | 2 | 1 | 4 |
| 10 | Просторова структура білків. Поняття про вторинну та третинну структуру. Фізико-хімічні методи вивчення просторової структури білків та пептидів. Електронна будова та конформація пептидного зв'язку. Конформаційні стани бокових залишків в білковому ланцюзі. Типи взаємодій, що визначають структуру молекули білка в просторі. Четвертинна структура білків. Роль невалентних взаємодій в утворенні четвертинної структури білка. Денатурація та ренатурація білків. Порушення нативної конформації білка. Зміна впорядкованості молекули та фізичні методи її ресстрації. Проблема зворотності процесу денатурації. | 2 | 1 | 5 |
| 11 | Загальні принципи хімічної модифікації білків. Задачі, що вирішуються методом хімічної модифікації. Реагенти для хімічної модифікації білків. Дослідження просторової структури білка та макромолекулярних комплексів з допомогою біфункціональних хімічних реагентів. Використання "адресних" та фотоактиваційних реагентів. Використання направлених мутацій для вивчення функціональної ролі окремих амінокислотних залишків в молекулі білка. | 2 | 1 | 5 |
| 12 | Ферменти. Класифікація ферментів. Особливості структури. Активний центр. Основи ферментативної кінетики. Рівняння Міхаеліса-Ментен. Фактори, що визначають швидкість ферментативних реакцій. Інгібітори та промотори ферментів. Конкурентна та неконкурентна інгібіція. Специфічність ферментів та кофактори ферментів. Модульна контрольна робота 4 | 2 (+ конс. 1 год) | 2 | 4 |
| УСЬОГО | | 28 | 14 | 47 |

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекції – 28 год.

Практичні заняття – 14 год.

Самостійна робота – 47 год.

Консультації – 1 год.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. Sewald N., Jakubke H.-D. Peptides: Chemistry and Biology. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, 2002. – 553 p.
2. Junkers M. COMU – Safer and More Efficient Peptide Coupling Reagent. – Aldrich ChemFiles. – 2010. – В. 10. – Р. 10–11.
3. Branden C., Tooze J. Introduction to protein structure. – N.-Y.: Garland Publishing inc., 1998. – 425 p.
4. Methods in protein biochemistry. Ed. Harald Tschesche. – De Gruyter, 2012. – 352 p.

Додаткові:

5. Пивоваренко В.Г. Основи біоорганічної хімії. – Київ: "Освіта", 1995. – 195 с.
6. Воловенко Ю.М., Ковтуненко В.О. Полімерний рівень організації матерії. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 335 с.