

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет хімічний
Кафедра органічної хімії

Затверджено
На засіданні кафедри органічної хімії
хімічного факультету Львівського
національного університету імені Івана
Франка (протокол № 1 від 30.08.2022 р.)



Завідувач кафедри органічної хімії
Микола ОБУШАК

Силабус з навчальної дисципліни
«Молекулярні основи біохімічних процесів»,
що викладається в межах ОПП першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності
114 «Середня освіта»

Назва дисципліни	Молекулярні основи біохімічних процесів
Адреса викладання дисципліни	вул. Кирила і Мефодія 6, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	хімічний факультет, кафедра органічної хімії
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка Спеціальність: 014 Середня освіта 014.06 Середня освіта (Хімія)
Викладачі дисципліни	Тупичак Микола Анатолійович, доктор філософії, доцент кафедри органічної хімії
Контактна інформація викладачів	Mykola.Tupychak@lnu.edu.ua
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю). Можливі онлайн консультації; для погодження часу їх проведення слід писати на електронну адресу викладача
Сторінка курсу	https://chem.lnu.edu.ua/course/molekuliarni-osnovy-biokhimichnykh-protsesiv
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Молекулярні основи біохімічних процесів» є вибірковою дисципліною з спеціальності 014.06 «Середня освіта» (Хімія) для освітньої програми з підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», яка викладається на 3-му курсі (2-й семестр) в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Відомості про будову основних компонентів живого організму, механізми їх міжмолекулярних взаємодій, біохімічних перетворень та фізіологічні функції. Питання структурної організації білків, вуглеводів, ліпідів, енергетичне забезпечення процесів <i>in vivo</i> , молекулярні механізми передачі генетичної інформації, зв'язок між будовою органічних речовин та їх біологічними функціями, процеси регуляції біохімічних процесів.
Мета та цілі дисципліни	Метою і завданням навчальної дисципліни «Молекулярні основи біохімічних процесів» є формування базових знань про будову біомолекул, їх фізико-хімічні та фізіологічні функції, аспекти ферментативного каталізу, метаболізм основних біомолекул в організмі, регуляцію біологічних процесів, закономірності процесів, взаємозв'язки між різними метаболічними шляхами; підготовка до з практичних завдань, які пов'язані з медициною (з'ясування механізму дії фармакологічних препаратів), харчовою промисловістю (методологія раціонального харчування, дієтологія, отримання харчових та смакових добавок).
Література для вивчення дисципліни	Основна література 1. Тупичак М.А. Молекулярні основи біохімічних процесів. Посібник для студентів хімічного факультету. Львів. 2023. 55 с. https://chem.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2016/10/Tupychak-M.A.-Molekuliarni-osnovy-biokhimichnykh-protsesiv.-Posibnyk-dlia-studentiv-khimichnoho-fakultetu.-Lviv-2023.-55-s.pdf 2. Біла Є.Є., Обушак М.Д. Органічна хімія. Частина 3.

	<p>Гетерофункціональні сполуки. Навч. посібн. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка. 2011. 202 с.</p> <p>3. Ластухін Ю.О. Хімія природних органічних сполук. Львів, 2005. 557 с</p> <p>4. Губський Ю.І. Біологічна хімія. Київ-Тернопіль: Укрмедкнига. 2000. 508 с. https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Upload/Kafedry/Bioc_himiya/biblioteka_new/Biol_him_gubskiy/Gubskiy_biologichna%20himiya.PDF</p> <p>5. Сирова Г.О., Петюніна В.М., Макаров В.О., Лук'янова Л.В. Основи біоорганічної хімії (навчальний посібник). Харків: ХНМУ. 2018. 238 с. Допоміжна</p> <p>6. Сиволоб А.В. Молекулярна біологія: підручник. К.: Видавничополіграфічний центр Київський університет, 2008. 384 с. http://www.biology.org.ua/files/lib/MolBiol_sivolob.pdf</p>
Тривалість курсу	90 год
Обсяг курсу	32 години аудиторних занять. З них 16 годин лекцій, 16 годин практичних занять. 58 годин самостійної роботи
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент повинен знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> • поняття про асиметрію органічних молекул, як передумову існування живого організму; • основні класи біомолекул, їх хімічну будову, реакційну здатність; • основні типи взаємодій в біомолекулах; • фізико-хімічні основи проходження біохімічних процесів; • особливості обміну та хімічних перетворень білків, вуглеводів, ліпідів в організмі людини; • можливості хімічної модифікації біомолекул і зміни в зв'язку з цим біологічних функцій; • роль вуглеводів та жирів як джерела енергії; • принципи ферментативних процесів в живих організмах; <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> • аналізувати молекулярні основи та фізико-хімічні закономірності проходження біохімічних процесів; • аналізувати та прогнозувати вплив біорганічних речовин та біомолекул на біохімічні процеси в живому організмі; • оцінювати механізми взаємодії біологічних систем на основі хімічного моделювання біологічних систем; • встановлювати залежність біологічної дії від будови органічних сполук. <p>У результаті успішного вивчення курсу студент набуде <i>загальних компетентностей:</i></p> <p>ЗК 5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК 6. Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК 7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК 9. Здатність використовувати знання іноземної мови в освітній діяльності.</p>

	<p>та спеціальних (фахових) компетентностей:</p> <p>СК 1. Здатність користуватися символікою і сучасною термінологією хімічної науки.</p> <p>СК 2. Здатність розкривати загальну структуру хімічних наук на основі взаємозв'язку основних учень, про будову речовини, про періодичну зміну властивостей хімічних елементів та їх сполук, про спрямованість (хімічна термодинаміка), швидкість (хімічна кінетика) хімічних процесів та їх механізми.</p> <p>СК 13. Здатність безпечного поводження з хімічними речовинами, беручи до уваги їх хімічні властивості.</p> <p><i>Програмні результати навчання:</i></p> <p>ПРЗ 1 Знати хімічну термінологію та сучасну номенклатуру.</p> <p>ПРЗ 6 Знати будову та властивості високомолекулярних сполук, у тому числі біополімерів.</p> <p>ПРУ 2 Уміти застосовувати знання сучасних теоретичних основ хімії для пояснення будови, властивостей і класифікації неорганічних і органічних речовин, періодичної зміни властивостей хімічних елементів та їх сполук, утворення хімічного зв'язку, направленості (хімічна термодинаміка) та швидкості (хімічна кінетика) хімічних процесів.</p> <p>ПРУ 4 Уміти аналізувати склад, будову речовин і характеризувати їх фізичні та хімічні властивості.</p> <p>ПРУ 5 Характеризувати речовини і хімічні реакції в єдності якісної і кількісної сторін.</p> <p>ПРУ 12 Формувати в учнів основи цілісної природничо-наукової картини світу через міжпредметні зв'язки з фізикою, біологією, географією, відповідно до вимог державного стандарту з освітньої галузі «Природознавство» в основній (базовій) середній школі.</p>
Ключові слова	<i>Ліпіди, вуглеводи, білки, ферменти, ферментативний каталіз, метаболізм, біосинтез, міжмолекулярні взаємодії в біологічних системах.</i>
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, практичних занять та консультацій для кращого розуміння тем
Теми	Подано у таблиці
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці семестру, на підставі всіх видів контролю
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисципліни «Органічна хімія», достатніх для сприйняття категоріального апарату.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції, колаборативне навчання (форми – групові проекти, спільні розробки), творче індивідуальне завдання, дискусія. Робота в системі Moodle, Microsoft Teams, побудова електронного навчання як простору прояву пізнавальних ініціатив.
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер, загальноживані комп'ютерні програми, проектор, доступ до мережі інтернет.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані на практичних заняттях, поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

	<ul style="list-style-type: none"> • практичні: 40% семестрової оцінки; • виконання індивідуальних домашніх завдань: 30% семестрової оцінки; • підсумкове тестування (колоквіум): 30% семестрової оцінки. <p>Підсумкова максимальна кількість балів – 100.</p> <p>Відвідання занять: Здобувачі повинні відвідувати усі лекції і лабораторні заняття курсу та мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття з поважних причин.</p> <p>Література. Уся література, яку здобувачі не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем винятково в освітніх цілях без права її передачі третім особам.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
Питання до заліку чи екзамену.	Перелік питань та завдань для проведення підсумкової оцінки знань наводиться нижче.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу
Лекційний курс навчальної дисципліни
ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС
2 семестр

№ теми	НАЗВИ ТЕМ	Кількість годин			
		Σ	лк	пр	сп
1	<i>Молекулярні аспекти процесів життєдіяльності. Фізико-хімічні основи біохімічних процесів.</i>		2	2	7
2	<i>Ліпіди.</i>		2	2	7
3	<i>Вуглеводи.</i>		2	2	7
4	<i>Білки.</i>		2	2	7
5	<i>Ферменти.</i>		2	2	7
6	<i>Загальні закономірності метаболізму.</i>		2	2	7
7	<i>Метаболізм ліпідів.</i>		2	2	8
8	<i>Метаболізм вуглеводів.</i>		2	2	8
Разом		90	16	16	58

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назва теми	Кількість аудиторних годин
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ		
1	Критерії характерні для живих організмів. Класифікація біомолекул та основних біохімічних процесів. Ковалентний зв'язок між атомами в біомолекулах. Нековалентні взаємодії між атомами й біомолекулами. Вандерваальсові взаємодії. Електростатичні (іонні) взаємодії. Водневий зв'язок. Гідрофобні взаємодії. Енергетика міжмолекулярних взаємодій. Вільна енергія. Енергія активації біохімічних процесів.	2
2	Класифікація ліпідів. Прості ліпіди. Воски. Складні ліпіди. Фосфоліпіди.	2
3	Класифікація вуглеводів. Моносахариди та їх похідні. Олігосахариди. Гомополісахариди. Гетерополісахариди. Гліколіпіди.	2
4	Класифікація білків. Будова і рівні організації білків. Властивості білків. Природні білки. Глікопротеїни.	2
5	Властивості ферментів як біологічних каталізаторів. Номенклатура та класифікація ферментів. Хімічна структура ферментів. Механізми дії ферментів. Кінетика ферментативних реакцій. Інгібітори ферментів.	2
6	Обмін речовин: катаболізм та анаболізм. Загальні закономірності обміну речовин. Стадії катаболізму біомолекул. Біоенергетичні процеси. Реакції біологічного окиснення.	2
7	Шляхи метаболізму ліпідів. Катаболізм триацилгліцеролів. Окислення жирних кислот та гліцеролу. Біосинтез вищих жирних кислот. Біосинтез триацилгліцеролів.	2
8	Шляхи внутрішньоклітинного катаболізму моносахаридів. Аеробне окислення глюкози. Гліколіз: реакції, енергетика, регуляція. Енергетика гліколізу й аеробного окислення глюкози. Біосинтез глюкози та його регуляція. Контрольна робота.	2
Разом		16

САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТА

№ з/п	Назва змістового модуля	Кількість годин
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ		
1	Властивості ковалентного зв'язку. Механізм гнучкості біополімерного ланцюга. Перебудови системи ковалентних зв'язків у біохімічних реакціях. Кінетика біохімічних процесів та каталіз.	7
2	Стерини та стериди. Сульфоліпіди.	7
3	Олігосахариди. Декстрини.	7
4	Пептидоглікани. Ліпопротеїни.	7
5	Коферменти. Регуляція ферментативних процесів. Ензимопатії.	7
6	Молекулярна організація ланцюга біологічного окислення в мітохондріях.	7
7	Біосинтез та катаболізм кетонових тіл. Патологія ліпідного обміну: атеросклероз, ожиріння, цукровий діабет.	8
8	Регуляція обміну глюкози. Цукровий діабет.	8
Разом		58

Перелік питань та завдань для проведення підсумкової оцінки знань

1. У чому полягає фізичний механізм вандерваальсових взаємодій?
2. Поясніть ентропійну природу іонних взаємодій між двома високочарядженими макромолекулами.
3. Які властивості мають бути притаманні двом хімічним групам, щоб між ними міг утворитися водневий зв'язок? Чи можливий водневий зв'язок між двома метильними групами? Між метильною та ОН-групою?
4. Чому водневий зв'язок часто буває важливим для специфічного міжмолекулярного впізнання?
5. Дайте визначення вільної енергії. Поясніть, як вона залежить від ентальпії та ентропії системи? В якому напрямку змінюється вільна енергія при переході системи до стану рівноваги?
6. Чи може при переході до стану рівноваги зрости ентальпія системи? За якої умови? Чи може зрости ступінь упорядкованості при переході до рівноважного стану?
7. Що таке ковалентний зв'язок і які основні властивості йому притаманні? За рахунок чого полімерний ланцюг може змінити свою конформацію?
8. Назвіть дві умови, за яких буде відбуватися хімічна реакція. Якою величиною визначається швидкість реакції?
9. Поясніть фізичну природу гідрофобного ефекту.
10. Як можна встановити наявність подвійних зв'язків в ненасичених жирних кислотах?
11. При біогідруванні лінолевої кислоти (цис-октадекадієн-9,12-діова кислота) анаеробними бактеріями проходить її ізомеризація в нову кислоту такої ж брутто-формули (подвійні зв'язки 9Z, 12E), яка потім перетворюється у вакценову (11E-октадеценова) та елаїдинову (9Eоктадеценову) кислоти. Підтвердіть це відповідними реакціями.
12. Кефалін входить до складу біологічних мембран. До яких складних ліпідів належить кефалін?
13. Напишіть структурну формулу олеїноїпальмітоїлстеароїлгліцерину. Обчисліть число омилення та йодне число для цього жиру.
14. Запропонуйте лабораторний шлях синтезу D-глюкуронової кислоти, виходячи із глюкози. Яка роль глюкуронової кислоти в організмі?
15. Зобразіть структури глюкозаміна і N-ацетилглюкозаміна. В які природні біополімери входять ці сполуки?
16. Напишіть структури α -та β -аномерів D-(L)-рибофуранози? Як можна довести будову D-рибофуранози? Наведіть характерні реакції.
17. Які типи глікозидів Ви знаєте? Наведіть приклади природних глікозидів.
18. Що таке вторинна структура білка? Укажіть типи й основні риси вторинних структур, що зустрічаються у глобулярних білках.
19. Які взаємодії стабілізують регулярну вторинну структуру?
20. Які взаємодії є основною рушійною силою, що зумовлює укладання поліпептидного ланцюга в компактну глобулу?
21. Укажіть основні загальні риси структури глобулярних водорозчинних білків. Чому глобула завжди формується елементами регулярної вторинної структури?
22. Які взаємодії зумовлюють твердість білкової глобули? Яке значення має твердість білка для його функціонування?
23. За рахунок чого є можливим перемикання структури білка між двома конформаційними станами?
24. У чому полягає фізична природа ферментативного каталізу?
25. Поясніть залежність між геометричною конфігурацією субстрату та активністю ферменту.
26. Чи залежить швидкість ферментативної реакції від концентрації ферменту?

27. Поясніть утворення етанолу в процесі гліколізу. Поясніть поняття «гліколіз» і «глікогеноліз».
28. Що є продуктом аеробного окислення вуглеводів? Який процес метаболізму вуглеводів є енергетично більш вигідним?
29. При окисленні жирної кислоти послідовно виділили пропіоніл-КоА, 3 моль ацетил-КоА і знову пропіоніл-КоА. Напишіть структурну формулу кислоти та назвіть її.
30. β -Окислення жирної кислоти проходить з послідовним утворенням пропіоніл-КоА та ацетилКоА (послідовно по 2 моль кожного), потім ще 2 моль ацетил-КоА і виділенням на кінцевій стадії ізобутироїл-КоА. Наведіть формулу кислоти, підтвердивши реакціями.