

**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича**  
**Інститут біології, хімії та біоресурсів**  
**Кафедра біохімії та біотехнології**

**СИЛАБУС**  
**навчальної дисципліни**

**Інженерна ензимологія**  
**вибіркова дисципліна**

<b>Освітньо-професійна програма:</b>	Біотехнології та біоінженерія
<b>Спеціальність:</b>	162 Біотехнології та біоінженерія
<b>Галузь знань:</b>	16 Хімічна та біоінженерія
<b>Рівень вищої освіти:</b>	перший (бакалаврський)
<b>Інститут біології, хімії та біоресурсів</b>	
<b>Мова навчання:</b>	українська
<b>Розробники:</b>	Лідія Худа, к.б.н., доцент кафедри біохімії та біотехнології
<b>Профайл викладача</b>	<a href="http://ibhb.chnu.edu.ua/profile/user/79">http://ibhb.chnu.edu.ua/profile/user/79</a>
<b>Контактний тел.</b>	0372-58-48-38
<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:l.khuda@chnu.edu.ua">l.khuda@chnu.edu.ua</a>
<b>Сторінка курсу в Moodle</b>	<a href="https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=376">https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=376</a>
<b>Консультації</b>	Онлайн-консультації: Понеділок, 15.00.-16.00.

## **1. Анотація дисципліни**

Ефективні біотехнологічні процеси на основі ензиматичного каталізу активно використовуються в різних сферах виробництва: харчовій, текстильній, целюлозно-паперовій, хімічній промисловості, енергетиці, медицині, біоелектрокаталізі, мікроелектроніці. Можливість здійснювати свою каталітичну функцію поза клітиною й організмом, висока специфічність ензиматичного каталізу й унікальна здатність прискорювати реакції в сотні разів в умовах нормального тиску і фізіологічних температур дозволяють отримувати високі виходи продуктів і створювати практично безвідходні біотехнологічні процеси, що не забруднюють довкілля.

Інженерна ензимологія – це напрям біотехнології, спрямований на розробку біотехнологічних процесів, в яких використовуються каталітичні функції ензимів та ензимних систем для одержання відповідних нових або покращених цільових продуктів. З огляду на практичні потреби одержання певних продуктів передбачені властивості — це визначений термін служби каталізатора за певних умов (температури, рН, іонної сили розчину), його селективність (специфічність) дії, активність, імуногенність, токсичність і т.д.

Дисципліна «Інженерна ензимологія» покликана сформувати у студентів знання та практичні навички роботи з ензимами та ензимними препаратами, розуміння технологій конструювання біоорганічних каталізаторів із заданими властивостями на основі ензимів або їх комплексів.

## **2. Мета навчальної дисципліни:**

Метою дисципліни «Інженерна ензимологія» є оволодіння студентом сучасними знаннями про можливості конструювання біоорганічних каталізаторів з заданими властивостями на основі ензимів або поліензимних комплексів та їх застосування в біотехнологічних виробництвах та медицині. Завданням вивчення дисципліни є засвоєння студентом сучасних уявлень про властивості ензимів, принципи виготовлення та застосування ензимних препаратів, прикладне використання іммобілізованих ензимів та ензимних систем.

## **3. Пререквізити.**

Ефективне засвоєння основних положень інженерної ензимології ґрунтується на знаннях, отриманих студентами з дисциплін «Біохімія», «Біологія клітини», «Загальна біотехнологія», «Генетична інженерія», «Біофізика», «Лабораторні спеціалізації».

## **4. Результати навчання**

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**знати:** .

методи фізичної та хімічної іммобілізації ензимів; носії для іммобілізації ензимів; кінетико-динамічні закономірності каталізу іммобілізованими ензимами; промислові процеси, в яких використовуються іммобілізовані ензими; особливості застосування іммобілізованих ензимів, ензимних препаратів, ензимних біосенсорів у біотехнологічних виробництвах та медицині.

**вміти:**

на основі одержаних теоретичних знань та практичних навичок підбирати носії для іммобілізованих ензимів, застосовувати методи розрахунку кінетичних характеристик ензиматичних реакцій, визначати активність ензимів, підбирати відповідні ензимні препарати для конкретних потреб виробництва.

Відповідно до ОПП вивчення дисципліни «Інженерна ензимологія» забезпечує отримання наступних програмних фахових компетентностей та програмних результатів навчання:

ФК13. Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти)

ФК14. Здатність здійснювати експериментальні дослідження з вдосконалення біологічних агентів, у тому числі викликати зміни у структурі спадкового апарату та функціональній активності біологічних агентів.

ФК15. Здатність проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва.

ПР06. Вміти визначати та аналізувати основні фізико-хімічні властивості органічних сполук, що входять до складу біологічних агентів (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди).

ПР 27. Вміти проводити роботи щодо отримання та корекції складу функціональних кормових та харчових субстратів.

## 5. Опис навчальної дисципліни

### 5.1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни <b>Інженерна ензимологія</b>												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин					Вид підсумкового контролю	
			кредитів	годин	змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота		індивідуальні завдання
Денна	4	8	4	120	2	16	16	-	-	83	5	іспит

### 5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин										
	денна форма						заочна форма				
	усього	у тому числі					усього	у тому числі			
	л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7					
<b>Теми лекційних занять</b>	<b>Змістовий модуль 1. Структурно-функціональна організація іммобілізованих ензимів та методи їх іммобілізації</b>										
Тема 1. Особливості структури ензимів. Іммобілізовані ензими.	14	2	2			10					
Тема 2. Механізм дії та регуляція активності ензимів	14	2	2			10					
Тема 3. Методи роботи з ензимами Номенклатура ензимів.	14	2	2			10					
Тема 4. Методи іммобілізації ензимів.	14	2	2			10					
Разом за змістовим модулем 1	<b>56</b>	<b>8</b>	<b>8</b>			<b>40</b>					

Теми лекційних занять	Змістовий модуль 2. Застосування іммобілізованих ензимів у біотехнологічному виробництві											
.Тема 6. Ензимні препарати. Технології створення та особливості застосування	18	2	2			14						
Тема 7. Застосування іммобілізованих ензимів у промисловій біотехнології	26	4	4		5	15						
Тема 8 Ензими та білки як фармацевтичні препарати та аналітичні реагенти. Ензимні біосенсори	20	2	2			14						
Разом за змістовим модулем 2	<b>64</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>5</b>	<b>43</b>						
<b>Усього</b>	<b>120</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>5</b>	<b>83</b>						

## 6. Система контролю та оцінювання

### Види та форми контролю

Формами поточного контролю є усна, письмова відповідь студента та комп'ютерне тестування.

Формою підсумкового контролю є екзамен у вигляді підсумкового комп'ютерного тестування.

### Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання є: стандартизовані тести; розрахункові завдання, контрольні роботи, індивідуальні проекти.

### Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Оцінка знань студентів здійснюється за 100-бальною системою, яка переводиться у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу ЄКТС (A, B, C, D, E, FX, F).

Контроль знань студентів протягом семестру здійснюється за 250-бальною шкалою, яка переводиться у 100-бальну систему через коефіцієнт 2,5. За кожний змістовий модуль студент отримує максимально 50 балів, підсумкове екзаменаційне тестування – 100 балів.

Поточний контроль включає оцінки за роботу на лабораторних заняттях, практичних заняттях, самостійну роботу, тестування, модульні контрольні роботи, виконані індивідуальні проекти.

### Розподіл балів, які отримують студенти

Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2			Підсумковий тест	Сума
T1	T2	T3	T4	T6	T7	T8		
10	10	10	10	15	20+10 (інд.проект)	15	100	250
МК 25 б Разом 65 б.				МК 25 б. Разом 85 б.				

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів. Коефіцієнт перерахунку – 2,5.

## 7. Рекомендована література

1. Біохімія ензимів / М.М. Марченко, Л.В. Худа, М.М. Великий, Л.І. Остапченко. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2012. – 416 с.
2. Ензимологія / Укл. Худа Л.В. - Чернівці: Чернівецький національний університет, 2009. – 80 с.
3. Галкін Б.М., Іваниця В.О., Галкін М.Б. Інженерна ензимологія. – Одеса: ОНУ.- 2017. – 103 с.
4. Склярів О. Біохімія ензимів. Ензимодіагностика. Ензимопатологія. Ензимотерапія / О. Склярів, Я. Сольські, М. Великий, Н. Фартушок, Т. Бондарчук, Д. Дума. – Львів: Кварт. – 2008. – 218 с.
5. Основи біохімії за Ленінджером : [навч. посіб.] / Дейвід Л. Нельсон, Майкл М. Кокс; [пер. з англ.: О. Матишевська та ін.]. - Львів : БаК, 2015. - 1256 с.
6. Біотехнологія: Підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін. — К.: Фірма «ІНКОС», 2006. — 647 с.
7. Юлевич О. І. Біотехнологія : навчальний посібник / О. І. Юлевич, С. І. Ковтун, М. І. Гиль ; за ред. М. І. Гиль. — Миколаїв : МДАУ, 2012. — 476 с
8. Sumitra Datta, L. Rene Christena, and Yamuna Rani Sriramulu Rajaram Enzyme immobilization: an overview on techniques and support materials // Biotech. 2013 Feb; 3(1): 1–9.
9. Carla Luzia Borges Reis, Emerson Yvay Almeida de Sous, Juliana de França Serpa, Ravena Casemiro Oliveira Design of immobilized enzyme biocatalysts: drawbacks and opportunities// Quím. Nova Aug. 2019, vol.42 no.7

## Інформаційні ресурси

1. Enzyme nomenclature database - <https://www.brenda-enzymes.org/>  
<https://enzyme.expasy.org/>  
<http://enzyme-database.org/>  
<https://www.genome.jp/kegg/annotation/enzyme.html>
2. [http://library.chnu.edu.ua/?page=/ua/02infres/02cat\\_int\\_res/biol\\_med](http://library.chnu.edu.ua/?page=/ua/02infres/02cat_int_res/biol_med)
3. Enzyme immobilization - <https://www.easybiologyclass.com/enzyme-cell-immobilization-techniques>

