

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ
ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА, СТАНДАРТИЗАЦІЇ І
БІОТЕХНОЛОГІЙ

“Погоджено”

Декан факультету

Михайло ГИЛЬ

“05” 07 2026 р.

“Затверджую”

Перший проректор

Дмитро БАБЕНКО

“01” 07 2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з варіативної дисципліни

«Імобілізовані ферменти і клітини»

освітньо-професійна програма

«Біотехнології та біоінженерія»

для здобувачів вищої освіти другого освітньо-професійного

(магістерського) рівня

2-го року очної (денної) форми навчання

на 2026 – 2027 навчальний рік

Ступінь вищої освіти: – Магістр

Галузь знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Освітня спеціальність: G21 «Біотехнології та біоінженерія»

Мова викладання: українська

Програма відповідає вимогам Освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти «Біотехнології та біоінженерія», затвердженою Вченою радою Миколаївського національного аграрного університету 27.03.2025 р. (протокол №10), чинної згідно наказу по університету №41-О від 01.04.2025р.

Розробник програми: канд. тех. наук, доцентка О.І. Юлевич, Миколаївський національний аграрний університет.

Програма розглянута на засіданні кафедри біотехнології та біоінженерії МНАУ протокол № 15 від 24.06.2026 року

В.о. зав. кафедри,
к.с.-г.н., доцентка

Олена КАРАТЄСВА

Програму схвалено науково-методичною комісією факультету ТВППТСБ Миколаївського національного університету. Протокол № 12 від 25.06.2026 року.

Голова науково-методичної комісії,
канд. с.-г. наук доцентка

Галина КАЛИНИЧЕНКО

Гарант освітньої програми

Олена КАРАТЄСВА

1. Анотація

Зміст дисципліни включає основні принципи і сучасні ефективні методи іммобілізації ферментів і клітин мікроорганізмів, особливості кінетики дії іммобілізованих ферментів, використання методів іммобілізації в новітніх галузях біотехнології, промислові технології використання реакторів з іммобілізованими ферментами та клітинами. Іммобілізація клітин і ферментів як засіб збільшення їх активності і підвищення продуктивності синтезу запасних і фізіологічно активних речовин зайняла важливе місце в біотехнології. В останні роки ефективність процесів, що використовуються в різних областях людської діяльності (медицина, енергетика, харчова промисловість, мікроелектроніка), вдалося збільшити за допомогою іммобілізованих препаратів.

The content of the discipline includes the basic principles and modern effective methods of immobilization of enzymes and microorganism cells, especially the kinetics of immobilized enzymes, the use of immobilization methods in the newest branches of biotechnology, industrial technologies for the use of reactors with immobilized enzymes and cells. Immobilization of cells and enzymes as a means of increasing their activity and increasing the productivity of the synthesis of spare and physiologically active substances has taken an important place in biotechnology. In recent years, the effectiveness of processes used in various areas of human activity (medicine, energy, food industry, microelectronics), was able to increase with the use of immobilized drugs.

2. Опис навчальної дисципліни «Імобілізовані ферменти і клітини»

Дисципліна «Імобілізовані ферменти і клітини» входить до варіативної частини освітньо-професійної програми підготовки магістрів спеціальності «Сільськогосподарська біотехнологія» і відноситься до циклу професійної і практичної підготовки.

Опанування дисципліни дозволить майбутнім фахівцям ознайомитися із сучасним станом та перспективами одержання іммобілізованих ферментів і клітин мікроорганізмів, засвоїти сучасні методи іммобілізації, особливості використання іммобілізованих біологічних об'єктів урізних технологіях та застосовувати набуті теоретичні знання у практичній діяльності з метою інтенсифікації біотехнологічних процесів.

Галузь знань: 16 – «Хімічна інженерія та біоінженерія»

Освітня спеціальність 162 – «Біотехнології та біоінженерія»

Освітній ступень: – Магістр

Освітня кваліфікація: «Магістр з біотехнологій та біоінженерії»

Обов'язкова (вибіркова) компонента **Вибіркова**

Семестр **III**

Кількість кредитів ECTS **3,0**

Кількість модулів **I**

Кількість змістовних модулів **3**

Загальна кількість годин **90**

Види навчальної діяльності та види навчальних занять, обсяг годин та кредитів:

Всього годин: - 90/3,0 кред.

із них:

лекцій - 14/0,5 кред.

практичних занять - 14/0,5 кред.

лабораторних занять - 14/0,5 кред.

самостійна робота - 48/1,5 кред.

Залік - 3 семестр

3. Мета, завдання, предмет, об'єкт навчальної дисципліни

Метою дисципліни «Імобілізовані ферменти і клітини» є засвоєння студентами знань, принципів імобілізації ферментів і клітин різних біологічних об'єктів, особливостей їх функціонування в імобілізованому стані, набуття вміння оцінювати ефективність методу імобілізації, робити висновки щодо можливості застосування імобілізованих ферментів та клітин у різноманітних галузях науки і техніки, в технологічних процесах у промисловості, сільському господарстві, медицині тощо.

Завдання дисципліни «Імобілізовані ферменти і клітини» – є засвоєння студентами принципів імобілізації ферментів та клітин і подальше застосування одержаних знань та навичок при виконанні магістерської кваліфікаційної роботи та у майбутній професійній діяльності.

Предметом дисципліни «Імобілізовані ферменти і клітини» – є основні принципи і сучасні ефективні методи імобілізації ферментів і клітин мікроорганізмів, особливості кінетики дії імобілізованих ферментів, використання методів імобілізації в новітніх галузях біотехнології, промислові технології використання реакторів з імобілізованими ферментами та клітинами.

Об'єктом навчальної дисципліни «Імобілізовані ферменти і клітини» – є дослідження особливостей функціонування й розвитку імобілізованих ферментів та клітин у біологічних системах та виявлення закономірностей, за яких можливе створення умов проведення спрямованого біосинтезу.

Інтегральні компетентності:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми біотехнологій та біоінженерії, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності:

К01. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

К02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

К04. Здатність працювати в міжнародному контексті.

К05. Здатність виявляти ініціативу та підприємливість.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

К08. Здатність здійснювати пошук необхідної інформації в науковій і технічній літературі, базах даних та інших джерелах.

К12. Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи в галузі біотехнології з використанням сучасних обладнання та методів, інтерпретувати отримані дані на основі сукупності сучасних знань та уявлень про об'єкт і предмет дослідження, робити обґрунтовані висновки.

К13. Здатність розробляти та вдосконалювати комплексні біотехнології на основі розуміння наукових сучасних фактів, концепцій, теорій, принципів і методів біоінженерії та природничих наук.

K16. Здатність застосовувати проблемно-орієнтовані методи аналізу та оптимізації біотехнологічних процесів, управління виробництвом, мати навички практичного впровадження наукових розробок.

Додаткові компетенції:

K18. Здатність організовувати виробництво і управляти біотехнологічними процесами в умовах промислового виробництва та науково-дослідних лабораторій.

K19. Здатність використовувати новітні досягнення у сфері сільськогосподарської біотехнології, знати перспективи їх використання.

Програмні результати навчання:

PR07. Мати навички виділення, ідентифікації, зберігання, культивування, іммобілізації біологічних агентів, здійснювати оптимізацію поживних середовищ, обирати оптимальні методи аналізу, виділення та очищення цільового продукту, використовуючи сучасні біотехнологічні методи та прийоми, притаманні певному напрямку біотехнології.

PR09. Вміти розробляти, обґрунтовувати та застосовувати методи та засоби захисту людини та навколишнього середовища від небезпечних факторів техногенного та біологічного походження.

PR10. Упроваджувати найбільш ефективні біотехнологічні методи та прийоми у практичну виробничу діяльність на основі оцінки ефективності передових біотехнологій та врахування загальних тенденцій розвитку новітніх біотехнологій у провідних країнах.

PR11. Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами, обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, інновації та/або управління виробництвом і біотехнології

Здобувач вищої освіти після вивчення дисципліни «Іммобілізовані ферменти і клітини» **повинен знати:** сучасні методи одержання іммобілізованих ферментів і клітин мікроорганізмів,

- властивості ферментів і клітин в іммобілізованому стані,
- стан сучасних розробок щодо отримання ферментів і клітин в іммобілізованому стані,
- методи оцінювання ефективності способів іммобілізації для порівняння їх варіантів,
- напрями використання іммобілізованих ферментів і клітин біологічних об'єктів у різних галузях науки і техніки, промисловості, сільському господарстві та медицині;

вміти: оцінювати ефективність методу іммобілізації;

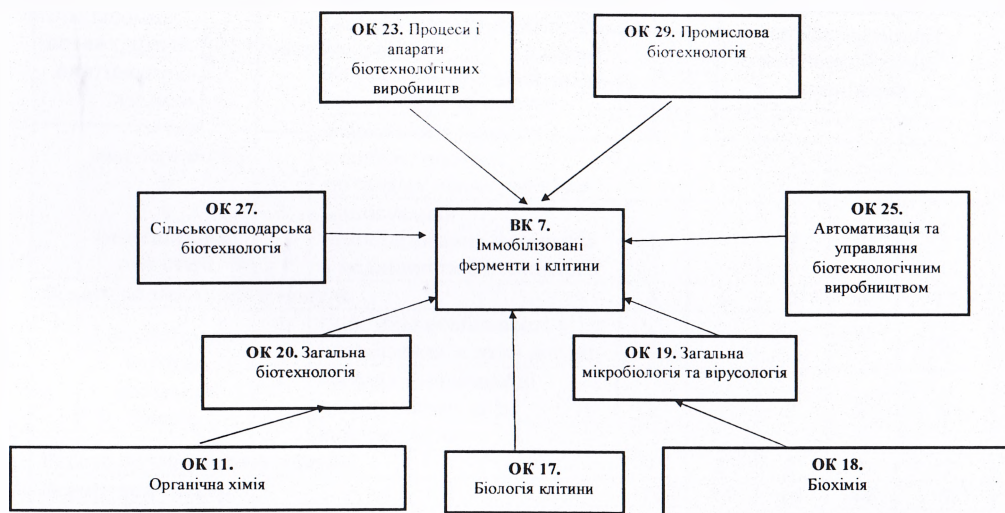
- здійснювати вибір оптимальних процесів іммобілізації ферментів і клітин мікроорганізмів;
- застосовувати іммобілізовані ферменти та клітини в технологічних процесах для їх інтенсифікації;

мати навички: володіння технологічними особливостями використання різних методів іммобілізації ферментів і клітин;

- вдосконалення мікробних біотехнологій з використанням іммобілізованих ферментів і клітин.

4. Місце дисципліни у структурі навчальних дисциплін

- Загальна мікробіологія та вірусологія, Біологія клітини, Загальна біотехнологія, Процеси і апарати біотехнологічних виробництв, Промислова біотехнологія



5. Передумови для вивчення дисципліни



6. Структурно-логічна схема навчальної дисципліни

Змістовний модуль			Теми		Обсяги годин				
№	назва	№	назва	Л	ЛЗ	ПР	СР	Разом	
1	Основні підходи щодо одержання ферментів в іммобілізованом у стані	1	Проблеми одержання ферментів в іммобілізованому стані.	1	2		5	8	
		2	Носії для іммобілізації ферментів.	1		2	6	9	
		3	Фізичні методи іммобілізації ферментів	1	2		5	8	
		4	Хімічні методи іммобілізації ферментів	1	2		6	9	
		5	Ферментаційна кінетика та іммобілізація ферментів	1		2	5	8	
		6	Вплив іммобілізації на ферменти.	1	2		5	8	
		7	Технологічні особливості використання іммобілізованих ферментів	1	2	2	6	11	
Всього за змістовний модуль				7	10	6	38	61	
2	Особливості одержання клітин мікроорганізмів в іммобілізованому стані	1	Методи іммобілізації клітин мікроорганізмів	1		2	2	5	
		2	Технологічні процеси з іммобілізованими клітинами мікроорганізмів	1	2	2	2	7	
		3	Застосування іммобілізованих ферментів в медицині та біотехнології	1		2	2	5	
Всього за змістовний модуль				3	2	6	6	17	
3	Іммобілізовані клітини рослин та тварин	1	Способи і особливості іммобілізації клітин рослин	2	2		2	6	
		2	Методи іммобілізації клітин тварин та їх використання	2		2	2	6	
Всього за змістовний модуль				4	2	2	4	12	
Всього за семестр				14	14	14	48	90	

7. Зміст навчальної дисципліни

7.1. Загальний розподіл годин і кредитів

Назва змістовного модуля	Кількість годин і кредитів		
	год.	кредитів	%
Основні підходи щодо одержання ферментів в іммобілізованому стані	61	2,0	67,7
Сучасні біотехнології в промисловості та сільському господарстві	17	0,6	18,8
Іммобілізовані клітини рослин та тварин	12	0,4	13,5
Всього	90	3,0	100,0

7.2. Склад, обсяг і терміни виконання змістовних модулів

Назва змістовного модуля	Кількість годин	Термін виконання
Основні підходи щодо одержання ферментів в іммобілізованому стані	61	Відповідно до семестрового навчального плану та графіку навчального процесу
Сучасні біотехнології в промисловості та сільському господарстві	17	
Іммобілізовані клітини рослин та тварин	12	
Всього	90	х

7.3. Перелік та короткий зміст лекцій

Змістовний модуль 1. «Основні підходи щодо одержання ферментів в іммобілізованому стані».

Тема 1. Проблеми одержання ферментів в іммобілізованому стані.

key words: Immobilized enzymes, technological processes, Prolonged preparations

Сучасні технологічні процеси з використанням іммобілізованих ферментів. Галузі застосування іммобілізованих ферментів. Пролонговані препарати 1 год.

Тема 2. Носії для іммобілізації ферментів.

key words: Organic and inorganic carriers, Carrier requirements

Вимоги до носіїв. Характеристика органічних та неорганічних носіїв. Переваги та недоліки різних носіїв 1 год.

Тема 3. Фізичні методи іммобілізації ферментів.

key words: Adsorption, semipermeable membranes, Inclusion of the enzyme in the gel

Адсорбція на нерозчинному носії. Включення ферменту в гель. Іммобілізація ферментів з використанням напівпроникних мембран. Переваги та недоліки фізичних методів іммобілізації. Особливості використання носіїв та вимоги до них 1 год.

Тема 4. Хімічні методи іммобілізації ферментів.

key words: Covalent binding of enzymes. Metal-chelate method

Методи ковалентного зв'язування ферментів. Металохелатний метод. Переваги та недоліки хімічних методів іммобілізації ферментів. Особливості використання носіїв та вимоги до них 1 год.

Тема 5. Ферментаційна кінетика та іммобілізація ферментів.

key words: Fermentation kinetics, rate of enzymatic reaction, Inhibition

Рівняння швидкості ферментативної реакції. Інгібування ферментативних реакцій. Вплив рН і температури 1 год

Тема 6. Вплив іммобілізації на ферменти.

key words: Saving activity. Diffusion Effects. Steric effects.

Збереження активності. Дифузійні ефекти. Стеричні ефекти. Вплив мікрооточення. Інші прояви ефекту іммобілізації. Вплив іммобілізації на стабільність ферментів 1 год

Тема 7. Технологічні особливості використання іммобілізованих ферментів.

key words: Types of reactors. Problems of operation of reactors with immobilized enzymes.

Типи реакторів. Проблеми експлуатації реакторів з іммобілізованими ферментами. Промислові процеси з використанням іммобілізованих ферментів: одержання глюкозно-фруктозних сиропів, L-аспарагінової та L-яблучної кислоти, розділення рацемічних сумішей амінокислот 1 год

Змістовий модуль 2. «Особливості одержання клітин мікроорганізмів в іммобілізованому стані»

Тема 1. Методи іммобілізації клітин мікроорганізмів.

key words: Immobilization of microorganism cells, biospecific adsorption, artificial agglomeration of cells

Переваги іммобілізованих клітин порівняно з вільними. Адсорбція мікроорганізмів на нерозчинних носіях. Іммобілізація за допомогою біоспецифічної адсорбції. Ковалентна іммобілізація на нерозчинних носіях. Методи штучної агломерації клітин мікроорганізмів. Іммобілізація у масі носія. Вимоги до носіїв для іммобілізації клітин мікроорганізмів 1 год

Тема 2. Технологічні процеси з іммобілізованими клітинами мікроорганізмів.

key words: Microbial surfactants. Modification of antibiotics

Біокатализатори на основі іммобілізованих клітин. Одержання біоетанолу. Одержання мікробних поверхнево-активних речовин. Модифікація антибіотиків 1 год

Тема 3. Застосування іммобілізованих ферментів в медицині та біотехнології.

key words: Immobilization in immunological research. Biosensors

Огляд новітніх публікацій з проблеми одержання та використання іммобілізованих ферментів. Іммобілізація в імунологічних дослідженнях. Біосенсиори на основі іммобілізованих ферментів 1 год

Змістовий модуль 3. «Іммобілізовані клітини рослин та тварин»

Тема 1. Способи і особливості іммобілізації клітин рослин.

key words: Immobilization of plant cells, Use of immobilized cells in medicine

Одержання біологічно активних речовин з біомаси рослинних клітин. Одержання складних органічних сполук з використанням культур рослинних тканин. Використання іммобілізованих клітин в медицині і біології для аналітичних цілей. Фізіологічні особливості іммобілізованих клітин рослин 2 год

Тема 2. Методи іммобілізації клітин тварин та їх використання.

key words: *Receipt and immobilization of isolated animal cells*

Одержання і іммобілізація ізолюваних клітин тварин. Використання іммобілізованих клітин тварин

2 год

РАЗОМ: 14 годин

7.4. Практичні заняття

1. Основні промислово цінні ферменти 2 год.
2. Вплив іммобілізації на ферментативну активність 2 год.
3. Порівняння ефективності способів іммобілізації на прикладі β -галактозидази та її застосування в харчовій промисловості 2 год.
4. Технології отримання безлактозного молока з використанням іммобілізованих ферментів 2 год.
6. Застосування іммобілізованих ферментів у виробництві біопалива 2 год.
7. Біоремедіація стічних вод з використанням іммобілізованих ферментів 2 год.

РАЗОМ: 14 годин

7.5. Лабораторні заняття

Лабораторне заняття 1

Галузі застосування іммобілізованих ферментів. Пролонговані препарати

2 год.

Лабораторне заняття 2

Структура, властивості та механізм дії біокаталізаторів. Основи ферментативного каталізу

2 год.

Лабораторне заняття 3

Фізико-хімічні основи отримання ферментів і клітин мікроорганізмів в іммобілізованому стані

2 год.

Лабораторне заняття 4

Розрахунок ефективності іммобілізації

2 год.

Лабораторне заняття 5

Особливості методів вивчення кінетичних властивостей іммобілізованих ферментів у порівнянні з розчинними

2 год.

Лабораторне заняття 6

Методи штучної агломерації клітин мікроорганізмів. Іммобілізація у масі носія. Вимоги до носіїв для іммобілізації клітин мікроорганізмів

2 год.

Лабораторне заняття 7

Іммобілізація в імунологічних дослідженнях. Біосенсиори на основі іммобілізованих ферментів

2 год.

РАЗОМ: 14 годин

7.6. Теми, форма контролю та перевірки завдань, які винесені на самостійне обов'язкове опрацювання

Самостійна робота складається із опрацювання теоретичного курсу по конспектах лекцій, основної та допоміжної і додаткової літератури, виконання лабораторних завдань і їх захисту, участі в роботі наукових конференцій та вивчення реферативних матеріалів у поточному виданні сучасних наукових досліджень з питань генетики та селекції тварин.

Теми обов'язкового самостійного опрацювання та форми їх перевірки

№ п/п	Тема	Кількість годин/кредитів	Форма перевірки
1	Історія розвитку методів іммобілізації клітин та ферментів	2	тестування
2	Використання іммобілізованих ферментів у виробництві органічних кислот.	2	тестування
3	Використання іммобілізованих ферментів у виробництві миючих засобів.	2	тестування
4	Використання іммобілізованих ферментів у текстильній промисловості.	2	тестування
5	Методи визначення життєздатності іммобілізованих клітин	2	тестування

7.7. Консультації

Консультації з теоретичного курсу дисципліни подаються здобувачам вищої освіти згідно графіку роботи кафедри регламентованих педнавантаженням, а також по мірі необхідності і мають за ціль надати допомогу здобувачам вищої освіти успішному засвоєнню теоретичного курсу з дисципліни.

7.8. Питання для поточного та підсумкового контролю знань здобувачів вищої освіти

Змістовний модуль 1

1. Іммобілізація ферментів і клітин як напрям покращення технологічних процесів в різних галузях промисловості.
2. Адсорбційна іммобілізація клітин мікроорганізмів.
3. Експериментальні критерії каталізу за участю іммобілізованих ферментів.
4. Носії для іммобілізації ферментів. Класифікація носіїв. Особливості використання.
5. Іммобілізація клітин пробіотичних мікроорганізмів. Характеристика іммобілізованих пробіотиків.
6. Одержання L-аспарагінової кислоти за допомогою іммобілізованих ферментів та клітин мікроорганізмів.
7. Поняття про іммобілізацію ферментів. Переваги та недоліки іммобілізованих ферментів порівняно з нативними.

8. Імобілізація клітин мікроорганізмів у масі носія. Властивості іммобілізованих клітин.
9. Одержання інвертного цукру з використанням іммобілізованої інвертази.
10. Фізичні методи іммобілізації ферментів. Їх переваги та недоліки.
11. Одержання іммобілізованих клітин тварин. Практичне застосування.
12. Розділення рацемічних сумішей амінокислот з використанням іммобілізованих ферментів.
13. Імобілізація мікробних клітин металохелатним методом. Використання гідроксидів металів та носіїв, активованих перехідними металами.
14. Методи визначення активності іммобілізованого ферменту.
15. Застосування іммобілізованих ферментів у медицині.
16. Суть методу іммобілізації. Основні принципи іммобілізації біологічних об'єктів за допомогою фізичних та хімічних методів.
17. Перспективи використання іммобілізованих клітинних органел як активних поліферментних систем.
18. Значення іммобілізації в імуноферментних методах аналізу.
19. Хімічні методи іммобілізації ферментів. Їх переваги та недоліки.
20. Вплив різних факторів на ефективність адсорбційної іммобілізації ферментів.
21. Одержання антибіотиків з використанням іммобілізованих клітин мікроорганізмів.
22. Властивості адсорбованих і ковалентно зв'язаних ферментів.
23. Методи іммобілізації рослинних клітин.
24. Одержання глюкозо-фруктозних сиропів з використанням іммобілізованих ферментів та клітин мікроорганізмів.
25. Імобілізація ферментів шляхом мікрокапсулювання. Приклади використання мікрокапсульованих ферментів.
26. Імобілізація біологічного компонента при створенні біосенсорів. Методи іммобілізації. Критерії вибору ефективного способу іммобілізації.
27. Одержання L-аланіну з використанням методів іммобілізації біологічних об'єктів.
28. Переваги використання іммобілізованих клітин порівняно з іммобілізованими ферментами та вільними клітинами.
29. Вплив процесу іммобілізації ферменту на його стан.
30. Використання реакторів з іммобілізованими ферментами в експериментальній медицині.
31. Імобілізація клітин і ферментів включенням їх в гель. Загальні принципи. Носії.
32. Фізіологія іммобілізованих клітин мікроорганізмів порівняно з нативними.

33. Одержання ряду органічних кислот з використанням іммобілізованих ферментів та клітин мікроорганізмів.

34. Іммобілізація мікроорганізмів шляхом адсорбції на нерозчинних носіях. Переваги та недоліки методу.

35. Одержання медичних препаратів на основі іммобілізованих ферментів.

36. Використання іммобілізованих мікроорганізмів у сучасних природоохоронних біотехнологіях.

37. Типи носіїв для іммобілізації ферментів методами адсорбції та ковалентного зв'язування.

38. Внутрішньоклітинні механізми регуляції синтезу вторинних метаболітів при іммобілізації клітин рослин.

Змістовний модуль 2

39. Застосування іммобілізованих клітин мікроорганізмів при очищенні молока.

40. Іммобілізація мікроорганізмів для одержання промислово цінних ферментів.

41. Властивості іммобілізованих рослинних клітин: життєздатність, здатність до біосинтезу.

42. Одержання L-яблучної кислоти з використанням методів іммобілізації.

43. Іммобілізація ферментів металохелатним методом. Особливості підготовки носіїв.

44. Властивості іммобілізованих ферментів. Проблеми реалізації металохелатного методу.

45. Переваги іммобілізованих клітин рослин порівняно з вільними.

46. Використання іммобілізованих клітин мікроорганізмів у технології ігристих вин.

47. Особливості іммобілізації глюкозоізомераз. Методи та носії для іммобілізації.

48. Основні напрями використання іммобілізованих клітин мікроорганізмів.

49. Використання іммобілізації в аналітичних методах аналізу.

50. Методи ковалентного зв'язування ферментів. Зшиваючі реагенти. Сополімеризація.

51. Використання іммобілізованих клітин ссавців для трансформації стероїдів.

52. Одержання промислово цінної сировини – розчинників, палива тощо з використанням іммобілізованих клітин мікроорганізмів.

53. Методи іммобілізації клітин мікроорганізмів на нерозчинних носіях. Хімічні підходи щодо реалізації цих методів.

54. Використання іммобілізованих клітин ссавців для кількісного і якісного визначення гормонів.

55. Імобілізовані мікроорганізми-продуценти поверхнево-активних речовин у очищенні довкілля від нафтових забруднень.
56. Особливості біоафінної імобілізації.
57. Основні етапи одержання імобілізованих клітин рослин. Вплив імобілізації на рослинні клітини.
58. Імобілізовані ферменти як складові біосенсорів. Використання біосенсорів у різних галузях промисловості та з медичною метою.
59. Переваги імобілізованих клітин рослин порівняно з суспензійними культурами.
60. Особливості експлуатації реакторів з імобілізованими ферментами.
61. Перспективи використання імобілізованих біологічних об'єктів в якості очисних агентів. Носії для покращення видалення забруднень зі стічних вод.
62. Методи штучної агломерації клітин мікроорганізмів як варіант "імобілізації без носія". Переваги та недоліки даних методів.

Змістовний модуль 3

63. Імобілізація ізольованих клітин тварин. Властивості клітин тварин після імобілізації.
64. Одержання безлактозного молока з використанням методів імобілізації.
65. Особливості імобілізації амілаз. Методи та носії для імобілізації.
66. Кінетичні параметри імобілізованих ферментів.
67. Одержання етанолу з використанням імобілізованого біокатализатора.
68. Основні критерії вибору методу та носія для імобілізації клітин мікроорганізмів.
69. Методи імобілізації для поліпшення стабільності ферментних препаратів. Перспективні нові комерційно доступні носії. Активація носіїв.
70. Використанням імобілізованих біоматеріалів в електрохімічних методах
71. Особливості вторинного метаболізму імобілізованих рослинних клітин. Технології одержання вторинних метаболітів. Носії для імобілізації.
72. Імобілізація мікроорганізмів і надмолекулярних структур для створення мікробних сенсорів. Носії та методи імобілізації.
73. Можливі варіанти ковалентного закріплення клітин мікроорганізмів на носії.
74. Імобілізація мікроорганізмів за допомогою біоспецифічної адсорбції. Суть методу, носії для імобілізації.
75. Системи культивування імобілізованих клітин рослин.
76. Використання імобілізованих дріжджів у виробництві пива.

Питання заключного контролю

1. Поняття про іммобілізований ферментний препарат.
2. Що таке іммобілізовані ферменти?
3. Переваги використання іммобілізованих ферментів.
4. Суть методу ковалентного зв'язування ферментів.
5. Іммобілізовані клітини мікроорганізмів як біокатализатори.
6. Використання іммобілізованих клітин мікроорганізмів в біотехнологічних процесах.
7. Методи хімічної іммобілізації ферментів. Вимоги до носіїв ферментних препаратів.
8. Мікрокапсульовані ферментні препарати.
9. Фактори, які впливають на процес ковалентної іммобілізації ферментів.
10. Використання іммобілізованих ферментів в аналітичних приладах.
11. Економічні переваги використання іммобілізованих ферментних препаратів.
12. Ковалентне закріплення клітин на носіях.
13. Використання іммобілізованих ферментів і клітин у різних виробництвах.
14. Іммобілізація ферментів шляхом включення в полімерні плівки.
15. Основні напрямки використання іммобілізованих ферментів у відновлювальній терапії.
16. Апаратурне оформлення технологічних процесів за участю іммобілізованих ферментів.
17. Іммобілізовані ферменти медичного призначення.
18. Неорганічні носії для іммобілізації ферментів.
19. Іммобілізовані клітини мікроорганізмів та їх застосування в технологіях одержання біологічно активних сполук.
20. Переваги методів штучної агрегації клітин мікроорганізмів перед іншими методами іммобілізації.
21. Органічні полімерні носії для іммобілізації ферментів.
22. Перспективи застосування іммобілізації для одержання мікробних поверхнево активних речовин.
23. Біосенсиори на основі іммобілізованих ферментів.
24. Напрямок використання іммобілізованих клітин мікроорганізмів.
25. Характеристика різновидів фізичних методів іммобілізації.
26. Методи визначення активності. Розрахунок ефективності іммобілізації.
27. Фізіологічні особливості іммобілізованих клітин порівняно з нативними.
28. Застосування іммобілізованих ферментів при отриманні аспарагінової і яблучної кислот.
29. Використання іммобілізованих клітин і органел для очищення стічних вод.

30. Одержання глюкозо-фруктозних сиропів за участю іммобілізованих ферментів.

31. Зміни кінетичних характеристик ферментативних реакцій при іммобілізації.

32. Методи фізичної іммобілізації ферментів.

33. Технологічні особливості розділення рацемічних сумішей за участю іммобілізованих ферментів.

34. Адсорбція на твердих носіях як метод іммобілізації клітин і ферментів.

35. Основні кінетичні характеристики ферментативних реакцій.

36. Які носії використовують для іммобілізації ферментів фізичними методами.

37. Використання іммобілізованих ферментів у харчових технологіях.

38. Використання методів іммобілізації у фармацевтичній галузі.

39. Особливості іммобілізації клітин рослин.

40. Застосування іммобілізованих клітин тварин.

8. Форма підсумкового контролю, критерії оцінювання результатів навчання та рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти з дисципліни

Кредитно-трансфертна система використана для активізації аудиторної та самостійної роботи здобувачів вищої освіти. Вона передбачає диференціацію навчального матеріалу у вигляді оцінки у балах за різними складовими змістовних модулів дисципліни.

Поточний контроль знань здійснюється шляхом усного опитування на лабораторно-практичних заняттях, письмового тестування, тестування за допомогою ПЕОМ, а оцінювання виконується за бальною методикою ЄКТС.

Підсумковий контроль – шляхом проведення заліку в усній формі по питаннях, що розглядаються і затверджуються на засідання кафедри в кінці 2 семестру. І

Рейтингова оцінка з дисципліни та схема поточного і підсумкового контролю знань ЗВО

Форма контролю	Кількість заходів	Оцінка		Сума	
		min	max	min	max
І. Аудиторна робота в т.ч.:					
- опитування на лабораторно-практичних заняттях	8	3	5	24	40
- колоквіум	3	6	10	18	30
- наукова робота	1	3	5	3	5
2. Самостійна робота в т.ч.:					
- тестування	5	3	5	15	25
Разом по дисципліні				60	100

Здобувачі вищої освіти, які приймали активну участь в II етапі Всеукраїнських олімпіад та II турі Всеукраїнських конкурсів наукових робіт додатково отримують до **10 балів** за участь, за перемогу до **20 балів**, а також за патенти, що стосуються даної дисципліни, за умови якщо загальна кількість балів не перевищує 100 балів.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти, та шкала оцінювання

Оцінка національна	Оцінка ECTS	Визначення ECTS	Кількість балів з дисципліни
Відмінно	A	зараховано	≥90
Добре	B		82-90
	C		75-81
Задовільно	D		66-74
	E		60-65
Незадовільно	FX	не зараховано з можливістю повторного складання	35-59
	F	не зараховано з обов'язковими повторним вивченням дисципліни	<35

З метою реалізації права здобувачів вищої освіти з особливими освітніми потребами на здобуття якісної вищої освіти у Миколаївському національному аграрному університеті розроблено Положення про організацію інклюзивного навчання (<https://www.mnau.edu.ua/files/dostup/educational-process/279.pdf>)

Перезарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у неформальній та інформальній освіті здійснюється відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у Миколаївському національному аграрному університеті (<https://www.mnau.edu.ua/files/dostup/educational-process/275.pdf>).

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Лабораторія молекулярної, загальної та промислової біотехнології, імунобіотехнології

№ 221 (36,9 м²)

Навчальний корпус № 1, вул. Генерала Карпенка, 73

Спеціальне технічне обладнання

Мультимедійне обладнання:

- екран проєкційний – 1 шт.

- проєктор DLP Viewsonik – 1 шт.

- ноутбук Lenovo IdeaPad G555-3G-I (59-034054) – 1 шт.

Прикладне програмне забезпечення

Корпоративне ліцензування «Volume Licensing», Parent program:
OPEN 93947897ZZE1608, Software Assurance (SA) №63986644, 63986649,
63986652:

MS Excel; MS Word; Google Chrome; Mozilla Firefox

Доступ до мережі Internet.

Онлайн-сервіс відеозв'язку (на власних серверах) на базі Jitsi Meet.

Інформаційне забезпечення:

Інструкції з техніки безпеки та безпеки життєдіяльності

Довідникова та нормативна література

Навчальні фільми

Презентації у режимі PowerPoint

Відеофільми – 15 шт.

Устаткування:

Витяжна шафа – 1 шт.

Сушильна шафа СЄШ – 1 шт.

Муфельна піч – 1 шт.

Апарат Сакслета – 1 шт.

Ваги технічні – 1 шт.

Ваги аналітичні ВЛА – 2000 – 1 шт.

Вакуумний насос – 1 шт.

Холодильник – 1 шт.

Млин лабораторний – 1 шт.

Граф проектор „Лектор 2000” – 1 шт.

Тиглі фарфорові – 5 шт.

Бюкси алюмінієві – 11 шт.

Кіноустановка „Радуга” – 1 шт.

Електроплитка – 1 шт.

Термостат 1 шт.

Прибор „Серенева” – 1 шт.

Телевізор „RUBIN” – 1 шт.

Відеоплеєр LG – 1 шт.

Автоклав – 1 шт.

Колбонагрівач – 1 шт.

Торсійні ваги – 1 шт.

Фотоелектроколориметр – 1 шт.

Дистилятор – 1 шт.

Центрифуга – 1 шт.

Шуттельаппарат – 1 шт.

Влагомер – 1 шт.

Азбестова сітка – 2 шт.

Ареометри (набір) – 9 шт.

Бюкси металічні – 12 шт.

Бюретки різні – 13 шт.

Гумові шланги різних розмірів,(м) – 6 шт.

Діркопробивач – 1 шт.

Ексікатор – 1 шт.
Затискачі для шлангів – 6 шт.
Капельниці – 11 шт.
Лійка Джандрієра – 1 шт.
Лійки скляні різних діаметрів – 9 шт.
Ложки для взяття проби – 12 шт.
Мікробюретки – 9 шт.
Ніж для подрібнення грубих кормів.силосу – 12 шт.
Ножниці – 9 шт.
Піпетки різні – 8 шт.
Пробки гумові різних розмірів – 10 шт.
Промивні колби – 11 шт.
Скляні палички – 9 шт.
Стакани мірні різні – 12 шт.
Ступки фарфорові з пестиком – 6 шт.
Тигельні щипці – 6 шт.
Установка для титрованих розчинів – 1 шт.
Холодильники Лібіха – 1 шт.
Чашки фарфорові – 10 шт.
Штатив для бюрето́к – 10 шт.
Щітки волосяні різних розмірів для миття посуду – 2 шт.
Набір неорганічних кислот – 10 шт.
Набір органічних кислот – 10 шт.
Барвники – 9 шт.
Набір лугів – 9 шт.
Спирт – 8
Мікроскоп „Біолам” – 1 шт.
Столи – 14 шт.
Стільці – 28 шт.
Стіл викладача – 1 шт.
Стілець викладача – 1 шт.
Шафа для зберігання приладів – 4 шт.
Дошка для крейди темно-зеленого кольору – 1 шт.
Інструкції з техніки безпеки та безпеки життєдіяльності

10. Перелік рекомендованих літературних джерел та законодавчо-нормативних актів

Основна

1. Грегірчак Н.М., Антонюк М.М., Буценко Л.М. Імобілізовані ферменти і клітини в біотехнології: навчальний посібник. – К. : НУХТ, 2015. – 267 с.
2. Грегірчак Н.М., Буценко Л.М., Стабніков В.П. Імобілізовані ферменти і клітини в біотехнології: Навч. посіб. (друге видання) [Електронний ресурс]. – К.: НУХТ, 2025. – 227 с.
3. Пирог Т. П. Загальна біотехнологія : підручник / Т. П. Пирог, О. А. Ігнатова. – К. : НУХТ, 2009. – 336 с.
4. Пирог Т. П. Загальна мікробіологія : підручник / Т. П. Пирог. – 2-е вид., доп. і перероб. – К. : НУХТ, 2010. – 632 с.
5. Юлевич, С.І.Ковтун, М.І.Гиль; за ред. М. І. Гиль. – Миколаїв : МДАУ, 2012. — 476 с.
6. Біотехнологія: підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; під заг. ред. В.Г. Герасименка. – К.: Фірма «ІНКОС», 2006. – 648 с.
7. Буценко, Л.М. Технології мікробного синтезу лікарських засобів: навч. посібник. / Буценко Л.М., Пенчук Ю.М., Пирог Т.П. – К.: НУХТ, 2010. – 323 с.
8. Старовойтова, С.О. Технологія пробіотиків: підруч. / С.О. Старовойтова, О.І. Скроцька. Ю.М. Пенчук, Т.П. Пирог. – К.: НУХТ, 2012. – 318 с.
9. Sharma A., Arya S. K., Singh J. et al. Prospects of Chitinase in Sustainable Farming and Modern Biotechnology: an Update on Recent Progress and Challenges // Biotechnology and Genetic Engineering Reviews. 2024. Vol. 40. Is. 1. P. 310–340.
10. Sokra I., Somaly S., Meta H. CRISPR–Cas9–Based Genome Editing in Microbial Biotechnology: Advances in Metabolic Engineering, Fermentation Systems, and Industrial Applications // Journal of Agriculture and Technology. 2026. Vol. 2. Is. 1. P. 154–166.

Доцентка кафедри

Олена ЮЛЕВИЧ

ДОДАТОК
до робочої програми 2026-2027 н.р. навчальної дисципліни
Імобілізовані ферменти і клітини

Перелік внесених змін на 2026-2027 н.р.

№	Зміст змін	Підстава	Примітки
1	Змінено кількість годин лабораторних занять та самостійного вивчення дисципліни	Зміни в освітній програмі	
2	Робочу програму допрацьовано відповідно до вимог		

Розробник програми
доцентка кафедри

Олена ЮЛЕВИЧ

В.о. зав. кафедри,
канд.с.-г.н., доцентка

Олена КАРАТЄЄВА