

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології
_____ Юлія КОЛОМІЄЦЬ
“___” _____ 2025 р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри
екобіотехнології та біорізноманіття
протокол № 10 від “21” травня 2025 р.
Завідувач кафедри _____ Олена КВАСКО

”РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»
_____ Микола ЛІСОВИЙ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ТЕХНОЛОГІЇ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

Галузь знань 16 «Хімічна та біоінженерія»

Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Освітня програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробник: д.с.-г.н., доцент Бородай В.В.

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни
«Технології мікробіологічних виробництв»

Дисципліна «Технології мікробіологічних виробництв» висвітлює комплексний підхід до промислового використання мікроорганізмів, що є продуцентами біотехнологічної продукції, розробки нових біотехнологічних технологій, підвищення ефективності існуючих виробничих процесів на основі глибоких знань у галузі мікробіологічних виробництв.

Курс ознайомлює з ключовими технологічними схемами мікробіологічних виробництв, від підготовки сировини до випуску готового продукту, з необхідним обладнанням, що використовується в галузі, методами контролю якості продукції на всіх етапах. Особлива увага приділяється підбору та селекції штамів мікроорганізмів із підвищеною синтетичною здатністю, які відповідають сучасним вимогам промисловості.

Вивчення дисципліни сприятиме розумінню сучасних досягнень та перспективних напрямків розвитку мікробіологічної промисловості, світових тенденцій та інновацій. Здобувачі вищої освіти зможуть використовувати здобуті знання для створення нових мікробних технологій та ефективно вирішувати практичні завдання у сфері промислової мікробіології, оволодіють навичками проведення заходів щодо оцінки якості продуктів мікробіологічного виробництва.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Магістр	
Спеціальність	162 «Біотехнології та біоінженерія»	
Освітня програма	«Екологічна біотехнологія та біоенергетика»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Курс (рік підготовки)	2	-
Семестр	3	-
Лекційні заняття	10 год.	-
Лабораторні заняття	20 год	-
Самостійна робота	90 год.	-
Кількість тижневих аудиторних	2	-

1. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета: вивчення комплексного підходу до промислового використання мікроорганізмів, що є продуцентами біотехнологічної продукції, підбором штамів мікроорганізмів із підвищеною синтетичною здатністю, що відповідають вимогам виробництва, розробки нових технологій, методів контролю якості готової продукції, підвищення ефективності існуючих виробничих процесів у галузі мікробіологічних виробництв.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у біотехнології, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інноваційних біотехнологічних науково-технічних розробок, характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК04. Здатність працювати в міжнародному контексті.

Спеціальні (фахові (предметні) компетентності (СК):

СК11. Здатність розробляти нові біотехнологічні об'єкти і технології та підвищувати ефективність існуючих технологій на основі експериментальних та/або теоретичних досліджень та/або комп'ютерного моделювання.

СК12. 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.

СК13. Здатність розробляти та вдосконалювати комплексні біотехнології на основі розуміння наукових сучасних фактів, концепцій, теорій, принципів і методів біоінженерії та природничих наук.

Програмні результати навчання (ПРН) ОП:

ПРН01. Вміти здійснювати патентний пошук, знаходити та обробляти необхідну науково-технічну інформацію; самостійно складати заявку на винахід.

ПРН06. Знати та оцінювати основні методичні прийоми культивування еукаріотичних клітин тваринного та рослинного походження, розробляти нові технології їх застосування у наукових цілях, медицині, сільському господарстві тощо.

ПРН07. 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.

ПРН10. 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.

ПРН13. Формулювати і оцінювати вимоги, обґрунтувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов біотехнологічного виробництва з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма							Заочна форма навчання				
	тижні	усього	у тому числі									
			л	п	лаб	інд	с.р					
1	2	3	4	5	6	7	8					
Змістовий модуль 1. Особливості технологій мікробіологічних виробництв												
Тема 1. Оптимізація та масштабування біопроектів мікробного синтезу	2	1	2		2		15					
Тема 2. Технології виробництва мікробної маси та метаболітів на основі мікробного синтезу	2		2		2		15					
Разом за змістовим модулем 1			4		4		30					
Змістовий модуль 2. Екологічні аспекти та сталий розвиток мікробіологічних виробництв												
Тема 3. Стратегії метаболічної інженерії та синтетичної біології для конструювання високоефективних штамів-продуцентів.	2		2		2		20					
Тема 4. Оцінка якості сировини, готової продукції та мікробіологічних технологічних процесів.	2		2		2		20					
Тема 5. "Зелена" біотехнологія та циркулярна економіка у мікробіологічній промисловості.	2		2		2		20					

Разом за змістовим модулем 2			6		6		60		-	-	-	-	-
Усього годин		120	10		20		90		-	-	-	-	-

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Принципи кінетики росту мікроорганізмів та утворення продуктів. Методи оптимізації поживних середовищ та умов культивування. Масштабування мікробіологічних процесів: від лабораторного до промислового рівня.	2
2	Особливості біосинтезу препаратів на основі біомаси та метаболітів мікроорганізмів	2
3	Порівняльний аналіз стратегій підвищення продуктивності <i>Escherichia coli</i> та <i>Saccharomyces cerevisiae</i> у виробництві рекомбінантних білків.	2
4	Принципи Належної виробничої практики (GMP) та Належної лабораторної практики (GLP) у мікробіологічній промисловості. Управління ризиками, валідація процесів та аудит систем якості.	2
5	Очищення стічних вод, утилізація відходів, використання побічних продуктів та екологічна безпека мікробних біопроцесів.	2

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Оптимізація умов глибинного культивування мікроорганізмів – продуцентів	2
2	Моделі росту бактерій для розрахунку питомої швидкості росту біомаси в умовах збалансованого субстрату	2
3	Основні технологічні характеристики періодичного процесу глибинної ферментації дріжджів	2
4	Вплив складу і вологості живильного середовища на накопичення амілолітичних ферментів за культивування <i>Aspergillus oryzae</i>	2
5	Розробка стандартної операційної процедури (СОП) для стерилізації обладнання або контролю якості сировини у мікробіологічному виробництві.	2

5. Теми самостійних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Метаболічна та генна інженерія мікроорганізмів у виробництві продуктів мікробного синтезу	45
2	Управління ризиками, валідація процесів та аудит систем якості.	45

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- співбесіда;
- тестування;
- захист практичних робіт;

7. Методи навчання:

- метод проблемного навчання;
- метод практико-орієнтованого навчання;
- метод навчання через дослідження;
- метод навчальних дискусій та дебат;
- метод командної роботи, мозкового штурму

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Особливості технологій мікробіологічних виробництв		
Лабораторна робота 1. Оптимізація умов глибинного культивування мікроорганізмів – продуцентів	ПРН06. Знати та оцінювати основні методичні прийоми культивування еукаріотичних клітин тваринного та рослинного походження, розробляти нові технології їх застосування у наукових цілях, медицині, сільському господарстві тощо. У тому числі вміти оптимізувати умови глибинного культивування мікроорганізмів – продуцентів.	25
Лабораторна робота 2. Моделі росту бактерій для розрахунку питомої швидкості росту біомаси в умовах збалансованого субстрату	ПРН06. Знати та оцінювати основні методичні прийоми культивування еукаріотичних клітин тваринного та рослинного походження, розробляти нові технології їх застосування у наукових цілях, медицині, сільському господарстві тощо. У тому числі знати: основні методичні прийоми культивування, вміти: використовувати отримані знання для створення нових мікробних технологій та вирішення практичних завдань.	25
Самостійна робота 1. Метаболічна та генна інженерія мікроорганізмів у виробництві продуктів мікробного синтезу.	ПРН07. 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. У тому числі вміти розробляти Стратегії метаболічної інженерії та синтетичної біології для конструювання високоефективних штамів-продуцентів.	20
Модульна контрольна робота 1.		30
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. Екологічні аспекти та сталий розвиток мікробіологічних виробництв		
Лабораторна робота 3. Основні технологічні характеристики періодичного процесу глибинної ферментації	ПРН07. 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. У тому числі вміти підтримувати	15

дріжджів	оптимальні умови культивування, розробляти технологічні характеристики періодичного процесу глибинної ферментації	
Лабораторна робота 4. Вплив складу і вологості живильного середовища на накопичення амілолітичних ферментів за культивування <i>Aspergillus oryzae</i>	ПРН10. 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. У тому числі знати ключові міжнародні стандарти (наприклад, GMP, ISO) та національні нормативні документи, що регулюють біотехнологічне виробництво, зокрема вимоги до якості, безпеки, екологічності та документації. Вміти аналізувати існуючі біотехнологічні процеси або їх окремі етапи на предмет відповідності чинним нормативним вимогам	15
Лабораторна робота 5. Розробка стандартної операційної процедури (СОП) для стерилізації обладнання або контролю якості сировини у мікробіологічному виробництві.	ПРН10. 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. У тому числі знати основні принципи належної виробничої. Вміти, на основі теоретичних знань та аналізу прикладів, розробляти окремі елементи документації GMP, такі як стандартні операційні процедури (СОП) та інші.	15
Самостійна робота 2. Управління ризиками, валідація процесів та аудит систем якості.	ПРН10. 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. У тому числі знати ключові міжнародні стандарти (наприклад, GMP, ISO) та національні нормативні документи, що регулюють біотехнологічне виробництво, зокрема вимоги до якості, безпеки, екологічності та документації. Вміти аналізувати існуючі біотехнологічні процеси або їх окремі етапи на предмет відповідності чинним нормативним вимогам	25
Модульна контрольна робота 2.		30
Всього за модулем 2		100
Навчальна робота	(M1 + M2)/2*0,7 ≤ 70	
Екзамен	30	
Всього за курс	(Навчальна робота + екзамен) ≤ 100	

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Курсові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

9. Навчально-методичне забезпечення:

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=3441>);
 - посилання на цифрові освітні ресурси;
 - методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти;
- Бородай В.В. Методичні вказівки для виконання лабораторно-практичних робіт з дисципліни «Технологія мікробіологічних виробництв» для студентів ОС «Магістр» із спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія». Київ: Компрінт, 2021. 96 с.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Біотехнологія мікробного синтезу: навчальний посібник. НУБіП України. Патица Т.І., Патица М.В. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018: 272 с.
2. Загальна (промислова) біотехнологія: навчальний посібник/ М.Д. Мельничук, О.Л.Кляченко, В.В.Бородай, Ю.В.Коломієць. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 253 с.
3. Капрельянц Л.В. Теоретичні основи біотехнології. Навчальний посібник для студентів спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» (магістри, аспіранти). Харків «Факт», 2020. 291 с.
4. Буценко Л.М., Пенчук Ю.М., Пирог Т.П. Технології мікробного синтезу
5. Пирог Т.П., Пенчук Ю.М. Біохімічні основи мікробного синтезу: підручник / Міністерство освіти і науки України; Національний університет харчових технологій. Київ: Видавництво Ліра-К, 2020. 257 с. https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000614176&local_base=KPI01
6. Юлевич О. І., Ковтун С. І., Гиль М. І. Біотехнологія: навчальний посібник. Миколаїв : МДАУ, 2012. 476 с.
7. <https://galychyna.com.ua/>
8. <https://obolon.ua/ua>
9. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text>