НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття

ЗАТВЕРДЖЕНО

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
“21”травня 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“ ПРОМИСЛОВА БІОТЕХНОЛОГІЯ”

Галузь знань 16 «Хімічна та біоінженерія»
Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»
Освітня програма Біотехнології та біоінженерія
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
Розробники: д.с.-г.н., доцент Бородай В.В.

Київ – 2025 р.

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 «Біотехнології та біоінженерія»
_____ Олена КВАСКО

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“ ПРОМИСЛОВА БІОТЕХНОЛОГІЯ”

Галузь знань 16 «Хімічна та біоінженерія»
Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»
Освітня програма Біотехнології та біоінженерія
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
Розробники: д.с.-г.н., доцент Бородай В.В.

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни

«Промислова біотехнологія»

Дисципліна «Промислова біотехнологія» знайомить студентів з основними принципами та технологіями великомасштабного виробництва біологічно активних речовин і продуктів. Курс охоплює вивчення мікроорганізмів та клітинних культур як продуцентів, оптимізацію умов їх культивування та масштабування біопроцесів від лабораторного до промислового рівня, сучасного біотехнологічного обладнання, методів виділення та очищення цільових продуктів, генетичної та метаболічної інженерії для підвищення продуктивності штамів.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступень	Бакалавр	
Спеціальність	162 «Біотехнології та біоінженерія»	
Освітня програма	«Біотехнології та біоінженерія»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов’язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4,0	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	30	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	3	
Семестр	6	
Лекційні заняття	45 год.	
Практичні, семінарські заняття	-	
Лабораторні заняття	45 год.	
Самостійна робота	30 год.	
Індивідуальні завдання	-	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	6 год.	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета оволодіння студентами знань та уміння використовувати основні біотехнологічні процеси для отримання біологічно-активних сполук, принципи

і методи конструювання об'єктів біотехнології, культивування окремих штамів промислових мікроорганізмів, методи підбору біологічних агентів з метою отримання окремих продуктів, основ управління процесами культивування мікроорганізмів та контролю якості отриманого продукту, визначення екологічної безпеки продуктів біотехнології, створених на основі генетично модифікованих мікроорганізмів.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.

Загальні компетентності (ЗК):

К01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

К05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

К09. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

К14. Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти).

К17. Врахування комерційного та економічного контексту при проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення (промислового, харчового, фармацевтичного, сільськогосподарського тощо).

К19. Здатність складати технологічні схеми виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

К20. Здатність складати технологічні схеми виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

К23. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу.

К26. Розробки технологій створення культури клітин та предметні) компетентності) тканин як біологічних систем, модифікації геному рослин та мікроорганізмів з метою покращення їх якісних характеристик та властивостей, розширення генетичного різноманіття вихідного матеріалу для селекції, маркування, паспортизації і експертизи, теоретично обґрунтовувати напрями наукових досліджень.

Програмні результати навчання (ПР):

ПР03. Вміти розраховувати склад поживних середовищ, визначати особливості їх приготування та стерилізації, здійснювати контроль якості сировини та готової продукції на основі знань про фізико-хімічні властивості органічних та неорганічних речовин.

ПР04. Вміти застосовувати положення нормативних документів, що регламентують порядок проведення сертифікації продукції, атестації виробництва, вимоги до організації систем управління якістю на підприємствах, правила оформлення технічної документації та ведення технологічного процесу, базуючись на знаннях, одержаних під час практичної підготовки.

ПР08. Вміти виділяти з природних субстратів та ідентифікувати мікроорганізми різних систематичних груп. Визначати морфолого-культуральні та фізіолого-біохімічні властивості різних біологічних агентів.

ПР09. Вміти складати базові поживні середовища для вирощування різних біологічних агентів. Оцінювати особливості росту біологічних агентів на середовищах різного складу.

ПР12. Використовуючи мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізико-хімічні та біохімічні методи, вміти здійснювати хімічний контроль (визначення концентрації розчинів дезінфікувальних засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту у культуральній рідині упродовж процесу; концентрації цільового продукту); мікробіологічний контроль (визначення мікробіологічної чистоти поживних середовищ після стерилізації, мікробіологічної чистоти біологічного агента тощо), мікробіологічної чистоти та стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення.

ПР13. Вміти здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення (визначення потреби у цільовому продукті і розрахунок потужності виробництва).

ПР14. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу.

ПР16. Базуючись на знаннях, одержаних під час практики на підприємствах та установах, вміти здійснювати продуктовий розрахунок і розрахунок технологічного обладнання.

ПР22. Вміти враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень. Вміти використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							Заочна форма					
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
***Модуль 1.* Ферментативні процеси в біотехнологічній промисловості**													
Тема 1. Історія та досягнення промислової біотехнології.	*3*	21	6		6		15						
Тема 2. Загальна характеристика	3	22	7		7		15						

промислових штамів мікроорганізмів.													
Разом за змістовим модулем 1	6	43	15		10		30						
Модуль II *Типові схеми та основні стадії біотехнологічних виробництв*													
Тема 3. Класифікація та характеристика процесів ферментації.	2	21	6		6		15						
Тема 4. Характеристика основних стадій біотехнологічних виробництв	2	22	7		7		15						
Разом за змістовим модулем 2	2	43	15		10		30						
Тема 5. Біотехнологія продуктів мікробного синтезу.	*2*	22	7		5		15						
Тема 6. Промислова біотехнологія у сільському господарстві.	1	22	8		5		10						
Разом за змістовим модулем 2	9	44	15		10		10						
Курсовий проект (робота) з промислової біотехнології		82											
Всього годин	15	120	45		30		45						

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Модуль I *Ферментаційні процеси в біотехнологічній промисловості.*	
1	Введення в промислову біотехнологію. Історія розвитку промислової біотехнології. Біологічні об’єкти в промисловій біотехнології.	2
2	Загальні методи промислової біотехнології	4
3	Передферментаційні процеси у промисловій біотехнології	4
4	Штами-продуценти в промисловій біотехнології	2
5	Індукований мутагенез мікроорганізмів-продуцентів	2
6	Класифікація процесів ферментації. Особливості будови ферментерів	2
7	Післяферментаційні процеси. Виділення продуктів мікробного синтезу	2
Модуль II *Типові схеми та основні стадії біотехнологічних виробництв*		
8	Біотехнологічне виробництво амінокислот	2
9	Біотехнологія отримання лимонної кислоти	4
10	Біотехнологія отримання антибіотиків на основі мікроміцетів	4
11	Біотехнологія отримання вітамінів мікробним синтезом	4
12	Біотехнологія виробництва мікробних полісахаридів	4
13	Біотехнологія виробництва біостимуляторів	4
14	Біотехнологія отримання бактеріальних добрив	4

4. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль I *Ферментаційні процеси в біотехнологічній промисловості.*		
Робота 1,2	Методи стерилізації обладнання та поживних середовищ Обладнання та матеріали лабораторії промислової біотехнології.	4
Робота 3,4	Приготування селективних поживних середовищ для культивування бактерій та грибів в умовах лабораторії. Принципи складання поживних середовищ у біотехнологічному виробництві	4
Робота 5-7	Виділення мікроорганізмів-продуцентів біологічно-активних речовин з ґрунту, дослідження їх біологічної активності	6
Модуль II *Типові схеми та основні стадії біотехнологічних виробництв*		
Робота 8,9	Антагоністичні властивості продуцентів.Визначення чутливості мікроорганізмів до антибіотичних речовин	4
Робота	Приготування елективних живильних середовищ для	6

10,11,12	продуцентів. Отримання лимонної кислоти мікробіологічним синтезом	

5. Теми самостійних робіт

№	Теми самостійних робіт	Кількість годин
1	Виробництво стероїдних препаратів. Виробництво ізолимонної, кетоглутарової, яблучної, бурштинової кислот.	10
2	Трансформація органічних сполук. Приклади трансформацій та переваги використання мікробних трансформацій порівняно з хімічними методами синтеза.	10
3	Типи мікробних трансформацій. Мікроорганізми, які здійснюють трансформації.	10
4	Виробництво білка. Штами продуцентів. Сировинна база. Процес вирощування мікроорганізмів. Вимоги до якості готового продукту. Використання.	10
5	Мікробіологічне виробництво поновлюваних джерел енергії. Отримання нижчих спиртів, ацетону, метану шляхом біоконверсії органічних відходів і рослинної сировини	10
6	Метанутворюючі бактерії. Перспективи виробництва водню. Виробництво тепла аеробним окисленням органічних речовин (відходів).	10
7	Використання мікроорганізмів для добування нафти та вугілля. Мікробіологічне добування металів.	5
8	Харчові токсикоінфекції та токсикози. Загальні принципи мікробіологічного контролю готової продукції в харчовій промисловості.	5
9	Мікроскопічний контроль. Облік на спеціальних середовищах. Санітарно-гігієнічний контроль устаткування, матеріалів виробництва, рук та одягу працівників. Схема контролю, принципи побудови схеми залежно від специфічності виробництва.	5

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. ***Ферментаційні процеси в біотехнологічній промисловості.***		
Лабораторна робота 1, 2. Методи стерилізації обладнання та поживних середовищ. Обладнання та матеріали лабораторії промислової біотехнології.	ПР09. Вміти складати базові поживні середовища для вирощування різних біологічних агентів. Оцінювати особливості росту біологічних агентів на середовищах різного складу. У тому числі знати про методи стерилізації обладнання та поживних середовищ.	**20**
Лабораторна 3,4. Приготування селективних поживних середовищ для культивування бактерій та грибів в умовах лабораторії. Принципи складання поживних середовищ у біотехнологічному виробництві	ПР03. Вміти розраховувати склад поживних середовищ, визначати особливості їх приготування та стерилізації, здійснювати контроль якості сировини та готової продукції на основі знань про фізико-хімічні властивості органічних та неорганічних речовин. У тому числі знати принципи складання поживних середовищ у біотехнологічному виробництві	**20**
Лабораторна робота 5-7. Виділення мікроорганізмів-продуцентів біологічно-активних речовин з ґрунту, дослідження їх біологічної активності	ПР08. Вміти виділяти з природних субстратів та ідентифікувати мікроорганізми різних систематичних груп. Визначати морфолого-культуральні та фізіолого-біохімічні властивості різних біологічних агентів. У тому числі знати про виділення мікроорганізмів-продуцентів біологічно-активних речовин з ґрунту, дослідження їх біологічної активності	**20**
Самостійна робота 1. Особливості передферментаційних процесів	ПР14. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу. У тому числі знати особливості передферментаційних процесів. Утому числі знати особливості передферментаційних процесів	**10**
Модульна контрольна робота 1.		**30**
Всього за модулем 1		**100**
Модуль II *Типові схеми та основні стадії біотехнологічних виробництв*		
Лабораторна робота 8,9. Антагоністичні властивості продуцентів.Визначення чутливості мікроорганізмів до антибіотичних речовин	ПР12. Використовуючи мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізико-хімічні та біохімічні методи, вміти здійснювати хімічний контроль (визначення концентрації розчинів дезінфікувальних засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту у культуральній рідині упродовж процесу; концентрації цільового продукту); мікробіологічний контроль (визначення мікробіологічної чистоти поживних середовищ після стерилізації, мікробіологічної чистоти біологічного агента тощо), мікробіологічної чистоти та стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення. У тому числі вміти	**20**

	визначати антагонізм між мікроорганізмами.	
Лабораторна робота 10-12. Приготування елективних живильних середовищ для продуцентів. Отримання лимонної кислоти мікробіологічним синтезом	ПР09. Вміти складати базові поживні середовища для вирощування різних біологічних агентів. Оцінювати особливості росту біологічних агентів на середовищах різного складу. У тому числі знати про приготування елективних живильних середовищ для продуцентів. Отримання лимонної кислоти мікробіологічним синтезом	**20**
Самостійна робота 2. Ознайомлення з особливостями ферментаційних та післяферментаційних процесів	ПР14. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу. У тому числі знати особливості передферментаційних процесів. Утому числі знати особливості ферментаційних та післяферментаційних процесів	**15**
Самостійна робота 3. Ознайомлення з особливостями біотехнологічного отримання первинних та вторинних метаболітів	ПР14. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу. У тому числі знати особливості передферментаційних процесів. Утому числі знати особливості біотехнологічного отримання первинних та вторинних метаболітів	**15**
Модульна контрольна робота 2.		**30**
Всього за модулем 2		**100**
Навчальна робота	**(М1 + М2)/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
0-59	незадовільно

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=926);
- посилання на цифрові освітні ресурси;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Промислова біотехнологія : курс лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Біотехнології та біоінженерія» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» денної форми здобуття вищої освіти / уклад. О. І. Юлевич. Миколаїв : МНАУ, 2024. 159 с.
2. Промислові біотехнології. Курс лекцій. Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. Івано-Франківськ, Супрун В.П., 2018. 197с.
3. Основи біотехнології: навч. посіб. / О. О. Кравченко, О. М. Савчук, Л. І. Остапченко; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ: Київський університет, 2019. -269 с.
4. Загальна (промислова) біотехнологія: навчальний посібник/ М.Д. Мельничук, О.Л.Кляченко, В.В.Бородай, Ю.В.Коломієць. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 253 с.
5. Буценко Л.М., Пенчук Ю.М., Пирог Т.П. Технології мікробного синтезу лікарських засобів: навч. посіб. К.: НУХТ, 2010. 323 с.
6. Біотехнологія: Підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; Під общ. ред. В.Г. Герасименка. К.: Фірма «ІНКОС», 2006. 647 с.
7. Пирог Т.П. Загальна мікробіологія: підручник / Пирог Т.П. К.: НУХТ, 2004. 471 с.
8. Пирог Т.П. Загальна біотехнологія: підручник / Т.П. Пирог, О.А. Ігнатова. К.: НУХТ, 2009. 336 с.
9. Юлевич О. І., Ковтун С. І., Гиль М. І. Біотехнологія: навчальний посібник. Миколаїв: МДАУ, 2012. 476 с.
10. Національний виклик: деградація ґрунтів чи відновлення їх родючості? Матеріали III Міжнародної конференції з відновлення родючості ґрунтів, 9 грудня 2022 р. Київ. Видавництво «Фенікс». 2023. 108 с.
11. Національний виклик: деградація ґрунтів чи відновлення їх родючості? Матеріали IV Міжнародної конференції з відновлення родючості ґрунтів, 8 грудня 2023 р. Київ. Видавництво «Фенікс». 2024. 136 с.
12. Пономарьов П. Х., Донцова І. В. Генетично модифікована продовольча сировина і харчові продукти, вироблені з її використанням. К.: Центр учбової літератури, 2009. 124 с.
13. Закон України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих

організмів: Закон України від 31 травня 2007 р. // Відомості Верховної Ради України. 2007. № 35. Ст.484.
14. https://galychyna.com.ua/
15. https://obolon.ua/ua
16. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text