

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології

Юлія КОЛОМІЄЦЬ

“21” травня 2026 р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри

екобіотехнології та біорізноманіття

протокол № 13 від “19” травня 2026 р.

Завідувач кафедри _____ Олена КВАСКО

”РОЗГЛЯНУТО ”

Гарант ОП «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

_____ Микола ЛІСОВИЙ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ПРОМИСЛОВІ ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК»

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.

Опис навчальної дисципліни
«Промислові технології біологічно активних сполук»

Дисципліна «Промислові технології біологічно активних сполук» надає знання та навички для професійної біотехнологічної діяльності. Студенти вивчають властивості мікроорганізмів, клітинних культур та метаболітів, освоюють сучасні методи досліджень у лабораторних та промислових умовах.

Курс охоплює теоретичні основи та принципи використання біотехнологічних процесів для виробництва високоякісної біологічно активної продукції. Студенти навчаються підбирати біологічні агенти та умови культивування для отримання біологічно активних сполук, а також проводити оцінку якості, стандартизацію та сертифікацію продукції за міжнародними та національними стандартами.

Завдання дисципліни включає розробку нових та підвищення ефективності існуючих технологій отримання біологічно активних сполук, зокрема з використанням модифікованих мікроорганізмів. Особлива увага приділяється біологічно активним сполукам як основі біопрепаратів та міжнародним стандартам організації біотехнологічних процесів.

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	обов'язкова	
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 здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)	2	-
Семестр	3	-
Лекційні заняття	10 год.	-
Практичні, семінарські заняття	20 год.	-
Лабораторні заняття	-	-
Самостійна робота	90 год.	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	2	-

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

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

селекції (індукованого мутагенезу) об'єктів біотехнології, методи підбору біологічних агентів та умов культивування з метою отримання окремих продуктів, основ контролю якості отриманого продукту, стандартизації та сертифікації за міжнародними і національними стандартами.

Перелік навчальних дисциплін, які передують вивченню – «Промислова біотехнологія», «Біотехнологія мікроорганізмів та вірусологія», «Загальна біотехнологія», «Молекулярна біотехнологія», «Технології біовиробництва».

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):

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					
Модуль 1. Використання модифікованих мікроорганізмів у біотехнології отримання біологічно активних сполук												
Тема 1. Концепція та технологічні компоненти промислової технології біологічно активних сполук в формуванні технологій стійкого розвитку.	2	19	2		2		15					
Тема 2. Технологія отримання первинних та вторинних метаболітів за використання модифікованих штамів мікроорганізмів	2	19	2		2		15					
Разом за змістовим модулем 1			4		4		30					
Модуль 2. Біологічно активні сполуки як основа біопрепаратів, біотехнологічні аспекти їх отримання. Міжнародні стандарти організації біотехнологічних процесів.												
Тема 3. Біотехнологія отримання біологічних полімерів бактерій як основи біопрепаратів	2		2		2		20					
Тема 4. Основні принципи створення біотехнологій згідно вітчизняних та міжнародних нормативних документів	2		2		2		20					
Тема 5. Міжнародні стандарти організації біотехнологічних процесів. Правила та стандарти GMP.	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	Від концепції до практики: Формування сталих промислових технологій біологічно активних сполук	2
2	Біотехнології з використанням модифікованих мікроорганізмів для синтезу метаболітів	2
3	Біотехнологія отримання екзополісахаридів бактерій як основи біопрепаратів	2
4	Гармонізація стандартів: Створення біотехнологій біологічно активних сполук за вітчизняними та міжнародними вимогами	2
5	Забезпечення якості: GMP та організація біотехнологічних процесів отримання біологічно активних сполук	2

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розробка технологічної схеми сталого виробництва біологічно активних сполук	2
2	Модуляція метаболічних процесів продуцентів БАС	2
3	Отримання екзополісахаридів за глибинного культивування бактерій роду <i>Bacillus</i>	2
4	Аналіз відповідності біотехнологічного виробництва нормативним вимогам	2
5	Розробка елементів системи забезпечення якості (GMP) для виробництва біологічно активних сполук.	2

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Принципи масштабування технологічних процесів: лабораторні, пілотні та промислові регламенти.	18
2	Оптимізація біотехнологічних процесів отримання біологічно активних сполук за модифікації мікробного метаболізму та умов культивування	18
3	Модифікації біотехнологічного процесу отримання екзополісахаридів бактерій	18
4	Основні технологічні показники біосинтезу біологічно активних речовин (БАР).	18
5	Міжнародні системи якості, впровадження та проведення сертифікації та аудиту біотехнологічних виробництв	18

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. Використання модифікованих мікроорганізмів у біотехнології отримання біологічно активних сполук		
Практична робота 1. Розробка технологічної схеми сталого виробництва біологічно активних сполук	ПРН01. Вміти здійснювати патентний пошук, знаходити та обробляти необхідну науково-технічну інформацію; самостійно складати заявку на винахід. У тому числі для формування сталих промислових технологій біологічно активних сполук знати: етапи розробки технологічної схеми виробництва біологічно активних сполук, методи та інструменти для проведення патентного пошуку (бази даних, ключові слова, класифікації), уміти: аналізувати та синтезувати знайдену інформацію для обґрунтування технологічних рішень, визначати ключові елементи та інноваційні аспекти технології, що можуть бути об'єктом патентування, оцінювати потенціал сталого розвитку розроблених технологічних схем, враховуючи екологічні, економічні та соціальні аспекти.	25
Практична робота 2. Модуляція метаболічних процесів продуцентів БАС	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 для розробки біотехнології з використанням модифікованих мікроорганізмів для синтезу метаболітів знати: основи метаболічних шляхів у мікроорганізмів, що призводять до синтезу біологічно активних сполук (БАС), основні методичні прийоми культивування (умови, живильні середовища, методи інокуляції, режими), методи модуляції метаболічних процесів, вміти: визначати ключові метаболічні шляхи, які впливають на синтез цільових БАС у продуцентів, оцінювати ефективність різних підходів до модуляції метаболічних процесів.	25
Практична робота 3. Отримання екзополісахаридів за глибинного культивування	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	20

бактерій роду <i>Bacillus</i>	біотехнологічні методи та прийоми, притаманні певному напряму біотехнології. У тому числі знати різні підходи до виділення ЕПС з культуральної рідини, вміти підтримувати оптимальні умови культивування, виділяти та здійснювати попереднє очищення екзополісахаридів.	
Модульна контрольна робота 1.		30
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. Біологічно активні сполуки як основа біопрепаратів, біотехнологічні аспекти їх отримання. Міжнародні стандарти організації біотехнологічних процесів.		
Практична робота 4. Аналіз відповідності біотехнологічного виробництва нормативним вимогам	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	35
Практична робота 5. Розробка елементів системи забезпечення якості (GMP) для виробництва біологічно активних сполук.	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 практики (GMP), її ключові розділи та їх взаємозв'язок у системі забезпечення якості біотехнологічного виробництва. Вміти, на основі теоретичних знань та аналізу прикладів, розробляти окремі елементи документації GMP, такі як стандартні операційні процедури (СОП) та інші.	35
Модульна контрольна робота 2.		30
Всього за модулем 2		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 * 0,7 \leq 70$	
Екзамен	30	
Всього за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	

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=3441>);
- 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. Біотехнологія мікробного синтезу: навчальний посібник. НУБіП України. Патица Т.І., Патица М.В. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018: 272 с.
2. Boroday V.V. Industrial biotechnology. Textbook (підручник з промислової біотехнології англійською мовою). К.: Видавничий центр Компрінт, 2020. 280 с.
3. Бородай В.В. та ін. Навчальний посібник для дисципліни "Industrial biotechnology", (перевидання 2015 р.) «Laboratory Manual for Industrial biotechnology» Київ: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2022. 300 с.
4. Біологічно активні речовини в продуктах харчування: методичні вказівки до лабораторних робіт та самостійної роботи для студентів спеціальності 102 «Хімія» денної форми навчання / уклад. Г. О. Санталова. Краматорськ: ДДМА, 2023. 68 с.
5. Chemical and biopharmaceutical technologies: collection of scientific papers / by general ed. V. Bessarabov, V. Lubenets. Tallinn: Nordic Sci Publisher, 2023. 392 p.
6. Gumeniuk I., Boroday V., Symochko V. et al. The role of Bradyrhizobium japonicum exopolysaccharides in the formation of an effective symbiotic apparatus of soybean. Agronomy Research. 2020. Vol. 18, No. 3.
7. Borzykh O. I., Sergiienko V. G., Tytova L. V., Biliavska L. O., Boroday V. V., Tkalenko G. M. & Balan G. O. Potential of some bioagents in fungal diseases controlling and productivity enhancement of tomatoes. Archives of Phytopathology and Plant Protection, (2022). 55:15, 1750-1765.
8. Borodai V., Kolomiets Yul., Likhanov A., Zelena L., Butsenko L., Shemetun K., Churilov A., Blume Y. The Growth-promoting and Antipathogenic Effects of

- Microorganisms Isolated from *Solanum nigrum* L. and Inoculated in *Solanum lycopersicum* L. *The Open Agriculture Journal*. 16. (2022).
9. Bolokhovskiy, Vladyslav & Nagorna, Olga & Bolokhovska, Valentyna & Yakovenko, Dmytro & Boroday, Vira & Zelena, Liubov & Likhanov, Artur & Bukhonska, Yaroslava. (2024). The Role of Biologicals Azotohelp®, Liposam®, and Organic-Balance® as Mitigators of Abiotic Stress in Maize Plants. 10.4018/979-8-3693-8307-0.ch018. In book: Sustainable Soil and Water Management Practices for Agricultural Security. Information Science Reference; IGI Global. 495 – 526.
 10. Madera-Santana TJ, Barreras-Urbina CG, Rodríguez-Félix F and Ancín M (2024) Editorial: Green technologies for the extraction of bioactive compounds, its use for the production of nanomaterials, and their application in the food industry. *Front. Sustain. Food Syst.* 8:1457532.
 11. Пирог Т. П. Харчова біотехнологія : підручник / Т.П. Пирог, М.М. Антонюк, О.І. Скроцька, Н.Ф. Кігель ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет харчових технологій. Київ : Видавництво Ліра-К, 2019. 407 с.
 12. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text>