НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Кафедра ентомології, інтегрованого захисту та карантину рослин

«ЗАТВЕРДЖЕНО»
Факультет захисту рослин,
біотехнологій та екології
Протокол № 9 «21» травня 2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«БІОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ»

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність: G21 Біотехнології та біоінженерія
Освітня програм: Біотехнології та біоінженерія
Факультет: Захист рослин, біотехнологій та екології
Розробник: Статкевич О. І., старший викладач, доктор філософії

Київ – 2026

Опис навчальної дисципліни «Біотехнологічні методи захисту довкілля»

Дисципліна «Біотехнологічні методи захисту довкілля» є складовою фахової підготовки здобувачів вищої освіти та спрямована на формування системи знань про теоретичні основи, принципи та сучасні технології використання біологічних систем для запобігання і зменшення негативного впливу антропогенної діяльності на довкілля.

Курс охоплює теоретичні та практичні аспекти застосування мікроорганізмів, рослин, ферментів та інших біологічних агентів у природоохоронних технологіях. Розглядаються сучасні методи біологічного очищення стічних вод, біоремедіації ґрунтів і водних екосистем, біологічного очищення атмосферного повітря, перероблення та біоконверсії органічних відходів, а також перспективні біотехнології відновлення забруднених територій. Особлива увага приділяється оцінюванню ефективності біотехнологічних процесів, вибору оптимальних методів захисту довкілля та їх практичному застосуванню відповідно до принципів сталого розвитку.

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	«Захист та карантин рослин»	
Освітня програма	Захист рослин	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота)	-	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	Денна форма здобуття вищої освіти	Заочна форма здобуття вищої освіти
Курс (рік підготовки)	2	2
Семестр	3	3
Лекційні заняття	26 год.	6 год.
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	26 год.	6 год.
Самостійна робота	98 год.	138 год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	4 год.	-

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є формування у здобувачів компетентностей щодо застосування біотехнологічних методів для очищення та відновлення компонентів довкілля, раціонального поводження з відходами, зниження рівня забруднення природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки.

Завданням вивчення курсу є:

- формування у здобувачів освіти системних знань про основи та сучасні напрями біотехнології;
- ознайомлення з біологічними об'єктами, процесами та технологіями, що використовуються для отримання біотехнологічної продукції;
- вивчення принципів культивування мікроорганізмів, клітин і тканин та основних етапів біотехнологічних виробництв;
- формування розуміння можливостей застосування біотехнології у промисловості, сільському господарстві, медицині, харчовій галузі та охороні довкілля;
- набуття навичок аналізу та оцінювання сучасних біотехнологічних процесів і технологій;
- формування компетентностей щодо раціонального використання біологічних ресурсів та принципів сталого й циркулярного біовиробництва.

***Набуття компетентностей**:*

Інтегральна компетентність:

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):

К 01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціяхЗК 03. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

К 05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

К 09. 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)**:***

К12. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

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

К15. Здатність здійснювати експериментальні дослідження з вдосконалення біологічних агентів, у тому числі викликати зміни у структурі спадкового апарату та функціональній активності біологічних агентів.

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

К18. Здатність використовувати методології проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

К21. Здатність складати апаратурні схеми виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

К23. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу.

Програмні результати навчання :

ПР02. Вміти здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного, органічного та біологічного походження, використовуючи відповідні методи.

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.

ПР05. Вміти аналізувати нормативні документи (державні та галузеві стандарти, технічні умови, настанови тощо), складати окремі розділи технологічної та аналітичної документації на біотехнологічні продукти різного призначення; аналізувати технологічні ситуації, обирати раціональні технологічні рішення.

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

ПР07. Вміти застосовувати знання складу та структури клітин різних біологічних агентів для визначення оптимальних умов культивування та потенціалу використання досліджуваних клітин у біотехнології.

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

ПР11. Вміти здійснювати базові генетичні та цитологічні дослідження з вдосконалення і підвищення біосинтетичної здатності біологічних агентів з урахуванням принципів біобезпеки, біозахисту та біоетики (індукований мутагенез з використанням фізичних і хімічних мутагенних факторів, відбір та накопичення ауксотрофних мутантів, перенесення генетичної інформації тощо).

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.

ПР20. Вміти розраховувати основні критерії оцінки ефективності біотехнологічного процесу (параметри росту біологічних агентів, швидкість синтезу цільового продукту, синтезувальна здатність біологічних агентів, економічний коефіцієнт, вихід цільового продукту від субстрату, продуктивність, вартість поживного середовища тощо).

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 для:

- повного терміну денної (заочної) форми здобуття вищої освіти;
- скороченого терміну денної (заочної) форми здобуття вищої освіти

Назви змістовних 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	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МОНІТОРИНГУ ТА РЕМЕДІАЦІЇ ДОВКІЛЛЯ												
Тема 1. Вступ. Біотехнологічні методи захисту довкілля: предмет, завдання та світові тенденції розвитку		4		4		16						
Тема 2. Мікробні консорціуми та їх роль у стабілізації природних екосистем		2		2		8						
Тема 3. Біосенсори, біоіндикатори та молекулярні методи екологічного моніторингу		2		2		8						

Тема 4. Іммобілізовані клітини, ферменти та біокаталіз у природоохоронних технологіях		2		2		8						
Тема 5. Фіторемедіація, ризоремедіація та мікоремедіація забруднених територій		3		3		9						
Разом за змістовним модулем 1	**75**	**13**		**13**		**49**						
Змістовий модуль 2. ІННОВАЦІЙНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ТА РЕСУРСОВІДНОВЛЕННЯ												
Тема 6. Біореактори та конструйовані водно-болотні системи для очищення вод		4		4		13						
Тема 7. Біотехнології очищення атмосферного повітря: біофільтри та біоскрубери		2		2		9						
Тема 8. Біоконверсія органічних відходів і циркулярна біоекономіка		2		2		9						
Тема 9. Біосорбція, біоакумуляція та вилучення важких металів із компонентів довкілля		3		3		9						
Тема 10. Ресурсовідновлення та біотехнології майбутнього: біополімери, eDNA, метагеноміка,		2		2		9						

«зелені» технології												
Разом за змістовним модулем 2	**75**	**13**		**13**		**49**						
Всього годин	**150**	**26**		**26**		**98**						

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вступ. Біотехнологічні методи захисту довкілля: предмет, завдання та світові тенденції розвитку	4
2.	Мікробні консорціуми та їх роль у стабілізації природних екосистем	2
3.	Біосенсори, біоіндикатори та молекулярні методи екологічного моніторингу	2
4.	Іммобілізовані клітини, ферменти та біокаталіз у природоохоронних технологіях	2
5.	Фіторемедіація, ризоремедіація та мікоремедіація забруднених територій	3
6.	Біореактори та конструйовані водно-болотні системи для очищення вод	4
7.	Біотехнології очищення атмосферного повітря: біофільтри та біоскрубери	2
8.	Біоконверсія органічних відходів і циркулярна біоекономіка	2
9.	Біосорбція, біоакумуляція та вилучення важких металів із компонентів довкілля	3
10.	Ресурсовідновлення та біотехнології майбутнього: біополімери, eDNA, метагеноміка, «зелені» технології	2

4.Теми лабораторних (практичних, семінарських) занять

Заняття №	Тема заняття	Кількість годин
Змістовний модуль 1.		
1.	Лабораторна робота №1. Дослідження морфологічних та культуральних властивостей мікроорганізмів, що використовуються в екобіотехнології	4
2.	Лабораторна робота №2. Конструювання мікробних консорціумів для біотехнологічної	2

	стабілізації екосистем	
3.	Лабораторна робота №3. Біотехнологічні методи екологічного моніторингу: біосенсори, біоіндикація та молекулярна діагностика	2
4.	Лабораторна робота №4. Застосування іммобілізованих клітин і ферментів та біокаталітичних процесів у захисті довкілля	2
5.	Лабораторна робота №5. Біотехнологічні методи відновлення забруднених територій: фіторемедіація, ризоремедіація та мікоремедіація	3
Змістовний модуль 2.		
6.	Лабораторна робота №6. Біореакторні технології та штучно створені водно-болотні системи в очищенні стічних вод	4
7.	Лабораторна робота №7 Біотехнологічні методи очищення атмосферного повітря: біофільтрація, біоскрубування та біотріклінг-фільтрація	2
8.	Лабораторна робота №8. Біоконверсія органічних відходів за допомогою мікроорганізмів і личинок *Hermetia illucens*	2
9.	Лабораторна робота №9. Біотехнологічні методи вилучення важких металів із довкілля: біосорбція та біоакумуляція	3
10.	Лабораторна робота №10. Інноваційні біотехнології у відновленні ресурсів і захисті довкілля: біополімери, eDNA, метагеноміка та екологічно сталі технології	2

5. Теми самостійної роботи

н/п	Назва тем	Кількість годин
1	Роль мікроорганізмів у біотехнологічному захисті довкілля	16
2	Сучасні біотехнологічні підходи до очищення стічних вод	8
3	Мікроорганізми-деструктори забруднювачів та їх використання в екобіотехнології	8
4	Біологічні методи очищення атмосферного повітря від промислових забруднювачів	8
5	Сучасні біотехнології переробки та знешкодження органічних і промислових відходів	9
6	Фіторемедіація та мікробна біоремедіація як методи відновлення забруднених ґрунтів	13

7	Біотехнологічні методи підвищення екологічності сільськогосподарського виробництва	9
8	Компостування рослинних відходів: мікробіологічні основи та фактори ефективності процесу	9
9	Біотехнологічне виробництво біопалива з органічної сировини	9
10	Цифрові технології, штучний інтелект та сенсорні системи в екологічному моніторингу	9

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

– письмове опитування;
– співбесіда;
– тестування;
– захист практичних робіт;
– самооцінювання.

7. Методи навчання:

– метод проблемного навчання;
– метод практико-орієнтованого навчання;
– кейс-метод;
– метод навчання через дослідження;
– метод командної роботи, мозкового штурму;
– індивідуальна науково-дослідна робота.

8. Методи оцінювання.

Оцінюють знання здобувача вищої освіти за 100-бальною шкалою, яку переводить у національну оцінку згідно з чинним «Положенням про екзамени та заліки у НУБіП України».

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінюваня
Модуль 1. БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МОНІТОРИНГУ ТА РЕМЕДІАЦІЇ ДОВКІЛЛЯ		
Лабораторна робота № 1	Лабораторна робота №1. Дослідження морфологічних та культуральних властивостей мікроорганізмів, що використовуються в екобіотехнології	**12**
Лабораторна робота № 2	Лабораторна робота №2. Конструювання мікробних консорціумів для біотехнологічної стабілізації екосистем	**12**
Лабораторна робота № 3	Лабораторна робота №3. Біотехнологічні методи екологічного моніторингу: біосенсори, біоіндикація та молекулярна діагностика	**12**
Лабораторна робота № 4	Лабораторна робота №4. Застосування іммобілізованих клітин і ферментів та біокаталітичних процесів у захисті довкілля	**12**
Лабораторна	Лабораторна робота №5. Біотехнологічні методи	**12**

робота № 5	відновлення забруднених територій: фіторемедіація, ризоремедіація та мікоремедіація	
Самостійна робота		**10**
Модульна контрольна робота 1.		**30**
Разом за модулем 1		**100**
Модуль 2. ІННОВАЦІЙНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ТА РЕСУРСОВІДНОВЛЕННЯ		
Лабораторна робота № 6	Лабораторна робота №6. Біореакторні технології та штучно створені водно-болотні системи в очищенні стічних вод	**12**
Лабораторна робота № 7	Лабораторна робота №7 Біотехнологічні методи очищення атмосферного повітря: біофільтрація, біоскрубування та біотріклінг-фільтрація	**12**
Лабораторна робота № 8	Лабораторна робота №8. Біоконверсія органічних відходів за допомогою мікроорганізмів і личинок *Hermetia illucens*	**12**
Лабораторна робота № 9	Лабораторна робота №9. Біотехнологічні методи вилучення важких металів із довкілля: біосорбція та біоакумуляція	**12**
Лабораторна робота № 10	Лабораторна робота №10. Інноваційні біотехнології у відновленні ресурсів і захисті довкілля: біополімери, eDNA, метагеноміка та екологічно сталі технології	**12**
Самостійна робота		**10**
Модульна контрольна робота 1.		**30**
Разом за модулем 1		**100**
Навчальна робота		
Екзамен		
Разом за курс		

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 (-20 балів із 70). Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату 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 компонентом оцінювання, за яке нараховуються бали. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - https://elearn.nubip.edu.ua/course/section.php?id=50403);
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники, практикуми:

Кляченко О. Л., Мельничук М. Д., Іванова Т. В. Екологічні біотехнології: теорія і практика: навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Ніланд-ЛТД», 2015. 254 с.

- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти:

Мельничук М. Д., Григорюк І. П., Кляченко О. Л., Коломієць Ю. В. та ін. Біотехнологія сільськогосподарських рослин: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів зі спеціальності 6(8).092900 «Екобіотехнологія». Київ: НАУ, 2008. 74 с.

10.Рекомендовані джерела інформації.

Базова:

1. Кляченко О. Л., Мельничук М. Д., Іванова Т. В. Екологічні біотехнології: теорія і практика: навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Ніланд-ЛТД», 2015. 254 с.
2. Кляченко О. Л., Коломієць Ю. В., Ясне Л. А., Постоєнко В. О. Екологічна біотехнологія та біоінженерія. Ч. 3: Промислова та екологічна біотехнологія. Київ: Аграрна наука, 2021. 340 с.
3. Шестопалов О. В., Пітак І. В., Новожилова Т. Б. та ін. Біотехнологічний захист та охорона навколишнього середовища: навчальний посібник. Харків: НТУ «ХПІ», 2016. 218 с.

Допоміжна:

4. Швед О. В., Петріна Р. О., Комаровська-Порохнявець О. З., Новіков В. П. Екологічна біотехнологія: навчальний посібник. Книга ІІ. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 368 с.

5. Rittmann B. E., McCarty P. L. Environmental Biotechnology: Principles and Applications. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Education, 2020. 816 p.

6. Кляченко О. Л., Ліханов А. Ф., Грахов В. Tissue and biochemical barriers of sugar beet (Beta vulgaris L. Provar. Altissima Doell.) pericarp. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. 2018. Vol. 8, № 1. P. 663–667. DOI: 10.15414/jmbfs.2018.8.1.663-667.

7. Коломієць Ю. В., Григорюк І. П., Ліханов А. Ф., Буценко Л. М., Блюм Я. Б. Induction of bacterial canker resistance in tomato plants using plant growth promoting rhizobacteria. The Open Agriculture Journal. 2019. Vol. 13. P. 215–222. DOI: 10.2174/1874331501913010215

8. Кляченко О. Л., Коломієць Ю. В., Субін О. В. Біотехнологія рослин: навчальний посібник. Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2023. 352 с.

9. Мельничук М. Д., Кляченко О. Л., Коломієць Ю. В. Біоінженерія: підручник. Київ; Вінниця: Нілан, 2015. 457 с.

10. Лісовий М. М., Таргоня В. С., Коломієць Ю. В., Дрозд П. Ю. Технології біовиробництва: підручник. Київ: ФОП Ямчинський О. В., 2021. 386 с.

Інформаційні ресурси:

Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. Режим доступу: www.nbuv.gov.ua .

Національна парламентська бібліотека України Режим доступу: www.nplu.kiev.ua.

Наукова бібліотека університету. Режим доступу: https://nubip.edu.ua/structure/library

Електронна бібліотека України. Режим доступу: www. ELibUkr.org.

Велика бібліотека навчально-методичної літератури. Режим доступу: http://metodportal.net

Наукова електронна бібліотека. (Книги, підручники, дисертації, автореферати). Режим доступу: http://www.nbuv. gov.ua/portal.

Українська ентомофауністика (Київське відділення УЕТ).–режим доступу: https://sites.google.com/site/ukrentfau/