

**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
«ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНІ РОСЛИНИ»**

Галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія

Спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія

Освітня програма Біотехнології та біоінженерія

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробник: завідувач кафедри екобіотехнології та біорізноманіття, к.б.н., доцент
Кваско О.Ю.

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни “Генетично модифіковані рослини”

Навчальна дисципліна “Генетично модифіковані рослини” є вибірковою освітньою компонентною в освітній програмі «Біотехнології та біоінженерія». Навчальна дисципліна «Генетично модифіковані рослини» ознайомлює студентів з теоретичними основами та практичними аспектами створення і використання трансгенних рослин у біотехнології. У курсі розглядаються сучасні методи генної інженерії, включаючи *Agrobacterium*-опосередковану трансформацію, біолістику та CRISPR/Cas-технології. Студенти вивчають структуру векторів, способи введення та експресії генів, а також методи відбору трансформованих рослин. Особлива увага приділяється аналізу біобезпеки, екологічним і етичним аспектам використання ГМ-рослин, а також законодавчому регулюванню в Україні та світі. Дисципліна формує вміння оцінювати ризики, ефективність та перспективи застосування ГМР у сільському господарстві, харчовій, фармацевтичній та промисловій галузях. У результаті вивчення курсу студенти здобувають знання про молекулярні механізми генетичних змін, навички аналізу трансгенних організмів та розуміння ролі біотехнологій у сталому розвитку агросфери.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	бакалавр	
Спеціальність	162 Біотехнологій та біоінженерія	
Освітня програма	Біотехнологій та біоінженерія	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)		
Форма контролю	залік	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)	4	
Семестр	7	
Лекційні заняття	15 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	15 год.	год.
Лабораторні заняття		год.
Самостійна робота	90 год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	2 год.	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни «Генетично модифіковані рослини» є вивчення основних методів створення нових ліній та форм рослин з використанням технології рекомбінантних ДНК. Під час вивчення дисципліни студенти ознайомляться із базовими методами генетичної інженерії рослин, клонування генів, типами векторних конструкцій для генетичної трансформації рослин; способами отримання рослин із

зміненим геномом, методами детекції трансгенів у рослинному матеріалі; напрямками створення та застосування генетично-модифікованих рослин в АПК.

Завданням дисципліни є формування навичок та умінь виконувати експериментальні дослідження з модифікації геному рослин та формує уявлення про переваги та ризики використання продуктів генетичної інженерії в біотехнологічному виробництві, а також шляхи уникнення можливих шкідливих наслідків застосування ГМ продукції.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність: здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю 2 та невизначеністю умов у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.

загальні компетентності:

K01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

K05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

K07. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

K09. 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) компетентності (СК):

K12. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

K14. Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти).

Програмні результати навчання (ПР):

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

ПРН22. 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.

ПР24. Вміти застосувати кріоконсервацію та кріозбереження для збереження біорізноманіття рослин та мікроорганізмів. провести ідентифікацію рекомбінантних клонів, провести клональне мікророзмноження рослин та отримати безвірусний посадковий матеріал і адаптувати його до умов ex vivo.

ПР25. Вміти використовувати методи мікроскопічних досліджень, технологій моноклональних антитіл, антигенів, імунодіагностики, ідентифікації антигенів у тканинах рослин, ізоферментів та запасних білків, ДНК-маркерів, основних принципів ПЛР, ДНК-зондів, молекулярно-генетичних маркерів.

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. <i>Теоретичні основи генної інженерії рослин</i>													
Тема 1 Поняття «Генетично модифіковані організми». Законодавче врегулювання дослідження, створення та використання генетично модифікованих рослин в Україні та світі. Генетична інженерія рослин.	2	14	2	2			10						
Тема 2. Технологія рекомбінантних ДНК. Ферменти, що використовуються в технології рекомбінантних ДНК.	2	14	2	2			10						
Тема 3. Векторні конструкції в генетичній інженерії рослин. Типи векторів для генетичної трансформації рослин.	2	14	2	2			10						
Тема 4. Селективні та маркерні гени в генетичній інженерії рослин	2	14	2	2			10						
Разом за модулем 1	56		8	8			40						
Модуль 2.													
Тема 1. Прямі методи введення чужорідної ДНК в клітини рослин	2	19	2	2			15						
Тема 2. <i>Agrobacterium</i> -опосередкована трансформація рослинних клітин. Ti- та Ri- плазміди. Механізми переносу Т-ДНК в клітини рослин.	2	19	2	2			15						
Тема 3. Методи детекції трансгенів в геномі рослин	2	14	2	2			10						
Тема 4. Генетично модифіковані рослини для АПК, можливі переваги та ризики використання	1	12	1	1			10						

Разом за модулем 2	64	7	7			50					
Усього годин	120	15	15			90					

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Поняття «Генетично модифіковані організми». Законодавче врегулювання дослідження, створення та використання генетично модифікованих рослин в Україні та світі. Генетична інженерія рослин.	2
2	Технологія рекомбінантних ДНК. Ферменти, що використовуються в технології рекомбінантних ДНК.	2
3	Векторні конструкції в генетичній інженерії рослин. Типи векторів для генетичної трансформації рослин.	2
4	Селективні та маркерні гени в генетичній інженерії рослин	2
5	Прямі методи введення чужорідної ДНК в клітини рослин	2
6	<i>Agrobacterium</i> -опосередкована трансформація рослинних клітин. Ti- та Ri- плазміди. Механізми переносу T-ДНК в клітини рослин.	2
7	Методи детекції трансгенів в геномі рослин	2
8	Генетично модифіковані рослини для АПК, можливі переваги та ризики використання	1

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Принципи конструювання векторів для генетичної трансформації рослин	2
2	Виділення плазмідної ДНК з бактеріальних клітин	2
3	Електрофорез нуклеїнових кислот для оцінки якості виділеної ДНК	2
4	<i>Agrobacterium</i> -опосередкована трансформація рослин	2
5	Виділення ДНК з рослинних клітин	2
6	Конструювання праймерів для полімеразно-ланцюгової реакції	2
7	Полімеразно-ланцюгова реакція та електрофорез нуклеїнових кислот з метою ідентифікації трансгенів у ДНК рослинних клітин	2
8	Спектрофотометричне визначення концентрації ДНК	1

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Експресія трансформованих генів і способи її оптимізації.	10
2	Основні види сільськогосподарських культур у яких одержані позитивні результати з використанням методів генетичної інженерії.	10

3	Обмеження щодо комерційного використання біоінженерних методів для отримання ГМ рослин	10
4	Технології редагування геному для отримання ГМ рослин.	10
5	Використання GRISPR Cas9 у генетичній інженерії рослин.	15
6	Юридичні та міжнародні аспекти біобезпеки. Контроль за експериментальними дослідженнями з рекомбінантними ДНК. Біобезпека у генній, геномній, клітинній, тканинній та органогенній біотехнологіях.	15
7	Методи дослідження експресії генів	10
8	ГМ рослини: переваги та ризики для здоров'я людини та навколишнього середовища	10

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- співбесіда;
- тестування;
- захист практичних робіт;
- пірінгове оцінювання, самооцінювання.

7. Методи навчання:

- метод проблемного навчання;
- метод практико-орієнтованого навчання;
- кейс-метод;
- метод проєктного навчання;
- метод перевернутого класу, змішаного навчання;
- метод навчання через дослідження;
- метод навчальних дискусій та дебат;
- метод командної роботи, мозкового штурму
- метод гейміфікованого навчання.

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. Теоретичні основи генної інженерії рослин		
Практична робота 1. Принципи конструювання векторів для генетичної трансформації рослин	ПР24. Вміти застосувати кріоконсервацію та кріозбереження для збереження біорізноманіття рослин та мікроорганізмів. провести ідентифікацію рекомбінантних клонів, провести клональне мікророзмноження рослин та отримати безвірусний посадковий матеріал і адаптувати його до умов ex vivo. ПР25. Вміти використовувати методи мікроскопічних досліджень, технологій	10

	моноклональних антитіл, антигенів, імунодіагностики, ідентифікації антигенів у тканинах рослин, ізоферментів та запасних білків, ДНК-маркерів, основних принципів ПЛР, ДНК-зондів, молекулярно-генетичних маркерів.	
Практична робота 2. Виділення плазмідної ДНК з бактеріальних клітин	ПР09. Вміти складати базові поживні середовища для вирощування різних біологічних агентів. Оцінювати особливості росту біологічних агентів на середовищах різного складу. ПР24. Вміти застосувати кріоконсервацію та кріозбереження для збереження біорізноманіття рослин та мікроорганізмів. провести ідентифікацію рекомбінантних клонів, провести клональне мікророзмноження рослин та отримати безвірусний посадковий матеріал і адаптувати його до умов ex vivo. ПР25. Вміти використовувати методи мікроскопічних досліджень, технологій моноклональних антитіл, антигенів, імунодіагностики, ідентифікації антигенів у тканинах рослин, ізоферментів та запасних білків, ДНК-маркерів, основних принципів ПЛР, ДНК-зондів, молекулярно-генетичних маркерів.	10
Практична робота 3. Електрофорез нуклеїнових кислот для оцінки якості виділеної ДНК	ПР25. Вміти використовувати методи мікроскопічних досліджень, технологій моноклональних антитіл, антигенів, імунодіагностики, ідентифікації антигенів у тканинах рослин, ізоферментів та запасних білків, ДНК-маркерів, основних принципів ПЛР, ДНК-зондів, молекулярно-генетичних маркерів.	10
Практична робота 4. <i>Agrobacterium</i> -опосередкована трансформація рослин	ПРН22. 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. ПР24. Вміти застосувати кріоконсервацію та кріозбереження для збереження біорізноманіття рослин та мікроорганізмів. провести ідентифікацію рекомбінантних клонів, провести клональне мікророзмноження рослин та отримати безвірусний посадковий матеріал і адаптувати його до умов ex vivo. ПР25. Вміти використовувати методи мікроскопічних досліджень, технологій	10

	моноклональних антитіл, антигенів, імунодіагностики, ідентифікації антигенів у тканинах рослин, ізоферментів та запасних білків, ДНК-маркерів, основних принципів ПЛР, ДНК-зондів, молекулярно-генетичних маркерів.	
Самостійна робота 1.		30
Модульна контрольна робота 1.		30
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. <i>Методи трансформації та застосування ГМ-рослин</i>		
Практична робота 5. Виділення ДНК з рослинних клітин	ПР24. Вміти застосувати кріоконсервацію та кріозбереження для збереження біорізноманіття рослин та мікроорганізмів. провести ідентифікацію рекомбінантних клонів, провести клональне мікророзмноження рослин та отримати безвірусний посадковий матеріал і адаптувати його до умов ex vivo. ПР25. Вміти використовувати методи мікроскопічних досліджень, технологій моноклональних антитіл, антигенів, імунодіагностики, ідентифікації антигенів у тканинах рослин, ізоферментів та запасних білків, ДНК-маркерів, основних принципів ПЛР, ДНК-зондів, молекулярно-генетичних маркерів.	10
Практична робота 6. <i>Agrobacterium</i> -опосередкована трансформація рослинних клітин. Ti- та Ri- плазміди. Механізми переносу Т-ДНК в клітини рослин.	ПР25. Вміти використовувати методи мікроскопічних досліджень, технологій моноклональних антитіл, антигенів, імунодіагностики, ідентифікації антигенів у тканинах рослин, ізоферментів та запасних білків, ДНК-маркерів, основних принципів ПЛР, ДНК-зондів, молекулярно-генетичних маркерів.	10
Практична робота 7. Полімеразно-ланцюгова реакція та електрофорез нуклеїнових кислот з метою ідентифікації трангенів у ДНК рослинних клітин	ПР24. Вміти застосувати кріоконсервацію та кріозбереження для збереження біорізноманіття рослин та мікроорганізмів. провести ідентифікацію рекомбінантних клонів, провести клональне мікророзмноження рослин та отримати безвірусний посадковий матеріал і адаптувати його до умов ex vivo. ПР25. Вміти використовувати методи мікроскопічних досліджень, технологій моноклональних антитіл, антигенів, імунодіагностики, ідентифікації антигенів у тканинах рослин, ізоферментів та запасних білків, ДНК-маркерів, основних принципів ПЛР, ДНК-зондів, молекулярно-генетичних маркерів.	10
Практична робота 8. Спектрофотометричне визначення концентрації ДНК	ПР25. Вміти використовувати методи мікроскопічних досліджень, технологій моноклональних антитіл, антигенів,	10

	імунодіагностики, ідентифікації антигенів у тканинах рослин, ізоферментів та запасних білків, ДНК-маркерів, основних принципів ПЛР, ДНК-зондів, молекулярно-генетичних маркерів.	
Самостійна робота 2.		30
Модульна контрольна робота 2.		30
Всього за модулем 2		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 \cdot 0,7 \leq 70$	
Екзамен/залік		30
Всього за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	
Курсова робота		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	<i>НАПРИКЛАД:</i> 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	<i>НАПРИКЛАД:</i> 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	<i>НАПРИКЛАД:</i> 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=4726>);
- посилання на цифрові освітні ресурси;
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Ніколайчук С.І., Горбатенко І.Ю. Генетична інженерія. - Ужгород, 2019. 101 с.
2. Карпов О. В., Демидов С. В., Кир'яненко С. С. Клітинна та генна інженерія. К., Фітосоціоцентр, 2010. - 207 с.
3. Кляченко О.Л., Мельничук М.Д., Коломієць Ю.В. Біоінженерія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. – 456 с.
4. Мартиненко О. І. Методи молекулярної біотехнології. Лабораторний практикум. Київ: Академперіодика, 2010. - 232 с.
5. Кравців Р. Й. Генетична інженерія / Р. Й. Кравців, А. Г. Колотницький, В. І. Буцяк. – Львів, 2008. – 214 с.
6. Green M.R., Sambrook J. Molecular Cloning: A Laboratory Manual (Fourth Edition), Cold Spring Harbor Lab. Press, 2012.
7. Musunuru K. Genome Editing: A Practical Guide to Research and Clinical Applications. Academic Press; 1st edition. - 2021. - 230 p.
8. Nicholl D. An Introduction to Genetic Engineering 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press. - 2023. - 504 p.
9. Nair A. J. Introduction to Biotechnology and Genetic Engineering Infinity. - Science Press, 2008. - 798 p.