

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету захисту рослин,
факультет
захисту рослин, біотехнологій та екології
біотехнологій та екології
Коломієць Ю.В.
“ 01 ” 06 2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри екобіотехнології
та біорізноманіття
Протокол № 6 від “ 29 ” травня 2023 р.

Завідувач кафедри
Кваско О.Ю. Кваско О.Ю.

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОП «Біотехнології та
біоінженерія» ОС «Бакалавр»
Кляченко О.Л. Кляченко О.Л.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНІ РОСЛИНИ»

спеціальність 162 «Біотехнологія 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 – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

«Біотехнологічні методи захисту рослин»

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	162 «Біотехнологія та біоінженерія»	
Освітня програма	Біотехнології 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 навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Курс (рік підготовки)	4	
Семестр	7	
Лекційні заняття	15 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	15 год.	год.
Лабораторні заняття	- год.	год.
Самостійна робота	90 год.	год.
Індивідуальні завдання	- год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	2 год.	

2. Мета, завдання та компетентності 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 (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):

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК7. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК9. 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.

фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

ФК2. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

ФК4. Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти).

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН9. 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.

ПРН24 Базуючись на знаннях з біотехнології вміти індукувати морфогенез та регенераційні процеси в культурі клітин, отримувати парасексуальні гібриди вищих рослин.

ПРН25 Вміти застосувати кріоконсервацію та кріозбереження для збереження біорізноманіття рослин та мікроорганізмів. провести ідентифікацію рекомбінантних клонів.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної (заочної) форми навчання;

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усьог	у тому числі					усього	у тому числі					
			о	л	п	лаб	інд		с.р.	л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	12	13	14	

									0	1				
Змістовий модуль 1.														
Тема 1. Поняття «Генетично модифіковані організми». Законодавче врегулювання дослідження, створення та використання генетично модифікованих рослин в Україні та світі. Генетична інженерія рослин.			2	2			10							
Тема 2. Технологія рекомбінантних ДНК. Ферменти, що використовуються в технології рекомбінантних ДНК.			2	2			10							
Тема 3. Векторні конструкції в генетичній інженерії рослин. Типи векторів для генетичної трансформації рослин.			2	2			10							
Тема 4. Селективні та маркерні гени в генетичній інженерії рослин			2	2			10							
Разом за змістовим модулем 1			8	8			40							
Змістовий модуль 2.														
Тема 1. Прямі методи введення чужорідної ДНК в клітини рослин			2	2			15							
Тема 2. <i>Agrobacterium</i> -опосередкована трансформація рослинних клітин. Ti- та Ri- плазміди. Механізми переносу T-ДНК в клітини рослин.			2	2			15							
Тема 3. Методи детекції трансгенів в			2	2			10							

геномі рослин													
Тема 4. Генетично модифіковані рослини для АПК, можливі переваги та ризику використання			1	1			10						
Разом за змістовим модулем 2			7	7			50						
Усього годин	120		15	15			90						
Курсовий проект (робота) з			-	-	-		-		-	-	-		-
(якщо є в робочому навчальному плані)													
Усього годин													

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

5. 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 трангенів у ДНК рослинних клітин	2
8	Спектрофотометричне визначення концентрації ДНК	1

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

7. 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	10

	одержані позитивні результати з використанням методів генетичної інженерії.	
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

8. Зразки контрольних питань, тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

Контрольні питання

1. Поняття про “Генетично модифіковані рослини”, генетична інженерія рослин
2. Векторні системи для отримання генетично модифікованих рослин
3. Ті- та Rі-плазмід, їх особливості
4. Охарактеризуйте напрямки створення генетично модифікованих рослин
5. Селективні та репортерні гени в генетичній інженерії рослин
6. Методи визначення концентрації ДНК
7. Методи виділення рослинної ДНК
8. Полімеразно-ланцюгова реакція, її застосування в генетичній інженерії рослин
9. Охарактеризуйте методи генетичної трансформації рослин.
10. Технології редагування геному, їх застосування в біотехнології рослин.

Тестові завдання

1. Не зважаючи на природну здатність Ті- плазмід до інтеграції в рослинні клітини, які перешкоди виникають у разі використання її в якості вектору (декілька правильних відповідей)?

- а. Ті-плазмід мають занадто великий розмір
- б. фітогормони (ауксини і цитокініни), що синтезуються рослинними клітинами в культурі, пригнічують регенерацію цілої рослини;
- в. Ті- плазмід мають великий розмір (200 – 800 т.п.н.), що ускладнює маніпуляції з ними;
- г. Ті- плазмід не реплікуються в *E.coli*, що робить неможливим використання цих бактерій для роботи з рекомбінантними плазмідами.

2. Який ген використовують як маркерних ген в генетичній трансформації рослин та який надає стійкості до антибіотику?
- gus*
 - bar*
 - lux*
 - nptII*
3. До технологій редагування геному можна віднести:
- CRISPR-Cas9 технологію
 - трансформацію протопластів
 - балістичну трансформацію
 - мікроклональне розмноження
4. Яка ділянка Tі-плазмиди інтегрується в геном рослин під час генетичної трансформації?
- T-ДНК
 - vir*-ділянка
 - RB - ділянка
 - ori*-ділянка
5. Який вектор називається бінарним клонуючим вектором?
- Який містить сайти ініціації реплікації для двох видів бактерій *E.coli* та *A. tumefaciens*, але має *vir*-гени
 - Який має два цільових гени
 - Який містить сайти ініціації реплікації для двох видів бактерій *E.coli* та *A. tumefaciens*, але не має *vir*-генів
 - Який складається з двох векторів
6. Ефективність експресії трансгена залежить від
- Методу трансформації
 - віку експланта
 - Використаного у векторі типу промотора та інших регуляторних елементів
 - Розміру цільового гена
7. Метод, що полягає в «обстрілі» клітин рослин-реципієнтів за допомогою спеціальної вакуумної пушки металевими мікрочастинками з напиленими на поверхні ДНК-векторами, називається
- Метод електропорації
 - Метод біобалістики
 - Метод електротерапії
 - Метод упаковки в ліпосоми.
8. Перша ГМ-картопля стійка до:
- Посухи та холоду;

- б. Колорадського жука;
- в. Вірусів;
- г. Бур'янів.

9. Зшивання фрагментів ДНК під час отримання рекомбінантної молекули здійснюється ферментом:

- а. ДНК-лігазою;
- б. Ендонуклеазою рестрикції;
- в. ДНК-полімеразою;
- г. Ревертазою.

10. Який метод дозволяє перевірити генетичний матеріал, виділений з досліджуваного зразка, на наявність в його складі ділянки чужорідної або зміненої ДНК?

- а. Полімеразно-відновлювальна реакція;
- б. Полімеразно-ланцюгова реакція;
- в. Імунно-ферментна реакція;
- г. Окисно-відновна реакція.

9. Методи навчання.

Успіх навчання загалом залежить від внутрішньої активності студентів, від характеру їхньої діяльності, то саме характер діяльності, ступінь самостійності та творчості мають бути важливими критеріями у виборі методу.

Пояснювально-ілюстративний метод. Студенти здобувають знання, слухаючи розповідь, лекцію, з навчальної або методичної літератури, через екранний посібник у "готовому" вигляді. Сприймаючи й осмислюючи факти, оцінки, висновки, вони залишаються в межах репродуктивного (відтворювального) мислення. Такий метод якнайширше застосовують для передавання значного масиву інформації. Його можна використовувати для викладення й засвоєння фактів, підходів, оцінок, висновків.

Репродуктивний метод. Ідеться про застосування вивченого на основі зразка або правила. Діяльність тих, кого навчають, є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам в аналогічних до представленого зразка ситуаціях.

Метод проблемного викладення. Використовуючи будь-які джерела й засоби, педагог, перш ніж викладати матеріал, ставить проблему, формулює пізнавальне завдання, а потім, розкриваючи систему доведень, порівнюючи погляди, різні підходи, показує спосіб розв'язання поставленого завдання. Студенти стають ніби свідками і співучасниками наукового пошуку.

Частково-пошуковий, або евристичний метод. Його суть - в організації активного пошуку розв'язання висунутих педагогом (чи самостійно сформульованих) пізнавальних завдань або під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок. Процес мислення набуває продуктивного характеру, але його поетапно скеровує й контролює педагог або самі студенти на основі роботи над програмами (зокрема й комп'ютерними) та з навчальними

посібниками. Такий метод, один з різновидів якого є евристична бесіда, - перевірений спосіб активізації мислення, спонукання до пізнання.

Дослідницький метод. Після аналізу матеріалу, постановки проблем і завдань та короткого усного або письмового інструктажу ті, кого навчають, самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри та виконують інші пошукові дії. Ініціатива, самостійність, творчий пошук виявляються в дослідницькій діяльності найповніше. Методи навчальної роботи безпосередньо переходять у методи, які імітують, а іноді й реалізують науковий пошук.

10. **Форми контролю.**

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни здійснюють згідно з кредитно-модульною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

Критерії оцінки рівня знань на лабораторних заняттях. На лабораторних заняттях кожен студент з кожної теми виконує індивідуальні завдання. Рівень знань оцінюється: “відмінно” – студент дає вичерпні, обгрунтовані, теоретично і практично вірні відповіді не менш ніж на 90% запитань, рішення задач та лабораторні вправи вірні, демонструє знання підручників, посібників, інструкцій, проводить узагальнення і висновки, акуратно оформляє завдання, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “добре” – коли студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій і розрахунків, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “задовільно” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 60% питань, або на всі запитання дає недостатньо обгрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки, які виправляє за допомогою викладача. При цьому враховується наявність конспекту за темою завдань та самостійність; “незадовільно з можливістю повторного складання” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 35% питань, або на всі запитання дає необгрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки. Має неповний конспект лекцій.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни. Є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєності теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання лабораторних досліджень.

Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістовні модулі. Остаточна оцінка рівня знань складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

11. **Розподіл балів, які отримують студенти.** Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 03.03.2021 р. протокол № 7)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

12. Навчально-методичне забезпечення

Навчально-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: державні стандарти освіти, навчальні плани, навчальні програми з усіх нормативних і вибіркового навчальних дисциплін; програми навчальної, виробничої та інших видів практик; підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали до семінарських, практичних і лабораторних занять; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи студентів.

13. Рекомендовані джерела інформації

Основна:

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

Додаткова:

1. Green M.R., Sambrook J. Molecular Cloning: A Laboratory Manual (Fourth Edition), Cold Spring Harbor Lab. Press, 2012.
2. Musunuru K. Genome Editing: A Practical Guide to Research and Clinical Applications. Academic Press; 1st edition. - 2021. - 230 p.
3. Nicholl D. An Introduction to Genetic Engineering 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press. - 2023. - 504 p.
4. Nair A. J. Introduction to Biotechnology and Genetic Engineering Infinity. - Science Press, 2008. - 798 p.
- 5.

Інформаційні ресурси:

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
2. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
3. <https://www.elsevier.com/>