

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра генетики, селекції і насінництва ім. професора М.О. Зеленського

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету

_____ (О.Л. Тонха)

“ ____ ” _____ 2021 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри генетики, селекції
і насінництва ім. проф. М.О. Зеленського

Протокол № ____ від “ ____ ” ____ 2021 р.

В.о. завідувача кафедри

_____ О.С. Макарчук

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДНК-ТЕХНОЛОГІЇ У СЕЛЕКЦІЇ І НАСІННИЦТВІ

спеціальність 201 Агрономія

освітня програма Селекція і генетика сільськогосподарських культур

Факультет агробіологічний

Розробники: старший викладач, кандидат біологічних наук, Вдовиченко Ж.В.

Київ – 2021 р.

1. Опис навчальної дисципліни ДНК-технології в селекції і насінництві

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>Магістр</i>	
Спеціальність	<i>201 Агрономія</i>	
Освітня програма	<i>Селекція і генетика с.-г. культур</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	180	
Кількість кредитів ECTS	6	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота) (за наявності)		
Форма контролю	<i>Екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	
Семестр	3	
Лекційні заняття	30 год.	
Практичні, семінарські заняття	30 год.	
Лабораторні заняття	год.	
Самостійна робота	120 год.	
Індивідуальні завдання	год.	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	6 год.	

1. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є ознайомлення студентів із особливостями молекулярної організації геному рослин, методами молекулярної біології у селекції рослин та насінництві, базовими поняттями та сучасними методами генетичної інженерії рослин, перевагами та недоліками застосування продуктів генетичної інженерії у рослинництві.

Завдання: ознайомитись із асортиментом комерційних генно-модифікованих сортів рослин, навчитися оцінювати наслідки використання генно-модифікованих сортів у господарстві, розуміти можливості використання генної інженерії для покращення сортів сільськогосподарських культур, мати уявлення про методи їх створення, молекулярні інструменти для генетичної трансформації, правила організації роботи у генно-інженерній лабораторії.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- особливості молекулярної організації геному рослин;
- асортимент комерційних генно-модифікованих сортів рослин;
- потенційні ризики вирощування генно-модифікованих сортів рослин;
- законодавчу базу щодо вирощування і використання генно-модифікованих сортів рослин в Україні;
- методи створення генно-модифікованих рослин та асортимент відповідних молекулярних інструментів;
- правила організації роботи у генно-інженерній лабораторії;

вміти:

- оцінювати переваги та недоліки застосування продуктів генетичної інженерії у господарстві;
- виконувати лабораторні процедури з виділення ДНК, трансформації модельних організмів;
- володіти методом ПЛР для підтвердження трансгенної природи рослинних об'єктів;
- розробляти програми для створення генно-модифікованих сортів із заданими якостями.

Набуття компетентностей:

загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу, синтезу.

ЗК3. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК4 Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК5 .Здатність розробляти проекти та управляти ними.

ЗК6. Прагнення до збереження навколишнього середовища

фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

СК2. Здатність аналізувати та оцінювати сучасні проблеми, перспективи розвитку та науково-технічну політику в сфері агрономії.

СК3. Здатність створювати нові технології та застосовувати сучасні технології агрономії, враховуючи їх особливості та користуючись передовим досвідом їх впровадження, розробляти наукові основи технологій вирощування сільськогосподарських культур.

СК5. Здатність розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах на основі спеціалізованих концептуальних знань, що включають сучасні наукові здобутки у сфері агрономії

СК6. Здатність презентувати результати професійної та наукової діяльності фахівцям і нефахівцям.

СК7. Здатність самостійно організовувати та проводити наукові дослідження з використанням загальноприйнятих методів і стандартів ґрунтових і рослинних зразків.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної форми навчання;

Змістовий модуль 1. Особливості організації геному рослин

Тема лекційного заняття 1. Рослинні гени і геноми.

Будова та функції ДНК і РНК. Організація геномів еукаріот. Кодуючі та некодуючі послідовності. Мобільні елементи. Організація хроматину. Центромери і теломери. Геном органел.

Тема лекційного заняття 2. Транскрипція рослинних генів.

Рослинні РНК-полімерази. Транскрипційні фактори та контроль їх активності. Маленькі РНК. Експресія генів.

Тема лекційного заняття 3. Від РНК до білків.

Процесинг і транспорт РНК. Трансляція РНК. Згортання і транспорт білків. Деградація білків.

Тема лекційного заняття 4. Методи вивчення геномів.

Картування та клонування генів. Фізичне та генетичне картування. Цитогенетичні дослідження (FISH, GISH). Секвенування ДНК. Обробка даних, отриманих у результаті секвенування ДНК.

Тема лекційного заняття 5. Генетична структура сортів перехресно- і самозапильних культур, та сортів рослин, що розмножуються вегетативно.

Генетична структура сортів перехреснозапильних та самозапильних культур. Типи гібридів. Інбридинг. Цитоплазматична чоловіча стерильність. Генетична структура сортів культурних рослин, що розмножуються вегетативно. Вплив явища поліплоїдії на структуру сортів культурних рослин, що розмножуються вегетативно.

Змістовий модуль 2. Генетична інженерія – сучасна методологія створення нових сортів рослин.

Тема лекційного заняття 1. Вступ у генетичну інженерію.

Сутність поняття «генетична інженерія». Предмет та завдання генетичної інженерії. Спектр генно-модифікованих сортів, що використовуються у світі, їх розповсюдження та застосування. Проблеми безпеки ГМ-рослин для людини і навколишнього середовища. Стан справ із застосуванням генно-модифікованих сортів в Україні. Законодавчі акти, що регламентують застосування генно-модифікованих сортів в Україні. Кількісне визначення вмісту ДНК.

Тема лекційного заняття 2. Біологічні системи, що використовуються в генетичній інженерії.

Використання мікроорганізмів *Escherichia coli*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Agrobacterium tumefaciens* та ін. у генетичній інженерії рослин. Особливості їх життєдіяльності та організації їх геномів.

Тема лекційного заняття 3. Ферментативний апарат для роботи з ДНК.

Ендонуклеази рестрикції (рестриктази), лігази, лужна фосфатаза, зворотна транскриптаза, ДНК-полімераза та ін. ферменти генетичної інженерії, їх призначення. Специфічність рестриктаз, утворення «липких кінців».

Тема лекційного заняття 4. Вектори генетичної інженерії рослин.

Клонуючі та експресуючі вектори. Плазмідні, космідні, вірусні вектори. Човникові вектори. Полілінкер.

Тема лекційного заняття 5. Методи виділення генів.

Створення і скринінг бібліотек. ДНК-зонди. Методи синтезу генів.

Змістовий модуль 3. Трансформація рослин та напрямки її використання у рослинництві.

Тема лекційного заняття 1 Технології створення трансгенних рослин.

Методи генетичної трансформації рослинних клітин. Роль *Agrobacterium tumefaciens* у трансформації рослин. Генетична карта Ті-плазмиди. Метод бомбардування мікрочастинками. Селективні, репортерні та цільові гени. Енхансерні послідовності. Тканиноспецифічні промотори.

Тема лекційного заняття 2. Методи аналізу генетично змінених рослин.

Застосування полімеразної ланцюгової реакції. Саузерн, нозерн, вестерн-блот гібридизація.

Тема лекційного заняття 3. Напрямки використання технології генетичної трансформації у рослинництві.

Напрямки застосування трансгенних рослин. Етичні та законодавчі аспекти. Використання для фундаментальних досліджень. Пряма та зворотна генетика. Вивчення регуляції експресії генів. Спрямований мутагенез.

Тема лекційного заняття 4. Зміна господарсько-цінних ознак рослин.

Створення рослин, стійких до шкідників, вірусів, гербіцидів. Створення рослин, стійких до абіотичних стресів. Зміна харчової цінності та смакових якостей рослин. Зміна забарвлення квіток. Рослини як біореактори.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	ти ж ні	у сь ого	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	ін д	с.р.		л	п	лаб	ін д	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Особливості організації геному рослин														
Тема 1. Рослинні гени і геноми.		12	2	2			8							
Тема 2. Транскрипція рослинних генів.		12	2	2			8							
Тема 3. Від РНК до білків.		12	2	2			8							
Тема 4. Методи вивчення геномів.		12	2	2			8							

Тема 5. Генетична структура сортів перехресно- та самоzapильних культур та сортів рослин, що розмножуються вегетативно.		12	2	2			8						
Разом за змістовим модулем 1		60	10	10			40						
Змістовий модуль 2. Генетична інженерія – сучасна методологія створення нових сортів рослин													
Тема 1. Вступ у генетичну інженерію.		12	2	2			8						
Тема 2. Біологічні системи, що використовуються в генетичній інженерії.		12	2	2			8						
Тема 3. Ферментативний апарат для роботи з ДНК.		12	2	2			8						
Тема 4. Вектори генетичної інженерії рослин.		12	2	2			8						
Тема 5. Методи виділення генів.		12	2	2			8						
Разом за змістовим модулем 2		60	10	10			40						
Змістовий модуль 3. Трансформація рослин та напрямки її використання у рослинництві.													
Тема 1. Технології створення трансгенних рослин.		24	4	4			16						
Тема 2. Методи аналізу генетично змінених рослин.		12	2	2			8						
Тема 3. Напрямки використання технології генетичної трансформації у рослинництві.		12	2	2			8						
Тема 4. Зміна господарсько-цінних ознак рослин.		12	2	2			8						
Разом за змістовим модулем 2		60	10	10			40						
Усього годин		180	30	30			120						

3. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Виділення геномної ДНК з модельної рослини	2
2	Розв'язування задач на будову ДНК, реплікацію	4
3	Розв'язування задач на транскрипцію і трансляцію з використанням таблиці генетичного коду	2
4	Розмноження бактеріальних штамів та поводження з ними	2
5	Рестрикційний аналіз ДНК	2
6	Розв'язування задач на рестрикційний аналіз	2
7	Проведення реакції дефосфорилування	2
8	Проведення реакції лігирування	2
9	Трансформація бактерій <i>E.coli</i> плазмідною ДНК	2
10	Отримання протопластів рослин	2
11	Розрахунок ПЛР-суміші та добір режиму для ПЛР	2
12	Проведення полімеразної ланцюгової реакції	2
13	Гель-електрофорез	2
14	Добір праймерів для ПЛР із використанням доступного програмного забезпечення	2

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

6. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

1. Бактерія, що послужила джерелом Ti-плазмиди для трансформації рослин а) *Saccharomyces cerevisiae* б) *Escherichia coli* в) *Agrobacterium tumefaciens* г) *Erysiphe graminis*
2. Прокаріоти а) організми без ядра клітини, також без будь-яких інших мембранних органел, таких як мітохондрії чи ендоплазматична сітка б) організми, що мають клітинні ядра і можуть бути як одноклітинними, так і багатоклітинними в) одноклітинні водорості та гриби г) регуляторні ділянки

- ДНК, розташовані перед відкритою рамкою зчитування гену або на початку оперону
3. Оператор а) послідовність нуклеотидів ДНК, з якою зв'язується регуляторний білок – репресор або активатор б) працівник, що проводить маніпуляції з рослинами, з метою перенесення в них нових генів в) регуляторний білок, що зв'язується з термінатором і пригнічує експресію одного або декількох генів г) прилад для маніпуляції з рослинами, з метою перенесення в них нових генів
 4. Репресор а) регуляторний білок, що зв'язується з оператором і пригнічує експресію одного або декількох генів б) ген, що пригнічує прояв рецесивної ознаки в) регуляторна ділянка ДНК, що розпізнається РНК-полімеразою і необхідна для початку транскрипції гену г) процес самовідтворення ДНК
 5. Оперон а) функціональна одиниця ДНК, що містить кластер генів під контролем одного промотору б) білок, що контролює рівень транскрипції гена в) короткий фрагмент ДНК, який містить багато сайтів рестрикції і є стандартним елементом плазмід г) прилад для маніпуляції з рослинами, з метою перенесення в них нових генів
 6. Регуляторна ділянка ДНК, що розпізнається РНК-полімеразою і розташована перед відкритою рамкою зчитування гену або на початку оперону. Необхідна для початку транскрипції цього гену або оперону а) регулятор б) промотор в) *ori*-сайт г) оперон
 7. Трансформація а) генетична модифікація клітини шляхом введення і подальшої експресії в ній чужинного генетичного матеріалу (ДНК) б) процес набуття клітиною ознак певного типу, що відрізняється морфологічно, але не генетично, від початкової клітини в) мінливість, викликана дією на організм мутагенів, внаслідок чого виникають мутації г) процес синтезу РНК з використанням ДНК як матриці, що відбувається у всіх живих клітинах
 8. Плазміда а) молекула ДНК, окрема від хромосомної ДНК, що здатна до автономної реплікації, вона звичайно кільцева і дво-ланцюжкова б) вірус, що уражує бактерію *E.coli* в) вміст рослинної або бактеріальної клітини, за винятком зовнішньої клітинної оболонки (клітинної стінки), однак разом з клітинною (плазматичною) мембраною г) одиниця спадкового матеріалу, що відповідає за формування певної елементарної ознаки у клітині
 9. Бактеріофаг а) вірус бактерії б) молекула ДНК, окрема від хромосомної ДНК, що здатна до автономної реплікації, вона звичайно кільцева і дволанцюжкова в) молекула ДНК, що використовується в якості засобу для штучного перенесення чужинного генетичного матеріалу в іншу клітину, де вона може відтворюватися і експресуватися г) одноклітинні організми, для яких характерна наявність клітинної стінки, цитоплазми, різних включень, відсутність ядра, мітохондрій, пластид та інших органел
 10. Ендонуклеази рестрикції (рестриктази) а) група ферментів класу ендонуклеаз, що розрізають подвійну спіраль ДНК б) молекули ДНК, що використовуються в якості засобу для штучного перенесення чужинного генетичного матеріалу в іншу клітину, де вони можуть відтворюватися і експресуватися в) ферменти, що з'єднують разом дволанцюжкові молекули

- ДНК, що мають розриви в обох ланцюжках ДНК г) лінійні полісахариди, що отримують з агара, що застосовуються для приготування гелів
11. Вектор а) молекула ДНК, що використовується в якості засобу для штучного перенесення чужинного генетичного матеріалу в іншу клітину, де вона може відтворюватися і експресуватися б) коротка послідовність нуклеотидів в молекулі ДНК, яка розпізнається ферментом рестриктазою в) короткий фрагмент ДНК, який містить багато сайтів рестрикції г) молекула ДНК, окрема від хромосомної ДНК, що здатна до автономної реплікації, вона звичайно кільцева і дволанцюжкова
 12. Сайт розпізнавання ендонуклеази рестрикції (сайт рестрикції) а) коротка послідовність нуклеотидів в молекулі ДНК, яка розпізнається ферментом рестриктазою б) фрагмент плазмиди, без якого її реплікація у клітині-господарі була би неможливою в) елемент Т-ДНК, необхідний для інтеграції в клітинну ДНК рослин г) перенесений у геном рослини ген, за допомогою якого трансформована рослина набуває бажаної господарської ознаки
 13. Комплементарні один одному, виступаючі, одноланцюгові ділянки дволанцюжкових фрагментів ДНК а) «липкі» кінці б) «тупі» кінці в) ізошизомери г) сайти для гомологічної рекомбінації
 14. Ізошизомери а) ендонуклеази рестрикції, які розпізнають одну й ту ж послідовність б) ендонуклеази рестрикції, які розщеплюють в різних положеннях в межах одного сайту розпізнавання в) ендонуклеази рестрикції, які розщеплюють в різних положеннях в межах одного сайту розпізнавання г) ферменти що, відщеплюють фосфат від деяких типів молекул, наприклад, нуклеотидів
 15. Ендонуклеази рестрикції, які розщеплюють в різних положеннях в межах одного сайту розпізнавання а) неошизомери б) ізошизомери в) ізокаудомери г) суїцидні білки
 16. Фермент, що з'єднує разом дволанцюжкові молекули ДНК, що мають розриви в обох ланцюжках ДНК а) ДНК-лігаза б) транспозаза в) лужна фосфатаза г) ендонуклеаза
 17. Фермент що, відщеплює фосфат від деяких типів молекул, наприклад, нуклеотидів і проявляє найбільшу активність в лужному середовищі а) лужна фосфатаза б) ДНК-лігаза в) суїцидний білок г) ДНК-полімераза
 18. Гель-електрофорез а) аналітичний метод хімії і молекулярної біології для розділення різних видів молекул у гелі під впливом електричного поля б) метод прямого введення ДНК за рахунок створення пор в ліпідній мембрані клітини під дією електричного поля в) метод переносу колоній мікроорганізмів з однієї чашки Петрі на іншу за допомогою оксамитової або іншої спеціальної «печатки» з повним збереженням вихідного взаємного розташування колоній г) метод, за допомогою якого можливо отримати гібридні клітини та рослини, і який не передбачає статевого схрещування
 19. Полісахарид, що входить до складу гелю для електрофорезу а) агароза б) целюлоза в) крохмаль г) глюкоза

20. Фрагмент плазмиди, без якого її реплікація у клітині-господарі була б неможливою а) сайт початку реплікації б) гени стійкості до антибіотиків в) сайт для гомологічної рекомбінації г) *vir*-гени
21. Якщо дві і більше плазмиди не можуть співіснувати в одній і тій же клітині, то вони належать до а) однієї групи несумісності б) різних видів бактерій в) різних груп несумісності г) до геномної ДНК
22. Компетентна клітина а) клітина у певному фізіологічному стані, здатна до сприйняття екзогенної ДНК б) клітина, в якій відбулася вставка чужинної ДНК в) клітина, що здатна рости на селективному поживному середовищі г) клітина, що має гени стійкості до антибіотика
23. Способи індукції компетентності клітин а) тепловий шок, обробка CaCl_2 б) обробка антибіотиком, тепловий шок в) додавання до середовища IPTG, обробка CaCl_2 г) обробка антибіотиком, додавання до середовища IPTG
24. Частота, з якою відбувається трансформація клітин а) 1 з 10 б) 1 з 100 в) 1 з 1000 г) 1 з 10000
25. Перенос колоній мікроорганізмів з однієї чашки Петрі на іншу за допомогою оксамитової або іншої спеціальної «печатки» з повним збереженням вихідного взаємного розташування колоній називається а) метод відбитків а) клітинна селекція в) субкультування г) метод колонізації
26. Короткий фрагмент ДНК, який містить багато сайтів рестрикції і є стандартним елементом плазмід, що використовуються в молекулярному клонуванні а) полілінкер б) *ori*-сайт в) вектор г) енхансер
27. Суїцидний білок а) вбиває клітину і кодується геном, вмонтованим у вектор для полегшення відбору трансформованих клітин б) вбиває клітину і додається у поживне середовище для полегшення відбору трансформованих клітин в) синтезує *Agrobacterium tumefaciens* для індукції розвитку корончатих галів у рослини г) синтезує рослина у відповідь на зараження *Agrobacterium tumefaciens*
28. Човниковий вектор а) рослинна клітина, позбавлена клітинної стінки за допомогою ферментативної руйнації або механічно б) позахромосомний генетичний елемент, який здатний до тривалого автономного існування та редуплікації в клітині в) фрагмент тканини або органа, що використовується для вирощування *in vitro* самостійно або для одержання первинного калюсу г) плазмідний вектор, що дозволяє експресувати включений в нього ген в двох і більше різних типах організмів
29. Тотипотентність а) здатність окремих клітин реалізовувати власну генетичну інформацію, яка забезпечує їх диференціювання і розвиток до цілого організму б) процес виникнення і розвитку органів, систем і частин рослинного організму в) відновлення втрачених або пошкоджених тканин (органів), цілого організму з його частини г) процес розвитку і формування клітин, органів, частини організму в онтогенезі в природі та в культурі *in vitro*, що супроводжується диференціюванням клітин і тканин
30. Трансгенні рослини а) рослини, отримані за допомогою методів генної інженерії і містять ДНК, що походить з іншого виду б) рослини, що виникли внаслідок регенерації з клітин, що несуть генетичні зміни і розвиваються в

- культури *in vitro* в) фрагмент тканини або органа рослини, що використовується для вирощування *in vitro* самостійно або для одержання первинного калюсу г) рослини, отримані внаслідок схрещування особин, що належать до різних видів
31. Основні напрямки генетичної інженерії рослин: отримання трансгенних рослин із господарсько цінними ознаками; використання трансгенних рослин для виробництва економічно важливих білків та інших речовин; отримання трансгенних рослин для дослідження дії генів в процесі життєдіяльності а) в генетичній інженерії є тільки перший напрямок б) є перший і другий напрямки в) є другий і третій напрямки г) є всі напрямки
 32. Фрагмент ДНК Ті-плазмиди *Agrobacterium*, що містить гени необхідні для вбудовування в ядерний геном клітини-господаря при індукції пухлини (корончатого галла) у рослини а) Т-ДНК б) *ori*-сайт в) *vir*-гени г) гени стійкості до антибіотиків
 33. Структура, яка індукує пухлини у рослин і походить з ґрунтової бактерії *Agrobacterium tumefaciens* а) Ті-плазміда б) корончатий галл в) опіни г) селективний ген
 34. Речовина, яку виділяють поранені рослини. Використовується для полегшення проникнення Ті-плазмиди в клітини рослин а) ацетосирингон б) колхіцин в) ефірні масла г) опіни
 35. Гени вірулентності (*vir*-гени) а) гени, які кодують синтез білка, який має продукувати трансформована рослина б) гени Ті-плазмиди, що спрямовують метаболічний шлях рослини на синтез октопіну в) гени вірусів, що кодують синтез їх білкової оболонки г) гени Ті-плазмиди, призначені для транспорту та інтеграції Т-ДНК в геном рослини
 36. Речовини, синтез яких у рослині індукує природна Ті-плазміда а) ауксини, цитокініни, опіни б) антибіотики, ауксини, опіни в) цитокініни, АТФ, опіни г) антибіотики, АТФ, лігаза
 37. Селективний маркерний ген а) поліморфна ознака, що виявляються методами молекулярної біології на рівні нуклеотидної послідовності ДНК б) одиниця спадкового матеріалу, що відповідає за формування певної елементарної ознаки. Являє собою ділянку молекули ДНК, що містить інформацію для синтезу РНК в) перенесений у геном рослини ген, за допомогою якого трансформована рослина набуває бажаної господарської ознаки г) ген, що забезпечує клітині можливість виживання на певному селективному середовищі, наприклад, у присутності антибіотиків
 38. Елемент Т-ДНК, необхідний для інтеграції в ДНК рослини а) права фланкуюча послідовність Т-ДНК б) *vir*-гени в) Ті-плазміда г) тРНК
 39. Векторна система для трансформації рослин, заснована на використанні двох плазмід: векторної плазмиди, в якій клонується чужинна ДНК, і Ті-плазмиди-помічника, яка забезпечує вірулентність а) бінарна векторна система б) човниковий вектор в) коінтегративна векторна система г) права фланкуюча послідовність Т-ДНК
 40. Векторна система, що складається з двох компонентів: клонуючого вектора із ділянкою Т-ДНК і клонованим геном і неонкогенної Ті-плазмиди. Після

введення в клітину *Agrobacterium* дані компоненти піддаються гомологічній рекомбінації з утворенням однієї гібридної плазмиди, готової до перенесення в рослинну клітину а) коінтегративна векторна система б) бінарна векторна система в) система для гель-електрофорезу г) сайт для гомологічної рекомбінації

41. Сайт для гомологічної рекомбінації а) фрагмент ДНК, необхідний для об'єднання двох плазмід в одну у коінтегративній векторній системі б) короткий фрагмент ДНК, який містить багато сайтів рестрикції в) невелика ділянка ДНК, яка після зв'язування з нею факторів транскрипції, стимулює транскрипцію з основних промоторів гена г) ділянка у молекулі ДНК, на якій ініціюється синтез плазмиди
42. Протопласт а) вміст рослинної або бактеріальної клітини, за винятком зовнішньої клітинної оболонки (клітинної стінки), однак разом з клітинною (плазматичною) мембраною б) вміст рослинної або бактеріальної клітини, за винятком ядра, однак разом з клітинною (плазматичною) мембраною в) вид пластид, що є попередниками хлоропластів г) сукупність всіх хлоропластів, хромопластів та лейкопластів рослинної клітини
43. Методи, найчастіше використовувані для трансформації однодольних і дводольних рослин а) біолістика - для однодольних, трансформація за допомогою *Agrobacterium tumefaciens* - для дводольних б) трансформація за допомогою *Agrobacterium tumefaciens* - для однодольних, біолістика - для дводольних в) злиття протопластів - для однодольних, соматична гібридизація - для дводольних г) соматична гібридизація - для однодольних, злиття протопластів - для дводольних
44. Бомбардування мікрочастинками (біолістика) а) метод прямого введення ДНК за рахунок створення пор в ліпідній мембрані клітини під дією електричного поля б) біологічний процес трансформації бактеріями і грибами (мікро- та макроміцети) високомолекулярних вуглецевих сполук в) генетична модифікація клітини шляхом введення і подальшої експресії в ній чужорідного генетичного матеріалу (ДНК) г) метод прямого введення ДНК в клітину шляхом бомбардування мікрочастинками, вкритими ДНК
45. Репортерний ген а) одиниця спадкового матеріалу, що відповідає за формування певної елементарної ознаки. Являє собою ділянку молекули ДНК, що містить інформацію для синтезу РНК б) ген, який приєднують до регуляторних послідовностей інших генів і продукт якого легко детектується, для дослідження проявів генів в культурах клітин в) короткий фрагмент нуклеїнової кислоти або пов'язана молекула, що служить початковим пунктом реплікації ДНК. Потрібний через те, що ДНК-полімераза не може почати синтез нової молекули ДНК з одноланцюгової матриці г) ген, що займає однаковий локус з парним геном в гомологічних хромосомах і відповідає за розвиток альтернативної ознаки
46. Електропорація а) вирощування трансформованих рослин при дотриманні необхідних умов освітлення у світловій кімнаті б) метод, що застосовується для розділення фрагментів ДНК за розміром (довжиною) під впливом сил електричного поля в) система організаційних та технічних заходів і засобів,

- що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму г) метод прямого введення ДНК за рахунок створення пор в ліпідній мембрані клітини під дією електричного поля
47. Репортерний ген, присутність якого у трансформованих клітинах можна виявити за появою синього забарвлення у рослин за умови додавання у поживне середовище відповідного субстрату а) GUS-ген б) *vir*-ген в) T-ДНК г) ген стійкості до тетрацикліну
48. Конститутивний промотор а) нерегульований промотор, що забезпечує постійну транскрипцію контролюваного ним гена б) промотор, що контролює експресію чужинних білків у специфічних клітинах на певних стадіях росту і розвитку рослин в) невелика ділянка ДНК, яка після зв'язування з нею факторів транскрипції, стимулює транскрипцію з основних промоторів гена г) амінокислотна послідовність, що визначає закінчення процесу трансляції
49. Тканиноспецифічний промотор а) промотор, що контролює експресію чужинних білків у специфічних клітинах на певних стадіях росту і розвитку рослин б) нерегульований промотор, що забезпечує постійну транскрипцію контролюваного ним гена в) амінокислотна послідовність, що визначає закінчення процесу трансляції г) нуклеотидна послідовність ДНК, відповідальна за припинення транскрипції
50. Невелика ділянка ДНК, яка після зв'язування з нею факторів транскрипції, стимулює транскрипцію з основних промоторів гена а) полілінкер б) термінатор в) енхансер г) матрична ДНК
51. Метод генної інженерії, що полягає в одночасній трансформації клітин-господарів двома рекомбінантними ДНК різних типів: зазвичай одна є векторною плазмідною, що несе селективний маркер, а інша - векторною плазмідною без селективного маркера а) котрансформація б) спонтанна трансформація в) вирощування клітин на селективному середовищі г) клітинна селекція
52. Спосіб отримання безмаркерних трансгенних рослин а) перенесення рослин зі стерильних умов в умови теплиці з метою поступової втрати маркерних генів б) вирізування послідовностей маркерних генів за допомогою рестриктази в) котрансформація рослин різними плазмідними векторами, один з яких містить маркерний ген, а другий - ген інтересу г) спрямована модифікація геному клітини за допомогою очищеної або рекомбінантної ДНК із клітини іншого генотипу
53. Сімейства повторюваних елементів ДНК розміром від 1 до 20 тис. пар основ, що мають здатність переміщуватися в геномі з одного сегменту хромосоми в інший а) транспозони б) полілінкери в) транскриптази г) рибосомні гени
54. Каллюс а) бічна тканина рослин, що складається з недиференційованих клітин, і знаходиться у частинах рослин, де відбувається ріст б) сукупність клітин, не обов'язково ідентичних, але спільного походження, що разом виконують спільну функцію в) тканина, що утворюється у рослин на місці поранення та сприяє заживленню ран г) тканина внутрішнього середовища

- багатоклітинних організмів, що складається з приблизно однакових неполяризованих клітин
55. Молекулярне клонування а) процес синтезу дочірньої молекули ДНК на матриці батьківської молекули ДНК. В ході подальшого поділу материнської клітини кожна дочірня клітина отримує по одній копії молекули ДНК, яка є ідентичною ДНК вихідної материнської клітини б) масове безстатеве розмноження рослин в культурі *in vitro*, при якому отримані рослини ідентичні до вихідної батьківської форми в) група методів у молекулярній біології та біотехнології, пов'язаних зі створенням багаточисельних клонів цінних генотипів рослин г) група методів у молекулярній біології та біотехнології, пов'язаних зі створенням рекомбінантних молекул ДНК і отриманням багатьох копій цієї молекули з використанням живих організмів
56. Сигнальна послідовність білка а) амінокислотна послідовність, що визначає закінчення процесу трансляції б) амінокислотна послідовність, що визначає напрямок транспорту білка в клітині після трансляції в) одиниця генетичного коду, три послідовно розташовані нуклеотидні залишки в ДНК або РНК, що кодують включення однієї амінокислоти г) біохімічний маркер, що разом з іншими маркерами служить для диференціації сортів рослин
57. Експресія гена а) процес, при якому спадкова інформація генів (нуклеотидна послідовність) використовується для синтезу функціонального продукту: білка або РНК б) кількісний показник фенотипової мінливості прояву гена в) взаємодія генів, при якій активність одного гена перебуває під впливом варіацій інших генів г) процес при якому відбувається припинення синтезу продукту функціонального гена
58. Фермент, який кодується транспозонами і який каталізує вирізування, перенос і вбудовування цих рухливих елементів в клітинну ДНК а) транспозаза б) транскриптаза в) ДНК-аза г) лігаза.

7. Методи навчання.

Програмою курсу передбачено читання лекцій, проведення практичних занять, самостійна робота студентів, проведення дискусій.

З метою формування професійних компетенцій широко впроваджуються інноваційні методи навчання, а саме, використання презентацій із детальними наочними ілюстраціями, відеоматеріалами, виконання комп'ютерних тестів, проведення опитувань думки у відповідних програмах, тощо), доступне програмне забезпечення, розроблене для молекулярних досліджень.

8. Форми контролю.

Рівень знань студентів з дисципліни буде оцінюватись із застосуванням поточного контролю (здача 3-х змістових модулів), аналізу виконання домашніх завдань, усного опитування та підсумкової атестації (здача іспиту). За активну і сумлінну роботу протягом семестру, передбачається підвищення рейтингу з дисципліни за допомогою додаткових балів.

9. **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 27.12.2019 р. № 1371)

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): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

11. Методичне забезпечення

Шлык-Кернер О.В. Основы генетической инженерии: лабораторный практикум. Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 2012. 56с.

12. Рекомендована література

– основна;

1. Гиль М.І., Сметана О.Ю., Юлевич О.І. та ін. Молекулярна генетика та технології дослідження генома, 2015, Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 318 с.
2. Сиволоб А. В. Молекулярна біологія, К. : «Київський університет», 2008, 384 с.
3. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология, 2002, Москва, “Мир”, - 589 с.
4. Grotewold E., Chappell J., Kellogg E. Plant genes, genomes, and genetics, 2015, USA: JohnWiley & Sons, 261 p.
5. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия: учеб.-справ. Пособие. –3-е издание испр. и доп. —Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2008.

– допоміжна.

1. Т.М. Димань, М.В. Козловська, Р.В. Облап, О.В. Дубін, О.І. Кравченко Генетично модифіковані сільськогосподарські культури: прогрес, проблеми, перспективи. —К.: Проблеми інноваційно-інвестиційного розвитку, 2013.

2. А. Заид, Х.Г. Хьюз, Э. Порчедду, Ф. Николас Словарь терминов по биотехнологии для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Научно-исследовательский и технический документ ФАО. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций Рим, 2008, 381 с.
3. Ермишин А.П. Генетически модифицированные организмы. Мифы и реальность. —Минск: Тэхналогія, 2004.
4. Ермишин А.П. Биотехнология. Биобезопасность. Биоэтика Мн.: Тэхналогія, 2005. —430 с.
5. Lodish H., Berk A., Kaiser C. et al. Molecular cell biology, 8th Edition, 2016, New York: W.H.Freeman Macmillan Learning, 1166 p.
6. Glick B.R., Pasternak J.J., Patten C.L. Molecular biotechnology: principles and applications of recombinant DNA, 4th Edition, Washington, DC, ASM Press, 2010.

13. Інформаційні ресурси

1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> (ресурс наукової літератури)
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide> (база даних нуклеотидних послідовностей National Center for Biotechnology Information)
4. <http://www.arabidopsis.org/> (ресурс, присвячений генетиці і геноміці арабідопсиса)
5. <http://www.bioinformatics.org/sms2/> (програмне забезпечення для маніпуляцій із послідовностями ДНК та білків)
6. [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1439-0523](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1439-0523) (науковий журнал)
7. http://www.fao.org/index_en.htm (міжнародна організація ФАО)
8. <http://molbiol.ru/> (ресурс присвячений молекулярній біології)
9. <https://www.youtube.com/watch?v=4bjerYxOTbU> (відео реплікації ДНК)
10. <https://www.youtube.com/watch?v=I9ArIJWYZHI> (відео реплікації ДНК)
11. <https://www.youtube.com/watch?v=kmrUzDYAmEI&t=7s> (відео трансляції – синтез білку)
12. https://www.youtube.com/watch?v=TfYf_rPWUdY&t=90s (відео трансляції – синтез білку)
13. <https://www.youtube.com/watch?v=iQsu3Kz9NYo> (відео «Полімеразна ланцюгова реакція»)