

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра біотехнології та хімії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 Таміла РОМАШКО

« 02 » вересня 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(обов'язкова навчальна дисципліна)

Основи біотехнології рослин

освітньо-професійна програма «Біотехнології та біоінженерія»

спеціальність 162 «Біотехнологія та біоінженерія»

галузь знань 16 «Хімічна та біоінженерія»

освітній ступінь Бакалавр

факультет / інститут Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології

Полтава
2022 – 2023 н.р.

Робоча програма навчальної дисципліни Основи біотехнології рослин для
здобувачів вищої освіти

за освітньо-професійною програмою «Біотехнології та біоінженерія»

спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Мова викладання Державна

Розробник(и): Сергій КОРИННИЙ, доцент кафедри біотехнології та хімії,
кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

«02» вересня 2022 року

Розробник(и)  (Сергій КОРИННИЙ)

Схвалено на засіданні кафедри біотехнології та хімії
протокол від «02» вересня 2022 року № 1

Погоджено гарантом освітньої програми «Біотехнології та біоінженерія»

« 02 » вересня 2022 року  (Сергій КОРИННИЙ)
(підпис) (Власне ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

Схвалено головою РЗЯО спеціальності «Біотехнології та біоінженерія»

протокол від 02 вересня 2022 р № 1

 (Ірина КОРОТКОВА)

1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форма навчання ОП Біотехнологія та біоінженерія
Загальна кількість годин –	180
Кількість кредитів –	6
Місце в індивідуальному навчальному плані здобувача вищої освіти (<i>обов'язкова</i> чи <i>вибіркова</i>)	Обов'язкова
Рік навчання (шифр курс)	3-й 162ББ
Семестр	5
Лекції (годин)	34
Лабораторні (годин)	26
Самостійна робота (годин)	124
у т. ч. індивідуальні завдання (вказати форму), годин	-
Форма семестрового контролю	екзамен

2. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Перелік дисциплін, які передують її вивченню: цикл природничих дисциплін:
Біологія клітин і тканин, загальна біотехнологія.

3. Заплановані результати навчання

Мета вивчення навчальної дисципліни: Метою вивчення навчальної дисципліни є засвоєння її теоретичних основ і формування відповідних навичок. Спеціальна частина навчальної дисципліни дає можливість оволодіти основними методами та навичками роботи з культурою рослин *in vitro*, отримання трансгенних рослин та рослин стійких до гербіцидів, хвороб, несприятливих умов навколишнього середовища, що необхідно для формування висококваліфікованих фахівців сільського господарства.

Основні завдання навчальної дисципліни:

Завданням навчальної дисципліни «Основи біотехнології рослин» є:

1. закріплення знань про особливості сучасних біотехнологій для прискорення науково-технічного прогресу в сільському господарстві;
2. для створення соматичних гібридів, цибридів;
3. створення генетичних конструкцій для поліпшення сільськогосподарсько-цінних рослин;
4. рослин стійких до несприятливих умов навколишнього середовища.

Компетентності:

Загальні компетентності:

K07. Прагнення до збереження навколишнього середовища

Фахові компетентності:

K26. Здатність орієнтуватися в основних біотехнологічних концепціях, і теоріях, пов'язаних з вирощуванням сільськогосподарських рослин.

Програмні результати навчання:

ПРН25. Аналізувати та впроваджувати на практиці новітні досягнення в сфері застосування біотехнології та біоінженерії в агарній галузі.

Методи навчання

за джерелом знань (МН):

МН 1 *словесні методи* 1). лекція, 4). інструктаж;
МН 2 *наочні методи* 2) демонстрування, 3) спостереження;
МН 3 *практичні методи* 3) лабораторні роботи, 5) робота з навчально-методичною літературою;

за логікою (МНЛ): МНЛ 1 *індуктивний* від часткового до загального, від конкретного до абстрактного;

МНЛ 2 *дедуктивний* від загального до часткового, від абстрактного до конкретного;

МНЛ 6 *порівняння* полягає у виявленні подібності та відмінностей між предметами і явищами;

за ступенем керівництва (МНСР): МНСР 1 *методи самостійної роботи вдома* 1) усні та письмові домашні завдання, 2) завдання самостійної роботи;

МНСР 2 *робота під керівництвом викладача* 1) самостійна робота, 3) виконання письмових робіт, 4) виконання практичних завдань;

Інноваційні методи навчання: МНІ 1 *бінарні методи* 1) словесно-інформаційний, 5) наочно-ілюстративний,

МНІ 4 *комп'ютерні і мультимедійні методи* 1) використання мультимедійних презентацій;

4. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Предмет і методи біотехнології рослин.

Передумови її виникнення. Основні напрямки та завдання сучасної біотехнології рослин. Зв'язок біотехнології з іншими дисциплінами. Використання біотехнології в рослинництві, фармакології та інших галузях народного господарства. Нові галузі промисловості, які створені на основі біотехнології. Роль біотехнології в прискоренні науково-технічного прогресу в сільському господарстві.

Тема 2. Вимоги до асептики в біотехнології рослин.

Методи аерації і стерилізації повітря. Способи очищення та стерилізації повітря для біосинтезу та виробничих приміщень. Типові технологічні прийоми стерилізації повітря. Повітряні фільтри. Принципи вибору фільтруючих матеріалів повітряних фільтрів. Оцінка ефективності очистки та стерилізації повітря. Контроль ефективності очистки та стерилізації повітря. Технологічна схема отримання стерильного повітря.

Тема 3. Поживні середовища в біотехнології.

Класифікація поживних середовищ, що використовуються у біотехнології. Підбір складу поживного середовища, розробка технологічних етапів культивування в залежності від механізмів регуляції метаболічних шляхів та фізіологічних особливостей клітин промислового штаму.

Сировинна база біотехнології. Основні джерела головних та мінорних елементів. Ростові фактори. Попередники синтезу цільового продукту. Особливості поживних середовищ для культивування клітин рослин та тканин. Принципи створення поживних середовищ, вимоги до компонентів. Підготовка поживних середовищ для виробничого біосинтезу: зберігання та дозування компонентів поживного середовища, способи стерилізації поживних середовищ. Контроль якісних показників поживних середовищ.

Тема 4. Фітогормони та їх значення в біотехнології.

Механізм дії фітогормонів. Вплив фітогормонів на генетичний апарат рослин. Біосинтез, транспорт та інактивація фітогормонів. Фітогормони в онтогенезі рослин. Фітогормональна регуляція процесів вегетативного росту, апікального домінування, диференціювання та дедиференціювання. Класифікація фітогормонів та методи їх отримання.

Тема 5. Отримання посівного матеріалу для мікроклонального розмноження ролин.

Посівний матеріал. Одержання посівного матеріалу для мікроклонального культивування. Підтримка і контроль асептичних умов. Забезпечення і контроль умов росту культур: забезпечення аерації та стерилізації повітря, контроль температурного режиму, забезпечення газо- і масообміну, контроль складу і якості поживного середовища. Контроль стану біооб'єкту.

Тема 6. Мікроклональне розмноження рослин.

Основні етапи мікроклонального розмноження рослин та оптимізація процесів на кожному етапі. Одержання безвірусного посадкового матеріалу. Прискорене мікроклональне розмноження. Культура апікальних меристем для одержання вільного від патогенів посадкового матеріалу. Оздоровлення рослин. Деякі економічні проблеми використання мікроклонального розмноження в практиці сільськогосподарського виробництва.

Тема 7. Біотехнологія культивування ізолюваних клітин і тканин.

Історія методу культури ізолюваних тканин. Принципи і теоретичні основи створення поживних середовищ. Культура експлантів коренеплодів, бульбоплодів, паренхіми серцевини стебел, гаплоїдних калюсних тканин, апікальних меристем, зародків, пиляків, зав'язей, плодів, коренів. Теоретичні питання, які вирішуються за допомогою культури ізолюваних тканин. Перспективи використання цих даних для подальшого розвитку біотехнології

Тема 8. Культура калюсної тканини.

Специфіка калюсних тканин. Вибір експлантів, підготовка і умови культивування ізолюваних клітин, тканин та органів. Поживні середовища, їх склад. Умови приготування, освітлення, температура, вологість..

Тема 9. Суспензійні культури.

Умови їх отримання та вирощування. Культивування калюсних та суспензійних культур з метою одержання речовин вторинного синтезу — алкалоїдів, глікозидів, ефірної олії, стеринів і т.д. Фактори, які впливають на синтез та накопичення вторинних метаболітів в культурі ізолюваних клітин і тканин.

Тема 10. Технологічні процеси виділення, очищення та сушки продуктів вторинного синтезу.

Концентрація, виділення та очищення цільового продукту вторинного синтезу. Принципи та типові технологічні рішення виділення цільових продуктів біосинтезу. Обґрунтування та вибір способів виділення в залежності від характеристик продукту та місця його локалізації. Способи концентрування біомаси: відстоювання, флотація, осадження в полі штучно створених гравітаційних сил. Способи розділення твердої та рідкої фаз культуральної рідини: фільтрування, центрифугування, сепарування. Попередня обробка клітинних суспензій. Екстракція цільового продукту. Мембранні методи: діаліз, електродіаліз. Баромембранні способи: мікрофільтрація, ультрафільтрація, зворотний осмос. Методи осадження білків: органічними розчинниками, солями, вибірковою рН-та Т-денатурацією, в ізоелектричній точці. Розділення та очищення продукту методами адсорбції.

Тема 11. Стабілізація і фасування цільового продукту вторинного синтезу. Випробування продуктів.

Отримання кінцевої форми продуктів вторинного синтезу. Стабілізація продукту. Наповнювачі та стабілізатори активності БАР. Термочутливість та ксерочутливість продуктів вторинного синтезу. Способи сушки продуктів. Вакуум-висушування, розпилююча та сублімаційна сушка. Вибір способу в залежності від характеристик субстанції, що висушується, та вимог до готового продукту. Контроль у виробництві продуктів вторинного синтезу. Види контролю, точки контролю, якість продукції.

Тема 12. Прямий і непрямий органогенез.

Індукція органогенезу за допомогою фітогормонів та інших синтетичних регуляторів росту. Стебловий органогенез в культурі калюсної тканини вищих рослин.

Тема 13. Оздоровлення рослин за допомогою мікроклонального розмноження.

Етапи клонального мікророзмноження та оптимізація процесів на кожному етапі. Культура апікальних меристем для одержання вільного від патогенів посадкового матеріалу. Тотипотентність рослинних клітин. Типи вторинної диференціації і морфогенезу. Індукція морфогенезу за допомогою фітогормонів. Стебловий органогенез в культурі калюсної тканини. Індукція стеблового органогенезу і соматичного ембріогенезу в калюсній культурі, отримання рослин-регенерантів. Ризогенез в умовах *in vitro*. Адаптація рослин-регенерантів до зовнішніх умов. Підвищення виходу рослин-регенерантів. Мікроклональне розмноження рослин. Етапи клонального розмноження рослин та оптимізація процесів на кожному етапі. Меристемоїди та їх використання при розмноженні цінного генетичного матеріалу.

Тема 14. Застосування методів *in vitro* в селекції рослин.

Клітинна селекція рослин. Генетична варіабельність клітин, які культивуються *in vitro*, умови її виникнення. Сомаклональна мінливість. Мутагенез та селекція на рівні соматичних клітин. Досягнення та перспективи клітинної селекції у створенні нових. Перспективи використання сомаклональної мінливості: направлена селекція сома клонів, індукований мутагенез *in vitro*, трансформація і перенесення окремих генів. Мутагенез та селекція на рівні соматичних клітин. Досягнення та перспективи клітинної селекції у створенні нових сортів сільськогосподарських культур. Індукція гаплоїдії в культурі тканин. Отримання тетра- та октоплоїдних рослин в умовах *in vitro*.

Тема 15. Культура ізольованих протопластів як основа клітинної інженерії.

Умови отримання протопластів та їх культивування. Спонтанне та індуковане злиття рослинних протопластів. Соматичні гібриди та цибриди. Злиття протопластів та парасексуальна гібридизація вищих рослин. Методи селекції парасексуальних гібридів. Злиття протопластів та гібридизація віддалених видів рослин. Використання культури ізольованих протопластів у селекції рослин. Вимоги до добору експлантів для одержання протопластів.

Тема 16. Генетична інженерія.

Виділення плазмід, методи отримання чистих фракцій ДНК. Принципи клонування фрагментів ДНК. Рекombінантні ДНК. Умови створення рекombінантних ДНК. Основні напрямки генної інженерії в біотехнології. Принципи і методи генної інженерії. Генна інженерія рослин. Трансгенні рослини та методи їх одержання. Біобезпека використання трансгенних рослин

Тема 17. Етичні, правові та соціальні аспекти біотехнології рослин.

Контроль досліджень у галузі мікробних біотехнологій. Особливості контролю нешкідливості харчових продуктів та харчових добавок. Патентування біотехнологічних винаходів. Економічні та соціальні аспекти прикладної мікробіології. Контроль досліджень у галузі мікробних біотехнологій та патентування біотехнологічних винаходів. Контроль використання біотехнологічних заходів. Контроль за виробництвом та споживання харчових продуктів і харчових добавок. Запобігання ризику впровадження досягнень мікробних технологій. Контролювання вивільнення генетично модифікованих організмів у навколишнє середовище.

5. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назва тем	Кількість годин			
	Денна форма 162ББ			
	Усього	В т. ч.		
		л	лаб	ср
Тема 1. Предмет і методи біотехнології рослин.	9	2		7
Тема 2. Вимоги до асептики в біотехнології рослин.	13	2	4	7
Тема 3. Поживні середовища в біотехнології.	13	2	4	7

Тема 4. Фітогормони та їх значення в біотехнології.	13	2	4	7
Тема 5. Отримання посівного матеріалу для мікроклонального розмноження рослин.	9	2		7
Тема 6. Мікроклональне розмноження рослин.	13	2	4	7
Тема 7. Біотехнологія культивування ізольованих клітин і тканин.	13	2	4	7
Тема 8. Культура калюсної тканини.	9	2		7
Тема 9. Суспензійні культури.	9	2		7
Тема 10. Технологічні процеси виділення, очищення та сушки продуктів вторинного синтезу.	9	2		7
Тема 11. Стабілізація і фасування цільового продукту вторинного синтезу. Випробування продуктів.	10	2		8
Тема 12. Прямий і непрямий органогенез.	9	2		7
Тема 13. Оздоровлення рослин за допомогою мікроклонального розмноження.	13	2	4	7
Тема 14. Застосування методів <i>in vitro</i> в селекції рослин.	9	2		7
Тема 15. Культура ізольованих протопластів як основа клітинної інженерії.	9	2		7
Тема 16. Генетична інженерія.	11	2	2	7
Тема 17. Етичні, правові та соціальні аспекти біотехнології рослин.	9	2		7
Разом	180	34	26	120

6. Теми лабораторних занять

Назва теми	Кількість годин
	Денна форма (162ББ)
Тема 1. Вимоги до асептики в біотехнології рослин.	4
Тема 2. Поживні середовища в біотехнології.	4
Тема 3. Фітогормони та їх значення в біотехнології.	4
Тема 4. Мікроклональне розмноження рослин.	4
Тема 5. Біотехнологія культивування ізольованих клітин і тканин.	4
Тема 6. Оздоровлення рослин за допомогою мікроклонального розмноження.	4
Тема 7. Генетична інженерія	2
Разом:	26

7. Теми самостійної роботи

Назва теми	Кількість годин
	Денна форма (162ББ)
Тема 1. Предмет і методи біотехнології рослин.	7
Тема 2. Вимоги до асептики в біотехнології рослин.	7
Тема 3. Поживні середовища в біотехнології.	7
Тема 4. Фітогормони та їх значення в біотехнології.	7
Тема 5. Отримання посівного матеріалу для мікроклонального	7

розмноження ролин.	
Тема 6. Мікроклональне розмноження рослин.	7
Тема 7. Біотехнологія культивування ізольованих клітин і тканин.	7
Тема 8. Культура калюсної тканини.	7
Тема 9. Суспензійні культури.	7
Тема 10. Технологічні процеси виділення, очищення та сушки продуктів вторинного синтезу.	7
Тема 11. Стабілізація і фасування цільового продукту вторинного синтезу. Випробування продуктів.	8
Тема 12. Прямий і непрямий органогенез.	7
Тема 13. Оздоровлення рослин за допомогою мікроклонального розмноження.	7
Тема 14. Застосування методів <i>in vitro</i> в селекції рослин.	7
Тема 15. Культура ізольованих протопластів як основа клітинної інженерії.	7
Тема 16. Генетична інженерія.	7
Тема 17. Етичні, правові та соціальні аспекти біотехнології рослин.	7
Разом	120

8. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачені робочим та навчальним планом з дисципліни

9. Оцінювання результатів навчання

Програмні результати навчання	Форми контролю
ПРН25. Аналізувати та впроваджувати на практиці новітні досягнення в сфері застосування біотехнології та біоінженерії в агарній галузі.	Лабораторна робота Самостійна робота

Критерієм успішного навчання є досягнення здобувачем вищої освіти мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання.

Забезпечення тематикою дисципліни успішного опанування програмних результатів навчання для здобувачів вищої освіти (162ББ)

Теми занять	Програмні результати навчання	Разом
	ПРН25	
Тема 1. Предмет і методи біотехнології рослин.	+	1
Тема 2. Вимоги до асептики в біотехнології рослин.	+	1
Тема 3. Поживні середовища в біотехнології.	+	1
Тема 4. Фітогормони та їх значення в біотехнології.	+	1
Тема 5. Отримання посівного матеріалу для мікроклонального розмноження ролин.	+	1
Тема 6. Мікроклональне розмноження рослин.	+	1
Тема 7. Біотехнологія культивування ізольованих клітин і тканин.	+	1
Тема 8. Культура калюсної тканини.	+	1

Тема 9. Суспензійні культури.	+	1
Тема 10. Технологічні процеси виділення, очищення та сушки продуктів вторинного синтезу.	+	1
Тема 11. Стабілізація і фасування цільового продукту вторинного синтезу. Випробування продуктів.	+	1
Тема 12. Прямий і непрямий органогенез.	+	1
Тема 13. Оздоровлення рослин за допомогою мікроклонального розмноження.	+	1
Тема 14. Застосування методів <i>in vitro</i> в селекції рослин.	+	1
Тема 15. Культура ізольованих протопластів як основа клітинної інженерії.	+	1
Тема 16. Генетична інженерія.	+	1
Тема 17. Етичні, правові та соціальні аспекти біотехнології рослин.	+	1
Разом	17	17
максимальний відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни, %	17	100
мінімальний відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни, %	10	60

Критерії успішного опанування програмних результатів навчання

Програмні результати навчання	Відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни, %	Пороговий рівень оцінок, балів	
		максимальний	мінімальний
ПРН25	17	17	10
Разом	100	100	60

10. Форми контролю результатів навчання

Програмні результати навчання	Форми контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти			Разом
	Виконання лабораторних робіт та їх захист	Виконання завдань самостійної роботи	Екзамен	
ПРН25	28	52	20	100
Разом	28	52	20	100

11. Схема нарахування балів з навчальної дисципліни

Назва теми	Форми контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти			Разом
	Лабораторна робота	Самостійна робота	Екзамен	
Тема 1. Предмет і методи біотехнології рослин.		3		3
Тема 2. Вимоги до асептики в біотехнології рослин.	4	3		7
Тема 3. Поживні середовища в біотехнології.	4	3		7
Тема 4. Фітогормони та їх значення в	4	3		7

біотехнології.				
Тема 5. Отримання посівного матеріалу для мікроклонального розмноження ролин.		3		3
Тема 6. Мікроклональне розмноження рослин.	4	3		7
Тема 7. Біотехнологія культивування ізолюваних клітин і тканин.	4	3		7
Тема 8. Культура калюсної тканини.		3		3
Тема 9. Суспензійні культури.		3		3
Тема 10. Технологічні процеси виділення, очищення та сушки продуктів вторинного синтезу.		3		3
Тема 11. Стабілізація і фасування цільового продукту вторинного синтезу. Випробування продуктів.		3		3
Тема 12. Прямий і непрямий органогенез.		3		3
Тема 13. Оздоровлення рослин за допомогою мікроклонального розмноження.	4	4		8
Тема 14. Застосування методів <i>in vitro</i> в селекції рослин.		3		3
Тема 15. Культура ізолюваних протопластів як основа клітинної інженерії.		3		3
Тема 16. Генетична інженерія.	4	3		7
Тема 17. Етичні, правові та соціальні аспекти біотехнології рослин.		3		3
Екзамен			20	20
Разом	28	52	20	100

**Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти
(162 ББ) на екзамені***

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
для теоретичного питання	0	відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти
	1	Відповіді на теоретичні питання скорочені, не розкривають питання в повному обсязі, з залученням лише матеріалу конспекту лекцій, або застарілих літературних джерел.
	2	Відповіді на теоретичні питання скорочені, не розкривають питання в повному обсязі, з залученням лише матеріалу конспекту лекцій, або застарілих літературних джерел.
	3	Досить повно розкрито кожне питання,

		проявлено достатній рівень висвітлення теоретичних знань, використані літературні джерела датуються останніми роками.
	4	Теоретичне питання розкрито повністю, проте у відповіді є деякі неточності, що свідчить про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на досить високому рівні.
	5	теоретичне питання розкрито повністю, що свідчить про повне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.

**екзамен складається з 4 теоретичних питань.*

Максимальна кількість балів за екзамен – 20.

**Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти
(162 ББ) на лабораторному занятті**

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
1	2	3
Теоретичні питання	0	відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти
	1	Досить повно розкрито кожне питання, проявлено достатній рівень висвітлення теоретичних знань проте у відповіді здобувача вищої освіти наявні неточності та незначні помилки що свідчить про достатнє формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на достатньому рівні.
	2	теоретичне питання розкрито повністю, що свідчить про повне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
Практичне виконання лабораторної роботи	0	відсутність лабораторної роботи, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти
	1	Практичні завдання лабораторної роботи виконано правильно згідно з інструкцією, здобувачем вищої освіти, зроблено висновки, що мають неточності та незначні помилки, що свідчить про достатнє формування

		компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на достатньому рівні.
	2	Практичні завдання лабораторної роботи виконано правильно згідно з інструкцією, здобувачем вищої освіти зроблено правильні висновки, що свідчить про повне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.

**Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти
(162 ББ) самостійна робота***

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
1	2	3
для теоретичного питання	0	відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти
	0,5	Досить повно розкрито кожне питання, проявлено достатній рівень висвітлення теоретичних знань проте у відповіді здобувача вищої освіти наявні неточності та незначні помилки що свідчить про достатнє формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на достатньому рівні.
	1	теоретичне питання розкрито повністю, наведено приклади з життєвих ситуацій, що свідчить про повне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.

**Кожна тема самостійної роботи складається з 3 теоретичних питань.*

12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачене при вивченні навчальної дисципліни

Перелік інструментів, обладнання та програмного забезпечення необхідного для вивчення навчальної дисципліни забезпечує навчальна лабораторія біохімі.

13. Рекомендовані джерела інформації
Основні

1. Біотехнологія: Підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; Під общ. ред. В.Г. Герасименка. — К.: Фірма «ІНКОС», 2006. — 647 с.
2. Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Янсе Л.А., Постоєнко В.О. Екологічна біотехнологія та біоінженерія. Ч.2. Клітинні технології. Підручник. К.: Аграрна наука, 2021. — 300 с.
3. Божков А. И. Биотехнология. Фундаментальные и промышленные аспекты. Харьков, Федорко, 2008. — 363 с.
4. Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Бородай В.В., Субін О.В. Біотехнологія та біоінженерія. Вінниця, ТОВ «Нілан ЛТД», 2017. — 650 с.

5. Кляченко О.Л., Мельничук М.Д., Коломієць Ю.В., Антіпов І.О. Біотехнологія. Ч.1. Сільськогосподарська біотехнологія. Київ, ЦП «КОМПРИНТ», 2015. – 491 с.
6. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л. Біотехнологія в агросфері. Вінниця, 2014. – 265 с.
7. Пирог Т. П., Ігнатова О.А. Загальна біотехнологія. Київ: Видавництво НУХТ, 2009. – 471 с.
8. Кушнір Г.П., Сарнацька В.В. Мікроклональне розмноження рослин. К., Наукова думка, 2003. - 528 с.
9. Мельничук М.Д., Новак Т.В., Кунах В.А. Біотехнологія рослин. К., Поліграфконсалтинг, 2003. – 520 с.
10. Левенко Б.А. Трансгенные растения. Современное состояние. Проблемы. Перспективы. К., Дошкольник, 2000. – 305с.
11. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В. Біотехнологія в рослинництві. Методичні вказівки до лабораторно-практичних занять для студентів та слухачів магістратури. К., Видавничий центр НАУ, 2003. – 54с.

Допоміжні

1. Льюин Б. Гены. М., Мир, 2013. – 650 с.
2. Глазко В.И. Генетически модифицированные организмы: от бактерий до человека. - К.: КВІЦ, 2002. - 209 с.
3. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В. Біотехнологія в рослинництві / Методичні вказівки до лабораторно-практичних занять для студентів та слухачів магістратури зі спеціальності "Агрохімія та ґрунтознавство". - К.: Видав, центр НАУ, 2003. - 52 с.
4. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В. Біотехнологія рослин / Методичні вказівки до лабораторно-практичних занять для студентів та слухачів магістратури зі спеціальності Плодоовочівництво і виноградарство". К: Видав, центр НАУ, 2005. - 55 с.
5. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В. Біотехнологія рослин / Методичні вказівки до лабораторно-практичних занять для студентів та слухачів магістратури зі спеціальності "Селекція і генетика с.-г. культур". - К: Видав, центр НАУ, 2005. - 71 с.

інформаційні джерела мережі інтернет

http://bioengineering.kpi.ua/attachments/article/254/Biotechnologi_Gerasimenko.pdf
<http://nashol.com/2016052589462/osnovi-promishlennoi-biotechnologii-birukov-v-v-2004.html>
<http://ukrbukva.net/107747-Ob-ekty-biotechnologii-v-pishevoiy-promyshlennosti.html>