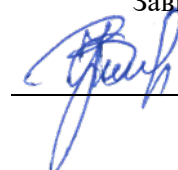


Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
Природничо-географічний факультет
Кафедра біології та методики її навчання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біології та
методики її навчання



Ігор КРАСНОШТАН

«08» серпня 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

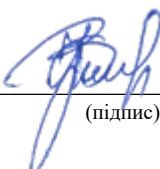
ВВ3.1.13 БІОТЕХНОЛОГІЯ

Галузь знань: 09 Біологія
Спеціальність: 091 Біологія
Освітня програма: Біологія


Робоча програма навчальної дисципліни «Біотехнологія» для здобувачів вищої освіти освітньої програми Біологія, спеціальності 091 Біологія.

Розробники: Поліщук Т.В., доцент кафедри біології та методики її навчання, кандидат с.-г. наук.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри біології та методики її навчання
Протокол № 1 від «08» серпня 2022 року
Завідувач кафедри біології та методики її навчання


_____ (підпис) (Красноштан І.В.)
(прізвище та ініціали)

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні науково-методичної комісії природничо-географічного факультету
Протокол № 1 від «08» серпня 2022 року
Голова науково-методичної комісії природничо-географічного факультету


_____ (підпис) (Рожі І.Г.)
(прізвище та ініціали)

Пролонговано:

на 20__/20__ н. р. _____ (підпис) _____ (ПІБ) «__»__ 20__ р., протокол №__

на 20__/20__ н. р. _____ (підпис) _____ (ПІБ) «__»__ 20__ р., протокол №__

на 20__/20__ н. р. _____ (підпис) _____ (ПІБ) «__»__ 20__ р., протокол №__

на 20__/20__ н. р. _____ (підпис) _____ (ПІБ) «__»__ 20__ р., протокол №__

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни за формами навчання	
	денна	заочна
Вид дисципліни (обов'язкова чи вибіркова)	вибіркова	
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська	
Загальний обсяг у кредитах ЄКТС / годинах	9/270	
Курс	2, 3	
Семестр	4,5,6	
Кількість змістових модулів із розподілом:	2	
Обсяг кредитів	9	
Обсяг годин, у тому числі:	270	
Аудиторні:	136	
Лекційні	52	
Семінарські / Практичні	-	
Лабораторні	84	
Самостійна робота	124	
Індивідуальні завдання	10	
Форма семестрового контролю	екзамен	

2. Мета й завдання навчальної дисципліни

Мета: викладання навчальної дисципліни «Біотехнологія» є поліпшення існуючих та одержання нових сортів, видів, гібридів високопродуктивних форм рослин з поліпшеними показниками якості продукції і стійких до хвороб та шкідників (корисними ознаками для людини). Для цього у сучасній біотехнології виділено три основних напрями: технології, що ґрунтуються на використанні культури клітин, тканин та органів рослин; ДНК - технології (молекулярно-генетичні методи аналізу рослин); отримання транс генних рослин.

Завдання: вивчення дисципліни «Біотехнологія» полягає в тому, щоб забезпечити послідовне і цілісне вивчення курсу, використовуючи для цього всі види навчальних занять (лекції, лабораторні роботи, індивідуально-дослідну роботу, самостійну роботу). Підвищення рівня знань студентів можливе лише при взаємозв'язку, взаємодії і послідовності вивчення різних розділів і тем курсу.

3. Компетентності та програмні результати за ОП.

Компетентності за ОП:

Інтегральна компетентність. Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі біологічних наук при здійсненні професійної діяльності, що передбачає застосування законів, теорій, методів біологічних наук та характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК1. Здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення конкретних біологічних завдань.

ФК2. Здатність демонструвати базові теоретичні знання в галузі біологічних наук та на межі предметних галузей.

ФК4. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.

ФК6. Усвідомлення необхідності збереження біорізноманіття, охорони навколишнього середовища, раціонального природокористування.

ФК9. Здатність аналізувати результати взаємодії біологічних систем різних рівнів організації, їхньої ролі у біосфері та можливості використання у різних галузях господарства, біотехнологіях, медицині та охороні навколишнього середовища.

Програмні результати навчання за ОП:

ПРН1. Розуміти соціальні та економічні наслідки впровадження новітніх розробок у галузі біології у професійній діяльності.

ПРН3. Планувати, виконувати, аналізувати дані і презентувати результати експериментальних досліджень в галузі біології.

ПРН4. Спілкуватися усно і письмово з професійних питань з використанням наукових термінів, прийнятих у фаховому середовищі, державною та іноземною мовами.

ПРН7. Володіти прийомами самоосвіти і самовдосконалення. Уміти проектувати траєкторію професійного росту й особистого розвитку, застосовуючи набуті знання.

ПРН8. Знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей.

ПРН9. Дотримуватися положень біологічної етики, правил біологічної безпеки і біологічного захисту у процесі навчання та професійній діяльності.

ПРН20. Аргументувати вибір методів, алгоритмів планування та проведення польових, лабораторних, клініко-лабораторних досліджень, у т.ч. математичних методів та програмного забезпечення для проведення досліджень, обробки та представлення результатів.

ПРН22. Поєднувати навички самостійної та командної роботи задля отримання результату з акцентом на добросовісність, професійну сумлінність та відповідальність за прийняття рішень.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль I. Біотехнологія, як наука

Тема 1. Біотехнологія як наука.

Біотехнологія як наука. Історія розвитку біотехнології. Перспективи та проблеми біотехнології.

Тема 2. Використання біотехнології в харчовій промисловості.

Роль біотехнології в одержанні харчових продуктів. Виробництво молочних продуктів. Виробництво хлібопродуктів. Бродильні виробництва, одержання білкових продуктів, харчових добавок й інгредієнтів. Харчові добавки й інгредієнти.

Тема 3. Біотехнологія в медицині.

Виробництво й застосування антибіотиків. Імунологічний аналіз. Виробництво й застосування гормонів. Ферменти.

Тема 4. Біотехнологія виробництва вітамінів.

Значення та характеристика вітамінів. Джерела надходження та методи синтезу. Біотехнологічні методи виробництва вітамінів. Вітамін А₁. Вітамін D. Вітамін В₂ (рибофлавін). Вітамін С. Вітамін В₁₂ (ціанокобаламін).

Тема 5. Навколишнє середовище й біотехнологія.

Роль біотехнології в охороні навколишнього середовища. Біотехнологічна переробка відходів. Добування корисних речовин з відходів.

Тема 6. Використання біотехнологічних процесів у виробництві енергії.

Екологічна біотехнологія – основа енергетики майбутнього. Роль біотехнології у виробництві енергії. Виробництво спирту. Одержання метану.

Змістовий модуль 2. Теоретичні основи мікроклонального розмноження

Тема 7. Предмет, завдання і методологія біотехнології рослин.

Предмет і завдання біотехнології рослин. Основні терміни біотехнології рослин. Значення біотехнології для рослинництва. Клітинні технології для одержання генетичного різноманіття для селекції. Клітинні технології для полегшення та пришвидшення селекційного процесу. Клітинні технології для одержання біологічно активних речовин.

Тема 8. Клональне мікророзмноження рослин. Одержання безвірусного садивного матеріалу.

Завдання та переваги клонального мікророзмноження. Типи клонального мікророзмноження. Основні етапи клонального мікророзмноження. Одержання безвірусного садивного матеріалу. Вірусологічний контроль садивного матеріалу.

Тема 9. Культура ізольованих протопластів.

Методи одержання протопластів. Методи культивування протопластів. Регенерація рослин з протопластів. Методи соматичної гібридизації. Типи соматичних гібридів та методи їх аналізу. Практичне застосування соматичної гібридизації.

Тема 10. Культура калусної тканини. Морфогенез та регенерація рослин у культурі клітин та тканин.

Калусогенез як основа створення клітинних культур. Дедиференціювання та калусоутворення *in vitro*. Методика одержання калусних культур. Тотипотентність рослинних клітин. Основні механізми регенерації рослин. Типи вторинної диференціації та морфогенезу.

Тема 11. Кріозбереження. Колекції та банки генетичних ресурсів рослин.

Методи кріозберігання. Тести для визначення життєздатності клітин. Банки генетичних ресурсів.

Тема 12. Методи експрес-діагностики. Аналіз генетично реконструйованого матеріалу.

Технологія моноклональних антитіл. Метод ідентифікації антигенів у тканинах рослин. Одержання антитіл. Мічення антитіл. Серологічні та імунологічні тести. Використання моноклональних антитіл у рослинництві

Змістовий модуль 3. Генна та клітинна інженерія

Тема 13. Молекулярна біологія і генетична інженерія.

Молекулярні основи спадковості. Транскрипція генів еукаріотів. Гени рослин. Методи генетичної інженерії. Перенесення генів в реципієнті клітини за допомогою векторів. Методи прямого переносу генів в реципієнті клітини. Аналіз трансформованих клітин. Фенотипова і технологічна характеристики трансгенних рослин. Стан та перспективи генно-інженерних досліджень у рослинництві.

Тема 14. Генно-модифіковані організми (ГМО) і біобезпека.

ГМО та їх характеристика. Змінені поживні властивості та склад ГМ продуктів. Мікроорганізми як продукти харчування. Методи оцінки і прогнозування впливу ГМО на організм. Людини і навколишнє середовище.

Тема 15. Генетична інженерія рослин.

Техніка отримання та клонування рекомбінантних ДНК. Вибір та отримання фрагменту донорної ДНК. Вибір та підготовка векторної ДНК для клонування. Поєднання донорної та векторної ДНК з утворенням рекомбінантної ДНК. Клонування сегменту донорної ДНК шляхом ампліфікації усередині. Бактеріальної клітини. Виділення ампліфікованих рекомбінантних молекул ДНК. Добір клонів рекомбінантних ДНК. Селекція генетично-модифікованих клітин.

Тема 16. Отримання та використання лімфоцитних гібридів.

Сутність процесу. Імунізація. Злиття партнерів. Гібридизація. Культивування гібридом. Застосування моноклональних антитіл.

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Модуль 1													
Змістовий модуль 1. Біотехнологія як наука													
Тема 1. Біотехнологія як наука	15	2		4		9							
Тема 2. Використання біотехнології в харчовій промисловості	15	2		4		9							
Тема 3. Біотехнологія в медицині	15	2		4		9							
Тема 4. Біотехнологія виробництва вітамінів	15	2		4		9							
Тема 5. Навколишнє середовище й біотехнологія	15	2		4		9							
Тема 6. Використання біотехнологічних процесів у виробництві енергії	15	2		4		9							
Разом за змістовим модулем 1	90	12		24		54							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 2. Теоретичні основи мікроклонального розмноження												
Тема 7. Предмет, завдання і методологія біотехнології рослин	14	2		4		8						
Тема 8. Клональне мікророзмноження рослин. Одержання безвірусного садивного матеріалу	20	4		8		8						
Тема 9. Культура ізольованих протопластів	20	4		8		8						
Тема 10. Культура калусної тканини. Морфогенез та регенерація рослин у культурі клітин та тканин	20	4		8		8						
Тема 11. Кріозбереження. Колекції та банки генетичних ресурсів рослин	20	4		8		8						
Тема 12. Методи експрес- діагностики. Аналіз генетично реконструйованого матеріалу	20	4		8		8						
Разом за змістовим модулем 2	114	22		44		48						
Змістовий модуль 3. Генна та клітинна інженерія												
Тема 13. Молекулярна біологія і генетична інженерія	14	4		4		6						
Тема 14. Генно-модифіковані організми (ГМО) і біобезпека	14	4		4		6						
Тема 15. Генетична інженерія рослин	14	4		4		6						
Тема 16. Отримання та використання лімфоцитних гібридів	14	4		4		6						
Разом за змістовим модулем 3	56	16		16		24						
Усього годин	260	52		84		124						
Модуль 2												
ІНДЗ	10	-	-	-	10	-						
Усього годин	270	52	-	84	10	124						

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Матеріальні основи організації роботи в біотехнологічній лабораторії.	4	
2.	Методи стерилізації ламінар-боксу, посуду, живильних середовищ та рослинного матеріалу	4	
3.	Приготування та стерилізація живильного середовища для культивування експлантів в культурі <i>in vitro</i>	4	
4.	Методи стерилізації рослинного матеріалу при введенні в культуру <i>in vitro</i>	4	
5.	Стерилізація насіння для отримання стерильних проростків	4	
6.	Стерилізація коренеплодів моркви та бульб картоплі і введення їх в культуру <i>in vitro</i>	4	
7.	Стерилізація рідких середовищ пропусканням через бактеріальний фільтр (холодна стерилізація)	4	
8.	Приготування маточних розчинів для середовища Мурасіге і Скуга	4	
9.	Клональне мікророзмноження рослин	4	
10.	Пересаджування калусної тканини на свіже живильне середовище	4	

	з різним складом гормонів		
11.	Перенесення (пасаж) калюсної тканини на свіже	4	
12.	Визначення параметрів росту клітинної суспензії	4	
13.	Визначення щільності суспензійної культури та оцінка її ростової активності	4	
14.	Висів клітинних суспензій на тверде агаризоване середовище для отримання одноклітинних клонів	4	
15.	Отримання суспензійної культури з калюсної тканини жень-шеню, моркви, топінамбуру, гвоздики, томатів	4	
16.	Отримання калюсної тканини з листків тютюну	4	
17.	Отримання калюсів із корінців квасолі	4	
18.	Індукція стеблового органогенезу в культурі калюсної тканини томатів. Одержання рослин-регенератів (непрямий морфогенез)	4	
19.	Індукція соматичного ембріогенезу в калюсній тканині листків люцерни	4	
20.	Індукція органогенезу в калюсній тканині картоплі	4	
21.	Підрахунок клітин за методом Брауна	4	
Всього		84	

7. Самостійна робота

№ з/п	Зміст навчального матеріалу	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Біотехнологія, як наука. Її становлення	9	
2.	Біотехнологія і харчова промисловість	9	
3.	Біотехнологія і медицина. Етапи розвитку	9	
4.	Біотехнологічні аспекти виробництва вітамінів	9	
5.	Біотехнологія в навколишньому середовищі	9	
6.	Характеристика біотехнології екологічно-безпечного виробництва	9	
7.	Значення біотехнологічної галузі	8	
8.	Клон, значення в біотехнології.	8	
9.	Диференціювання клітин. Значення	8	
10.	Типи морфогенезу.	8	
11.	Кріозбереження в біотехнології.	8	
12.	Експрес діагностика в біотехнології. Її значення.	8	
13.	Генетична інженерія. Значення. Етапи розвитку.	6	
14.	Генно-модифіковані організми, переваги і недоліки.	6	
15.	Рослинництво і генетична інженерія	6	
16.	Трансгенні технології.	6	
Всього		124	

8. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання подається у вигляді реферату з презентацією. Вибір здобувачами вищої освіти теми індивідуальної роботи здійснюється самостійно із запропонованого переліку та узгоджується з викладачем. Результати виконання індивідуального завдання також заносяться до системи рейтингу та оцінюються в межах 0-10 балів.

1. Біотехнологія і довкілля.
2. Біотехнологія та охорона здоров'я.
3. Біотехнологія в медицині.
4. Біотехнологія та сільське господарство.

5. Біотехнологія в харчовій промисловості.
6. Біотехнологія рослин.
7. Біотехнологія в тваринництві.
8. Вирощування генетично-модифікованих рослин.
9. Біотехнологія та генетична інженерія.
10. Біотехнологія в хімічній промисловості.
11. Основні етапи становлення біотехнології.
12. Вклад фундаментальних біологічних дисциплін у процес становлення та формування біотехнології.
13. Основні галузі та об'єкти біотехнології.
14. Основи генетичної інженерії.
15. Поняття про трансгенні організми.
16. Регуляція експресії генів, гіпотеза оперону.
17. Основні способи введення чужорідного генетичного матеріалу в клітини та організми, органи.
18. Плазмідні – вектори як засіб клонування чужорідних генів.
19. Технологія рекомбінантних ДНК.
20. Ферменти рестрикції та їх характеристика.
21. Основні правила роботи з рекомбінантними ДНК.
22. Клітинна біологія як самостійна область біологічних дисциплін.
23. Культура клітин і тканин еукаріот.
24. Склад та принципи створення культуральних середовищ для культур клітин, тканин рослинних та тваринних організмів.
25. Біотехнологія та підвищення продуктивності рослин.
26. Рослинні клітини – об'єкти біотехнології.
27. Культури рослинних клітин та виробництво біологічно активних речовин.
28. Успіхи та перспективи клітинної інженерії рослин.
29. Основні види трансгенних рослин та їх використання в практиці.
30. Клітини тварин – продуценти біологічно активних речовин.
31. Трансгенні тварини.
32. Біотехнологія мікроорганізмів.
33. Мікроорганізми – класичні об'єкти біотехнології.
34. Генетично модифіковані мікроорганізми як продуценти нових біопрепаратів.
35. Техніка культивування.
36. Основні принципи та методи роботи у біотехнологічній лабораторії.
37. Приміщення лабораторії: обладнання та реактиви.
38. Автоклавування та інші засоби стерилізації матеріалу.
39. Приготування живильних середовищ.
40. Теоретичні основи створення та принципи підбору складу поживних середовищ.
41. Регулятори росту: вітаміни та фітогормони.
42. Принципи та методи вирощування ізолюваних клітин та тканин рослин.
43. Стерилізація вихідного рослинного матеріалу.
44. Отримання калусної тканини.
45. Регенерація рослин.
46. Мікроклональне розмноження.
47. Культура меристем.

9. Методи навчання

Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності за джерелом інформації:

Словесні: лекція (традиційна, проблемна, інтерактивна, лекція-візуалізація, лекція-прес-конференція) із застосуванням комп'ютерних інформаційних технологій (PowerPoint - Презентація), пояснення, розповідь, бесіда.

Наочні: спостереження, ілюстрація, демонстрація.

Практичні: вправи.

За логікою передачі і сприймання навчальної інформації: індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні.

За ступенем самостійності мислення: репродуктивні, пошукові, дослідницькі.

За ступенем керування навчальною діяльністю: під керівництвом викладача; самостійна робота студентів: із книгою; виконання індивідуальних навчальних проектів.

Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності: навчальні дискусії; створення ситуації пізнавальної новизни; створення ситуацій зацікавленості (метод цікавих аналогій тощо).

10. Методи контролю

Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти із дисципліни «Біотехнологія» оцінюються за модульно-рейтинговою системою, в основу якої покладено принцип поопераційної звітності, обов'язковості модульного контролю, накопичувальної системи оцінювання рівня знань, умінь та навичок; розширення кількості підсумкових балів до 100.

У процесі оцінювання навчальних досягнень бакалаврів застосовуються такі методи:

методи усного контролю: індивідуальне опитування, фронтальне опитування, співбесіда, екзамен;

методи письмового контролю: модульне письмове тестування; підсумкове письмове тестування, реферат.

методи самоконтролю: уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

11. Критерії оцінювання результатів навчання

Контроль навчальної діяльності з дисципліни «Біотехнологія» здійснюється за допомогою системи оцінювання за 100-бальною шкалою.

Тематичний контроль здобувачів вищої освіти здійснюється:

за 4-х бальною шкалою за Т1-Т17:

4 бали – правильна повна відповідь на поставлені контрольні питання, наявність оформленого звіту з лабораторної роботи, правильно сформульовані висновки до роботи, на захисті продемонстровано розуміння усіх результатів та етапів їх отримання, вільне володіння теоретичним підґрунтям роботи;

3 бали – уміє пояснити явища, здійснювати аналіз, узагальнювати знання, систематизувати їх, робити висновки; наявні незначні недоліки при виконанні роботи та оформлені звіту з лабораторної роботи;

2 бали – описує явища, без пояснень наводить приклади, що ґрунтуються на власних спостереженнях, матеріалах підручника, розповідях викладача, виявляє недостатні знання і розуміння основних положень; наявність суттєвих недоліків при виконанні та оформленій лабораторної роботи;

0–1 бали – відсутність відповідей на контрольні питання або вони є неправильними, наявність оформленої лабораторної роботи із суттєвими недоліками;

за 3-х бальною шкалою Т18-Т21:

3 бали – правильна повна відповідь на поставлені контрольні питання, наявність оформленого звіту з лабораторної роботи, правильно сформульовані висновки до роботи, на захисті продемонстровано розуміння усіх результатів та етапів їх отримання, вільне володіння теоретичним підґрунтям роботи;

2 бали – уміє пояснити явища, здійснювати аналіз, узагальнювати знання, систематизувати їх, робити висновки; наявні незначні недоліки при виконанні роботи та оформлені звіту з лабораторної роботи;

1 бал – описує явища, без пояснень наводить приклади, що ґрунтуються на власних спостереженнях, матеріалах підручника, розповідях викладача, виявляє недостатні знання і розуміння основних положень; наявність суттєвих недоліків при виконанні та оформленої лабораторної роботи;

0 балів – відсутність відповідей на контрольні питання або вони є неправильними, наявність оформленої лабораторної роботи із суттєвими недоліками

Індивідуальне завдання призначено для перевірки рівня засвоєння теоретичних знань з тем,

що вивчаються здобувачами вищої освіти самостійно. Виконання індивідуального завдання оцінюється від 0 до 10 балів.

- 8–10 балів – робота виконана згідно всіх вимог. Наявна презентація
- 5–7 балів – наявні незначні помилки при висвітленні теми.
- 2–4 балів – наявні значні помилки в оформленні та змісті.
- 0–1 балів – тема не розкрита.

Підсумковий контроль проводиться у вигляді іспиту (усний). Максимально можна набрати 10 балів.

12. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Поточне оцінювання та самостійна робота													
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Поточне оцінювання та самостійна робота							ІНДЗ	ПК	Сума
Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3						
T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	10	10	100
4	4	4	3	3	3	3			

T1, T2.....T21 – теми змістових модулів

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи, практики	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
82–89	B	добре	
75–81	C		
69–74	D	задовільно	
60–68	E		
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1–34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Рекомендована література

Основна

1. Герасименко В.Г. Біотехнологія. Київ: ІНКОС, 2006. 647 с.
2. Миколайко В. П., Миколайко І.І. Лабораторний практикум з біотехнології: навчальний посібник. Умань, 2012. 147 с.
3. Войтенко С.Л., Ковтун С.І., Бейдик Н.М. Практикум по біотехнології. Полтава, 2013. 134 с.
4. Карпов О. В., Демидов С.В., Кир'яченко С.С. Клітинна та генна інженерія: підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 2010. 208 с.

Допоміжна

5. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л., Бородай В.В., Коломієць Ю.В.. Загальна (промислова) біотехнологія : навчальний посібник. Київ : ФОП Корзун Д.Ю., 2014. 252 с.
6. Юлевич О.І., Ковтун С.І., Гиль М.І. Біотехнологія: навчальний посібник. Миколаїв : МДАУ, 2012. 476 с.

14. Інформаційні ресурси

1. <https://agrovisnyk.com/index.php/agrovisnyk>