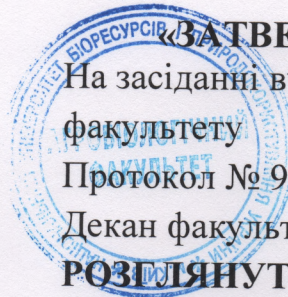


**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**  
Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття



**ЗАТВЕРДЖУЮ»**

На засіданні вченої ради агробіологічного факультету

Протокол № 9 від 10 червня 2020 р.

Декан факультету Тонха О. Л.

**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**

На засіданні кафедри екобіотехнології та біорізноманіття

Протокол № 4 від 02 червня 2020 р.

Завідувач кафедри Патика М. В.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«БІОТЕХНОЛОГІЯ»**

Галузь знань	20 «Аграрні науки та продовольство»
Спеціальність	201 «Агрономія»
Рівень вищої освіти	Третій освітньо-науковий
Факультет	Агробіологічний

Розробники: д. с.-г. н., член-кор. НААН Патика М. В.,  
д. с.-г. н., с. н. с. Патика Т. І.

**Київ – 2020**



### 1. Опис навчальної дисципліни «Біотехнологія»

Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь		
Галузь знань	20 «Аграрні науки та продовольство»	
Освітньо-науковий рівень	Третій	
Освітній ступінь	Доктор філософії	
Спеціальність	201 «Агрономія»	
Освітньо-наукова програма	«Агрономія»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	-	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	2
Семестр	2	1
Лекційні заняття	20	20
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	30	30
Самостійна робота	100	100
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5	-

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Біотехнології, поряд з інформаційними технологіями та нанотехнологіями, є ключовими елементами для інноваційного розвитку сучасної економіки. Глобальні виклики – виснаження сировинних джерел, несприятливі зміни клімату, зростання народонаселення, забруднення навколишнього середовища – диктують необхідність забезпечення сталого розвитку світової економіки і є основними стимулами розвитку біоекономіки, заснованої на використанні поновлюваних ресурсів і розробки технологій їх ефективної переробки.

**Метою** даного курсу є формування у аспірантів сучасних знань і перспектив розвитку біотехнології, ознайомлення з принципами інтегрованого використання біохімії, мікробіології та інженерних наук з метою технологічного застосування властивостей біологічних агентів-продуцентів.

Сучасний аналіз розвитку кластерів біотехнології свідчить, що дана галузь знань має великий потенціал до генерації інновацій і пов'язує такий традиційний сектор, як сільське господарство, з новітніми науковими розробками для потреб багатьох виробничих галузей. Основні можливі напрямки спеціалізації інноваційного біотехнологічного кластера:

- діагностика захворювань тварин і рослин;
- виробництво харчових і кормових добавок для аграрного виробництва;
- засоби захисту рослин;
- розробка біопрепаратів очищення ґрунтів і води від токсичних сполук і нафтопродуктів;
- технології відновлення навколишнього середовища (рекультивация);
- способи боротьби з біопшкодженнями інженерних систем і споруд;
- експрес-діагностика рівня забруднення довкілля;
- біоенергетика (біоетанол і біодизель)

**Завдання** курсу: формує знання про особливості сучасних біотехнологій для прискорення науково-технічного прогресу, одержання рослин стійких до несприятливих умов навколишнього середовища, методологію клонування фрагментів ДНК, особливості будови векторів на основі різних організмів (прокаріот, еукаріот), формування бібліотек геномів, рестрикційних карт, отримання генетично-змінених конструкцій (трансгенних організмів), їх сучасне практичне використання.

В результаті вивчення дисципліни аспірант повинен вміти на основі новітніх сучасних досягнень, використовуючи науково-методичну літературу, сучасні інформаційні ресурси, рекомендації та ін., планувати та обирати оптимальні умови для отримання активних штамів-продуцентів, рекомбінантних ДНК та ін., трансформації генетичного матеріалу для агропромислового використання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен **знати**:

- основи біотехнології (сільськогосподарська, біотехнологія рослин, клітинна та промислова селекція, генетична інженерія та технології, біоінженерія);

- напрямки та завдання сучасної біотехнології для аграрного використання;
- агробіологію ризосфери рослин та технологічні прийоми культивування рослинних клітин;
- принципи біотехнологічних досліджень; створення та приготування поживних середовищ;
- клітинну диференціацію, шляхи морфогенезу і регенерації рослин;
- умови отримання та вирощування калюсних та суспензійних культур;
- основні фітогормони та синтетичні регулятори росту;
- етапи клонального розмноження рослин;
- фактори, що впливають на ріст і розвиток ізолюваних клітин та тканин; досягнення та перспективи клітинної селекції;
- прийоми іммобілізації, фізіолого-біохімічні особливості іммобілізованих препаратів, їх промислове використання;
- хімічні, фізичні, біохімічні та біологічні основи технологічних процесів виробництва (створення біореакторів, устаткування для стерилізації та процесів ферментації, розробка контрольної та вимірювальної апаратури, а також моделювання біотехнологічних процесів).
- методи одержання генетично змінених організмів ГЗО; методи клонування фрагментів ДНК;
- особливості будови векторів на основі прокаріот, еукаріот; створення бібліотек геномів, рестрикційних карт;
- законодавчі акти стосовно використання біотехнологічних розробок (біобезпека біотехнологій).

#### **Вміти:**

- створити умови для культивування різних об'єктів агробіотехнології зі знанням механізмів основних біологічних процесів живих клітин;
- розробити біотехнологічні технології з використанням ферментних комплексів;
- планувати та організовувати біотехнологічні процеси, вибирати оптимальні умови здійснення цих процесів та керувати ними згідно з власними рішеннями щодо використання засобів автоматики, користуватися сучасними методами контролю технологічних операцій та готової продукції;
- формулювати завдання на розробляти нові, оптимізувати існуючі технологічні процеси, які відповідають сучасним потребам суспільства;
- на основі новітніх досягнень, використовуючи науково-методичні рекомендації, планувати та обирати оптимальні умови для отримання рекомбінантних ДНК та трансформації генетичного матеріалу;
- здійснювати пошук необхідної інформації в науковій і технічній літературі, базах даних та інших джерелах;
- відбирати та аналізувати релевантні дані, у тому числі за допомогою сучасних методів аналізу даних і спеціалізованого програмного забезпечення;

- розробляти та реалізовувати комерційні та науково-технічні плани і проекти в галузі біотехнології з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи технічні, виробничі, експлуатаційні, комерційні, правові і навколишнього середовища;
- розробляти нові біотехнологічні об'єкти і технології та підвищувати ефективність існуючих технологій на основі експериментальних та/або теоретичних досліджень та/або моделювання.

### **3. Програма та структура навчальної дисципліни для повного терміну денної (заочної) форми навчання**

**Тема 1. Методологія біотехнології, основні напрямки та перспективи.** Історія розвитку біотехнології. Об'єкти та предмет біотехнології, їх функціональне значення. Основні проблеми та світові тренди біотехнології (в т.ч. для аграрного виробництва. Основні методи, які використовуються в біотехнології.

**Теми 2-4. Культури рослинних клітин.** Застосування культури клітин вищих рослин. Введення клітин в культуру. Морфо-фізіологічна характеристика калюсу, методи вивчення росту клітинних культур. Суспензійні культури. Особливості культивування окремих клітин. Способи отримання і злиття рослинних протопластів. Протопласти рослинних клітин в біотехнології рослин. Введення органел в ізольовані протопласти - біологічне конструювання клітин. Культури гаплоїдних клітин, способи отримання, значення. Використання культур рослинних клітин в генетиці і селекції. Створення штучних асоціацій культивованих клітин вищих рослин з мікроорганізмами. Методи мікроклонального розмноження рослин. Отримання безвірусних рослин – хемотерапія, термотерапія. Кріоконсервація культивованих клітин рослин і тварин як метод збереження генофонду. Способи уповільнення зростання. Імобілізація рослинних клітин. Клональне мікророзмноження рослин. Використання досягнень клітинної інженерії для збереження рідкісних рослин і тварин.

**Теми 5-6. Основні поняття генетичної інженерії.** Ферменти генетичної інженерії. Характеристика рестриктаз. Поняття вектора ті його ємності. Визначення нуклеотидної послідовності ДНК (секвенування). Методи клонування ДНК. Введення нового гена в клітину. Гени-маркери, регуляція експресії гена у різних організмів (прокаріоти, еукаріоти). Введення ДНК в клітини рослин за участю Ti-, Ri-плазмід. Досягнення генної інженерії рослин, тварин, мікробних систем. Біобезпека ГЗО.

**Тема 7-10. Ризосфера рослин, рослинно-мікробні симбіози. Перспективи агробіотехнологій.** Методи вивчення вуглецевих потоків в ризосфері. Мікоризи – симбіотичні медіатори ризосферних та екосистемних процесів. Трофізм, моделі формування. Роль ризосфери в ґрунтоутворенні. РРБ (рістстимулюючі ризосферні бактерії) в агробіології. Підвищення ефективності процесу фотосинтезу. Підвищення стійкості рослин до фітопатогенів, гербіцидів, комах, посухи та іншим стресовим факторам. Генетичний поліморфізм ефективних симбіозів в

агроценозах. Молекулярні методи дослідження структури біому, метабеному мікробних угруповань. Метабеном – екологічне джерело генів. Біобезпека ДНК-технологій.

### Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усьо- го	у тому числі					усьо- го	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
<b>Тема 1.</b> Методологія біотехнології, основні напрямки та перспективи. Історія розвитку біотехнології. Об'єкти та предмет біотехнології, їх функціональне значення. Основні проблеми та світові тренди біотехнології (в т.ч. для аграрного виробництва. Основні методи, які використовуються в біотехнології.	14	2		2		10	14	2		2		10
<b>Тема 2.</b> Застосування культури клітин вищих рослин. Введення клітин в культуру. Морфо-фізіологічна характеристика калюса, методи вивчення росту клітинних культур. Суспензійні культури. Особливості культивування окремих клітин. Способи отримання і злиття рослинних протопластів. Протопласти рослинних клітин в біотехнології рослин. Введення органел в ізольовані протопласти – біологічне конструювання клітин.	14	2		2		10	14	2		2		10
<b>Тема 3.</b> Культури гаплоїдних клітин, способи отримання, значення. Використання культур рослинних клітин в генетиці і селекції. Створення штучних асоціацій культивованих клітин вищих рослин з мікроорганізмами. Методи мікроклонального розмноження рослин. Отримання безвірусних рослин – хемотерапія, термотерапія. Клональне мікро розмноження рослин.	14	2		2		10	14	2		2		10
<b>Тема 4.</b> Кріоконсервація культивованих клітин рослин і тварин як метод збереження генофонду. Способи уповільнення зростання. Імобілізація рослинних клітин. Використання досягнень клітинної інженерії для збереження рідкісних рослин і тварин.	12	2				10	12	2				10
<b>Тема 5.</b> Основні поняття генетичної інженерії. Ферменти генетичної інженерії. Характеристика рестриктаз. Поняття вектору ті його ємності. Визначення нуклеотидної послідовності ДНК (секвенування). Методи клонування ДНК.	16	2		4		10	16	2		4		10

<b>Тема 6.</b> Введення нового гена в клітину. Гени-маркери, регуляція експресії гена у різних організмів (прокаріоти, еукаріоти). Введення ДНК в клітини рослин за участю Ti-, Ri-плазмід. Досягнення генної інженерії рослин, тварин, мікробних систем. Біобезпека ГЗО.	16	2		4		10	16	2		4		10
<b>Тема 7.</b> Ризосфера рослин, рослинно-мікробні симбіози. Перспективи агробіотехнологій.	16	2		4		10	16	2		4		10
<b>Тема 8.</b> Методи вивчення вуглецевих потоків в ризосфері. Мікоризи – симбіотичні медіатори ризосферних та екосистемних процесів. Трофізм, моделі формування.	14	2		2		10	14	2		2		10
<b>Тема 9.</b> Роль ризосфери в ґрунтоутворенні. РРБ (ріст стимулюючі ризосферні бактерії) в агробіології. Підвищення ефективності процесу фотосинтезу. Підвищення стійкості рослин до фітопатогенів, гербіцидів, комах, посухи та іншим стресовим факторам.	16	2		4		10	16	2		4		10
<b>Тема 10.</b> Генетичний поліморфізм ефективних симбіозів в агроценозах. Молекулярні методи дослідження структури біому, метабеному мікробних угруповань. Метагеном – екологічне джерело генів. Біобезпека ДНК-технологій.	18	2		6		10	18	2		6		10
Усього годин	150	20		30		100	150	20		30		100

#### 4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Особливості організації, проведення та техніка безпеки в біолабораторіях. Методи стерилізації приміщення, посуду, поживних середовищ та рослинного матеріалу при проведенні робіт з культурою ізолюваних клітин та тканин рослин. Приготування поживних середовищ для культивування ізолюваних культур клітин та тканин рослин. Методи мікроклонального розмноження рослин. Культура калюжної тканини. Методи культивування чистих культур, етапи пасажування, тривале зберігання чистих культур (штамів). Скринінг клонів.	6
2	Створення касет експресії чужорідних генів – перший етап в отриманні генетично-змінених (модифікованих) рослинних організмів. Ферменти для агробіоінженерії. Гідроліз ДНК ендонуклеазами рестрикції. Виділення плазмідної ДНК в аналітичних кількостях.	6
3	Виділення загальної ДНК з тканин рослин. Генетична трансформація (на прикладах рослин тютюну, моркви, томатів). Виділення плазмідної ДНК. Використання природної трансформації в модельних дослідах для одержання пухлинної тканини.	6
4	Способи отримання <i>in vitro</i> специфічних нуклеотидних послідовностей (ПЛР). Типові розрахунки, гель-електрофорез, аналіз отриманих результатів.	6
5	Аналіз спадкування трансгенів у ГЗО (на прикладі <i>nptII</i> -гена у <i>Nicotiana tabacum</i> ). Аналіз маркерного гена на селективних середовищах з антибіотиком та співвідношення отриманих фенотипів. Методи дослідження структури біому, метабеному мікробних угруповань.	6

#### 5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Техніка культивування клітин та тканин в умовах <i>in vitro</i> . Культури рослинних клітин. Морфогенез і регенерація в культурі калюсних тканин. Одержання рослин-регенерантів.	20
2.	Суспензійна культура клітин. Застосування методу культури тканин в селекції рослин.	20
3.	Агробіологія ризосфери рослин. Рослинно-мікробна взаємодія, системи, значення для сільського господарства.	20
4.	Інновації та перспективи біотехнології	20
5.	Генетична інженерія – сукупність прийомів, методів і технологій сучасної науки для агропромислового виробництва. Біом, метабеном. Агробіоінженерія.	20

#### 6. Методи навчання

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

Пояснювально-ілюстративний метод. Аспіранта 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.

## **7. Форми контролю**

Контроль знань і умінь (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, семінарських та практичних заняттях. На лабораторних заняттях кожен аспірант з кожної теми виконує індивідуальні завдання. Рівень знань оцінюється: “відмінно” – аспірант дає вичерпні, обґрунтовані, 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 аспірант володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій і розрахунків, проте за допомогою викладача швидко орієнтуються і знаходять правильні відповіді, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “задовільно” – коли аспірант дає правильну відповідь не менше ніж на 60 % питань, або на всі запитання дає недостатньо обґрунтовані, 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 необґрунтовані, 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 засвоєння 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.

## 8. Розподіл балів

Оцінювання здобувачів відбувається згідно положення «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 25.09.2019 р. протокол № 2

Оцінка національна	Оцінка ЄКТС	Визначення оцінки ЄКТС	Рейтинг здобувача, бали
Відмінно	A	<b>ВІДМІННО</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	<b>90–100</b>
Добре	B	<b>ДУЖЕ ДОБРЕ</b> – вище середнього рівня з кількома помилками	<b>82–89</b>
	C	<b>ДОБРЕ</b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	<b>74-81</b>
Задовільно	D	<b>ЗАДОВІЛЬНО</b> – непогано, але зі значною кількістю недоліків	<b>64–73</b>
	E	<b>ДОСТАТНЬО</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	<b>60-63</b>
Незадовільно	<b>FX</b>	<b>НЕЗАДОВІЛЬНО</b> – потрібно працювати перед тим як отримати залік	<b>35–39</b>
	<b>F</b>	<b>НЕЗАДОВІЛЬНО</b> – необхідна серйозна подальша робота	<b>01–34</b>

Для визначення рейтингу здобувача із засвоєння дисципліни  $R_{\text{дис}}$  (до 10 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача з навчальної роботи  $R_{\text{НР}}$  (до 70 балів):

$$R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$$

## 9. Методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: державні стандарти освіти, навчальні плани, навчальні програми з усіх нормативних і вибіркових 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 аспірантів.

## 10. Рекомендована література

### Базова:

1. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / пер. с англ. М. : Мир, 2002. 589 с.
2. Дрейпер Дж., Скотт Р., Армитидж Ф., Уолден Р. Генная инженерия растений. Лабораторное руководство : пер. с англ. М. : Мир, 1991. 407 с.
3. Карначук Р. А., Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Шумный В.К. Биотехнология и генная инженерия растений. Томск, 2006. 256 с.
4. Лутова Л. А., Ежова Т. А., Додуева И. Е., Осипова М. А. Генетика развития растений. СПб. : Н-Л., 2010. 431 с.
5. Ніколайчук В. І., Горбатенко І. Ю. Генетична інженерія. Ужгород, 1999. - 188 с.
6. Біотехнологія мікробного синтезу /Т.І. Патика, М.В. Патика. – К., 2017. – 270 с.
7. Лутова Л. А. Биотехнология высших растений. СПб. : Изд-во СПб ун-та, 2002. 227 с.
8. Маниатис Т., Фритч Э., Сэмбрук Дж. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. М. : Мир, 1984. 480 с.
9. Патрушев Л. И. Искусственные генетические системы. Т. 1. Генная и белковая инженерия. М. : Наука, 2004. 526 с.
10. Скрыбин К. Г. Агробіотехнологія в мирі. М. : Рост Медіа, 2008. 126 с.
11. Перт С. Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. М.: Мир, 1978. 333 с.
12. Глеба Ю. Ю., Сытник К. М. Клеточная инженерия растений. Киев: Наукова думка, 1984. 160 с.
13. Божков А.И. Биотехнология. Фундаментальные и промышленные аспекты. Харьков, 2008. – 363 с.
14. Кляченко О.Л., Мельничук М.Д., Коломієць Ю.В., Антіпов І.О. Біотехнологія. Ч.1. Сільськогосподарська біотехнологія. Підручник. Київ, ЦП «КОМПРИНТ», 2015. – 491 с.
15. Кляченко О.Л., Мельничук М.Д., Коломієць Ю.В., Антіпов І.О. Біотехнологія. Ч.1. Сільськогосподарська біотехнологія. Навчальний посібник. Київ, ЦП «КОМПРИНТ», 2015. – 203 с.
16. Егорова Т. А., Клунова С. М., Живухина Е. А. Основы биотехнологии: Учеб. пособие для студ. по спец. "Биология". М. : Академия, 2003. 208 с.
17. Клунова С. М. Биотехнология: [учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Биология"] / Клунова С. М., Егорова Т. А., Живухина Е. А. М. : Академия, 2010. 255 с.
18. Биотехнология. Биобезопасность. Биоэтика /А.П. Ермишин и др.; под ред. А.П. Ермишина. – Минск: «Тэхналогія», 2005. – 430 с.

19. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии /В.В. Бирюков. – М.: КолосС, 2004. – 296 с.
20. Гадзало Я.М. Агробиология ризосферы растений: монография /Я.М. Гадзало, Н.В. Патыка, А.С. Заришняк. – К.: Аграрна наука, 2015. – 386 с.
21. Сельскохозяйственная биотехнология /В.С. Шевелуха и др. – М.: Высшая школа, 2003. – 427 с.
22. Хиггинс И. Биотехнология. Принципы и применение /И. Хиггинс, Д. Бест, Дж. Джонс. — М.: Мир, 1988. — 480 с.

#### **Додаткова:**

1. Sanford et al. Methods in enzymology. 1993. Vol. 217. P. 482–509.
2. Сидоров В.А. Биотехнология растений. Клеточная селекция. К., Наукова думка, 1990. – 280 с.
3. Методы клеточной биотехнологии растений. Киев, 1987. 53 с.
4. Попов А. С. Крiоконсервация клеток растений. //Методы культивирования клеток. Л.: Наука, 1988. С. 70–77.
5. Сидоров В. А. Биотехнология растений. Клеточная селекция. Киев: Наукова Думка, 1990. 280 с.
6. Инге-Вечтомов С. Г. Введение в молекулярную генетику. М.: Высш. шк., 1983.
7. Егоров Н.С. Промышленная микробиология. – М.: Высш. шк., 1989. – 680 с.
8. Nair A. J. Introduction to biotechnology and genetic engineering /A. J. Nair //Infinity Science Press LLC. Hingham; Massachusetts; New Delhi, 2008. — 798 p.
9. Paul E. A. Soil microbiology, ecology and biochemistry /E.A. Paul. – Academic press, 2014. – 573 p.
10. Schloss P.D., Handelsman J. Biotechnological prospects from metagenomics //Curr. Opin. Biotechnol. — 2003. — №14. — P. 303–310.