

**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**  
**«СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА 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 «Сільськогосподарська біотехнологія»

<b>Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь</b>		
Галузь знань	20 «Аграрні науки та продовольство»	
Освітньо-науковий рівень	Третій	
Освітній ступінь	Доктор філософії	
Спеціальність	201 «Агрономія»	
Освітньо-наукова програма	«Агрономія»	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	-	
Форма контролю	Іспит	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	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

Сільськогосподарська біотехнологія у виробничих кластерах промислового комплексу країни залежить від багатьох факторів, включаючи еколого-географічні, економічні, а також поновлювані біологічні ресурси (культурні рослини, свійські тварини, мікроорганізми). Підвищення біологічної продуктивності в сільському господарстві є предметом активних комплексних наукових досліджень. Біотехнологічні методи традиційно використовуються в сільському господарстві для підвищення родючості ґрунтів, контролю шкідників і збудників хвороб рослин, тварин, виробництва продовольчих продуктів, їх консервування та покращення поживних властивостей. При цьому питома вага біотехнології для розвитку і підвищення ефективності традиційних агротехнологій постійно зростає. На сьогодні пріоритет за створенням і розповсюдженням нових культивованих сортів рослин, перспективних штамів-продуцентів біологічно активних речовин, застосуванням новітніх методів біотехнології (клітинної та генетичної інженерії). Пошук спрямований на збільшення виходу продукції і підвищення її поживності, посилення стійкості культивованих біологічних видів до несприятливих умов навколишнього середовища, патогенів та шкочочинних об'єктів. При цьому залишається актуальною проблема підтримки різноманіття серед культивованих видів і збереження генетичних ресурсів в цілому. Подальше нарощування інтенсивності технологічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур стає все більш витратним і менш ефективним. Тому в останні десятиліття отримали розвиток фізіологічні, біохімічні, біотехнологічні прийоми та технології, які здатні розкрити і реалізувати генетичний потенціал біологічних об'єктів і формованих ними систем з метою підвищення рівня неспецифічної стійкості до абіотичних і біотичних змін, стресів, підвищення адаптивного потенціалу культурних рослин, для стабілізації рівня врожаю і гомеостазу агроєкосистем. Крім того, в сучасних реаліях аграрного виробництва в більшій мірі необхідно враховувати зміни клімату, пов'язані з глобальним потеплінням та іншими факторами, що призводять до формування нових неспецифічних стресових впливів на біологічні системи. У цих умовах виняткова роль належить науковому забезпеченню, що дозволяє формувати високі темпи росту сільськогосподарської продукції та допускає перехід технологій вирощування сільськогосподарських культур на якісно новий рівень. У перспективі ріст виробництва продуктів харчування та іншої сільськогосподарської продукції буде забезпечуватися рівнем застосування наукоємних технологій.

**Метою** даного курсу є формування у аспірантів сучасних знань і перспектив розвитку сільськогосподарської біотехнології, вивчення природних ресурсів корисних організмів і продуктів їх життєдіяльності для використання у рослинництві, землеробстві, ознайомлення з принципами комплексного використання методичних підходів з біохімії, мікробіології та інженерних наук задля технологічного застосування корисних властивостей біологічних агентів.

**Завдання** курсу: формування знань про особливості сучасних аграрних біотехнологій, видове різноманіття і функції, специфічні властивості, корисні для

сільського господарства з можливістю мати уявлення про перспективи їх динамічного розвитку та принципи нових методів, що дозволяють оцінювати і вивчати біом і метагеном живих організмів в складних комплексах, в природних умовах. Розкриття певних властивостей і функцій, спрямованості того чи іншого процесу (саморегуляції системи «грунт – мікроорганізми – рослина», врівноваженості процесів синтезу і деструкції органічної речовини, продукуванню біологічно активних речовин, доступності поживних речовин рослинам тощо.

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**:

- основні напрямки та завдання сільськогосподарської біотехнології через призму сучасного розвитку екологічно стійких аграрних систем, у яких продуктивність рослин і тварин забезпечується використанням їх біологічних можливостей, при мінімальному використанні екологічно небезпечних препаратів хімічного синтезу (мінеральних добрив, пестицидів, регуляторів росту);
- теоретичні положення та найбільш поширені класичні та оптимізовані методи біотехнологічних робіт з культурними рослинами, тест-культурами ґрунтових мікроорганізмів, технологічні генно-інженерні підходи;
- агробіологію ризосфери рослин (як динамічне середовище);
- клітинна селекція на стійкість до абіотичних, біотичних факторів; оздоровлення агроценозів за рахунок біотехнологій;
- рослинно-мікробні системи, які відіграють ключову роль у живленні рослин, їх захисту від фітопатогенів та рослиноїдних організмів, адаптація технологій до стресових умов;
- біологічні агенти як основа екологічно безпечних препаратів з широким спектром дії для використання у агробіотехнологіях (біодобрива, стимулятори росту і розвитку рослин, біодеструктори, біофунгіциди тощо, інокуляція насіння або обприскування по вегетації сільськогосподарських культур із метою покращення азотного, фосфорного живлення рослин, збереження та поліпшення стану ґрунтів і отримання екологічно чистої продукції рослинництва);
- законодавчі акти та контроль стосовно використання біотехнологічних розробок (біобезпека аграрних біотехнологій).

**Вміти:**

- використовувати новітні методи біотехнології (геномні, клітинні технології), різноманітні підходи та проводити фундаментально-прикладні дослідження біологічних систем;
- розкривати принципово нові можливості для точної діагностики збудників хвороб, забезпечувати значне підвищення врожайності сільськогосподарських

культур шляхом створення рослин, стійких до шкідників та стресових факторів довкілля;

- комплексно досліджувати та одержувати перспективні штами мікроорганізмів, що продукують різноманітні цінні сполуки (антибіотики, амінокислоти, ферменти); створювати колекцію біоагентів з покращеними ознаками;
- удосконалювати технології переробки відходів, які забруднюють навколишнє середовище; переробки та модифікації продуктів харчування;
- проводити розробку біологічно активних добавок; вирішувати проблеми екології та енергозбереження тощо;
- 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 ресурсозберігаючих технологій; використовувати відновлювані джерела енергії та ін.;
- 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. Сільськогосподарська біотехнологія – сучасний науковий кластер.** Історія розвитку с.-г. біотехнології. Інноваційні підходи, напрямки та проблематик (резистентність до пестицидів, гербіцидів, фітофагів, контроль біологічної безпеки, генна інженерія, азотфіксація, мікробні препарати комплексної дії, переробка відходів, біоремедіація тощо).

**Теми 2-3. Створення багатокомпонентних рослинних систем.** Поняття монокультури, основні проблеми та перехід від монокультури до багатокомпонентних (поліклональних) композицій, які включають різні біотипи культивованих організмів. Рослинно-мікробні системи та їх трофізм. Умови, що спричиняють біологічне розбалансування агроєкосистем.

**Теми 4-5. Генно-інженерні та клітинні методи і технології в рослинництві.** Геномна паспортизація для підвищення ефективності селекційних робіт.

**Теми 6-7. Біодобрива, біопрепарати на основі бактеріальних, грибних, вірусних агентів.** Мікробні препарати ентомопатогенної дії. Бактеріальні добрива на основі бульбочкових бактерій. Технології отримання біопрепаратів на основі азотфіксувальних, фосфатмобілізівних мікроорганізмів. Біопрепарати поліфункціональної дії.

**Тема 8. Біоконверсія (трансформація) органічних відходів.** Біоконверсія, анаеробна мікробна трансформація органічних субстратів, біотрансформація ксенобіотиків, виробництво біогазу.

**Теми 9-10. Агроекологічна інженерія в біоконтролі ризосфери рослин та формуванні здоров'я ґрунту.** Роль ризосфери в ґрунтоутворенні. Генетичний поліморфізм ефективних симбіозів в агроценозах. Молекулярні методи дослідження структури біому, метагеному мікробних угруповань.

### Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усь- го	у тому числі					усь- го	у тому числі				
1	2	л	п	лаб	інд	с. р.	8	9	10	11	12	13
<b>Тема 1.</b> Сільськогосподарська біотехнологія – сучасний науковий кластер. Історія розвитку с.-г. біотехнології. Інноваційні підходи, напрямки та проблематик (резистентність до пестицидів, гербіцидів, фітофагів, контроль біологічної безпеки, генна інженерія, азотфіксація, мікробні препарати комплексної дії, переробка відходів, біоремедіація тощо).	14	2		2		10	14	2		2		10
<b>Тема 2.</b> Створення багатокомпонентних рослинних систем. Поняття монокультури, основні проблеми та перехід від монокультури до багатокомпонентних (поліклональних) композицій, які включають різні біотипи культивованих організмів.	14	2		2		10	14	2		2		10
<b>Тема 3.</b> Рослинно-мікробні системи та їх трофізм. Умови, що спричиняють біологічне розбалансування агроєкосистем.	14	2		2		10	14	2		2		10
<b>Тема 4.</b> Генно-інженерні та клітинні методи і технології в рослинництві.	12	2				10	12	2				10
<b>Тема 5.</b> Геномна паспортизація для підвищення ефективності селекційних робіт.	16	2		4		10	16	2		4		10
<b>Тема 6.</b> Біодобрива, біопрепарати на основі бактеріальних, грибних, вірусних	16	2		4		10	16	2		4		10

агентів. Мікробні препарати ентомопатогенної дії. Бактеріальні добрива на основі бульбочкових бактерій.											
<b>Тема 7.</b> Технології отримання біопрепаратів на основі азотфіксувальних, фосфатмобілізівних мікроорганізмів. Біопрепарати поліфункціональної дії.	16	2	4		10	16	2		4		10
<b>Тема 8.</b> Біоконверсія (трансформація) органічних відходів. Біоконверсія, анаеробна мікробна трансформація органічних субстратів, біотрансформація ксенобіотиків, виробництво біогазу.	14	2	2		10	14	2		2		10
<b>Тема 9.</b> Агроекологічна інженерія в біоконтролі ризосфери рослин та формуванні здоров'я ґрунту. Роль ризосфери в ґрунтоутворенні.	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.	18	2	6		10	18	2		6		10
<b>Усього годин</b>	150	20	30		100	150	20		30		100

#### 4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Принципи та методи вирощування ізольованих клітин і тканин рослин <i>in vitro</i> . Робота с аксенічними культурами ґрунтових мікроорганізмів. Основи регуляції та контролю процесів ферментації штамів-продуцентів (основи мікробних препаратів для с.-г.).	6
2	Мікроклональне розмноження рослин. Культура калюсної тканини. Методи культивування чистих культур, етапи пасажування, тривале зберігання чистих культур (штамів). Скринінг клонів.	6
3	Вплив мінеральних компонентів поживних середовищ на розвиток клітин. Регулятори росту і розвитку рослин.	6
4	Молекулярна біологія та генетична інженерія. 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
5	Методи дослідження структури біому, метагеному мікробних угруповань. Вплив факторів середовища, сучасних агротехнологій на біологічну активність ґрунтових мікроорганізмів.	6

#### 5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Морфогенез, регенерація в культурі калюсних тканин. Одержання рослин-регенерантів.	20
2.	Суспензійна культура клітин. Застосування методу культури тканин в селекції рослин. Ферментація мікробних агентів сільськогосподарського призначення.	20
3.	Агробіологія ризосфери рослин. Рослинно-мікробна взаємодія, системи, значення для сільського господарства.	20
4.	Інновації та перспективи с.-г. біотехнології	20
5.	Генетична інженерія – сукупність прийомів, методів і технологій сучасної науки для агропромислового виробництва. Біом, метагеном. 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 засвоювання 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
<b>Відмінно</b>	<b>A</b>	<b>ВІДМІННО</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	<b>90–100</b>
<b>Добре</b>	<b>B</b>	<b>ДУЖЕ ДОБРЕ</b> – вище середнього рівня з кількома помилками	<b>82–89</b>
	<b>C</b>	<b>ДОБРЕ</b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	<b>74-81</b>
<b>Задовільно</b>	<b>D</b>	<b>ЗАДОВІЛЬНО</b> – непогано, але зі значною кількістю недоліків	<b>64–73</b>
	<b>E</b>	<b>ДОСТАТНЬО</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	<b>60-63</b>
<b>Незадовільно</b>	<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 вибіркового навчальних дисциплін; програми навчальної, виробничої та інших видів практик; підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали до семінарських, практичних і лабораторних занять; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи аспірантів.

## 10. Рекомендована література

### Базова:

1. Сельскохозяйственная биотехнология /В.С. Шевелуха и др. – М.: Высшая школа, 2003. – 427 с.
2. Гадзало Я.М. Агробиология ризосферы растений: монография /Я.М. Гадзало, Н.В. Патыка, А.С. Заришняк. – К.: Аграрна наука, 2015. – 386 с.
3. Біотехнологія мікробного синтезу /Т.І. Патики, М.В. Патики. – К., 2017. – 270 с.
4. Кляченко О.Л., Мельничук М.Д., Коломієць Ю.В., Антіпов І.О. Біотехнологія. Ч.1. Сільськогосподарська біотехнологія. Підручник. Київ, ЦП «КОМПРИНТ», 2015. – 491 с.
5. 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.
6. Хиггинс И. Биотехнология. Принципы и применение /И. Хиггинс, Д. Бест, Дж. Джонс. — М.: Мир, 1988. — 480 с.
7. Карначук Р. А., Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Шумный В.К. Биотехнология и генная инженерия растений. Томск, 2006. 256 с.
8. Ніколайчук В. І., Горбатенко І. Ю. Генетична інженерія. Ужгород, 1999. - 188 с.
9. Маниатис Т., Фритч Э., Сэмбрук Дж. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. М. : Мир, 1984. 480 с.
10. Биотехнология. Биобезопасность. Биоэтика /А.П. Ермишин и др.; под ред. А.П. Ермишина. – Минск: «Тэхнолoгія», 2005. – 430 с.
11. Кушнір, В.В. Сарнацька. Мікроклональне розмноження рослин. К., Наукова думка, 2005. - 528 с.

### Додаткова:

1. Методы клеточной биотехнологии растений. Киев, 1987. 53 с.
2. Жученко А.А. Экологическая генетика. М.: Агрорус, 2004. – 340 с.
3. Сидоров В.А. Биотехнология растений. Клеточная селекция. К., Наукова думка, 1990. – 280 с.
4. Инге-Вечтомов С. Г. Введение в молекулярную генетику. М.: Высш. шк., 1983.
5. Мендел С., Смит Г. Биотехнология сельскохозяйственных растений. М., Агропромиздат, 1987 – 302 с.
6. Егоров Н.С. Промышленная микробиология. – М.: Высш. шк., 1989. – 680 с.
7. Nair A. J. Introduction to biotechnology and genetic engineering /A. J. Nair //Infinity Science Press LLC. Hingham; Massachusetts; New Delhi, 2008. — 798 p.